



**MAKROERGONOMİK AÇIDAN SİSTEM MÜHENDİSLİĞİ VE  
SİSTEMDE KAZALARA YOL AÇABİLECEK KRİTİK ERGONOMİK  
SORUNLARIN İNCELENMESİ**

**YİĞİT ÇAĞLAR**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
KAZALARIN ÇEVRESEL VE TEKNİK ARAŞTIRMASI ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**OCAK 2019**

Yiğit ÇAĞLAR tarafından hazırlanan “MAKROERGONOMİK AÇIDAN SİSTEM MÜHENDİSLİĞİ VE SİSTEMDE KAZALARA YOL AÇABİLECEK KRİTİK ERGONOMİK SORUNLARIN İNCELENMESİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi Kazaların Çevresel ve Teknik Araştırması Ana Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

**Danışman:** Prof. Dr. Mustafa KURT

Kazaların Çevresel ve Teknik Araştırması Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

**Başkan:** Prof. Dr. Kurtuluş BORAN

Enerji Sistemleri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

**Üye:** Prof. Dr. Ergün ERASLAN

Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yıldırım Beyazıt Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

Tez Savunma Tarihi: 23/01/2019

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Prof. Dr. Sena YAŞYERLİ  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
  - Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
  - Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
  - Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
  - Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,
- bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Yiğit ÇAĞLAR

23/01/2019

# MAKROERGONOMİK AÇIDAN SİSTEM MÜHENDİSLİĞİ VE SİSTEMDE KAZALARA YOL AÇABİLECEK KRİTİK ERGONOMİK SORUNLARIN

## İNCELENMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Yiğit ÇAĞLAR

GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ocak 2019

### ÖZET

Globalleşen dünyada, işlerin niteliği ve niceliği günden güne artmakta ve insan faktörünün değeri önem kazanmaktadır. Organizasyonlar, tüm alt sistemlerinde mükemmel bir uyum sağlamak ve insan faktörünü gözeterek yüksek verimlilikte çıktılar üretmek gayretindedir. Kompleks yapılarda yaşanan kazalar, örgütsel performansı düşürmekte ve örgütlerin en önemli unsuru olan insan faktörüne zarar vermektedir. Birer açık sistem olarak değerlendirilen işletmelerde, zorunlu risk değerlendirme faaliyetlerine ek olarak bütünsel ve sosyoteknik yaklaşım sergileyen değerlendirme yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Tez çalışması kapsamında, işletmeyi uçtan uca değerlendirerek makroergonomik yeterlilik düzeyini ölçen Macro-L Yöntemi geliştirilmiştir. Tesis tasarımı, organizasyonel yeterlilik, kurumsal etki, iş sağlığı ve güvenliği, çevre, bilişsel ergonomi, süreç, insan hareketleri ana başlıklarının detaylandırılmasıyla otuz beş alt kapsam oluşturulmuştur. Sistematik ve matematiksel hesaplamalar sonucu işletmenin yeterlilik düzeyini tespit eden Macro-L Yöntemi, makine sanayiinde faaliyet gösteren köklü bir işletmede uygulanarak işletmeye ait ana bulgular tez kapsamında ifade edilmiştir. Alt sistemlerin detaylı olarak incelendiği saha uygulamasında; ana başlıkların ağırlık oranı, yöneticilerin değerlendirmeleriyle uygulanan Analitik Hiyerarşi Prosesi Modeli'yle hesaplanmıştır. İşletmeye ait Macro-L Skoru'nun hesaplanması, sistemin makroergonomik yeterlilik düzeyinin değerlendirilmesini mümkün kılmıştır. Macro-L Yöntemi sayesinde; kurumsal dönüşüm sürecini ve organizasyonel gelişim faaliyetlerini sürdüren işletmelerde yaşanması muhtemel kritik ergonomik sorunların önlenmesi hedeflenmiştir. Alt sistemlere ait performansın tespitini mümkün kılan Macro-L Yöntemi'yle, düşük skor değerleri için kısa ve orta vadeli eylem planlarına dikkat çekilmiştir. Sistem mühendisliği yaklaşımından hareketle gerçekleştirilen saha uygulamalarının milli sanayimizdeki önemi dikkate alınarak tamamlanan çalışmanın, hem işletme performansına hem de ülke ekonomisine katkı sunacağı değerlendirilmiştir. İşletmelerin proaktif önlemler olarak katma değer yaratmasını mümkün kılan Macro-L Yöntemi'nin sistem mühendisliği, makroergonomi, iş sağlığı ve güvenliği gibi bilimleri dikkate alarak gerçekleştirilecek disiplinler arası çalışmalar için katkı sunacağı öngörülmektedir.

Bilim Kodu : 90613

Anahtar Kelimeler : Kazalar, makroergonomi, sistem mühendisliği, Macro-L Yöntemi

Sayfa Adedi : 79

Danışman : Prof. Dr. Mustafa KURT

SYSTEM ENGINEERING WITH REGARDS TO MACROERGONOMICS AND  
INVESTIGATION OF THE CRITICAL ERGONOMIC PROBLEMS THAT MAY LEAD  
TO ACCIDENTS

(M. Sc. Thesis)

Yiğit ÇAĞLAR

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

January 2019

ABSTRACT

In a globalizing world, the quality and quantity of jobs increase day by day and the value of the human factor gains importance. Organizations endeavor to provide a perfect fit in all subsystems and produce high efficiency outputs by considering human factor. Accidents in complex structures reduce organizational performance and harm the human factor, the most important element of organizations. In addition to the mandatory risk assessment activities, evaluation methods that offer holistic and sociotechnical approach are needed in the businesses which are considered as open systems. Within the scope of the thesis study, the Macro-L Method, which measures the level of macroergonomic competence by evaluating the company from end to end, has been developed. Thirty-five sub-scopes have been created by elaborating the main topics of facility design, organizational competence, corporate impact, occupational health and safety, environment, cognitive ergonomics, process and human motions. Macro-L Method, which determines the level of competence of the company as a result of systematic and mathematical calculations, is applied in a white shoe firm operating in the machine industry and the key findings of the company are stated in the thesis. In the field application that sub-systems are examined in detail; The weight ratio of the main headings was calculated by the analytical hierarchy process model applied by the managers' evaluations. The calculation of the Macro-L Score of the company made it possible to evaluate the macro-economic competence level of the system.. It is aimed to prevent the critical ergonomic problems in the companies which continues the organizational transformation process and organizational development activities by the virtue of Macro-L Method. The Macro-L Method, which enables the determination of the performance of sub-systems, emphasizes the short-range and medium-range action plans for low score values. Considering the importance of field applications in the national industry, it is evaluated that this study will contribute to both the business performance and the economy of the country. It is foreseen that the Macro-L Method, which enables companies to create added value by taking proactive precautions, will contribute to multidisciplinary studies by taking into account the sciences such as system engineering, macroergonomics, occupational health and safety.

Science Code : 90613

Key Words : Accidents, macro-ergonomics, system engineering, Macro-L Method

Page Number : 79

Supervisor : Prof. Dr. Mustafa KURT

## TEŐEKKÖR

Yüksek lisans eğitimin boyunca yardım ve katkılarını esirgemeyen, beni yönlendiren değerli hocam Prof. Dr. Mustafa KURT'a ve manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan aileme ve arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.



## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
ÖZET .....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER .....	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xi
RESİMLERİN LİSTESİ .....	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. SİSTEMLERE AİT MAKROERGONOMİK KAVRAMLAR .....	3
2.1. Ergonomi.....	3
2.1.1. Ergonominin tanımı ve amacı .....	3
2.1.2. Ergonominin kapsamı .....	4
2.2. Makroergonomi.....	4
2.2.1. Makroergonominin tanımı ve amacı .....	4
2.2.2. Makroergonominin kapsamı .....	5
2.2.3. Sosyoteknik yaklaşımla makroergonomi .....	6
2.3. Sistem Mühendisliği .....	6
2.3.1. Sistem mühendisliğinin tanımı ve amacı .....	6
2.3.2. Sistem mühendisliğinin kapsamı.....	7
2.3.3. Sistem yaklaşımı ve sistemlerle ilgili kavramlar.....	8
2.4. Sistem Mühendisliği Yaklaşımıyla Kaza Kavramı ve Kazalarla İlgili Kavramlar.....	9
2.4.1. Kaza.....	10
2.4.2. İş kazası .....	10
2.4.3. İş güvenliği.....	10

	<b>Sayfa</b>
2.4.4. Tehlike.....	11
2.4.5. Risk değerlendirme tablosu.....	11
2.4.6. Kabul edilebilir risk seviyesi.....	11
2.4.7. Güvenlik.....	11
2.4.8. Tetkik.....	12
2.4.9. Sürekli iyileştirme.....	12
2.4.10. Sonuç terimi.....	12
2.4.11. Olay.....	12
2.4.12. Ramak kala olay.....	12
2.4.13. Olasılık.....	13
2.4.14. Şiddet.....	13
2.4.15. Risk.....	13
2.4.16. Risk değerlendirmesi.....	13
2.5. Dengeli Olm Karnesi ve Analitik Hiyerarşi Prosesi.....	17
2.5.1. Dengeli Olm Karnesi.....	18
<b>3. MAKROERGONOMİ VE SİSTEM MÜHENDİSLİĞİ</b>	
<b>ÇERÇEVESİNDE GELİŞTİRİLEN MACRO-L YÖNTEMİ.....</b>	<b>21</b>
3.1. Macro-L Yöntemi ve Formülasyon.....	21
3.2. Macro-L Yönteminde Kullanılan 0-100 Değerlendirme Skalası.....	25
3.3. Macro-L Yöntemi'nde Kullanılan 1-5 Değerlendirme Skalası.....	26
3.4. Macro-L Yöntemi'nde Ele Alınacak Makroergonomik Ana Başlıklar.....	26
3.4.1. Süreç.....	27
3.4.2. Tesis tasarımı.....	28
3.4.3. Bilişsel ergonomi.....	28
3.4.4. İnsan hareketleri.....	30
3.4.5. Organizasyonel yeterlilik.....	31

	<b>Sayfa</b>
3.4.6. Kurumsal etki .....	32
3.4.7. İş sağlığı güvenliği ve çevre .....	33
<b>4. MACRO-L ANALİZİ'NE AİT UYGULAMA .....</b>	<b>35</b>
4.1. Uygulama Gerçekleştirilecek İşletmenin Tanımı.....	35
4.2. İşletmeye Ait Genel Makroergonomik Değerlendirme ve Uygulama Yöntemi.....	35
4.3. Ana Başlıklara Ait Ağırlıkların AHP Yöntemiyle Belirlenmesi.....	35
4.4. İşletmenin Macro-L Yöntemi Kapsamında Değerlendirilmesi.....	37
4.4.1. İşletmenin “Süreç (C <sub>1</sub> )” kapsamında değerlendirilmesi.....	37
4.4.2. İşletmenin “Tesis Tasarımı (C <sub>2</sub> )” kapsamında değerlendirilmesi .....	39
4.4.3. İşletmenin “Bilişsel Ergonomi (C <sub>3</sub> )” kapsamında değerlendirilmesi.....	42
4.4.4. İşletmenin “İnsan Hareketleri (C <sub>4</sub> )” kapsamında değerlendirilmesi .....	44
4.4.5. İşletmenin “Organizasyonel Yeterlilik (C <sub>5</sub> )” kapsamında değerlendirilmesi .....	47
4.4.6. İşletmenin “Kurumsal Etki (C <sub>6</sub> )” kapsamında değerlendirilmesi .....	49
4.4.7. İşletmenin “İş Sağlığı Güvenliği ve Çevre (C <sub>7</sub> )” kapsamında değerlendirilmesi .....	51
4.5. İşletmenin MacroL Skoru .....	54
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>59</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>65</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>67</b>
EK-1. Yönetici değerlendirmesinde kullanılan AHP formu.....	68
EK-2. AHP kapsamında yöneticilerin eş öneme sahip olduğunu gösteren tablo .....	69
EK-3. AHP Yöntemi kapsamında 1. yöneticiye ait detay tablo .....	70
EK-4. AHP Yöntemi kapsamında 2. yöneticiye ait detay tablo .....	71
EK-5. AHP Yöntemi kapsamında 3. yöneticiye ait detay tablo .....	72
EK-6. AHP Yöntemi kapsamında 4. yöneticiye ait detay tablo .....	73

	<b>Sayfa</b>
EK-7. AHP Yöntemi kapsamında 5. yöneticiye ait detay tablo .....	74
EK-8. İşletmenin sahip olduğu ISO 9001 belgesi.....	75
EK-9. İşletmenin sigorta poliçesini yenilediğini ifade eden belge .....	76
EK-10. Çalışma kapsamında işletmeden temin edilen izin yazısı .....	77
ÖZGEÇMİŞ .....	78



## ÇİZELGELERİN LİSTESİ

<b>Çizelge</b>	<b>Sayfa</b>
Çizelge 2.1. Risk değerlendirme standartları ve açıklamaları .....	14
Çizelge 2.2. Risk değerlendirme yöntemleri ve ele alınan kapsamlar .....	16
Çizelge 2.3. AHP Yöntemi'nde kullanılan değerlendirme skalası .....	19
Çizelge 3.1. Makroergonomik ana başlıklar ve formülasyon.....	25
Çizelge 3.2. Macro-L Skoru'nun değerlendirilmesinde kullanılan 0-100 ölçeği.....	26
Çizelge 3.3. Macro-L alt kapsamaların değerlendirilmesinde kullanılan 5'li ölçek .....	26
Çizelge 3.4. Süreç başlığında değerlendirilecek alt kapsamaların adlandırılması .....	27
Çizelge 3.5. Süreç başlığında değerlendirilecek alt kapsamaların tanımlanması .....	27
Çizelge 3.6. Tesis tasarımı başlığında değerlendirilecek alt kapsamaların adlandırılması .....	28
Çizelge 3.7. Tesis tasarımı başlığında değerlendirilecek alt kapsamaların tanımlanması .....	28
Çizelge 3.8. Bilişsel ergonomi başlığında değerlendirilecek alt kapsamaların adlandırılması .....	29
Çizelge 3.9. Bilişsel ergonomi başlığında değerlendirilecek alt kapsamaların tanımlanması .....	29
Çizelge 3.10. İnsan hareketleri başlığında değerlendirilecek alt kapsamaların adlandırılması .....	30
Çizelge 3.11. İnsan hareketleri başlığında değerlendirilecek alt kapsamaların tanımlanması .....	30
Çizelge 3.12. Organizasyonel yeterlilik başlığında değerlendirilecek alt kapsamaların adlandırılması .....	31
Çizelge 3.13. Organizasyonel yeterlilik başlığında değerlendirilecek alt kapsamaların tanımlanması.....	31
Çizelge 3.14. Kurumsal etki başlığında değerlendirilecek alt kapsamaların adlandırılması .....	32
Çizelge 3.15. Kurumsal etki başlığında değerlendirilecek alt kapsamaların tanımlanması .....	33
Çizelge 3.16. İSG ve çevre başlığında değerlendirilecek alt kapsamaların adlandırılması .....	34

<b>Çizelge</b>	<b>Sayfa</b>
Çizelge 3.17. İSG ve çevre değerlendirilecek alt kapsamların tanımlanması.....	34
Çizelge 4.1. AHP Yöntemi kapsamında değerlendirici olan beş yöneticinin kararlarına ait ağırlık oranları.....	36
Çizelge 4.2. Yedi ana başlık için beş yöneticinin belirlediği ağırlık oranları ve ortalaması .....	36
Çizelge 4.3. İşletmenin “Süreç” ana başlığı kapsamında hesaplanan Macro-L değerleri.....	55
Çizelge 4.4. İşletmenin “Tesis Tasarımı” ana başlığı kapsamında hesaplanan Macro-L değerleri .....	55
Çizelge 4.5. İşletmenin “Bilişsel Ergonomi” ana başlığı kapsamında hesaplanan Macro-L değerleri .....	55
Çizelge 4.6. İşletmenin “İnsan Hareketleri” ana başlığı kapsamında hesaplanan Macro-L değerleri .....	56
Çizelge 4.7. İşletmenin “Organizasyonel Yeterlilik” ana başlığı kapsamında hesaplanan Macro-L değerleri.....	56
Çizelge 4.8. İşletmenin “Kurumsal Etki” ana başlığı kapsamında hesaplanan Macro-L değerleri .....	56
Çizelge 4.9. İşletmenin “İş Sağlığı Güvenliği ve Çevre” ana başlığı kapsamında hesaplanan Macro-L değerleri.....	57

**RESİMLERİN LİSTESİ**

<b>Resim</b>	<b>Sayfa</b>
Resim 4.1. İşletmede oluşan ara stokları belirten görsel .....	41
Resim 4.2. İşletmede kullanılmakta olan CNC makinelerinin kullanıcı arayüzü.....	44
Resim 4.3. Yetersiz tezgah yüksekliğine sahip istasyonu belirten görsel.....	46
Resim 4.4. İşletmede iş sağlığı ve güvenliği kapsamında yer alan uyarıcı levhalardan bazılarını belirten görsel .....	54



## SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar	Açıklamalar
<b>AHP</b>	Analitik Hiyerarşi Prosesi
<b>CNC</b>	Bilgisayar Sayımlı Kontrol (Computer Numerical Control)
<b>dB(A)</b>	A ağırlıklı skalada desibel
<b>Eş.</b>	Eşitlik
<b>ETA</b>	Olay Ağacı Analizi (Event Tree Analysis)
<b>FMEA</b>	Hata Türleri ve Etki Analizi (Failure Models and Effects Analysis)
<b>FMECA</b>	Hata Modu ve Etkisinin Kritiklik Analizi (Failure Mode and Effects Analysis)
<b>FTA</b>	Hata Ağacı Analizi Metodolojisi (Event Tree Analysis)
<b>HACCP</b>	Tehlike Analizi ve Kritik Kontrol Noktaları (Hazard Analysis and Critical Control Points)
<b>HAZOP</b>	Tehlike ve İşletilebilme Çalışması Metodolojisi (Hazard and Operability Studies)
<b>HRA</b>	İnsan Güvenilirliği Analizi (Human Reliability Analysis)
<b>İSG</b>	İş Sağlığı ve Güvenliği
<b>İSG-Ç</b>	İş Sağlığı Güvenliği ve Çevre
<b>OHSAS</b>	İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi (Occupational Health and Safety Management Systems)
<b>PHA</b>	Ön (Birincil) Tehlike Analizi (Preliminary Hazard Analysis)
<b>TRL</b>	Teknoloji Hazırlık Seviyeleri (Technology Readiness Levels)
<b>vb.</b>	ve benzeri

## 1. GİRİŞ

Günümüzde işletmeler “Endüstri 4.0” seviyesinde faaliyet göstererek rekabetçi koşullar altında verimli çıktılar üretme gayretindedir. Geçmişte olumsuz çalışma koşulları olarak nitelendirilen fiziksel çevre koşulları, mamul ve hizmet üretiminde modern sistemlere geçilmesine rağmen önemini korumaktadır. İşletmeler gürültü, termal konfor, aydınlatma, tozla çalışma gibi fiziksel risk etmenlerine ek olarak sistemin tüm elemanlarını etkileyebilecek makroergonomik risklerle karşı karşıyadırlar. İşletmelerde gerçekleştirilen risk analizleri; her zaman işletmeyi uçtan uca ele almamakta ve işletmelerin makroergonomik açıdan yeterlilik düzeyini yansıtmamaktadır. Makroergonomik bakış açısıyla, ele alınan sistemleri bütünsel olarak analiz edebilmek amacıyla; uzun yıllardan beri iş sağlığı ve güvenliğiyle ilgili gerçekleştirilmekte olan risk analizi yöntemlerine ek olarak sistemin yeterlilik düzeyini ele alan, Macro-L Yöntemi bu tez kapsamında geliştirilerek uygulanmış ve sunulmuştur. Ülkemizde iş sağlığı ve güvenliğiyle ilgili mevzuat sürekli olarak gelişmekte ve işletmeler yasal düzenlemelere uyum sağlama gayretini sürdürmektedir. İşletmelerde zorunlu olarak uygulanan yüzeysel risk değerlendirmeleri makroergonomik açıdan yetersiz kalmaktadır. Gerçekleştirilen analizler ve düzenleyici faaliyetler, genellikle organizasyonun tüm fonksiyonlarını kapsayacak nitelikte olmamakta ve sistematik bakış açısıyla sürdürülmemektedir. Oysa makroergonomik analizlerde; işletmeye ait girdilerin, süreçlerin, çıktıların ve tüm çevresel etmenlerin bütünsel olarak incelenmesiyle alt sistemlere ait detaylar ve yaşanması muhtemel kritik ergonomik sorunlar tespit edilebilmektedir. İşletmelerin; sistem mühendisliği yaklaşımı çerçevesinde incelenmesiyle alt sistemlerde ortaya çıkabilecek negatif sonuçlar ve yaşanabilecek kazalar öngörülebilir olacaktır. Risk analizi sürecinde kullanılan birçok yöntemde; iş günü kaybı, yaralanma ya da ölüm gibi doğrudan sağlık üzerinde oluşabilecek etkiler derecelendirilmektedir. Oysa makroergonomik bakış açısıyla geliştirilecek bir analiz yöntemiyle; süreç, tesis tasarımı, bilişsel ergonomi, insan hareketleri, organizasyonel yeterlilik, kurumsal etki, iş sağlığı, iş güvenliği gibi unsurların sistematik olarak değerlendirilebileceği ve örgütün mevcut durumu için proaktif önlemler üretilebileceği değerlendirilmiştir.

Ergonomi bilimine ait kapsamının yalnızca iş sağlığı, iş güvenliği, antropometri ve fiziksel risk etmenleri uygulamalarıyla kısıtlı olarak görülmesi; sosyoteknik açıdan güçlü bir sistem yaklaşımının oluşturulması ihtiyacını doğurmaktadır. İşletmelerin stratejik yönetim

kararlarının ve iş sağlığı güvenliği politikalarının temelinde de mevcut kısıtlar çerçevesinde makroergonomik çıktıların en iyilenmesi yer almalıdır. Tez kapsamında geliştirilen Macro-L Yöntemi işletmelerin makroergonomik kapsamda yedi ana başlık için çevresel ve teknik olarak değerlendirilmesini esas almakta ve işletmelerin ihtiyaç duyduğu bütüncül yaklaşımı sergilemektedir. Yöntemde; gerçekleştirilen değerlendirmelerle işletmenin makroergonomik yeterlilik düzeyi; işletmeye özgü bir karne olarak sayısal yöntemlerle açıkça ifade edilmektedir. Macro-L Yöntemi, işletmelerin hem kazalara proaktif çözümlerle yaklaşılmasını hem de tüm işletme fonksiyonlarına odaklanılarak yüksek verimlilikte çıktılar üretilmesini mümkün kılmaktadır. Tez kapsamında gerçekleştirilen saha uygulamasında da işletmeyi uçtan uca ele alan ana başlıklar ve alt kapsamlar detaylandırılmıştır. Macro-L Yöntemi'nde kullanılan formülasyon ve ele alınan başlıklar; gerçekleştirilecek yeni çalışmalarda da sistem mühendisliği yaklaşımı sergilenmesini mümkün kılacaktır. Macro-L Yöntemi'yle elde edilen bulgular, kazaların ve meslek hastalıklarının önlenmesini sağlayacak, işletme verimliliği üzerine ek çalışmalar için temel oluşturacaktır.

## 2. SİSTEMLERE AİT MAKROERGONOMİK KAVRAMLAR

### 2.1. Ergonomi

İnsan faktörleri mühendisliği olarak nitelendirilen ergonomi bilimi ve ergonomi bilimiyle yakından ilişkili olan kavramlara ait kapsamın bilinmesi yapılacak olan makroergonomik analizler için önem arz etmektedir.

#### 2.1.1. Ergonominin tanımı ve amacı

Ergonomi, 20'nci yüzyılın başlarında Taylor'a kadar götürülebileceği gibi, sistematik ve bilimsel bir nitelik kazanması, terim olarak yaygınlaşması 20'nci yüzyılın ikinci yarısından sonra gerçekleşmiş ve köklü bir bilimdir. Sistem elemanlarıyla insanın ilişkisini çözümlenmeye çalışan ve sistem performansının tümüne ek olarak insanın memnuniyetini en iyileştirmeye çalışan teori, prensip, bilgi ve yöntemlerin uygulandığı bilimsel bir disiplin olarak tanımlanır [1].

Ergonominin amacı; işgören ile işin icra edildiği mekân arasındaki ilişkilerin incelenmesidir. Aynı zamanda gerçekleştirilecek işin çalışana uyarlanmasıdır. Özetle çalışanın işini kolayca yapabilmesini sağlayabilmektir.

Ergonomi biliminin amaçları:

- Üretim verimliliğini en yüksek seviyeye çıkarmak,
- Gereksiz zorlanmalardan kaçınmayı sağlamak,
- Çalışanın fiziksel ve ruhsal sağlığını korumak,
- Çalışanların kullandığı araç gereçlerin kullanımlarının artırılmasını sağlamak,
- Günlük yaşamda karşımıza çıkan insan kullanımına açık olan her şeyi çalışana uygun dizayn etmek,
- İnsan performansını artırmak,
- İnsan güvenliğini sağlamak,
- İnsan sağlığını korumak,
- İnsan mutluluğunu sağlamak amaçlanır [2].

### **2.1.2. Ergonominin kapsamı**

Fizyoloji ve psikoloji gibi insan bilimleriyle yakından ilişki olan ergonomi; işlerin insan kapasitesi tarafından yapılabilirliğini ve çıktılara etki eden tüm girdilerin insan kapasitesiyle uyumlu hale getirilmesini kapsamaktadır.

Ergonomiye ait kapsamın detaylı olarak incelenmesiyle; işin insana, insanın işe uyumu için gerekli tüm unsurlar ele alınmaktadır. Ergonomi bilimi; işlerin insanlar tarafından yapılabilirliğini ve insanın sistemle uyumunu kapsamaktadır. Ergonomi kapsamında gerçekleştirilen mühendislik yaklaşımlarının, insan ve sistem arayüzünün kesişim noktasında düzenleyici ve geliştirici bir role sahip olduğu değerlendirilmektedir.

İnsan unsuru; fiziksel ve algısal olarak incelendiğinde, kullanılan donanım ve donanım için geliştirilen kontrol parametreleri ön plana çıkmaktadır. Çevresel koşullar ve insanın bu koşullara karşı gösterdiği refleksler ve istemli tepkiler de ergonominin güncel konuları arasında yer almaktadır. Kullanıcı-sistem arayüzü teknolojisi kapsamında, Endüstri 4.0 dönemine girilmesiyle hızla gelişen yazılımlar da ergonomi kapsamında ele alınmalıdır. Karar destek sistemlerinden iş zekası uygulamalarına kadar; modern işletmelerde kullanılan tüm yöntemler, ergonomiyle doğrudan ilişkili olarak değerlendirilmelidir. Organizasyonların sahip olduğu her bir ergonomik unsurun birbirinden bağımsız olarak incelenmesi, çalışmaların mikro seviyede kalmasına neden olacak, bütüncül bakış açısıyla uçtan uca ele alınan makroergonomik analizlere göre yetersiz kalacaktır.

## **2.2. Makroergonomi**

Organizasyon tasarımı kapsamında ele alınan alt sistemlerin incelenmesi sürecinde makroergonomik öğelerin dikkate alınması gerekmektedir. Bu kapsamda makroergonomi kavramı işletmeler için önem arz etmektedir.

### **2.2.1. Makroergonominin tanımı ve amacı**

Geleneksel bakış açısında, ergonomi çalışana mikro seviyedeki tasarımlara odaklanmıştır. Yüksek verimlilikle sürdürülen sistem analizi ve tasarımı çalışmalarında, sistemin tüm bileşenlerine asgari düzeyde odaklanılmalıdır. Operasyonel seviyeden stratejik seviyeye kadar uygulanacak yöntemler; sistemlerin tüm bileşenlerini birbirleriyle ilişkili olarak ele

alacaktır. İnsan ve makine ikilisinin bir arada ele alınmasıyla, yapılabilirlik sınırları ve değer akışı belirlenebilecektir. Makroergonomik tasarım gerçekleştirilirken; tüm bu kapsam göz önünde bulundurulacak, iş sistemlerinde kontrol ve otomasyon içeren tasarımlar yapılandırılacaktır.

Makroergonomi, doğrusal olmayan süreç anlayışı için de yararlı bir yöntem olarak değerlendirilmektedir. İş istemlerinde ve sistemlere ait alt sistemlerde ortaya çıkan yeni özelliklerin anlaşılması ve bu durumlara uyum sağlanması için uygun bir yaklaşımdır [3].

İnsan-organizasyon arayüzünün tümüyle ele alınması; kişi-görev, insan-makine, insan-teknoloji gibi birçok kapsamın derinlemesine analiz edilmesini sağlayacaktır. Sosyoteknik ve psikosoyal olarak ele alınacak makroergonomik sistem tasarımları işletimin katma değer oluşturmaya imkan sunacaktır.

### **2.2.2. Makroergonominin kapsamı**

Makroergonomi, organizasyon yapısına uygun insan bileşenini seçerek insana odaklanmaktadır. Organizasyonda ihtiyaç duyulan profesyonellik ve psiko-sosyolojik seviye belirlenirken; organizasyonun iletişim içinde olduğu dış çevre de göz önüne alınmaktadır. Bu özelliklerin göz önüne alınması, organizasyondaki görev dağılımının insan faktörüne uygun koşullarda gerçekleştirilmesine olanak vermektedir.

Makroergonomi, analiz ve tasarım süreçlerinde bütünsel bir bakış açısı sergilemesi nedeniyle, katılımcı ergonomi kavramıyla birlikte ele alınmaktadır. Makroergonomide; işletme uçtan uca ele alınarak, tüm çalışanların çıktıları ve yetkinlikleri yeni tasarım süreçlerine girdi olarak dahil edilmektedir. Açık sistem yaklaşımıyla gerçekleştirilen bu süreçler sırasında çalışanların çıktılara katkısı artmakta, verimlilik ve motivasyon olumlu yönde etkilenmektedir.

Ergonomi biliminin en güncel konularından biri olan katılımcı ergonomi kavramının işletmelerce bilinmesi ve benimsenmesi makroergonomi kapsamında yürütülen süreçlerin etkinliğini arttıracaktır.

Katılımcı ergonomi; iş sistemindeki ergonomik unsurların, mevcut kısıtlar altında sinerji sağlanmak suretiyle en iyi şekilde yapılandırılmasını kapsamaktadır. Sisteme dahil olan

tüm çalışanların; bilgi, beceri, deneyim ve görüşlerini paylaştığı müşterek bir sistemi ifade etmektedir.

### **2.2.3. Sosyoteknik yaklaşımla makroergonomi**

Bütüncül analiz ve tasarımlarda; girdi, proses, çıktı ve geri bildirim unsurları sosyoteknik açıdan ele alınarak sistem yaklaşımı sergilenmektedir. Sistemlerde oluşması muhtemel kazalar ve hatalar için sosyoteknik sistem yaklaşımı sergilenerek proaktif önlemler sunulabilmektedir. Çıktılar, girdilere dönüştürülürken sibernetik bilimiyle paralel şekilde kontrol mekanizması kurulabilmektedir.

Teknoloji ve çalışan unsurları, çevreyle doğrudan ilişkili olan ve organizasyonun yapısını doğrudan etkileyen alt sistemlerdir. Sosyoteknik sistemler, işletmeye özgü olmakla birlikte işletmenin iç dinamikleriyle uyumlu olarak kurulmaktadır. İşletme başka bir firmayı taklit etme ya da paket programları satın alma yoluyla bu yapıyı kısa sürede kuramayacaktır. Başarılı bir sistem analizinde; işletmeye özgü çözümler üretilmeli ve sosyoteknik unsurlar değerlendirilerek katma değeri yüksek aksiyonlar alınmalıdır.

## **2.3. Sistem Mühendisliği**

Sistem mühendisliği; izlediği bakış açısındaki çok yönlülük ve bütünsellik nedeniyle, makroergonomiyle benzer yaklaşımlar sergileyen bir alandır. Mühendislik bilimlerinin içerdiği teorik ve pratik uygulamalar, sistem mühendisliği ve makroergonominin birlikte uygulanmasıyla organizasyonlar için değer yaratacaktır.

### **2.3.1. Sistem mühendisliğinin tanımı ve amacı**

Sistem mühendisliği; belirli bir ortak amaç kapsamında birbiriyle ilişkili olarak faaliyet gösteren elemanlar bütünü; maliyet, zaman, işçilik vb. kısıtlı kaynaklar çerçevesinde tasarlanması, geliştirilmesi, imalatı ve kontrol edilmesi süreçlerini içeren mühendislik dalıdır. Disiplinlerarası bir bakış açısı sergileyerek; nitelikli bilgi üretilmesi suretiyle işletmelerdeki konfigürasyon ve ürün yönetiminin sağlanmasını, işletmeye özgü değer zincirinin oluşturulmasını sağlamaktadır. İnsan kaynağı, ürün, hizmet ve ihtiyaç duyulan tüm unsurların işletme bileşenleriyle uyumlu olarak yapılandırılması sistem mühendisliğiyle birlikte mümkün kılınmaktadır.

Sistem mühendisliği, mühendislik kararları gerektiren bir mühendislik dalıdır. Kontrol ve sürdürülebilirlik önem arz etmektedir. Hedeflere ulaşılırken kontrol süreçleri önemli olsa da tecrübe ve bilgi birikimiyle gerçekleştirilecek otokontrol mekanizmaları ön plana çıkmaktadır. Analiz sırasında kullanılan yöntemler ve kullanılan veri kaynakları sonucu doğrudan etkilemektedir. Sistem analizi çalışmaları, çok yönlü bakış açısı sergilenerek titizlikle gerçekleştirilmelidir.

Sistem mühendisliği yaklaşımı; sistem yaklaşımıyla birlikte gelişmiştir. Mühendisliğin gerektirdiği analitik bakış açısıyla, parçaların birbiriyle uyumunu ve ilişkisi ele alınmaktadır.

Problemlerin çözümünde; sistem yaklaşımı sergilenmesiyle, sorunlar çok yönlü olarak ele alınıp sistem elemanları arasındaki ilişkiler incelenebilmektedir.

Sistem düşüncesi, farklı disiplinleri bir arada değerlendirerek bütüncül bir inceleme gerçekleştirmektedir. Günümüzde bu düşünce yaklaşımı dünya genelinde çözüm bulma yaklaşımı olarak kullanılmaktadır.

İşletme verimliliğinin; bölümler arası ilişkilerden, çevresel etmenlerden ve iç süreçlerden ne derece etkilendiği bu yaklaşımla izlenebilir kılınmaktadır. İç müşteri olarak şirket çalışanları, müşteriler ve sisteme dahil olan tüm girdiler bu yaklaşımla analiz edilebilmektedir.

### **2.3.2. Sistem mühendisliğinin kapsamı**

Sistem mühendisliği, birbiriyle ilişkili elemanların bir ahenk içinde aynı amaç uğrunda faaliyet gösterdiği yapıları kapsamaktadır. Ele alınan sistemler, alt sistemlerle ve üst sistemlerle ilişkilidir. Sistem elemanları arasında doğrudan ve dolaylı ilişkiler mevcuttur.

Gerçekleşen ya da gerçekleşmesi olası olan kazaların temelinde de alt sistemler arası yaşanan uyum problemleri yer almaktadır. İnsan unsuru, tüm alt sistemler için en değerli girdi olarak nitelendirilmelidir. İnsan unsurunun gözetilmesinin ardından, yaşanan kazalarda sistem kaynaklı kazalar da en aza indirilmelidir.

Planlama, uygulama, kontrol etme ve önlem alma süreçlerinde; etkin ve etkili yaklaşım sağlanması, sistem mühendisliğinin dinamik ve bütüncül yaklaşımıyla mümkün kılınmaktadır. Çok yönlü ve bilimsel bir değerlendirmeyle, gerçek bilgi ortaya çıkmaktadır. Risk değerlendirme süreçlerinde, organizasyonun ihtiyaç duyduğu nitelikli bilgi için sistematik bir yaklaşıma ihtiyaç duyulmaktadır.

### **2.3.3. Sistem yaklaşımı ve sistemlerle ilgili kavramlar**

Sistemler birbiriyle ilişkili alt sistemlerden oluşmaktadır. Her bir alt sistemin birbiriyle etkileşim halinde olması, sistem çıktılarına olumlu yönde yansımaktadır. Sistemler incelenirken ve risk değerlendirme adımları uygulanırken, alt sistemlerin ve alt sistemler arasındaki bağlantıların çıktılarına etkisi birlikte ele alınmalıdır. Bütünü oluşturan her bir parça, süreçleri etkileyebilme potansiyeline sahiptir. Çıktıların niceliği ve niteliği de benzer şekilde girdilerden etkilenmektedir.

Bütünü oluşturan her bir parça yani alt sistemler, bütünün fonksiyonunu veya niteliğini etkileyebilme imkanına sahiptir. Yani sistem; bütünün performansının her bir parçanın performansından etkilendiği (sinerji), her bir parçanın bütünü etkileme yolunun bir parçanın ne yaptığına bağlı olduğu (etkileşim), herhangi bir eleman gruplamasının yukarıdaki iki prensibi takip ettiği (analiz) elemanlar topluluğudur. Bu durumda belirlenen fonksiyonlar, bütüne hizmet için ortak amaç uğrunda çalışmaktadırlar [4].

Termodinamikte olduğu gibi elemanlar en yüksek rastlantıya ulaşana kadar dinamiktir. En yüksek rastlantıda ise durgunlaşmaktadırlar. Bu durgunluğun tekrar bir etki oluşuncaya kadar devam etmesi “entropi” tersi ise “negatif entropi” olarak ifade edilmektedir.

Sistemlerle ilgili kritik kavramlardan biri de sibernetiktir. Sibernetik; matematiksel hesapları dikkate alan ve kendi kendini düzenleme esasına göre sistemleri inceleyen bir disiplindir. Haberleşme, denge kurma ve ayarlama bilimi olarak bilinmektedir. Sibernetik, denge durumunu irdeleyerek geri beslemenin rolünü ön plana çıkartmıştır. İşletmeler hatalarını yinelememek adına geçmiş tecrübelerine istinaden öğrenilen dersler çıkartmalı ve rasyonel karar almalıdır. Öğrenen organizasyonlar, öznesinde insan olan ve rutin işleri makineler vasıtasıyla yürütmeyi amaçlayan yapılar olarak sibernetiği geliştirecektir.

## Açık ve kapalı sistemler

Sistemler, açık sistem ve kapalı sistem olarak iki grupta incelenmektedir.

Açık sistemler; içinde bulunduğu çevreyle etkileşim halinde olan, geri besleme mekanizması sayesinde sistem çıktılarına yeni girdilere dönüştürebilen sistemlerdir. Açık sistemler, sistem çıktılarına istinaden sürekli olarak kendilerini geliştirmekte ve geri besleme mekanizması sayesinde sonlu döngülere girmeden negatif entropi, sinerji ve eş-sonuç özelliği göstermektedirler.

Kapalı sistemler; içinde bulunduğu çevreyle ilişki içerisinde olmayan sistemlerdir. Kapalı sistemler genelde sonludur. Geri besleme mekanizmasına bulunmamaktadır. Çevreyle organik bağ kurulmamakta ve entropi özelliği gösterilmektedir.

Açık sistemlerde yer alan girdi, süreç, çıktı ve geri besleme döngüsü sürekli olarak devam etmektedir. Kapalı sistemlerde ise girdiler çıktıya dönüştürülmek için yalnızca bir kez kullanılmaktadır. Geri besleme mekanizması, sistemin dinamik şekilde işlemlerini sağlamak ve sistemin kendisini değerlendirmesini mümkün kılmaktadır. Negatif ve pozitif yönlü olarak gerçekleşebilecek bu geri besleme sayesinde, sistem belirlenen sınır değerlerine uygun şekilde dengeye gelecektir.

Sistemler buldukları çevre içerisinde yer alan diğer sistemlerle de etkileşim halinde olmak durumundadır. Yaşanan kazalar makroergonomik olarak değerlendirildiğinde, sistemin iç unsurlarında yaşanan sorunların ve çevreyle etkileşim sırasında ortaya çıkan problemlerin kazalara yol açtığı görülmektedir.

### **2.4. Sistem Mühendisliği Yaklaşımıyla Kaza Kavramı ve Kazalarla İlgili Kavramlar**

Gerek ergonomi kapsamında yer alan kavramlar gerek makroergonomi kapsamında yer alan kavramlar, kazalara ait kavramlarla yakından ilişkilidir. Sistemik bir bakış açısıyla kazalara proaktif önlemler sunmanın ön şartı, ilgili kavramların teoride ve saha uygulamalarında birbiriyle ilişkilendirilebilmesidir. Bu nedenle işletmeler kazalarla ilgili yaklaşımlarını sürdürülebilir ve çok yönlü olarak sürdürme gayretinde olmalıdır.

### 2.4.1. Kaza

Kaza; önceden planlama süreci olmadan, beklenmedik şekilde maksatsız olarak gerçekleşen ve arzu edilmeyen zarar veren olgudur. Kazalar sistemin girdilerine, çıktıklarına ve süreçlerine zarar verebileceği gibi çevredeki canlı veya cansız unsurlara da zarar verebilmektedir.

İletişim kazalarından büyük endüstriyel kazalara kadar geniş bir kapsama sahip olan kaza kavramı sadece fiziksel boyutta ele alınmamalıdır. Sistemin tümünü ele alarak insan unsurunun tüm fonksiyonlarını değerlendiren kaza analizleri başarılı olacaktır.

### 2.4.2. İş kazası

İşyerinde ve iş kaynaklı meydana gelen; vücut bütünlüğünü ruhen ya da bedenen özre uğratan veya ölüme sebebiyet veren olay olarak tanımlanmaktadır.

İş kazası; 31.05.2006 tarihli, 5510 Sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu'na göre aşağıdaki durumlardan birinde meydana gelen ve sigortalıyı hemen veya sonradan bedence ve ruhça arızaya uğratan olaya denilmektedir [5].

İş kazalarının nedenleri, doğrudan işletmeyle ilgili olabileceği gibi işletmeyle dolaylı ilişkili olabilmektedir. İş yeri ya da çalışan kaynaklı ortaya çıkan olumsuzluklar doğrudan işletmeye bağlı nedenler olarak nitelendirilirken, endüstriyelleşen dünyanın getirdiği yetersiz teknolojik altyapı, hukuk sistemine ait problemler ve sosyokültürel nedenler ise dolaylı sebepler arasında yer almaktadır.

### 2.4.3. İş güvenliği

Maddi ve manevi kayıpların önlenmesi, işletmenin güvenliği ve verimliliği açısından önem arz etmektedir. Oluşabilecek zararları ortadan kaldırmak ya da zarar düzeyini düşürmek suretiyle, çalışanlar için sağlıklı ortam oluşturulması işletmelerin temel amaçları arasında yer almaktadır. İşletmede güvenli koşulların sağlanmasıyla, iş kazaları ve meslek hastalıklarının sıfır düzeyine indirgenmesi iş güvenliğinin çalışma alanını oluşturmaktadır. Günümüzde iş güvenliği, işletmelerin stratejik hedeflerinde ve çalışma hayatını ilgilendiren yasal düzenlemelerde önemli bir yere sahiptir. İş sağlığı ve güvenliği yönetim

sistemlerinin kurulmasıyla, iş güvenliği temel işletme fonksiyonlarıyla entegre hale gelmiştir.

#### **2.4.4. Tehlike**

Tehlike sözcüğü bir terim olarak incelendiğinde, TDK sözlüğünde “büyük zarar veya yok olmaya yol açabilecek durum” olarak tanımlanmaktadır. Tehlikenin neden olacağı kötü sonuçlar arasında; en önemli olumsuz çıktı, insan hayatının sona ermesidir. Buna ek olarak, sistem elemanlarında ve çevrede oluşabilecek hasarlar tehlike kapsamında değerlendirilmelidir. Tehlikenin tam zamanında tespit edilmesiyle, oluşabilecek problemlerin düzeyi analiz edilecek ve sorunlar henüz ortaya çıkmadan kaynağında yok edilecektir.

#### **2.4.5. Risk değerlendirme tablosu**

İşyerinde karşılaşılan risklerin niteliksel olarak değerlendirildiği tablodur. Düzeltici ve önleyici kontrol tedbirleri belirtilerek, hem iş sağlığı ve güvenliği hem de çevre açısından riskler değerlendirilmektedir. Tehlike, tehlike kaynağı ve tespit edilen risk faaliyetinin kapsamı risk değerlendirme tablosunda yer almaktadır.

#### **2.4.6. Kabul edilebilir risk seviyesi**

Kayıp veya yaralanma oluşturmayacak derecede, yasal zorunluluklara ve işletmenin İSG politikasına uygun düzeye indirgenmiş risk seviyesidir. İşletmeler, risk seviyelerini kabul edilebilir risk seviyesinin altında tutmayı hedeflemektedir.

#### **2.4.7. Güvenlik**

Zarar veya kayıp durumuna yol açabilecek riskin olmadığı durumu ifade etmektedir. Tanımlanmış kısıtlar çerçevesinde; kabul edilemez düzeyin dışında kalınarak, riskten uzak olma durumudur.

#### **2.4.8. Tetkik**

İşletmedeki uygulamaların ve ilgili sonuçların, önceden belirlenmiş değerlere göre karşılanma düzeyini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen sistematik ve nesnel bir süreçtir.

#### **2.4.9. Sürekli iyileştirme**

Büyük yatırımlar gerektirmeden, ürün ya da hizmetin küçük adımlarla sürdürülebilir olarak geliştirilmesidir. Yüksek katma değer oluşturmak amacıyla; planlama, uygulama, kontrol etme ve önlem alma süreçlerinin bir çevrim halinde uygulanmasını ve performansın artırılmasını esas almaktadır.

#### **2.4.10. Sonuç terimi**

Potansiyelin gerçeğe dönüşmesi durumunda, canlı veya cansız varlıklar üzerinde oluşan maddi ve manevi etki sonucu ifade etmektedir. Henüz gerçekleşmeyen sonuçların incelenmesi kapsamında, ortaya çıkabilecek muhtemel senaryoların analizi işletmeler için önem arz etmektedir.

#### **2.4.11. Olay**

Kazaya sebep olan veya kazaya neden olabilecek potansiyele sahip durum, olayı ifade etmektedir. Ramak kala olaylar da olay kapsamında değerlendirilmektedir.

#### **2.4.12. Ramak kala olay**

İşyerinde, sistem elemanlarını zarar uğratma potansiyeli bulunan ancak zarar uğratmadan vuku bulan olaylardır. Ramak kala olayların kayıt altına alınması, alınacak önlemler için önem arz etmektedir. Ramak kala olaylar, tehlikeli durumlar veya tehlikeli hareketler nedeniyle ortaya çıkmaktadır.

#### **2.4.13. Olasılık**

Olasılık, tanımlanan bir sonucun ortaya çıkma ihtimalidir. Olasılık kavramı çoğu zaman ölçeklendirilerek kullanılmaktadır. İş sağlığı ve güvenliğinde uygulanan risk değerlendirme süreçlerinde de genellikle olasılık parametresi dikkate alınmaktadır.

#### **2.4.14. Şiddet**

Sonuçların; çok hafif düzeyden çok ciddi düzeye olacak şekilde tasvir edilmesine olanak sağlayan derecelendirme şeklidir. Bir olayın gerçekleşmesi durumunda ortaya çıkacak sonuçların şiddeti, iş sağlığı ve güvenliğinin temel parametreleri arasında yer almaktadır.

#### **2.4.15. Risk**

Risk; bir olay veya olgunun doğası gereği; belirli bir zaman dilimi içerisinde tehlikenin meydana gelme olasılığıyla sonuçlarının bileşkesidir. Risklerin kontrol altına alınmasında, tehlikenin belirlenmesi ve derecelendirilmesi önem arz etmektedir. Gerçekleştirilecek çalışmalar sonrası; tehlikenin ortadan kaldırılması seviyesinden, kişisel koruyucu donanım kullanılması seviyesine kadar bir dizi hiyerarşik kontrol faaliyeti uygulanabilecektir.

#### **2.4.16. Risk değerlendirmesi**

İş yerinde bulunan veya dışarıdan gelebilecek tehlikeler nedeniyle oluşabilecek zarar veya hasarın şiddeti, işletme tarafından sürekli olarak analiz edilmelidir. Risk değerlendirmesi; tehlikelerden kaynaklanan risklerin büyüklüğünü tahmin etme, derecelendirme ve kontrol tedbirlerini belirleme sürecidir. Değerlendirme sürecinde alınacak aksiyonlar, risklerin kabul edilebilir seviyeyle mukayese edilmesi sonucu netleştirilebilecektir.

Risk değerlendirmesi, işletmede bilgi toplanmasıyla başlayan bir süreçtir. Hangi bilginin toplanacağı ve bilginin hangi kaynaklardan toplanacağı detaylı şekilde belirlenmektedir. Toplanan verilerin ardından, tehlikeler sistematik bir çalışma yürütülerek tanımlanmaktadır. Risk değerlendirmede; tüm çalışanların katılımı, toplanan verilerin niteliğini ve niceliğini arttıracaktır. Bir sonraki basamak olan tehlikelerden kaynaklanan risklerin değerlendirilmesi, uygulamanın en önemli aşamasıdır. Bu değerlendirmenin ardından, risk kontrol adımları uygulanacaktır. Riski ortadan kaldırmak ya da kabul

edilebilir seviyeye indirmek için ilgili aksiyonlar planlanabilecektir. Denetim, izleme ve yenileme aşamaları ise uygulamaların sürekliliği için önem arz etmektedir. Risk değerlendirme sürecinin son adımında, çalışmalar yazılı olarak ya da dijital ortamda kayıt altına alınmakta ve dokümantasyon süreci yürütülmektedir.

### Risk değerlendirme standartları

Risk değerlendirme süreci, makroergonomi ve sistem mühendisliği uygulamalarına benzer şekilde sistematik bir çalışma disiplini gerektirmektedir. Çeşitli pazarlar ve işletmeler, sahip oldukları iç dinamiklere uygun karmaşık süreçler içermektedir. Bu kapsamda; sahada karşılaşılan birçok uygulama, işletmelerin kendi yapılarına uygun olarak şekillendirilmektedir. İşletmenin ihtiyaç duyduğu standartları eksiksiz olarak uygulanması; mikro seviyeden makro seviyeye kadar tüm risklerle tam zamanında mücadele edilebilmesini mümkün kılacaktır.

Çizelge 2.1'de risk değerlendirme için dünya genelinde sıklıkla kullanılan standartlar belirtilmiştir. Uygulanmakta olan kalitatif, kantitatif ve karma risk değerlendirme metodlarının bir çoğu bu standartları temel almaktadır.

Çizelge 2.1. Risk değerlendirme standartları ve açıklamaları [6]

Standart Adı	Açıklama
IEC ISO 31010: 2011	Sistematik tekniklerin seçimi ve uygulanması konusunda rehberlik etmek amacıyla hazırlanmıştır.
EN ISO 12100: 2010	Makinelerde güvenlik ve tasarım için genel prensipleri belirtmek amacıyla hazırlanmıştır.
EN ISO 13849-1: 2008	Makinelerde güvenlik ve kumanda sistemlerinin güvenlikle ilgili kısımları için hazırlanmıştır.
IEC 61882	Tehlike işletilebilirlik çalışmaları için hazırlanmıştır.
IEC 61025	Hata ağacı analizi kapsamında hazırlanmıştır.
EC 60300-3-9	Uygulama rehberi ve teknolojik sistemlerin risk analizini içermektedir.
HACCP: ISO 22000	Gıda güvenliği yönetim sistemleri kapsamında hazırlanmıştır.
IEC 60812,	Sistem güvenilirliği için analiz teknikleri kapsamında hazırlanmıştır.
IEC 61508	Elektrik/elektronik,/programlanabilir elektronik güvenlik ile ilgili sistemlerin işlevsel güvenliği kapsamında hazırlanmıştır.
IEC 61511	İşlevsel emniyet kapsamında proses endüstrisi sektörü için emniyetli cihaz sistemleri kapsamında hazırlanmıştır.

Çizelge 2.1. (devam) Risk değerlendirme standartları ve açıklamaları [6]

IEC 60300-3-11	Güvenilirlik merkezli bakım için uygulama kılavuzu kapsamında hazırlanmıştır.
IEC 61078	Bağımlılık için analiz teknikleri kapsamında hazırlanmıştır.
IEC 61165	Markov tekniklerinin uygulanması kapsamında hazırlanmıştır.
ISO/IEC 15909	Yazılım ve sistem mühendisliği içindir.
IEC 61649	Weibull Analizi kapsamında hazırlanmıştır.
IEC 62551	Petri Ağ Teknikleri kapsamında hazırlanmıştır.
ISO /IEC 98-3: 2008	Belirsizlik önlemi kapsamında hazırlanmıştır.
ISO 15743:2008	Termal çevre ergonomisi kapsamında risk değerlendirme ve yönetimi için hazırlanmıştır.
ISO 15265: 2004	Termal çalışma koşullarında stres ve rahatsızlıkların önlenmesi için risk değerlendirme stratejisi kapsamında hazırlanmıştır.
ISO/TR 16732-2: 2012	Yangın güvenliği mühendisliği kapsamında risk değerlendirmesi için hazırlanmıştır.
ISO 17776: 2000	Petrol ve doğal gaz endüstrileri kapsamında hazırlanmıştır.

### Risk değerlendirme teknikleri

İşletmelerde; canlı veya cansız varlıklara zarar verebilecek, kazalara ve meslek hastalıklarına yol açabilecek, temel işletme fonksiyonlarını olumsuz yönde etkileyebilecek birçok risk unsuru bulunmaktadır. Bu risklere karşı, henüz olumsuz durum gerçekleşmeden proaktif yaklaşımlar sergilenebilmektedir. Risklerin gerçekleşmesinin ardından; olumsuz çıktıların tekrarlanmaması amacıyla alınan aksiyonlar reaktif olarak nitelendirilecektir. Risk değerlendirme teknikleri, risklerin gerçekleşme olasılığını ve şiddetini ele alma açısından incelendiğinde ise kalitatif ve kantitatif yöntemler olarak iki gruba ayrılmaktadır. Kalitatif yöntemlerle risk değerlendirme sürecinde; matematiksel ifadeler yerine öznel yaklaşımlar ve sezgisel değerlendirmeler yer almaktadır. Kantitatif yöntemlerde ise; sayısal yöntemler esas alınmakta ve olasılık, şiddet gibi parametreler nesnel yaklaşımlarla dikkate alınmaktadır.

Günümüzde; sahada uygulanmakta olan birçok risk değerlendirme yöntemi bulunmaktadır. Bu yöntemler, işletmenin yapısı ve büyüklüğüyle ilişkili olarak farklı özellikler taşımaktadır. Proses Tehlike Analizi, Hata Analizi, İnsan Eksenli Yöntemler ve Simülatif Yöntemler kapsamında yer alan yöntemlerin büyük bölümü kompleks yapıdaki kantitatif risk değerlendirme yöntemleridir. Kalitatif risk değerlendirme yöntemleri kapsamında yer alan modeller ise kantitatif yöntemlere göre daha basit yapıya sahiptir. Uygulama

açısından incelendiğinde; risk değerlendirme sürecinde proaktif ve nesnel yaklaşımlar uygulanması, işletmenin makroergonomik yeterlilik düzeyini arttıracaktır.

Çizelge 2.2’de risk değerini farklı yollarla hesaplayan, sahada sıklıkla kullanılan, Risk Değerlendirme Yöntemleri belirtilmiştir.

Çizelge 2.2. Risk değerlendirme yöntemleri ve ele alınan kapsamlar

YÖNTEM ADI	YÖNTEMDE ELE ALINAN KAPSAM
Ön Tehlike Analizi (Preliminary Hazard Analysis-PHA)	Daha önce hiç risk değerlendirme çalışması yapılmayan sistemlere uygundur. Erken tasarım aşamasında, olası sakıncalı olaylar incelenmektedir.
Tehlike ve İşletilebilirlik Analizi (Hazard and Operability Analysis-HAZOP)	Proses kapsamında; kılavuz kelimelerin kullanılmasıyla termo-hidrolik sistemler için uygulanan etkili bir yöntemdir.
Olursa Ne Olur Analizi (What-if..?)	Aksaklıkların muhtemel sonuçlarını sorular sorarak belirleyen bir yöntemdir.
Neden-Etki Analizi	İstenmeyen bir olay için olası sonuçları tanımlamak için kullanılan bir yöntemdir.
Neden-Sonuç	Olaylar arasındaki ilişkiyi tanımlamak istenmeyen olayların neden ortaya çıktığını tanımlamak için kullanılmaktadır.
Hata Ağacı Analizi (Fault Tree Analysis)	Tehlike oluşturan hataların analizini mantıksal kapılar aracılığıyla sistematik olarak gösteren bir yöntemdir.
Kök Neden Analizi	Problemin neden oluştuğunu kök nedenleriyle açıklayan yöntemdir.
Fine Kinney Metodu	“Olasılık”, “Frekans” ve “Etki” parametrelerinin dikkate alınmasıyla kullanılan bir metottur.
İnsan Güvenilirlik Değerlendirmesi (HRA)	İnsanın belirli bir süre boyunca sistemin gerektirdiği faaliyeti doğru şekilde gerçekleştirmesine odaklanan bir yöntemdir.
Tehlike Analizi ve Kritik Kontrol Noktaları (HACCP)	Gıda işletmelerinde, hijyen şartların belirlenmesine ve koşullara uyulmasına olanak veren sistematik bir yöntemdir.
Olay Ağacı Analizi (ETA)	Belirlenen bir olayın vuku bulmasıyla oluşabilecek sonuçlara ait akışı diyagramlarla gösteren bir yöntemdir
Hata Modu ve Etkisinin Kritiklik Analizi(FMECA)	Potansiyel hatalara, hataların nasıl tespit edileceğine, hangi düzeltici faaliyetler olacağına karar verilen bir yöntemdir.
Hata Ağacı Analizi(FTA)	Sisteme zarar verecek parametrelerin şematik olarak analiz edilerek; Boolean mantığının kullanıldığı bir başarısızlık analizi yöntemidir.
Zürih Tehlike Analizi	Sistematik şekilde, kilit tehlikeleri tanımlamak ve yönetmek için kullanılan bir yöntemdir.

Çizelge 2.2. (devam) Risk değerlendirme yöntemleri ve ele alınan kapsamlar

Hata Türleri ve Etki Analizi (FMEA)	“Sistem”, “Tasarım”, “Proses”, “Servis” başlıkları altında potansiyel hata türlerini sınıflandırarak inceleyen bir yöntemdir.
L Tipi Matris Metodu	“Olasılık” ve “Şiddet” parametrelerini dikkate alan bir yöntemdir.
X Tipi Matris Metodu	“Olasılık”, “Şiddet”, “Önceki Kaza Sonuçları”, “Kontrol” parametrelerinin dikkate alınmasıyla tasarlanan bir yöntemdir.

Risk değerlendirmesi çalışmaları sırasında işverenin yükümlülükleri ve ilgili mevzuat ve elbette ki yapılan işin özellikleri ve çalışılan sektöre göre hatta işyerine göre farklı özellikler gösterebilecektir.

## 2.5. Dengeli Ölçüm Karnesi ve Analitik Hiyerarşi Prosesi

İşletmelerin bütüncül olarak değerlendirilmesi amacıyla geliştirilen yöntemlere ve çok kriterli karar verme yöntemlerine, işletmeler sıklıkla ihtiyaç duymaktadır. İlgili yöntemler literatürde sıkça yer almakta ve birçok uygulamada tercih edilmektedir. Bu kapsamda; Dengeli Ölçüm Karnesi Yöntemi, kurumsal performansa odaklanan bir ölçme değerlendirme yöntemi olarak ön plana çıkmaktadır. Yöntemde stratejik hedefler kapsamında ele alınan ana başlıklar önem arz etmektedir. Tez kapsamında geliştirilen Macro-L Yöntemi; literatürde yer alan diğer yöntemlerden farklı olarak, işletmeyi makroergonomik kapsamda değerlendirmektedir. Kurumsal dönüşümünü tamamlayan ve kurumsal dönüşümünü hızlandırmak isteyen şirketlerde uygulanması hedeflenerek geliştirilen Macro-L Yöntemi, sistematik olarak sınıflandırılmış özgün başlıklardan oluşmaktadır.

Analitik Hiyerarşi Prosesi Modeli, çok kriterli karar verme yöntemleri arasında en sık kullanılan yöntemler arasındadır. Analitik Hiyerarşi Prosesi Modeli; tez çalışmasında yer alan “Bölüm 4.3” kapsamında, ana başlıklara ait ağırlıkların işletme yöneticileri tarafından belirlenmesinde kullanılmıştır.

### 2.5.1. Dengeli Ölçüm Karnesi

İşletmeler; kaynakları, stratejik hedefleri ve misyonları doğrultusunda fiziksel ölçüler oluşturarak değerlendirme sağlamalıdır. İngilizce’de “Balanced Scorecard” olarak bilinen, Türkçe’de “Dengeli Ölçüm Karnesi” veya “Kurumsal Karne” olarak bilinen yöntem işletme performansının çeşitli parametreler açısından değerlendirilmesinde kullanılan yaygın bir yöntemdir. Kurumsal stratejinin organizasyonun tümüne yayılmasında etkin bir yol izleyen bu yöntem, makroergonominin bütüncül bakış açısıyla benzer bir yaklaşım sergilemektedir.

Dengeli Ölçüm Karnesi; finansal, müşteri, öğrenme ve gelişme, şirket içi süreçler kapsamında etkili bir yöntemdir. İşletmelerdeki yerel göstergeler stratejik hedeflerin tümüyle uygulanması için yeterli olmamaktadır..Dengeli Ölçüm Karnesi’nde, kuruluşun stratejik hedefleri ve rekabetçi talepler dikkate alınmaktadır. Yöneticilerin sınırlı sayıda kritik gösterge seçmesi istenerek ve stratejik vizyona odaklanılması sağlanmaktadır [7].

Bu kapsamda, maddi varlıkların yanı sıra entelektüel sermayenin ve makroergonomik sermayenin de dikkate alınmasıyla işletme çok daha dengeli bir karne elde edebilecektir.

### 2.5.2. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)

1977 yılında Thomas L. Saaty, Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) Modeli’ni geliştirmiştir. Çok ölçütlü bir karar verme tekniği olan model, ikili karşılaştırmaların yer aldığı matrisleri dikkate almaktadır. Yöntemde ikili karşılaştırmalar sonrası öncelik ve ağırlık vektörleri hesaplanmaktadır [8].

Karşılaştırma matrisinde; değerlendiricinin karşılaştırma değerlerine çoğu zaman aynı değerleri atamaması nedeniyle, sütun toplamlarında farklı değerler oluşmaktadır. Bu nedenle; öncelik vektörlerinin hesaplanmasında, normalleştirme işlemine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu işlem; her bir sütun değerinin, ayrı ayrı ilgili sütun toplamına bölünmesiyle elde edilmektedir. Normalleştirilmiş matriste; her bir satır toplamının, satırlara ait genel toplama bölünmesiyle önem ağırlıkları ve öncelik vektörü elde edilmektedir. Yöntem kapsamında önceliklendirme işlemleri için önem skalası kullanılmaktadır.

Önem skalası kapsamında gerçekleştirilen çalışmalarda; 1-5, 1-7, 1-10, 1-15 ve 1-20 gibi birçok farklı yöntem denense de başarılı uygulamaların birçoğunda 1977'de Saaty tarafından ileri sürülen 1-9 önem skalasının uygulandığı görülmektedir. Çizelge 2.3'te AHP kapsamında uygulanmakta olan önem skalası değerleri ve detayları yer almaktadır.

Çizelge 2.3. AHP Yöntemi'nde kullanılan değerlendirme skalası [8]

Değer	Tanım	Açıklama
1	Eşit önemli	İki seçenekte eşit derecede öneme sahip
3	Orta derecede önemli	Tecrübe ve yargı bir kriteri diğerine karşı biraz üstün kılmakta
5	Kuvvetli derecede önemli	Tecrübe ve yargı bir kriteri diğerine karşı oldukça üstün kılmakta
7	Çok kuvvetli derecede önemli	Bir kriter diğerine göre üstün sayılmıştır
9	Kesin önemli	Bir kriterin diğerinden üstün olduğunu gösteren kanıt çok büyük güvenilirliğe sahiptir
2, 4, 6, 8	Ara değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere iki ardışık yargı arasındaki değerler

AHP Yöntemi'nde kullanılan özvektör değerleri hesaplanırken; köşegen üstü hücrelere ikili karşılaştırmalar kaydedilmektedir. Her bir seçeneğin kendine göre önceliği hesaplanmadığı için köşegenlere 1 değeri atanmaktadır. Köşegen üstü değerler  $X_{ij}$  ile gösterilirse köşegen altı değerler  $X_{ji} = (1 / X_{ij})$  şeklinde ifade edilmektedir. Karşılaştırma matrisleri oluşturulduktan sonra, karşılaştırma matrisindeki her sütuna ait değerler bulunduğu sütun değerleri toplamına bölünerek normalize edilmiş matris değerleri elde edilmektedir. Normalize edilmiş matrisdeki satır değerlerinin ortalaması hesaplanarak özvektör değerleri (ortalamlar) bulunmaktadır. Özvektörler çalışmanın tutarlılığına göre tekrar değerlendirme yapılırsa değişebilmektedir [9].

AHP Yöntemi'nde değerlendiricilerin tutarlılığını ölçmek adına, tutarlılık oranı hesaplanmaktadır. Tutarlılık oranının 0,10'un üstünde ise karşılaştırma matrisi tutarsız, 0,10'un altında ise tutarlıdır. Tutarsız değerlendirmeler yenilenmektedir.

AHP Yöntemi; birçok alanda, ölçülebilir ve somut olmayan ölçütlerle başa çıkmak için kullanılmaktadır. Sağlamlığı ve esnekliği nedeniyle sıkça tercih sebebi olmaktadır [10].



### 3. MAKROERGONOMİ VE SİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ÇERÇEVESİNDE GELİŞTİRİLEN MACRO-L YÖNTEMİ

Literatür araştırması sonucu, işletmeleri bütüncül olarak değerlendiren ve sistemlere ait makroergonomik yeterlilik düzeyini tespit edebilen yöntemlerin çok sınırlı olduğu görülmüştür.

Geliştirilen Macro-L Yöntemi, kazaların ve meslek hastalıklarının önlenmesini sağlarken aynı zamanda sistemin verimliliğini arttırmayı hedeflemektedir. Sistemin yeterlilik düzeyinin hesaplanmasıyla, işletmenin mevcut durumunu analiz edebilecektir. Sistem analizi sonrası elde edilen skorların belirlenen yeterlilik düzeyinin altında kalması durumunda, düzeltici faaliyetler sürdürülecektir. Elde edilen sonuçlar, ana başlıklardan alt başlıklara doğru incelenmelidir. İşletme düşük kapsamlar için; yeni teknolojik yatırım yapılması, mevcut bilişsel alt yapının onarımı, yeni tesis tasarımı gerçekleştirilmesi, görev atamalarının gözden geçirilmesi, iş dizaynı çalışmalarının geliştirilmesi, yeni makine teçhizat yatırımı yapılması, iş süreçlerinde yeni metot uygulanması, ergonomik istasyon tasarımı gerçekleştirilmesi gibi ihtiyaç duyulan aksiyonları almalıdır. Sadece risk değerlendirme uygulamalarıyla yetinilmemesi ve makroergonomik açıdan yeterlilik düzeyinin belirlenmesi, kurumsal performansın ve iş sağlığı güvenliği uygulamalarına ait performansın iyileştirilmesine destek olacaktır.

İşletme, yeterlilik düzeyini alınacak düzeltici faaliyetlerin ardından tekrar değerlendirmeli ve sistemin tüm bileşenleri için tam yeterlilik seviyesine ulaşmayı hedeflemelidir.

#### 3.1. Macro-L Yöntemi ve Formülasyon

Tez kapsamında gerçekleştirilen çalışmada, işletmelerin makroergonomik açıdan yeterlilik düzeyinin tespit edilebilmesi için incelenmesi gereken konular sınıflandırılmıştır. Tez kapsamında geliştirilen Macro-L Yöntemi; 7 ana başlık çerçevesinde, her ana başlığa ait 5 alt kapsam için işletmenin değerlendirilmesini esas almaktadır. Macro-L Yöntemi kapsamında; 35 alt kapsam için gerçekleştirilecek puanlama sürecinde, uzman görüşüne ve saha çalışmasına yer verilmektedir. Değerlendirme süreci; bir uzmanın öncülüğünde gerçekleştirilebileceği gibi işletme fonksiyonlarına hakim kişilerin yer aldığı bir ekip tarafından da sürdürülebilecektir. Değerlendirme sürecinde; ana başlıkların ve alt

başlıkların işletme için önem derecesi eşit düzeyde kabul edilebilecektir. Yöntemde kullanılacak ağırlıkların eşit düzeyde olmaması durumunda, çok kriterli karar verme yöntemlerinin uygulanması ve sistemin tümüne hakim yöneticilerin değerlendirme sürecine katılımı önem arz etmektedir. İşletmeye ait yeterlilik düzeyinin sağlıklı şekilde hesaplanması amacıyla çalışmaya başlamadan önce ağırlık düzeylerinin belirlenmesi ve değerlendirme sürecinin objektif şekilde gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Aşağıda yönteme ait detaylı formülasyon ifade edilmiştir.

$C_i$ : Değerlendirme kapsamında, i. ana başlığın skoru

$C_{i \max}$ : i. ana başlığın değerlendirilmesinde elde edilebilecek en büyük değer

$C_{i \text{ oran}}$ : Değerlendirme kapsamında, i. ana başlığa ait performansın yüzdesel oranı

$W_i$ : Değerlendirme kapsamında i. ana başlığa ait ağırlık değeri

$C_{ij}$ : i.ana başlık kapsamında yer alan j. alt kapsama ait skor

$W_{ij}$ : i.ana başlık kapsamında yer alan j. alt kapsama ait ağırlık değeri

$$\sum_{i=1}^7 w_i = 1 \quad (3.1)$$

Eş. 3.1’de belirtilen üzere ana başlıklara ait ağırlıklı ortalamaların toplamı 1’e eşit olmalıdır.  $W_i$  ağırlık değerleri, çok kriterli karar verme yöntemleriyle belirlenebileceği gibi sezgisel olarak da değerlendirilebilecektir.

$$W_1 = \sum_{j=1}^5 W_{1j} \quad (3.2)$$

$$C_{1 \max} = W_1 \times 5 \quad (3.3)$$

$$W_2 = \sum_{j=1}^5 W_{2j} \quad (3.4)$$

$$C_{2 \max} = W_2 \times 5 \quad (3.5)$$

$$W_3 = \sum_{j=1}^5 W_{3j} \quad (3.6)$$

$$C_{3 \max} = W_3 \times 5 \quad (3.7)$$

$$W_4 = \sum_{j=1}^5 W_{4j} \quad (3.8)$$

$$C_{4 \max} = W_4 \times 5 \quad (3.9)$$

$$W_5 = \sum_{j=1}^5 W_{5j} \quad (3.10)$$

$$C_{5 \max} = W_5 \times 5 \quad (3.11)$$

$$W_6 = \sum_{j=1}^5 W_{6j} \quad (3.12)$$

$$C_{6 \max} = W_6 \times 5 \quad (3.13)$$

$$W_7 = \sum_{j=1}^5 W_{7j} \quad (3.14)$$

$$C_{7 \max} = W_7 \times 5 \quad (3.15)$$

$$CW_{S(i)} = W_{(i)} \times C_{(i)} \quad (3.16)$$

Eş. 3.2, 3.4, 3.6, 3.8, 3.10, 3.12, 3.14; her bir ana başlığa ait ağırlığın ( $W_i$ ), alt başlıklara ait ağırlıkların ( $W_{ij}$ ) toplamına eşit olduğunu ifade etmektedir.  $W_{ij}$  ağırlık değerleri, çok kriterli karar verme yöntemleriyle belirlenebileceği gibi sezgisel olarak da değerlendirilebilecektir.

Eş. 3.3, 3.5, 3.7, 3.9, 3.11, 3.13, 3.15; Macro-L Yöntemi kapsamında, her bir ana başlığa ait skorun alabileceği en büyük değeri ifade etmektedir. Çizelge 3.3'te kullanılan skalada en büyük değer "5" olması nedeniyle ilgili eşitlikler "5" çarpanını içermektedir.

Eş. 3.16; Macro-L Yöntemi kapsamında, i. ana başlık için ilgili ağırlığın ve ilgili skorun dikkate alınmasıyla hesaplanan ilgili başlığın ağırlıklı skorunu ifade etmektedir.

$$C_1 = \sum_{j=1}^5 C_{1j} \times W_{1j} \quad (3.17)$$

$$C_{1 \text{ oran}} = C_1 / C_{1 \text{ max}} \quad (3.18)$$

$$C_2 = \sum_{j=1}^5 C_{2j} \times W_{2j} \quad (3.19)$$

$$C_{2 \text{ oran}} = C_2 / C_{2 \text{ max}} \quad (3.20)$$

$$C_3 = \sum_{j=1}^5 C_{3j} \times W_{3j} \quad (3.21)$$

$$C_{3 \text{ oran}} = C_3 / C_{3 \text{ max}} \quad (3.22)$$

$$C_4 = \sum_{j=1}^5 C_{4j} \times W_{4j} \quad (3.23)$$

$$C_{4 \text{ oran}} = C_4 / C_{4 \text{ max}} \quad (3.24)$$

$$C_5 = \sum_{j=1}^5 C_{5j} \times W_{5j} \quad (3.25)$$

$$C_{5 \text{ oran}} = C_5 / C_{5 \text{ max}} \quad (3.26)$$

$$C_6 = \sum_{j=1}^5 C_{6j} \times W_{6j} \quad (3.27)$$

$$C_{6 \text{ oran}} = C_6 / C_{6 \text{ max}} \quad (3.28)$$

$$C_7 = \sum_{j=1}^5 C_{7j} \times W_{7j} \quad (3.29)$$

$$C_{7 \text{ oran}} = C_7 / C_{7 \text{ max}} \quad (3.30)$$

Eş. 3.17, 3.19, 3.21, 3.23, 3.25, 3.27, 3.29; Macro-L Yöntemi kapsamında her bir ana başlığa ait skorun alt başlıkların dikkate alınmasıyla hesaplanma biçimini ifade etmektedir.

Eş. 3.18, 3.20, 3.22, 3.24, 3.26, 3.28, 3.30; Macro-L Yöntemi kapsamında her bir ana başlığa ait skorun yüzdesel oran şeklinde hesaplanma biçimini ifade etmektedir.

$$\text{MacroL Skoru} = 20 \times \sum_{i=1}^7 W_i \times C_i \quad (3.31)$$

$$\text{MacroL Skoru} = \sum_{i=1}^7 W_i \times C_{i \text{ oran}} \quad (3.32)$$

Eş. 3.31 ve 3.32 Macro-L Skoru'nun hesaplanmasında kullanılmaktadır. Eş. 3.31'de 5'lik sistemden 100'lük sisteme geçiş için ağırlıklı ortalamaların 20 katı işleme alınmıştır. Tez çalışmasında ana başlıklara ait ağırlık değerleri, Analitik Hiyerarşi Prosesi Modeli kullanılarak hesaplanmıştır. Yöneticilere ait değerlendirmeler ve gerçekleştirilen matematiksel işlemler Bölüm 4.3'te ifade edilmiştir.

Çizelge 3.1'de makroergonomik ana başlıklar, ağırlıklar ve 3.17, 3.19, 3.21, 3.23, 3.25, 3.27, 3.29 numaralı eşitlikler ilişkilendirilmiştir.

Çizelge 3.1. Makroergonomik ana başlıklar ve formülasyon

MAKROERGONOMİK ANA BAŞLIK PARAMETRESİ	MAKROERGONOMİK ANA BAŞLIK ADI	Ağırlık $W_{(i)}$	Başlıklara Ait Ara Skorlar $S_{(i)}$	Başlıklara Ait Ağırlıklı Skor $CW_{S(i)}$
$C_1$	Süreç	$W_1$	$C_1 = \sum_{j=1}^5 C_{1j} \times W_{1j}$	$W_1 \times C_1$
$C_2$	Tesis Tasarımı	$W_2$	$C_2 = \sum_{j=1}^5 C_{2j} \times W_{2j}$	$W_2 \times C_2$
$C_3$	Bilişsel Ergonomi	$W_3$	$C_3 = \sum_{j=1}^5 C_{3j} \times W_{3j}$	$W_3 \times C_3$
$C_4$	İnsan Hareketleri	$W_4$	$C_4 = \sum_{j=1}^5 C_{4j} \times W_{4j}$	$W_4 \times C_4$
$C_5$	Organizasyonel Yeterlilik	$W_5$	$C_5 = \sum_{j=1}^5 C_{5j} \times W_{5j}$	$W_5 \times C_5$
$C_6$	Kurumsal Etki	$W_6$	$C_6 = \sum_{j=1}^5 C_{6j} \times W_{6j}$	$W_6 \times C_6$
$C_7$	İSG-Ç	$W_7$	$C_7 = \sum_{j=1}^5 C_{7j} \times W_{7j}$	$W_7 \times C_7$

### 3.2. Macro-L Yönteminde Kullanılan 0-100 Değerlendirme Skalası

Macro-L Yöntemi kapsamında, sistematik ve matematiksel olarak gerçekleştirilen işlemler sonucu işletmelerin yeterlilik skoru elde edilmektedir. İşletmelerin değerlendirilmesinde 0-100 aralığı için ölçeklendirilen, Çizelge 3.2'de belirtilen, yeterlilik skalası kullanılmaktadır. Bu skala aynı zamanda  $C_{i \text{ oran}}$  değerlerinin yüzlük sistemde değerlendirilmesi için kullanılmakta ve alt sistemlerin makroergonomik açıdan yeterlilik düzeyini belirtmektedir.

Çizelge 3.2. Macro-L Skoru'nun değerlendirilmesinde kullanılan 0-100 ölçeği

Macro-L Skoru	Sistemin Durumu / Alt Sistemin Durumu
0-60	Sistem makroergonomik açıdan yetersizdir. Acil aksiyon ve bütüncül bir analiz gerekmektedir.
60-70	Orta seviyede yeterlilik düzeyidir. Sistem makroergonomik açıdan kritik seviyededir. Gelişime açık ve eylem gerektiren hususlar bulunmaktadır. Kısa vadeli aksiyonlar önem arz etmektedir.
70-80	İyi seviyede yeterlilik düzeyidir. Makroergonomik açıdan aksaklıklar söz konusudur. Gelişime açık yönleri bulunan sistemde, kısa ve orta vadeli aksiyonlara önem verilmelidir. Kabul edilebilir yeterlilik seviyenin başlangıç düzeyi olarak ele alınmalıdır.
80-90	Çok iyi seviyede yeterlilik düzeyidir. Sistem makroergonomik açıdan yeterlidir. Uzun vadeli aksiyon planları önem arz etmektedir. Orta vadeli makroergonomik önlemlere dikkat edilmelidir.
90-100	Mükemmel seviyede yeterlilik düzeyidir. Sistemde makroergonomik açıdan bütünleşik ve mükemmel uyum bulunmaktadır. Sistemin sürdürülebilirliğini sağlamak koşuluyla acil aksiyonlara gerek duyulmamaktadır.

### 3.3. Macro-L Yöntemi'nde Kullanılan 1-5 Değerlendirme Skalası

35 adet alt kapsamın değerlendirilmesi Likert türü bir ölçekle gerçekleştirilmiştir. Yöntemde; 0-5 aralığında ölçeklendirilen, Çizelge 3.3'te belirtilen, derecelendirme sistemi kullanılmaktadır.

Çizelge 3.3. Macro-L alt kapsamaların değerlendirilmesinde kullanılan 5'li ölçek

Alt Değerlendirme Skoru	Sistemin Durumu
1	Hiç yeterli olmama durumu
2	Yeterli olmama durumu
3	Orta seviyede yeterlilik durumu
4	Yeterli olma durumu
5	Çok yeterli olma durumu

### 3.4. Macro-L Yöntemi'nde Ele Alınacak Makroergonomik Ana Başlıklar

MacroL Yöntemi'ne ait başlıklar ve alt kapsamalar, iş sistemlerini uçtan uca değerlendirebilecek ve makroergonomik yaklaşıma uygun nitelikte tasarlanmıştır. İşletmeler, Macro-L Yöntemi'yle 7 ana başlık ve 35 alt kapsam çerçevesinde değerlendirilmektedir. Değerlendirilecek ana başlıklar ve alt kapsamalar bu bölümde ifade edilmiştir.

### 3.4.1. Süreç

Süreçlerle yönetim anlayışını benimseyen işletmelerin büyük bölümü; faaliyetlerini bilinçli şekilde sürdürmekte ve faaliyetlerini sürdürme konusunda istekli olacak kadar karlılık sağlamaktadırlar. Süreç kavramının benimsendiği iş yapılarında, otomasyon ve teknoloji de sistematik olarak benimsenmektedir. Süreç yaklaşımından uzak ve emek yoğun şekilde işletilen organizasyonlarda ise makroergonomik problemler ortaya çıkmaktadır. Çalışan sağlığının korunarak güvenli bir iş yeri oluşturulmasından, değer akışında verimliliğin artırılmasına kadar birçok kavram süreçlerle doğrudan ilişkilidir. Macro-L Yöntemi kapsamında, “Süreç” ana başlığına ve alt kapsamlara ait yeterlilik değerlendirilmektedir. “Süreç” başlığı altında değerlendirilen alt kapsamlara ait adlandırmalar ve tanımlamalar Çizelge 3.4’te ve Çizelge 3.5’te ifade edilmiştir.

Çizelge 3.4. Süreç başlığında değerlendirilecek alt kapsamların adlandırılması

Alt Başlık (C <sub>ij</sub> )	Alt Kapsam Adı
C <sub>11</sub>	Süreç aidiyeti
C <sub>12</sub>	Süreç sürdürülebilirliği
C <sub>13</sub>	Süreç göstergeleri
C <sub>14</sub>	Süreç sistematığı
C <sub>15</sub>	Süreç tasviri

Çizelge 3.5. Süreç başlığında değerlendirilecek alt kapsamların tanımlanması

Alt Başlık (C <sub>ij</sub> )	Süreç Başlığında Değerlendirilecek Alt Kapsam
C <sub>11</sub>	Süreçlerin, süreç sahipleri tarafından açıkça anlaşılabilirlik düzeyi
C <sub>12</sub>	Planlama, uygulama, kontrol etme ve önlem alma döngüsünün yeterliliği ve sürekli iyileştirme yapısının süreçlerde uygulanılabilirlik düzeyi
C <sub>13</sub>	Anahtar performans göstergelerinin; belirginlik, ölçülebilirlik, erişilebilirlik, gerçekleştirilebilirlik, zamana bağlılık kapsamında yeterlilik düzeyi
C <sub>14</sub>	Süreç girdilerinin, süreç çıktılarının, proseslerin, süreç akışının, geri besleme mekanizmasının ve kaynakların açık ve net tanımlanması kapsamında yeterlilik düzeyi
C <sub>15</sub>	Süreçlerin; tasviri, adlandırılması ve haritalandırılması kapsamında yeterlilik düzeyi

### 3.4.2. Tesis tasarımı

İşletmelerin, kuruluş evresi kararları ve uzun vadeli stratejik kararları arasında tesis yeri seçimi önem arz etmektedir. Ekonomik değer yaratma kapsamında kritik öneme sahip bir diğer husus da tesis içi yerleşim uygulamalarıdır. Alternatifler arasında; genelden özele doğru gerçekleştirilen bir dizi ödünleşim analizi sonucu, işletme doğru kuruluş yerini ve doğru yerleşim tipini seçebilecektir. İlgili seçimlerin başarılı olabilmesinin ön koşulu ise insan faktörünün gözetilerek ilgili aksiyonların alınmasıdır. İşletmenin hem tasarım hem de uygulama aşamasında makroergonomik örüntüleri dikkate alması gerektiği için; Macro-L Yöntemi'nde, "Tesis Tasarımı" ana başlığına ve alt kapsamlarına ait yeterlilik düzeyi değerlendirilmektedir. "Tesis Tasarımı" başlığı altında değerlendirilen alt kapsamlara ait adlandırmalar ve tanımlamalar Çizelge 3.6'da ve Çizelge 3.7'de ifade edilmiştir.

Çizelge 3.6. Tesis tasarımı başlığında değerlendirilecek alt kapsamların adlandırılması

Alt Başlık (C <sub>ij</sub> )	Alt Kapsam Adı
C <sub>21</sub>	Tesis içi yerleşim tipi seçimi
C <sub>22</sub>	Tesis tasarımı faaliyetleri
C <sub>23</sub>	Tesis yeri sürdürülebilirliği
C <sub>24</sub>	Tesis yeri uyumu
C <sub>25</sub>	İnsan faktörü kapsamında tesis

Çizelge 3.7. Tesis tasarımı başlığında değerlendirilecek alt kapsamların tanımlanması

Alt Başlık (C <sub>ij</sub> )	Tesis Tasarımı Başlığında Değerlendirilecek Alt Kapsam
C <sub>21</sub>	Tesis içi yerleşimde son ürünün, gerektirdiği etkin, etkili, verimli, güvenli, sağlıklı operasyonlara uygun yerleşim tipinin seçilmesi ve tasarlanması kapsamında yeterlilik düzeyi
C <sub>22</sub>	Seçilen yerleşim tipi ve tasarım sonrası; uygulama aşamasının üretimin verimliliği açısından yeterlilik düzeyi
C <sub>23</sub>	Tesis yeri seçiminin değer akışının verimliliği ve sürdürülebilirliği açısından yeterlilik düzeyi
C <sub>24</sub>	Tesis yeri seçiminin; sosyokültürel, siyasi ve çevresel uyum açısından yeterlilik düzeyi
C <sub>25</sub>	Tesis tasarımı kapsamında, insan faktörünün dikkate alınma düzeyi

### 3.4.3. Bilişsel ergonomi

İşletmeler, dijital dönüşüm süreçlerinin bir gerekliliği olarak kaynaklarının önemli bir bölümünü bilişim teknolojileri için harcamaktadır. İnsan ve bilgisayar etkileşiminin giderek artmasıyla önem kazanan ileri teknolojiler; ergonomi biliminin de modern

teknolojilere ve zekanın işleyişiyle ilgili alanlara odaklanmasına neden olmuştur. Yaşanan teknolojik gelişmeler; işletmeleri bilişsel ergonomi kapsamında nörobilim, psikoloji, psikofizik gibi bilimlere dikkate almaya yöneltmiştir. Bilişsel uygulamalarda ve yapısal değişim süreçlerinde; makroergonomik açıdan başarılı olunması alınan aksiyonlarda insan faktörünün gözetilmesiyle mümkün olacaktır. Tüm paydaşların; bilgiyle, teknolojik unsurlarla ve diğer bilişsel öğelerle uyum sağlaması, işletmenin kritik problemler yaşamasına engel olacaktır. Macro-L Yöntemi kapsamında, “Bilişsel Ergonomi” ana başlığına ve alt kapsamlara ait yeterlilik değerlendirilmektedir. ”Bilişsel Ergonomi” başlığı altında değerlendirilen alt kapsamlara ait adlandırmalar ve tanımlamalar Çizelge 3.8’de ve Çizelge 3.9’da ifade edilmiştir.

Çizelge 3.8. Bilişsel ergonomi başlığında değerlendirilecek alt kapsamların adlandırılması

Alt Başlık (C <sub>ij</sub> )	Alt Kapsam Adı
C <sub>31</sub>	Kullanıcı arayüzü
C <sub>32</sub>	Paydaş uyumu
C <sub>33</sub>	Bilişsel iletişim
C <sub>34</sub>	Bilişsel refleksler
C <sub>35</sub>	Bilişsel tedarik ve uyum

Çizelge 3.9. Bilişsel ergonomi başlığında değerlendirilecek alt kapsamların tanımlanması

Alt Başlık (C <sub>ij</sub> )	Bilişsel Ergonomi Başlığında Değerlendirilecek Alt Kapsam
C <sub>31</sub>	Kullanıcı arayüzlerinin; işletme faaliyetlerinin yüksek verimlilikle sürdürülmesini ve çalışan motivasyonunun sağlanması mümkün kılacak kapsamda yeterlilik düzeyi
C <sub>32</sub>	İşletmede kullanılmakta olan bilişsel öğelerin; tüm paydaşlar tarafından kullanılabilirliği ve son kullanıcılarla etkileşim açısından yeterlilik düzeyi
C <sub>33</sub>	Bilgi teknolojileri vasıtasıyla iletilen mesaja ait süreçte; psikolojik algı ve mesaj tasarımı kapsamında, mesajın çözülme derecesi ve işletmede yer alan bilişsel denetim organlarının yeterlilik düzeyi
C <sub>34</sub>	İşletmede yer alan bilişsel öğelerin, motor cevaplara ve diğer mental süreçlere uygunluk derecesi ile göstergelerin insan faktörü açısından yeterlilik düzeyi
C <sub>35</sub>	Bilgiye; doğru kişiler tarafından doğru yerde, doğru zamanda, doğru içerikte erişilebilirlik seviyesi ile ulusal ve uluslararası gizlilik kurallarına uyum düzeyi

### 3.4.4. İnsan hareketleri

İş yapılarının çalışanlara, işletme çalışanlarının da iş yapılarına uygun hale getirilmesi kapsamında; insan hareketleri ve insan hareketlerini etkileyen unsurların dikkate alınması önem arz etmektedir. İnsan hareketlerinin anatomik, antropometrik, fizyolojik, psikolojik ve sosyolojik açıdan dikkate alınmasıyla tasarlanan iş istasyonları; işletmeye yüksek güvenlik ve verimlilik sağlayarak makroergonomik açıdan yeterlilik düzeyini arttıracaktır. İş istasyonlarında ve yönetim faaliyetlerinde uygulanan ergonomik tasarımlarla; optimal yüklenme ve zorlanma düzeyleri, insan vücudunun hareket sınırlarına uygun akışlar ve uçtan uca insan hareketlerine uygun şekilde tasarlanmış işletme fonksiyonları elde edilecektir. Macro-L Yöntemi kapsamında, “İnsan Hareketleri” ana başlığına ve alt kapsamlara ait yeterlilik değerlendirilmektedir. “İnsan Hareketleri” başlığı altında değerlendirilen alt kapsamlara ait adlandırmalar ve tanımlamalar Çizelge 3.10’da ve Çizelge 3.11’de ifade edilmiştir.

Çizelge 3.10. İnsan hareketleri başlığında değerlendirilecek alt kapsamların adlandırılması

Alt Başlık (C <sub>ij</sub> )	Alt Kapsam Adı
C <sub>41</sub>	Antropometrik unsurlar
C <sub>42</sub>	Fizyolojik ve psikolojik yüklenme
C <sub>43</sub>	Statik ve dinamik unsurlar
C <sub>44</sub>	Postüral unsurlar
C <sub>45</sub>	İnsan odaklı çizelgeleme

Çizelge 3.11. İnsan hareketleri başlığında değerlendirilecek alt kapsamların tanımlanması

Alt Başlık (C <sub>ij</sub> )	İnsan Hareketleri Başlığında Değerlendirilecek Alt Kapsam
C <sub>41</sub>	Çalışanların fiziksel rahatlığının sağlanarak yeteneklerini sergileyebilecekleri antropometrik iş istasyonlarının tasarlanması kapsamında işletmenin yeterlilik düzeyi
C <sub>42</sub>	İş istasyonlarında fizyolojik ve psikolojik açıdan yüklenme düzeyinin optimum koşullarda sağlanması kapsamında işletmenin yeterlilik düzeyi
C <sub>43</sub>	İnsan ölçülerinin statik ve dinamik kapsamda dikkate alınmasıyla; başta kaldırma ve taşıma işlemleri olmak üzere süreçlerin insan yapısına uygun olarak tasarlanma düzeyi
C <sub>44</sub>	Postüral anlamda insan hareketlerinin dikkate alınmasıyla; hareketli eklemlerin insan vücudunun hareket sınırlarına uygun şekilde çalıştırılmasına olanak tanıyacak tasarımların ve metotların işletmedeki yeterlilik düzeyi
C <sub>45</sub>	Çalışanların zorlanma düzeylerinin dikkate alınmasıyla; yorulma kaynaklı dinlenme sürelerinin, insan faktörüne uygun şekilde çizelgelemesi açısından işletmenin yeterlilik düzeyi

### 3.4.5. Organizasyonel yeterlilik

Organizasyonların en değerli varlıkları sahip oldukları insanlardır. Katma değeri yüksek süreçlere ve çıktılara sahip bir sistemin oluşturulması, sisteme ait girdilerde de insan faktörünün gözetilmesiyle mümkün olmaktadır. Kişi iş uyumunun sistematik olarak sağlanması ve stratejik insan kaynakları faaliyetlerinin çevik olarak sürdürülmesi, işletmenin makroergonomik açıdan yeterlilik düzeyini arttıracaktır. Organizasyonel gelişim faaliyetleri kapsamında; kaynaklarını verimli şekilde yönetmek isteyen işletmeler; sahip oldukları bilgileri tarafsız şekilde ölçmek ve değerlendirmek gayretindedirler. Gerçekleştirilen analizlerin ardından devreye alınacak uygulamalarda ve denetim süreçlerinde, mevcut insan profiline ait değerlerin ve çalışan görüşlerinin dikkate alınmasıyla organizasyonel yeterlilik düzeyi artacaktır. Macro-L Yöntemi kapsamında, “Organizasyonel Yeterlilik” ana başlığına ve alt kapsamlara ait yeterlilik değerlendirilmektedir. “Organizasyonel Yeterlilik” başlığı altında değerlendirilen alt kapsamlara ait adlandırmalar ve tanımlamalar Çizelge 3.12’de ve Çizelge 3.13’te ifade edilmiştir.

Çizelge 3.12. Organizasyonel yeterlilik başlığında değerlendirilecek alt kapsamların adlandırılması

Alt Başlık (C <sub>ij</sub> )	Alt Kapsam
C <sub>51</sub>	İş değerlendirme
C <sub>52</sub>	Stratejik insan kaynakları yönetimi
C <sub>53</sub>	Yalın ve çevik organizasyon
C <sub>54</sub>	Müşterek katma değer
C <sub>55</sub>	Güven iklimi

Çizelge 3.13. Organizasyonel yeterlilik başlığında değerlendirilecek alt kapsamların tanımlanması

Alt Başlık (C <sub>ij</sub> )	Organizasyonel Yeterlilik Başlığında Değerlendirilecek Alt Kapsam
C <sub>51</sub>	Çalışan ya da birim bazlı olarak iş analizi ve iş değerlendirme çalışmalarının yürütülmesi kapsamında işletmenin yeterlilik düzeyi ile görev tanımı ve iş değerlendirme sonuçlarına istinaden kişi iş uyumunun sağlanma düzeyi
C <sub>52</sub>	Yetenek yönetiminde, çalışan ilişkilerinde, eğitim yönetiminde, kariyer yönetiminde ve benzeri stratejik insan kaynakları faaliyetlerinde verimliliğe ve çalışan bağlılığına katkı sunacak nitelikte çağdaş ve adil anlayışın sağlanma düzeyi

Çizelge 3.13. (devam) Organizasyonel yeterlilik başlığında değerlendirilecek alt kapsamların tanımlanması

C <sub>53</sub>	Yalın ve çevik organizasyon yapısının sağlanma düzeyi ve bu kapsamda alınan aksiyonların yeterlilik düzeyi
C <sub>54</sub>	Organizasyonun tüm kademelerinden iletilen fikirlerin ve geri dönüşlerin, iş programlarında dikkate alınmasıyla katma değer yaratılması ve iletilen fikirlere finansman sağlanması hususunda işletmenin yeterlilik düzeyi ve katılım ergonomisinin benimsenmesi kapsamında işletmenin yeterlilik düzeyi
C <sub>55</sub>	Yeterli güven iklimi oluşturulmasıyla; çalışanların mobbing ve benzeri psikolojik problemlere karşı sistematik olarak korunma derecesi ile raporlama, izin ve onay süreçleri kapsamında organizasyon yapısının yeterlilik düzeyi

### 3.4.6. Kurumsal etki

İşletmeler, birer açık sistem olmaları nedeniyle; faaliyetlerine ve iş hacmine bağlı olarak son kullanıcılarla, kurum ve kuruluşlarla, devletlerle ve diğer sistemlerle iş birliği içerisinde. Rekabetçi koşullar ve konjonktürel dalgalanmalar, işletmelerin karlılığını doğrudan etkilemekte ve öngörülemeyen sonuçlar doğurmaktadır. Kurumsal bütünlüğünü koruyan ve tahmin edilemeyen koşullara karşı alternatif çözümler sunabilen işletmeler, kendileri için önem arz eden finansal rasyoları ve maddi olmayan kaynakları optimize edebilmektedir. Çağdaş yaklaşımlarla kurumsal stratejiler geliştiren ve uygulayan bir işletme; iç müşterilerinin ve dış müşterilerinin beklentilerini karşılamakla kalmayacak, sürdürülebilir ve münhasır bir iş modeline de sahip olacaktır. Kurumsal etkinin başarılı şekilde yönetildiği işletmelerde, makroergonomik açıdan yeterlilik düzeyi de artacaktır. Macro-L Analizi kapsamında, “Kurumsal Etki” ana başlığına ve alt kapsamlara ait yeterlilik değerlendirilmektedir. “Kurumsal Etki” başlığı altında değerlendirilen alt kapsamlara ait adlandırmalar ve tanımlamalar Çizelge 3.14’te ve Çizelge 3.15’te ifade edilmiştir.

Çizelge 3.14. Kurumsal etki başlığında değerlendirilecek alt kapsamların adlandırılması

Alt Başlık (C <sub>ij</sub> )	Kurumsal Etki Başlığında Değerlendirilecek Alt Kapsam
C <sub>61</sub>	Ana faaliyet sürdürülebilirliği
C <sub>62</sub>	Organizasyonel uyum ve hukuki hazırlık
C <sub>63</sub>	Finansal hazırlık
C <sub>64</sub>	Entelektüel sermaye
C <sub>65</sub>	Çağdaş yaklaşım

Çizelge 3.15. Kurumsal etki başlığında değerlendirilecek alt kapsamların tanımlanması

Alt Başlık (C <sub>ij</sub> )	Kurumsal Etki Başlığında Değerlendirilecek Alt Kapsam
C <sub>61</sub>	İşletmenin ana faaliyetlerine ait değer akışının kesintisiz olarak sürdürülebilmesi kapsamında, kurulması gereken sistematik yapının işletmedeki yeterlilik düzeyi
C <sub>62</sub>	Hukuki kurallar ve organizasyonel uyum açısından işletmenin yeterlilik derecesi ile sosyokültürel risklere karşı işletmenin hazır bulunuşluk düzeyi
C <sub>63</sub>	Karlılığa, satışlara ve finansal göstergelere olumsuz etki edebilecek durumlara karşı işletmenin hazır bulunuşluk düzeyi
C <sub>64</sub>	Entelektüel sermaye kapsamında karşılaşılabilecek olumsuz durumlara karşı işletmenin hazırlık düzeyi
C <sub>65</sub>	İnovasyon,"Endüstri 4.0",makine öğrenmesi, iş zekası, nesnelerin interneti gibi çağdaş yaklaşımların; işletme tarafından takip edilme ve desteklenme düzeyi

### 3.4.7. İş sağlığı güvenliği ve çevre

İşletmelerin temel hedefleri arasında; tüm süreçlerde güvenliğin sağlanması suretiyle, işyerinde oluşabilecek olumsuz etkilere karşı çalışanların korunması yer almaktadır. Hiçbir yatırım getirisinin, insan sağlığına tercih edilemeyeceği, tüm işletme faaliyetleri süresince unutulmamalıdır. Risklerin proaktif yaklaşım sergilenerek kontrol edilmesini ve işletme performansının artırılmasını esas alan uygulamalar, sistemin elemanı olan tüm canlı ve cansız varlıklar için önem arz etmektedir. İş sağlığı güvenliği (İSG) ve çevre kapsamında verimliliğin artırılması; ulusal ve uluslararası yönetim sistemleri oluşturmak suretiyle sağlanmaktadır. Yasal yükümlülükler gereği alınan aksiyonlara ek olarak; analitik ve sistematik çalışmalar yürüten işletmeler, makroergonomik açıdan yeterlilik düzeylerini arttırmaktadır. İSG ve çevre açısından alınacak aksiyonları, hukuki bir zorunluluk ya da kalite yönetimi kapsamında gerçekleştirilen reaktif faaliyetler olarak görmek hatalı olacaktır. İSG ve çevre faaliyetlerinde gönüllülük ve sürekli iyileştirme anlayışı esas alınmalıdır. Macro-L Yöntemi kapsamında, "İş Sağlığı Güvenliği ve Çevre" ana başlığına ve alt kapsamlara ait yeterlilik değerlendirilmektedir. "İş Sağlığı Güvenliği ve Çevre" başlığı altında değerlendirilen alt kapsamlara ait adlandırmalar ve tanımlamalar Çizelge 3.16'da ve Çizelge 3.17'de ifade edilmiştir.

Çizelge 3.16. İSG ve çevre başlığında değerlendirilecek alt kapsamların adlandırılması

Alt Başlık (C <sub>ij</sub> )	İş Sağlığı ve Çevre Başlığında Değerlendirilecek Alt Kapsam
C <sub>71</sub>	İSG ve Çevre Yönetim Sistemi
C <sub>72</sub>	Çevre analizi ve gelişimi
C <sub>73</sub>	İSG analizi ve gelişimi
C <sub>74</sub>	Ölçüm değerleri
C <sub>75</sub>	Diğer İSG ve Çevre faktörleri

Çizelge 3.17. İSG ve çevre değerlendirilecek alt kapsamların tanımlanması

Alt Başlık (C <sub>ij</sub> )	İş Sağlığı ve Çevre Başlığında Değerlendirilecek Alt Kapsam
C <sub>71</sub>	ISO 14001, OHSAS 18001, 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu vb. güncel standartlara ve yasalara istinaden işletmeye özel İSG-Ç politikası belirlenmesi, yönetim sistemi kurulması, uygulaması ve denetlenmesi kapsamında işletmenin yeterlilik düzeyi
C <sub>72</sub>	Çevre faktörleri kapsamında, işletmede yapılan analizler ve raporlara istinaden elde edilen verilerin istatistiksel olarak yeterlilik derecesi ile risklere karşı alınan düzeltici ve önleyici faaliyetlerin yeterlilik düzeyi
C <sub>73</sub>	İş sağlığı ve güvenliği kapsamında gerçekleştirilen çalışmalarda elde edilen verilerin istatistiksel olarak yeterlilik derecesi ve risklere karşı alınan düzeltici, önleyici faaliyetlerin yeterlilik düzeyi
C <sub>74</sub>	Fiziksel ergonomi kapsamında gürültü, titreşim, aydınlatma, termal konfor ve diğer çevresel ölçümlerin uygunluğu açısından işletmenin yeterlilik düzeyi ve uygunsuzluklara önlem alınma düzeyi
C <sub>75</sub>	İSG'nin yükümlülükleri açısından tesis güvenliğinin ve kullanılan araç gereç, makine, binanın yeterlilik düzeyi ile diğer İSG-Ç konuları açısından yeterlilik düzeyi

## **4. MACRO-L ANALİZİ'NE AİT UYGULAMA**

### **4.1. Uygulama Gerçekleştirilecek İşletmenin Tanımı**

Birdağ Makine San.Otom.Elekt.İth.İhr.Tic.Ltd.Şti. 1999 yılında kurulan orta ölçekli bir işletmedir. Firma; Ostim Organize Sanayii Bölgesi'nde yer alan üç katlı tesisinde, makine sanayii ve elektromekanik sanayii için komponent parçalar üretmektedir. Firmanın üretim kabiliyetlerinin önemli bir bölümünü, sahip olduğu güçlü makine parkı nedeniyle, talaşlı imalat faaliyetlerine dayalı ürünler oluşturmaktadır. Talebe istinaden üretim gerçekleştiren firma, aile şirketi olmakla birlikte kurumsal dönüşüm faaliyetlerini nitelikli mühendis kadrosuyla hızla sürdürmektedir.

### **4.2. İşletmeye Ait Genel Makroergonomik Değerlendirme ve Uygulama Yöntemi**

İşletmenin makroergonomik açıdan yeterlilik düzeyinin tespiti amacıyla, alt sistemler ve üst sistemler Macro-L Yöntemi kapsamında incelenmiştir. İşletme yaklaşık bir yıl süresince, Macro-L Yöntemi'nde yer alan 7 ana başlık ve 35 alt kapsam için değerlendirilmiştir. Alt kapsamlara ve ana başlıklara ait ağırlıklandırma sürecinde yöneticilerin görüşlerine başvurulmuştur. 35 alt kapsamın puanlaması kapsamında, yöneticilerin de yer aldığı bir uzman ekip kurulmuştur. Puanlama işlemi; uzman görüşlerine, bilimsel araştırma yöntemlerine ve saha çalışmasına istinaden gerçekleştirilmiştir. Ana başlıkların ağırlıklandırılmasında Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) Modeli uygulanmıştır. Gerçekleştirilen saha çalışmasında; gözlem, görüşme, anket ve geçmiş verilerin analizi gibi çeşitli yöntemler kullanılmıştır. Kapsamların değerlendirilmesiyle işletmenin makroergonomik yeterlilik düzeyi tespit edilmiş ve düşük skor değerlerine sahip kapsamlar için öneriler sunulmuştur.

### **4.3. Ana Başlıklara Ait Ağırlıkların AHP Yöntemiyle Belirlenmesi**

Macro-L Yöntemi'yle gerçekleştirilen saha uygulaması kapsamında; işletme yöneticileri, yöntemde yer alan yedi ana başlık için farklı önem dereceleri atayacaklarını ancak her bir ana başlık altında yer alan yedi kapsamın eşit önem derecesine sahip olacağını değerlendirmişlerdir. Bu düşünceden hareketle, ana başlıklara ait ağırlık derecelerinin belirlenmesinde yönetici görüşlerinin alınarak Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) Modeli

uygulanması kararlaştırılmıştır. AHP Modeli kapsamında; belirlenen beş yöneticiyle EK-1'de yer alan değerlendirme formu paylaşılmış ve üst yönetimin görüşü doğrultusunda yöneticilere ait ağırlık dereceleri eşit kabul edilmiştir.

İlgili verilerin derlenmesiyle; yedi ana başlığa ve otuz beş alt kapsama ait ağırlık değerlerinin belirlenmesi amacıyla, AHP Modeli esas alınarak, matematiksel işlemler gerçekleştirilmiş ve tutarlılığı onaylanmıştır. Beş yöneticiye ait cevabın da eşit öneme sahip olduğunu, AHP Modeli kapsamında, belirten detay tablo EK-2'de sunulmuştur. Çizelge 4.1'de matematiksel işlemlerin tamamlanması sonucu beş yönetici için hesaplanan ağırlık oranları belirtilmiştir. Beş yöneticinin cevaplarına istinaden AHP Modeli kapsamında gerçekleştirilen matematiksel işlemlere ait detaylı tablolar oluşturulmuştur. İlgili tablolar; 1. yönetici için EK-3'te, 2. yönetici için EK-4'te, 3. yönetici için EK-5'te, 4. yönetici için EK-6'da, 5. yönetici için EK-7'de sunulmuştur. Çizelge 4.2'de; AHP Modeli'ne ait matematiksel işlemlerin tamamlanması sonucu, beş yöneticinin Macro-L Yöntemi'nde yer alan yedi ana başlık için belirlediği ağırlık dereceleri yer almaktadır.

Çizelge 4.1. AHP Yöntemi kapsamında değerlendirici olan beş yöneticinin kararlarına ait ağırlık oranları

Yönetici	Yöneticinin Ana Başlık Değerlendirmesindeki Ağırlığı
1.Yönetici	0,20
2.Yönetici	0,20
3.Yönetici	0,20
4.Yönetici	0,20
5.Yönetici	0,20
Toplam	1,00

Çizelge 4.2. Yedi ana başlık için beş yöneticinin belirlediği ağırlık oranları ve ortalaması

Ağırlık	w <sub>1</sub>	w <sub>2</sub>	w <sub>3</sub>	w <sub>4</sub>	w <sub>5</sub>	w <sub>6</sub>	w <sub>7</sub>	Toplam
Yönetici								
1.Yönetici	0,150	0,090	0,090	0,090	0,160	0,170	0,250	1,000
2.Yönetici	0,180	0,100	0,120	0,160	0,180	0,120	0,140	1,000
3.Yönetici	0,110	0,120	0,110	0,180	0,160	0,130	0,180	1,000
4.Yönetici	0,150	0,130	0,110	0,140	0,150	0,160	0,180	1,000
5.Yönetici	0,170	0,100	0,090	0,100	0,200	0,190	0,150	1,000
Ana Başlıkların Aritmetik Ortalaması	0,152	0,108	0,103	0,133	0,170	0,154	0,180	1,000

Yöneticilere ait değerlendirmelerin AHP Modeli'ne entegre edilmesiyle ana başlıkların aritmetik ortalaması; süreç ( $W_1$ ) için %15,2 tesis tasarımı ( $W_2$ ) için %10,8 bilişsel ergonomi ( $W_3$ ) için %10,3 insan hareketleri ( $W_4$ ) için %13,3 organizasyonel yeterlilik ( $W_5$ ) için %17,0 kurumsal etki ( $W_6$ ) için %15,4 İş Sağlığı Güvenliği ve Çevre ( $W_7$ ) için %18,0 olarak hesaplanmıştır. Bu oranlar, tüm yöneticilere ait değerlendirmenin aynı öneme (%20) sahip olması nedeniyle, Macro-L Yöntemi'nde doğrudan kullanılacaktır. Her bir ana başlığa ait  $W_i$  değerinin , ilgili ana başlığın alt kapsamlarına ait  $W_{ij}$  değerlerinden oluşmasından hareketle,  $W_i$  değerleri  $W_{ij}$  değerlerine doğrusal olarak (5'e bölünerek) indirgenmiştir. Gerçekleştirilecek diğer saha uygulamalarında  $W_{ij}$  değerleri için farklı ağırlıklandırma yöntemlerinin de uygulanabileceği dikkate alınmalıdır.

#### 4.4. İşletmenin Macro-L Yöntemi Kapsamında Değerlendirilmesi

##### 4.4.1. İşletmenin “Süreç ( $C_1$ )” kapsamında değerlendirilmesi

###### İşletmenin “Süreç ( $C_1$ )” kapsamında “Süreç Aidiyeti ( $C_{11}$ )” alt kapsamı için değerlendirilmesi

İşletme'de EK-8'de yer alan "ISO 9001:2008 Kalite Yönetim Sistemi" uygulanmaktadır. Süreç sahipleri, organizasyonda yer alan birimler baz alınarak belirlenmiştir. İş akış şemalarının ve ürün ağaçlarının tasarlanması için yazılım yatırımı gerçekleştirilmiştir. İşletmede, süreç haritalandırma faaliyetleri sürdürülmektedir. Kısa vadeli hedefler arasında, haritalandırma işlemlerinin tamamlanması yer almaktadır.

$C_{11} = 4$  olarak değerlendirilmiş ve ilgili hesaplamalara dahil edilmiştir.

###### İşletmenin “Süreç ( $C_1$ )” kapsamında “Süreç Sürdürülebilirliği ( $C_{12}$ )” alt kapsamı için değerlendirilmesi

İşletme tarafından sürekli iyileştirme felsefesi benimsenmiştir. Talebe istinaden üretim gerçekleştirilmesi nedeniyle standart ürünler üretilmemektedir. Süreç bazlı yapıda tasarlanan standartlar uygulanmaktadır. İşletmede yaşanan ufak çaplı çizelgeleme problemleri nedeniyle; süreçlere ait iç denetim, gelişime açık olarak değerlendirilmiştir. Kalite yönetim sistemine ek olarak; işletmenin orta vadeli planları arasında kalite çemberi ve kuşak eğitimleri gibi yeni uygulamaların devreye alınması yer almaktadır.

$C_{12} = 4$  olarak değerlendirilmiş ve ilgili hesaplamalara dahil edilmiştir.

İşletmenin “Süreç (C<sub>1</sub>)” kapsamında “Süreç Göstergeleri (C<sub>13</sub>)” alt kapsamı için değerlendirilmesi

İşletmede kullanılan anahtar performans göstergeleri; satış hacmi, iş gücü kapasitesi, makine kapasitesi ve satış hacmi esas alınarak düzenlenmiştir. Firmanın; orta ölçekli işletmeler sınıfında yer alması nedeniyle hazırlanan hedefler zaman zaman gerçekleştirilebilir ve erişilebilir olmamaktadır. Hızlı büyüme stratejisiyle birlikte anahtar performans göstergeleri net olarak belirlenmektedir. Hedef belirleme sürecinde ihtiyatlı olunmaması nedeniyle uygulama aşamasında aksaklıklar yaşandığı gözükmektedir.

$C_{13} = 3$  olarak değerlendirilmiş ve ilgili hesaplamalara dahil edilmiştir.

İşletmenin “Süreç (C<sub>1</sub>)” kapsamında “Süreç Sistematiği (C<sub>14</sub>)” alt kapsamı için değerlendirilmesi

İşletmenin sahip olduğu kaynaklar, üretim planlama çalışmaları kapsamında mevcut süreçlere entegre edilmiştir. Süreç girdileri ve süreç çıktıları, gerek nitelik gerek nicelik açısından karmaşık bir yapıya sahiptir. İşletmenin girdilerinde ve çıktılarında sahip olduğu çeşitlilik nedeniyle sınıflandırma işlemi gerçekleştirmiştir. Hammadde, yarı mamul, mamul gibi çeşitli ana gruplar belirlenmiş ancak alt gruplara ait detaylar henüz yapılandırma aşamasındadır. İşletmede gerçekleştirilen konfigürasyon yönetimi uygulamaları sürmektedir. Geri besleme mekanizmasının uygulanabilirliğini arttırmak amacıyla, katma değer yaratacağı düşünülen geri dönüşlerin ödüllendirildiği görülmüştür. Süreç analizi ve kalite yönetimi verilerinin, uçtan uca dijitalleşmemesi nedeniyle bilgi akışı emek yoğun olarak gerçekleştirilmektedir.

$C_{14} = 4$  olarak değerlendirilmiş ve ilgili hesaplamalara dahil edilmiştir.

İşletmenin “Süreç (C<sub>1</sub>)” kapsamında “Süreç Tasviri (C<sub>15</sub>)” alt kapsamı için değerlendirilmesi

İşletmede, tüm süreçlere ait haritalandırma işlemleri tamamlanmamıştır. Süreçlere ait girdilerin ve çıktılarının detaylı olarak sınıflandırılmadığı, genel gruplandırma işlemlerinin gerçekleştirildiği tespit edilmiştir. Bu durumun, kalite yönetimi uygulamalarında çevik

hareket edilmesine engel olabileceği değerlendirilmiştir. Süreç sahiplerinin görev tanımlarında, ilgili süreçler detaylı olarak yer almamaktadır. Tüm süreçlerin dijital ortama aktarılmamış olması nedeniyle, işletme haritalandırma işlemlerine ait dijital dönüşüm süreci için daha fazla kaynak ayırmayı planlamaktadır.

$C_{15} = 3$  olarak değerlendirilmiş ve ilgili hesaplamalara dahil edilmiştir.

#### 4.4.2. İşletmenin “Tesis Tasarımı ( $C_2$ )” kapsamında değerlendirilmesi

##### İşletmenin “Tesis Tasarımı ( $C_2$ )” kapsamında “Tesis içi Yerleşim Tipi Seçimi ( $C_{21}$ )” alt kapsamı için değerlendirilmesi

Tesiste, hücre tipi yerleşim uygulanmaktadır. İşletmenin ana üretim çizelgesinde yer alan ürün portföyünü, düşük hacimli ancak çeşitlilik yönünden zengin talepler oluşturmaktadır. İşletmede; ara stok bulundurulması nedeniyle, üretim planlama ve stok kontrol işlemlerinin takibi kritik öneme sahiptir. İşletmede oluşan ara stoklara ait görsel Resim 4.1’de ifade edilmiştir. Talebe istinaden üretim yapılması nedeniyle üretimde esneklik mevcuttur. Makine parkında yer alan herhangi bir makinede oluşabilecek arıza; alternatif makinelerin bulunması nedeniyle, üretimde ciddi aksaklıklara yol açmayacaktır. Üretilen bazı parçaların montajı, montaj hattı dengeleme uygulamaları gerçekleştirilmeksizin teknik çizime uygun şekilde gerçekleştirilmektedir. İşletmeye özgü istasyon yapısının kurulmasıyla, yüksek hacimde talep edilen standart ürünler için çevrim sürelerinin kısaltılabileceği değerlendirilmiştir.

$C_{21} = 4$  olarak değerlendirilmiş ve ilgili hesaplamalara dahil edilmiştir.

##### İşletmenin “Tesis Tasarımı ( $C_2$ )” kapsamında “Tesis Tasarımı Faaliyetleri ( $C_{22}$ )” alt kapsamı için değerlendirilmesi

Hücre tipi yapılanmanın işletmede uygulanması sırasında, kaynak planlama süreci sezgisel olarak gerçekleştirilmiştir. Hangi hücre içerisinde hangi makinenin yer alacağı açıkça belirlenmiş ancak hangi parçanın hangi hücrede üretileceği kesin olarak belirlenmemiştir. Personelin hangi katta görev yapacağı kesin olarak belirlenmemiştir. Kaynak ve CNC işlemlerinin gerektirdiği işgücü atamalarında; siparişlerin zamanında teslim edilmesine engel olmayacak düzeyde, darboğaz yaşandığı görülmüştür. Makine ve işgücü kaynağının

planlanması sürecinde istasyonlara ait yerleşimin gözden geçirilebileceği değerlendirilmiştir. İşletmenin; talep edilen ürünü tam zamanında ve talebe uygun şekilde üretme kabiliyeti bulunduğu görülmüştür. Tesis yerleşiminin optimal koşullarda uygulanmaması nedeniyle; gerçekleşen üretim miktarının işletmenin sahip olduğu fiili kapasiteye göre düşük olduğu ve depo dışında konumlanan ara stokların olduğu değerlendirilmiştir.

$C_{22} = 3$  olarak değerlendirilmiş ve ilgili hesaplamalara dahil edilmiştir.

İşletmenin “Tesis Tasarımı ( $C_2$ )” kapsamında “Tesis Yeri Sürdürülebilirliği ( $C_{23}$ )” alt kapsamı için değerlendirilmesi

İşletme, Ankara’da İvedik Organize Sanayi Bölgesi’nde yer almaktadır. Tesis yerinin, tedarikçilere ve müşterilere yakın olarak seçildiği görülmüştür. Çalışanlar, işletmenin merkezi bir konumda bulunması nedeniyle ulaşımını rahatlıkla sağlamaktadır. Enerji kaynaklarının ve lojistik imkanların yeterli olduğu bölgede, işletme üç katlı bina şeklinde bir üst yapıda faaliyet göstermektedir. Binanın çok katlı olması ve taşıyıcı sistemlerin yetersiz olması nedeniyle yükleme, boşaltma ve taşıma işlemleri sırasında verimlilik azalırken maddi kaynaklara zarar gelme riski artmaktadır. Yayılmış tek katlı bir yapının tercih edilmesiyle; risklerin ve ara stokların azaltılması, makine çizelgelemelerinde verimliliğin artırılması, depolama kapasitenin artırılması gibi faydalar sağlanacağı değerlendirilmiştir.

$C_{23} = 3$  olarak değerlendirilmiş ve ilgili hesaplamalara dahil edilmiştir.

İşletmenin “Tesis Tasarımı ( $C_2$ )” kapsamında “Tesis Yeri Uyumu ( $C_{24}$ )” alt kapsamı için değerlendirilmesi

İşletme, ulusal ve uluslararası yasal gereklilikler çerçevesinde imalat yapmaktadır. Bugüne kadar karşılaşılan hukuki bir problem bulunmamaktadır. Organize Sanayi Bölgesi’nde benzer imalat işlemlerinin yoğun olarak gerçekleştirilmesi nedeniyle, bölgede ihtiyaç duyulan belediye hizmetleri düzenli olarak sunulmaktadır. İşletmenin pazara yakınlığı ve işgücü tedariğinin kolaylığı tesis yeri seçiminin işletmeye sunduğu avantajlar arasında yer almaktadır. Faaliyet gösterilen bölgede, toplumsal yapı ve davranışlar açısından bir risk

bulunmamaktadır. İşletmenin yasal yükümlülüklerini ve vergilerini düzenli olarak takip etmesi nedeniyle siyasi ve sosyokültürel risk düzeyi çok düşüktür.

$C_{24} = 5$  olarak değerlendirilmiş ve ilgili hesaplamalara dahil edilmiştir.

#### İşletmenin “Tesis Tasarımı ( $C_2$ )” kapsamında “İnsan Faktörü Kapsamında Tesis ( $C_{25}$ )” alt kapsamı için değerlendirilmesi

Tesiste, yeterli seviyede ikaz ve uyarı levhası yer almaktadır. Acil çıkış işaretleri, ilkyardım işaretleri ve bilgilendirme işaretleri “Sağlık ve Güvenlik İşaretleri Yönetmeliği” ne uygun şekilde konumlandırılmıştır. Acil kaçış yollarının ve acil çıkış kapılarının tasarımında insan faktörü gözetenmiştir. Yasal zorunluluklara istinaden uygulanan hususlara ek olarak, personelin dinlenme sürelerini geçirdiği alanda ofis ergonomisi dikkate alınmıştır. Modern mimariyle yapılandırılmış dinlenme alanları bulunmaktadır. Motivasyon kaybının önlenmesi adına; çalışma istasyonlarının tasarımı ve renk uyumu kapsamında yeni aksiyonlar alınabileceği değerlendirilmiştir.

$C_{25} = 4$  olarak değerlendirilmiş ve ilgili hesaplamalara dahil edilmiştir.



Resim 4.1. İşletmede oluşan ara stokları belirten görsel

#### 4.4.3. İşletmenin “Bilişsel Ergonomi (C<sub>3</sub>)” kapsamında değerlendirilmesi

##### İşletmenin “Bilişsel Ergonomi (C<sub>3</sub>)” kapsamında “Kullanıcı Arayüzü (C<sub>31</sub>)” alt kapsamı için değerlendirilmesi

Kullanıcı arayüz tasarımında, kullanıcı deneyimini ön planda tutan bir tasarım mevcuttur. Kurumsal kaynak planlama uygulamasında; sık kullanılan modüller, mavi yaka personelin yetkinlikleri dikkate alınarak tasarlanmış ve arayüz tasarımı basite indirgenmiştir. Ekranlı araçlarda yer alan yazılara ek olarak, kullanıcıların erişimini ve kullanımını kolaylaştıran simgeler konumlandırılmıştır. Kullanıcı arayüzüne ait görsel Resim 4.2’de ifade edilmiştir. Çalışanların kullanıcı dostu menülerde işlem yapmaları, işletme açısından motive edici bir faktör olarak değerlendirilmektedir.

C<sub>31</sub> = 5 olarak değerlendirilmiş ve ilgili hesaplamalara dahil edilmiştir.

##### İşletmenin “Bilişsel Ergonomi (C<sub>3</sub>)” kapsamında “Paydaş Uyumu (C<sub>32</sub>)” alt kapsamı için değerlendirilmesi

Kullanılan kurumsal kaynak planlama programının uçtan uca işletmeye özgü olarak tasarlanmış olması, ilgili programın tüm çalışanlar tarafından fonksiyonel olarak kullanılabilirliğini sağlamaktadır. Makine yağıyla doğrudan temas eden personellerin, dokunmatik ekranlar üzerinde gerçekleştirdiği işlemler nedeniyle girdiler sağlıklı olarak işlenememekte ve kullanıcı etkileşimi azalmaktadır. Veri giriş yönteminde yapılacak değişikliklerin son kullanıcı memnuniyetini arttıracak değerlendirilmiştir. Müşterilerle ve tedarikçilerle entegre edilmiş teknolojik bir platforma ihtiyaç duyulduğu değerlendirilmiştir.

C<sub>32</sub> = 3 olarak değerlendirilmiş ve ilgili hesaplamalara dahil edilmiştir.

##### İşletmenin “Bilişsel Ergonomi (C<sub>3</sub>)” kapsamında “Bilişsel İletişim (C<sub>33</sub>)” alt kapsamı için değerlendirilmesi

CNC makinelerinde yer alan ekran tasarımlarının tümü Türkçe değildir. Bu nedenle; olağandışı uyarı ve bilgilendirme ekranlarıyla karşılaşıldığında, İngilizce bilgisine sahip personele danışılmaktadır. İletilmek istenen mesajlar; makine-çalışan etkileşimi kapsamında yeterli olarak değerlendirilmiştir. Kullanılmakta olan kurumsal kaynak

planlaması uygulamasında ve kullanılan diğer yazılımlarda, uçtan uca açık ve net iletişim gerçekleştirildiği görülmüştür. Verinin iletişimi kapsamında, darboğaz oluşturacak bir aksaklık bulunmamaktadır. Gerçekleştirilecek yazılım revizyonlarıyla daha yüksek verimlilik sağlanabileceği öngörülmektedir.

$C_{33} = 4$  olarak değerlendirilmiş ve ilgili hesaplamalara dahil edilmiştir.

İşletmenin “Bilişsel Ergonomi ( $C_3$ )” kapsamında “Bilişsel Refleksler ( $C_{34}$ )” alt kapsamı için değerlendirilmesi

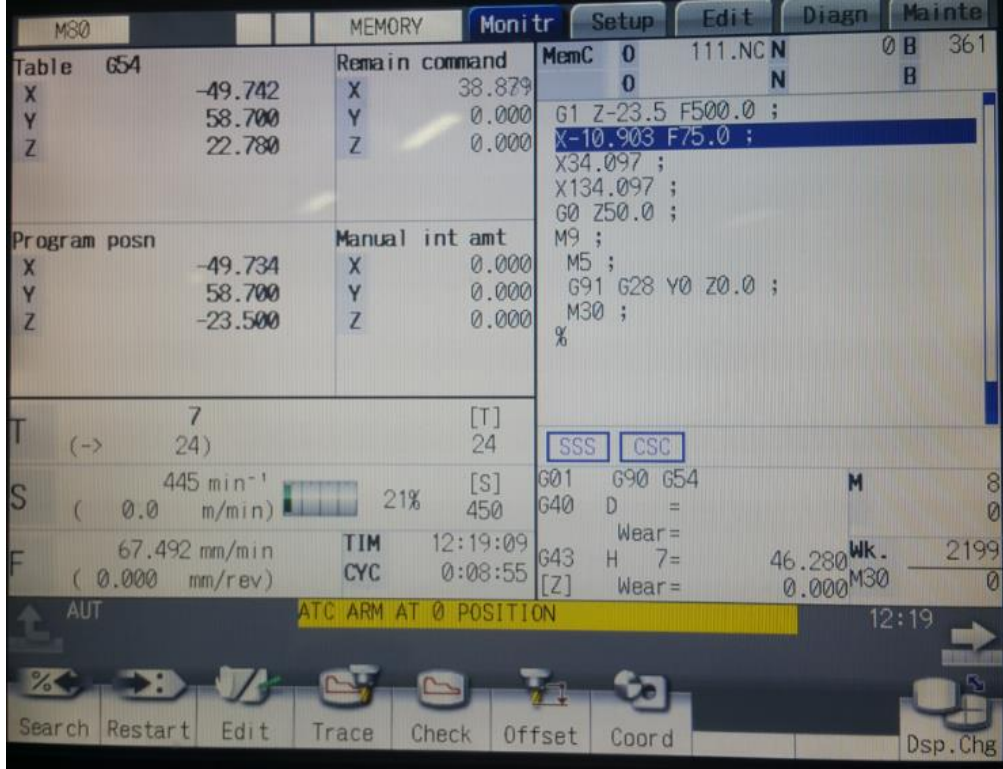
İşletmede; gaz basıncını, sıcaklığı ve diğer kritik parametreleri dikkate alarak eş zamanlı bilgi veren ekranlar mevcuttur. Sistemde belirlenen alt ve üst spesifikasyon sınır değerlerinin dışında yer alan çıktılar gözlemlenmesi durumunda geri bildirim verilmektedir. Anlık reflekslerle en kısa sürede aksiyon alınmasını mümkün kılan butonlar ve simgeler mevcuttur. Operatörlere bilgi veren gösterge sisteminde; karışıklık derecesi, sıcaklık, parlaklık ve diğer tasarım parametreleri çevik şekilde aksiyon alınmasını mümkün kılacak şekilde tasarlanmıştır.

$C_{34} = 5$  olarak değerlendirilmiş ve ilgili hesaplamalara dahil edilmiştir.

İşletmenin “Bilişsel Ergonomi ( $C_3$ )” kapsamında “Bilişsel Tedarik ve Uyum ( $C_{35}$ )” alt kapsamı için değerlendirilmesi

İşletmenin sahip olduğu bilgi ve iletişim teknolojileri unsurları; gizlilik kurallarına uygun şekilde tasarlanmıştır. İhtiyaç duyulduğunda; sadece yetkisi olan kişiler, ilgili bilgilere tam ve doğru olarak ulaşabilmektedir. Diz üstü bilgisayarların işletmeye ait tesisin dışına çıkartılmasına getirilen fiziksel kısıtların yanı sıra parola, ağ güvenliği, e-posta güvenliği, kişiye özel yetkilendirme gibi bilgi güvenliği alanında hassas yaklaşımlar sergilenmektedir. İşletmenin güvenliğini arttırması amacıyla, bilgi teknolojileri alanında satın aldığı taşeron hizmetleri sınırlandırması gerektiği değerlendirilmiştir. İlgili kapsam için, şirket bünyesinde bir birimin kurulmasıyla bilişsel etkinliğin artacağı değerlendirilmiştir.

$C_{35} = 4$  olarak değerlendirilmiş ve ilgili hesaplamalara dahil edilmiştir.



Resim 4.2. İşletmede kullanılmakta olan CNC makinelerinin kullanıcı arayüzü

#### 4.4.4. İşletmenin “İnsan Hareketleri (C<sub>4</sub>)” kapsamında değerlendirilmesi

##### İşletmenin “İnsan Hareketleri (C<sub>4</sub>)” kapsamında “Antropometrik Unsurlar (C<sub>41</sub>)” alt kapsamı için değerlendirilmesi

Kaynak ve bükme prosesleri sırasında antropometrik duruş bozukluğu gözlemlenmektedir. Zemin katta yer alan atölyede, kısa süreli ancak periyodik şekilde, ergonomik açıdan uygun olmayan oturaklar kullanılmakta ve fiziksel açıdan uygun olmayan uzanım hareketleri gerçekleştirilmektedir. Uzun vadede, başta bel fıtığı olmak üzere çeşitli meslek hastalıkları yaşanabileceği değerlendirilmiştir. İş istasyonlarında yer alan tezgahların, farklı vücut ölçülerine sahip çalışanlar kapsamında, esneklik göstermediği tespit edilmiştir. Yetersiz tezgah yüksekliğine sahip istasyona ait görsel Resim 4.3'te ifade edilmiştir. Meslek hastalığı ve iş kazası yaşanması riskini azaltacak yeni demirbaş yatırımları için bütçe planlaması gerçekleştirildiği bilgisi edinilmiştir.

C<sub>41</sub> = 2 olarak değerlendirilmiş ve ilgili hesaplamalara dahil edilmiştir.

İşletmenin “İnsan Hareketleri (C<sub>4</sub>)” kapsamında “Fizyolojik ve Psikolojik Yüklenme (C<sub>42</sub>)” alt kapsamı için değerlendirilmesi

İşletmede, çalışanların tercih ettiği radyo kanallarından müzik yayını yapılmaktadır. Pastel renklerle duvarların renklendirilmesinin ve hassas montaj yapılan bölümdeki aydınlatma seviyesinin artırılmasıyla, çalışan motivasyonunun ve performansının artacağı düşünülmektedir. Oluşan ara stokların, dağınık bir iş ortamı oluşturduğu gözlemlenmiştir. Çalışan motivasyonunun artırılması ve kaza riskini azaltılması kapsamında; 5S çalışması yürütülmesi, tesis içi tasarımın revize edilmesi gibi çalışmaların hazırlık aşamasında olduğu belirtilmiştir.

C<sub>42</sub> = 3 olarak değerlendirilmiş ve ilgili hesaplamalara dahil edilmiştir.

İşletmenin “İnsan Hareketleri (C<sub>4</sub>)” kapsamında “Statik ve Dinamik Unsurlar (C<sub>43</sub>)” alt kapsamı için değerlendirilmesi

İşletmede yer alan mekanik taşıma sistemleri yetersizdir. Taşıma işlemlerinde otomatik yükleme ve boşaltma sistemleri kullanılmamakta, ilgili süreçler emek yoğun şekilde gerçekleştirilmektedir. Yüklerin doğru teknikle taşındığı ancak azami ağırlıklara riayet edilmediği gözlemlenmiştir. Forkliftle taşınan ve malzeme yapısı gereği devrilme riski bulunan ürünlerin paketlenme sürecinde hassasiyet gösterildiği gözlemlenmiştir. Standart insan ölçülerine uygun; küçük koliler ve paketler kullanımına özen gösterilmesi gerektiği değerlendirilmiştir.

C<sub>43</sub> = 3 olarak değerlendirilmiş ve ilgili hesaplamalara dahil edilmiştir.

İşletmenin “İnsan Hareketleri (C<sub>4</sub>)” kapsamında “Postüral Unsurlar (C<sub>44</sub>)” alt kapsamı için değerlendirilmesi

Birbirini takip eden prosesler kapsamında ihtiyaç duyulan tezgahların birbirine uzak şekilde konumlandırılması nedeniyle, çalışanların ani hareketler gerçekleştirdiği gözlemlenmiştir. Hidrolik aparatların zemine yakın konumlandırılması nedeniyle çalışanların sık sık vücut bükme hareketi gerçekleştirdiği tespit edilmiştir. Vücut bükme sırasında, çalışanların sırt bölümlerinin zorlandığı ancak biyomekanik kapsamında dokularda üst düzey gerilimler oluşmadığı değerlendirilmiştir. Uzun süreli ve statik çalışma gerektiren faaliyetler kapsamında, beyaz yaka personelin postural efor sarfettiği

gözlemlenmiştir. İş kazalarına ve meslek hastalıklarına mahal vermemek adına iş istasyonlarının ve uygulanmakta olan imalat yöntemlerinin analiz edilerek revize edilmesi gerektiği değerlendirilmiştir. Ofis ergonomisi ve ofislerde uygulanabilecek egzersiz hareketleri hakkında bir eğitime ihtiyaç duyulduğu tespit edilmiştir.

$C_{44} = 3$  olarak değerlendirilmiş ve ilgili hesaplamalara dahil edilmiştir.

İşletmenin “İnsan Hareketleri ( $C_4$ )” kapsamında “İnsan Odaklı Çizelgeleme ( $C_{45}$ )” alt kapsamı için değerlendirilmesi

İşletmede çalışanların dinlenme süreleri yasal yükümlülükler dikkate alınarak düzenlenmiştir. 10.00-10.10, 12.30-13.30 ve 15.30-15.40 zaman dilimleri, dinlenme süresi olarak belirlenmiştir. Vardiyalı çalışma gerçekleştirildiğinde de, benzer dinlenme sürelerinin çizelgeleniği ifade edilmiştir. Molaların eşit aralıklarla ve yeterli düzeyde olmasıyla yorulma düzeyi asgari seviyede tutulmaktadır. Yük taşıma işlemleri sonrası ek molalar verildiği gözlemlenmiştir. Darboğaz yaşanan durumlarda ve makine arızası nedeniyle oluşan kısa süreli boşluklarda da çalışanların dinlendirildiği gözlemlenmiştir. Haftalık üretim planlama süreçlerinde, çalışanların dinlenme süreleri ve kapasiteleri dikkate alınmaktadır.

$C_{45} = 5$  olarak değerlendirilmiş ve ilgili hesaplamalara dahil edilmiştir.



Resim 4.3. Yetersiz tezgah yüksekliğine sahip istasyonu belirten görsel

#### 4.4.5. İşletmenin “Organizasyonel Yeterlilik (C<sub>5</sub>)” kapsamında değerlendirilmesi

##### İşletmenin “Organizasyonel Yeterlilik (C<sub>5</sub>)” kapsamında “İş Değerlendirme (C<sub>51</sub>)” alt kapsamı için değerlendirilmesi

Yatay olarak şekillendirilen organizasyon yapısının sahaya yansımada; matris organizasyon yapısı görülmektedir. Çalışanlar, fonksiyonel ihtiyaçlara istinaden farklı bölümlerde görev yapabilmektedir. Çalışanlar yetkinliklerine uygun bölümlerde istihdam edilmektedir. Yeni başlayan personel için koçluk uygulaması gerçekleştirilmektedir. Terfi süreçlerinde ve emir komuta zincirinde, yalın organizasyon yapısı benimsenmiştir. İşletmede kullanılan gelişmiş bir iş değerlendirme çalışması bulunmamaktadır. Birimlere ait görev tanımları mevcuttur. Orta ölçekli işletme olmanın getirdiği bir avantaj olarak işbirliğine dayalı yöntem benimsenmiştir.

C<sub>51</sub> = 4 olarak değerlendirilmiş ve ilgili hesaplamalara dahil edilmiştir.

##### İşletmenin “Organizasyonel Yeterlilik (C<sub>5</sub>)” kapsamında “Stratejik İnsan Kaynakları Yönetimi (C<sub>52</sub>)” alt kapsamı için değerlendirilmesi

Stratejik insan kaynakları yönetimi kapsamında; yetenek yönetimi faaliyetleri ile bordro ve özlük işleri faaliyetlerine ağırlık verildiği görülmektedir. Mavi yaka personelin büyük bölümü, işletmenin ana faaliyetleriyle ilgili meslek lisesi bölümlerinden ve ön lisans programlarından mezundur. Performans yönetimi kapsamında, anahtar performans göstergelerin geliştirilebileceği gözlemlenmiştir. Beyaz yakalı personelin büyük bölümünü, alanında tecrübeli çalışanlar oluşturmaktadır. Yeteneklerin elde tutulması amacıyla akademik faaliyetler desteklenmektedir. Çalışanlar maaş ve yan hakları kapsamında sahip oldukları hakları tam zamanında elde etmektedir. Firma çalışanların katılmak istediği eğitimleri desteklemektedir ancak yıllık olarak planlanan bir eğitim kataloğu bulunmamaktadır. Kariyer yolları ve terfi süreçlerine ait prosedür oluşturulması gerekmektedir.

C<sub>52</sub> = 4 olarak değerlendirilmiş ve ilgili hesaplamalara dahil edilmiştir.

İşletmenin Organizasyonel Yeterlilik (C<sub>5</sub>)” kapsamında “Yalın ve Çevik Organizasyon (C<sub>53</sub>)” alt kapsamı için değerlendirilmesi

İşletmede, eş anlı mühendislik faaliyetleriyle birlikte sürekli iyileştirme felsefesinin benimsendiği gözlemlenmiştir. Değer odaklı ve orta ölçekli bir şirket yapısına sahip olan işletme, sürekli planlama ve değişimi yakalama kapsamının uygulanabilirliği açısından avantaja sahiptir. Verimliliğin iyileştirilmesi ve sıfır hatayla üretim gerçekleştirilmesi kapsamında çalışmalar yürütülmektedir. Bu faaliyetler sırasında uzman ekip tarafından kullanılan; koordinat ölçüm makinesi, yazılım ve donanım alt yapısı mevcuttur. Kaynak israfının azaltılması kapsamında, iş etüdü ve değer analizi çalışmaları gerçekleştirilmesi gerektiği değerlendirilmiştir.

C<sub>53</sub> = 4 olarak değerlendirilmiş ve ilgili hesaplamalara dahil edilmiştir.

İşletmenin “Organizasyonel Yeterlilik (C<sub>5</sub>)” kapsamında “Müşterek Katma Değer (C<sub>54</sub>)” alt kapsamı için değerlendirilmesi

Çalışanlar görüşlerini doğrudan bağlı oldukları yöneticilerle ve üst yönetimle kolaylıkla paylaşabilmektedir. Üretim sürecinin iyileştirilmesine yönelik geri dönüşler hızlıca değerlendirilmektedir. Düşük seviyede cari oranla çalışılması ve bankacılık sisteminin yapısal sorunları nedeniyle yatırım gerektiren fikirler için yeterli finansman sağlanamamaktadır. Satış faaliyetlerini doğrudan arttıracak aksiyonlar hızla yürütülmekte ancak uzun vadeli pazarlama faaliyetlerinde çalışan görüşlerine yeterli seviyede başvurulmamaktadır. İşletmenin orta ve uzun vadeli kararları kapsamında; akademisyenlerin de yer aldığı bir yönetim kurulu kurulması ve müşterek kararlar alınması gerektiği değerlendirilmiştir.

C<sub>54</sub> = 2 olarak değerlendirilmiş ve ilgili hesaplamalara dahil edilmiştir.

İşletmenin “Organizasyonel Yeterlilik (C<sub>5</sub>)” kapsamında “Güven İklimi (C<sub>55</sub>)” alt kapsamı için değerlendirilmesi

Çalışma ortamında takım çalışması benimsendiği görülmüştür. Personeller arasında güçlü ve etkin bir iletişim bulunması nedeniyle çalışanlar sık sık sosyal aktivite planı yapmaktadır. Çalışanlar arasındaki çatışma düzeyi düşüktür. Yöneticilerin çalışan görüşlerini yeterli ölçüde önemseydiği değerlendirilmiştir. Onay süreçleri ve karar

mekanizmaları çalışanları mağdur etmeyecek şekilde sürdürülmektedir. Kararlar üst yönetimin onayına hızla sunulmakta ve işletme fonksiyonları kapsamında kısa sürede değerlendirilmektedir. Hızlı ve doğru kararlar alınması amacıyla, veri bazlı karar verme mekanizmasının geliştirmesi gerektiği değerlendirilmiştir.

$C_{55} = 4$  olarak değerlendirilmiş ve ilgili hesaplamalara dahil edilmiştir.

#### 4.4.6. İşletmenin “Kurumsal Etki (C<sub>6</sub>)” kapsamında değerlendirilmesi

##### İşletmenin “Kurumsal Etki (C<sub>6</sub>)” kapsamında “Ana Faaliyet Sürdürülebilirliği (C<sub>61</sub>)” alt kapsamı için değerlendirilmesi

İşletmenin ana üretim faaliyetleri talaşlı imalat kapsamında sürdürülmektedir. İşletmenin temel tedarikçileri; kesici uç tedarikçileri, hammadde tedarikçileri, kullanılan makine teçhizatın sağlandığı tedarikçiler, sarf malzeme tedarikçileri, yağ ve gaz tedarikçileridir. İşletme, tek tedarikçiyle çalışmakta ve tedarikçilerini iş ortağı olarak görmektedir. Tedarikçilerle sağlanan anlaşmaların bozulması durumunda; işletme rekabetçi piyasa koşullarında yeni tedarikçi arayışına girmek zorunda kalabilecektir. Bu durumun üretimde yavaşlamaya ve tedarik zincirinde gecikmelere yol açabileceği düşünülmektedir. İşletme; risk yönetimini sağlamak amacıyla sigorta sözleşmelerini düzenli olarak yenilemektedir. İşletmenin sigorta poliçesini yenilediğini ifade eden belge EK-9’da ifade edilmiştir. Sahip olunan kritik insan kaynağı için yedekleme politikası geliştirilmemesi nedeniyle, kritik çalışanların işten ayrılması durumunda veya yüksek çalışan devir hızı oluşması durumunda değer akışında problem yaşanacağını değerlendirilmiştir. İşletmenin yaşanabilecek resesyonlarda ve ekonomik dalgalanmalarda; faaliyetlerini karlılıkla sürdürebilmesi amacıyla, ivedi olarak marka değerine yatırım gerçekleştirmesi gerektiği değerlendirilmiştir.

$C_{61} = 3$  olarak değerlendirilmiş ve ilgili hesaplamalara dahil edilmiştir.

##### İşletmenin “Kurumsal Etki (C<sub>6</sub>)” kapsamında “Organizasyonel Uyum ve Hukuki Hazırlık (C<sub>62</sub>)” alt kapsamı için değerlendirilmesi

İşletme, yasal yükümlülüklerini tam zamanında ve periyodik olarak yerine getirmektedir. İşletmede, hukuki açıdan güncel mevzuatlara uygun aksiyonlar alınmaktadır. Mavi yakalı

personelin sayıca fazla olması nedeniyle; işletmenin kurum kültürü mavi yakalı personele uygun yapıda oluşmuştur. Beyaz yaka personelinde motivasyon kaybı yaşanabileceği değerlendirilmiştir. Yeni başlayan personelin yer aldığı süreçlerde, iş emirlerinin eksiksiz olarak uygulanmasında problemler yaşanabilmektedir. Kullanılan bilgi sisteminin sağladığı standardizasyon, tecrübesiz çalışanlara destek sağlamaktadır. Kısa, orta ve uzun vadede ortaya çıkabilecek sosyo-ekonomik memnuniyetsizlikler için yönetim tarafından proaktif önlemler alınması gerektiği değerlendirilmiştir.

$C_{62} = 3$  olarak değerlendirilmiş ve ilgili hesaplamalara dahil edilmiştir.

#### İşletmenin “Kurumsal Etki ( $C_6$ )” kapsamında “Finansal Hazırlık ( $C_{63}$ )” alt kapsamı için değerlendirilmesi

İşletmenin finansal yapısı incelediğinde, kendi kaynaklarıyla büyüdüğü görülmektedir. Düşük kaldıraç oranı tercih edilmekte ve düşük riskle büyüme sürdürülmektedir. Finansal açıdan ihtiyatlı bir yönetim anlayışı benimsemiştir. Yaşanacak olağandışı ekonomik durumlarda; küçülmeye veya konsolidasyonlara maruz kalınmaması hedeflenerek faaliyet giderleri düşük tutulmaktadır. İşletme üretim hacmini arttırmayı hedefleyerek tesis makine ve cihazlar hesabına yönelik yatırımlarına önem vermektedir.

$C_{63} = 4$  olarak değerlendirilmiş ve ilgili hesaplamalara dahil edilmiştir.

#### İşletmenin “Kurumsal Etki ( $C_6$ )” kapsamında “Entelektüel Sermaye ( $C_{64}$ )” alt kapsamı için değerlendirilmesi

Firmanın halka arz edilmemiş olması nedeniyle, piyasa değeri ve defter değeri arasındaki karşılaştırma reel değerleri yansıtmamaktadır. İşletmenin faaliyet gösterdiği makine sanayinde; hatasız ve tam zamanında üretimin önem arz etmesi nedeniyle ve işletme bu dinamiklere üst düzey uyum sağlamıştır. Bu uyumun, işletmenin marka değerini arttıracakı düşünülmektedir. Yapısal sermaye ve müşteri sermayesi kapsamında oluşabilecek olağandışı durumlar için senaryo analizlerinin tamamlanması gerektiği değerlendirilmiştir. İşletmede; araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin sürdürüldüğü ancak çalışmaların patent, telif hakkı vb. entelektüel mülkiyete dönüştürülmediği gözlemlenmiştir. Firmada teknoloji geliştirme faaliyetlerinin belirli bir formata uygun şekilde planlanmadığı gözlemlenmiştir.

$C_{64} = 3$  olarak değerlendirilmiş ve ilgili hesaplamalara dahil edilmiştir.

İşletmenin “Kurumsal Etki ( $C_6$ )” kapsamında “Çağdaş Yaklaşım ( $C_{65}$ )” alt kapsamı için değerlendirilmesi

Firmada; yenileşimci faaliyetler, kısıtlı bütçeyle, düzenli olarak sürdürülmektedir. Personelin talep ettiği eğitimler ve akademik faaliyetler, yönetim tarafından desteklenmektedir. Süreçlerin emek yoğun yapıdan uzaklaştırılarak otomasyon odaklı sürdürülmesi hedeflenmektedir. Bilgisayar destekli üretim gerçekleştirilmekte ancak dijital dönüşüm sürecinde atılması gereken önemli adımlar bulunmaktadır. Mevcut yapının, taleplere uygun kurumsal çözümler sunduğu ancak gerçekleştirilecek teknolojik yatırımların üretimde verimliliği ve esnekliği arttırılacağı değerlendirilmiştir. Çağdaş yazılım ve donanım yatırımlarına bütçe ayırma hususunun kurum kültürü haline geldiği ancak ilgili bütçenin arttırılması konusunda aksiyon alınması gerektiği değerlendirilmiştir.

$C_{65} = 4$  olarak değerlendirilmiş ve ilgili hesaplamalara dahil edilmiştir.

**4.4.7. İşletmenin “İş Sağlığı Güvenliği ve Çevre ( $C_7$ )” kapsamında değerlendirilmesi**

İşletmenin “İş Sağlığı Güvenliği ve Çevre ( $C_7$ )” kapsamında “İSG ve Çevre Yönetim Sistemi ( $C_{71}$ )” alt kapsamı için değerlendirilmesi

İşletme; iş sağlığı güvenliği ve çevre kapsamında ulusal mevzuatı ve uluslararası sözleşmeleri düzenli olarak takip etmektedir. 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, TS EN ISO 9001-2000 Kalite Yönetim Sistemi, TS EN ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi ve TS-OHSAS 18001 İSG Yönetim Sistemi; işletmenin İSG ve çevre yaklaşımlarının temelini oluşturmaktadır. Çalışmaların sürekliliğini sağlamak adına; çalışanların, tedarikçilerin ve sisteme dahil olan tüm bireylerin kurallara uyması sağlanmaktadır. Zorunlu eğitimlere ek olarak; işletmeye özgü tasarlanmış iş sağlığı ve iş güvenliği eğitimleri verilmektedir. Sürekli iyileştirme felsefesi kapsamında; yeni denetim parametrelerinin ve gönüllü çalışma takımlarının oluşturulması gerektiği değerlendirilmiştir.

$C_{71} = 4$  olarak değerlendirilmiş ve ilgili hesaplamalara dahil edilmiştir.

İşletmenin “İş Sağlığı Güvenliği ve Çevre (C<sub>7</sub>)” kapsamında “Çevre Analizi ve Gelişimi (C<sub>72</sub>)” alt kapsamı için değerlendirilmesi

İşletme, çevreyle ilgili yasal mevzuatlara ve diğer yükümlülüklerle uygun şekilde faaliyetlerini sürdürmektedir. Üretim sırasında sağlıklı bir çalışma ortamı oluşturulması ve doğal kaynakların verimli şekilde kullanılması kapsamında, endüstriyel atık azaltma yöntemleri uygulanmaktadır. Talaşlı imalat sürecinde ortaya çıkan atıklar, geçici depolama bölgesinde sınıflandırılarak tutulmakta ve aracı firma vasıtasıyla yeniden işleme gönderilmektedir. Yeniden kullanıma hazırlama faaliyetleri, çevre lisansı olan tesisler aracılığıyla sürdürülmektedir. Bertaraf edilmesi gereken atıklar ve geri kazanımı mümkün olan atıklar, ilgili yönetmelik ve kalite standartlarına uygun şekilde, tespit edilmektedir. Etiketleme ve ambalajlama faaliyetleri, idari ve teknik kapsamda, ilgili usul ve esaslara uygun olarak gerçekleştirilmektedir. Kaynak işlemi sırasında faaliyet göstermeyen çalışanlar, kaynak işlemleri nedeniyle ortaya çıkan zararlı gazlara, dumana ve parçacıklara dolaylı olarak maruz kalabilmektedir. Lokal havalandırma sistemine ait emiş ucu ve kaynak noktası arasında yer alan mesafenin azaltılması gerektiği değerlendirilmiştir.

C<sub>72</sub> = 4 olarak değerlendirilmiş ve ilgili hesaplamalara dahil edilmiştir.

İşletmenin “İş Sağlığı Güvenliği ve Çevre (C<sub>7</sub>)” kapsamında “İSG Analizi ve Gelişimi (C<sub>73</sub>)” alt kapsamı için değerlendirilmesi

İşletmede, ayrılan çalışanların yükümlülük süreleri dahil olmak üzere, meslek hastalığı bulgusuna rastlanmamıştır. İş kazalarına ait istatistikler incelendiğinde; iş kazası sonucu iş günü kaybı yaşanan bir vaka yaşanmadığı görülmüştür. Ramak kala olayların düzenli olarak tutulması ve düzeltici önlemler alınması, işletmede kazalara karşı proaktif yaklaşım sergilendiğini göstermektedir. İşletme, iş sağlığı konusunda sıfır hata prensibini benimse de talaşlı imalatta oluşan çapaklar nedeniyle, sık sık olmamakla birlikte, sadece ilk yardım gerektiren basit yaralanmalar olduğu görülmüştür. Gerçekleştirilen periyodik risk analizleri sonrası, düzeltici önlemler alınmakta ve risk analizinin çıktıları sisteme girdi olarak yansımaktadır. Risk analizlerinden elde edilen veriler kapsamında, risklerin büyük çoğunluğunun kabul edilebilir risk seviyesinde yer aldığı görülmektedir.

C<sub>73</sub> = 4 olarak değerlendirilmiş ve ilgili hesaplamalara dahil edilmiştir.

İşletmenin “İş Sağlığı Güvenliği ve Çevre (C<sub>7</sub>)” kapsamında “Ölçüm Değerleri (C<sub>74</sub>)” alt kapsamı için değerlendirilmesi

İşletmede gerçekleştirilen ortam ölçümleri; gürültü düzeyi kapsamında, haftanın günleri arasında değişkenlik bulunduğunu göstermiştir. Bu nedenle günlük gürültü maruziyet düzeyi yerine haftalık gürültü maruziyet değeri kullanıldığı görülmüştür. Ölçümlerin, maruziyet sınır değeri olan 87 dB(A)'nın altında olduğu tespit edilmiştir. El-kol ve bütün vücut titreşimi kapsamında, en riskli prosesin matkap işlemi olduğu görülmüştür. Matkap işlemi gerçekleştiren personellere ait günlük ölçümlerin, maruziyet etkin değerinin altında olduğu görülmüştür. Aydınlatma kapsamında; çalışma ortamının çeşitli bölgelerinden ölçümler alınmış ve sınır değerlerine uygun olduğu görülmüştür. Hassas montaj faaliyetleri sırasında emek yoğun çalışılması nedeniyle, işyerinin bu bölümüne ait aydınlatmanın artırılması gerektiği değerlendirilmiştir. İşletmenin hava sıcaklığı, nem yoğunluğu, hava akım hızı ve radyant ısı değerleri tüm bölümlerde yasal değerlere uygundur. Depo ve kaynak bölümünde yapılan işin niteliği gereği, çalışma ortamının daha soğuk tutulması gerektiği değerlendirilmiştir. Yoğun ısı yayan makinelerin, üretim hattının uygunluğuna göre, tesisin farklı katlarında konumlandırılması gerektiği değerlendirilmiştir. İşletmede; radyasyon, manyetik alan, arsenik, benzen, sülfürik asit, kurşun vb. parametrelere ait ölçümler uygun değerlere sahiptir.

C<sub>74</sub> = 4 olarak değerlendirilmiş ve ilgili hesaplamalara dahil edilmiştir.

İşletmenin “İş Sağlığı Güvenliği ve Çevre (C<sub>7</sub>)” kapsamında “Diğer İSG ve Çevre Faktörleri (C<sub>75</sub>)” alt kapsamı için değerlendirilmesi

İşletmede; tasarım ve imalat aşamasında uyulması gereken temel emniyet şartlarına ve takip edilmesi gereken uygunluk değerlendirme prosedürlerine uygun şekilde üretim gerçekleştirilmektedir. İşletmede, tedarikçisi olduğu kurumsal firmaların standartlarına ve ISO 9001:2000 kalite standardına uygun şekilde üretim yapılmaktadır. Hammadde ve yarı mamul aşamasındaki malzemeler, kalite kontrol işlemleri tamamlanmadan teslim alınmamaktadır. Satın alma süreçlerinde sertifikalı ürünler tercih edilmektedir. Tesiste kullanılan araç ve gereç; standartlara uygun şekilde kullanılmaktadır. Periyodik bakım, kestirimci bakım ve önleyici bakım faaliyetlerine ağırlık verilmesi gerektiği değerlendirilmiştir. İşyerinde ve eklentilerinde; elektrik tesisatı, acil çıkış yolları ve kapıları, yangın planları, havalandırma sistemi, merdivenler ve dinlenme alanları ilgili

yönetmeliklere uygun sağlık ve güvenlik şartlarını taşımaktadır. İşletmede iş sağlığı ve güvenliği kapsamında yer alan uyarıcı levhalardan bazılarının ifade eden görsel Resim 4.4'te ifade edilmiştir.

$C_{75} = 4$  olarak değerlendirilmiş ve ilgili hesaplamalara dahil edilmiştir.



Resim 4.4. İşletmede iş sağlığı ve güvenliği kapsamında yer alan uyarıcı levhalardan bazılarının belirlenen görsel

#### 4.5. İşletmenin MacroL Skoru

MacroL Yöntemi'yle otuz beş alt kapsama ait ana parametre ve alt parametre değerleri Çizelge 4.3, Çizelge 4.4, Çizelge 4.5, Çizelge 4.6, Çizelge 4.7, Çizelge 4.8, Çizelge 4.9 kapsamında ifade edilmiştir. Ana başlıklara ait skorların ağırlıklandırılmasıyla Eş. 3.31 ve Eş. 3.32'den hareketle işletmenin MacroL Skoru 100'lük sistemde 72,85 olarak hesaplanmıştır. Bu skor Çizelge 3.2'de yer alan değerlendirme skalasından hareketle iyi seviyede yeterlilik düzeyi olarak değerlendirilmiştir. Yedi ana başlık kapsamında; en yüksek skorun bilişsel ergonomi kapsamında, en düşük skorun ise insan hareketleri kapsamında elde edildiği gözükmemektedir. İşletmenin otuz beş alt başlık kapsamında, iyi ve çok iyi seviyede yeterli olduğu yönleri sayıca fazla olsa da iyi seviyede yeterlilik sağlanamayan kapsamların göz ardı edilmemesi gerekmektedir. İşletmeye ait değerlendirme kapsamında, iyi seviyede yeterlilik düzeyine sahip olunmayan kapsamlar için Bölüm 5.1'de öneriler sunulmuştur.

Çizelge 4.3. İşletmenin “Süreç” ana başlığı kapsamında hesaplanan Macro-L değerleri

	Süreç	
Alt Parametreler	$C_{11} = 4$	$W_{11} = 0,030$
	$C_{12} = 4$	$W_{12} = 0,030$
	$C_{13} = 3$	$W_{13} = 0,030$
	$C_{14} = 4$	$W_{14} = 0,030$
	$C_{15} = 3$	$W_{15} = 0,030$
	$C_1 = 0,55$	$W_1 = 0,152$
Ana Parametreler	$C_{1 \max} = 0,76$	Not:Tüm $W_{1i}$ değerleri 0,0304'tür.
	$C_{1 \text{ oran}} = \%72$	

Çizelge 4.4. İşletmenin “Tesis Tasarımı” ana başlığı kapsamında hesaplanan Macro-L değerleri

	Tesis Tasarımı	
Alt Parametreler	$C_{21} = 4$	$W_{21} = 0,022$
	$C_{22} = 3$	$W_{22} = 0,022$
	$C_{23} = 3$	$W_{23} = 0,022$
	$C_{24} = 5$	$W_{24} = 0,022$
	$C_{25} = 4$	$W_{25} = 0,022$
	$C_2 = 0,41$	$W_2 = 0,108$
Ana Parametreler	$C_{2 \max} = 0,54$	Not:Tüm $W_{2i}$ değerleri 0,0216'dır.
	$C_{2 \text{ oran}} = \%76$	

Çizelge 4.5. İşletmenin “Bilişsel Ergonomi” ana başlığı kapsamında hesaplanan Macro-L değerleri

	Bilişsel Ergonomi	
Alt Parametreler	$C_{31} = 5$	$W_{31} = 0,021$
	$C_{32} = 3$	$W_{32} = 0,021$
	$C_{33} = 4$	$W_{33} = 0,021$
	$C_{34} = 5$	$W_{34} = 0,021$
	$C_{35} = 4$	$W_{35} = 0,021$
	$C_3 = 0,43$	$W_3 = 0,103$
Ana Parametreler	$C_{3 \max} = 0,52$	Not:Tüm $W_{3i}$ değerleri 0,0206'dır.
	$C_{3 \text{ oran}} = \%83$	

Çizelge 4.6. İşletmenin “İnsan Hareketleri” ana başlığı kapsamında hesaplanan Macro-L değerleri

	İnsan Hareketleri	
Alt Parametreler	$C_{41} = 2$	$W_{41} = 0,027$
	$C_{42} = 3$	$W_{42} = 0,027$
	$C_{43} = 3$	$W_{43} = 0,027$
	$C_{44} = 3$	$W_{44} = 0,027$
	$C_{45} = 5$	$W_{45} = 0,027$
	$C_4 = 0,43$	$W_4 = 0,133$
Ana Parametreler	$C_{4 \max} = 0,67$	Not:Tüm $W_{4i}$ değerleri 0,0266'dır.
	$C_{4 \text{ oran}} = \%64$	

Çizelge 4.7. İşletmenin “Organizasyonel Yeterlilik” ana başlığı kapsamında hesaplanan Macro-L değerleri

	Organizasyonel Yeterlilik	
Alt Parametreler	$C_{51} = 4$	$W_{51} = 0,034$
	$C_{52} = 4$	$W_{52} = 0,034$
	$C_{53} = 4$	$W_{53} = 0,034$
	$C_{54} = 2$	$W_{54} = 0,034$
	$C_{55} = 4$	$W_{55} = 0,034$
	$C_5 = 0,61$	$W_5 = 0,170$
Ana Parametreler	$C_{5 \max} = 0,85$	
	$C_{5 \text{ oran}} = \%72$	

Çizelge 4.8. İşletmenin “Kurumsal Etki” ana başlığı kapsamında hesaplanan Macro-L değerleri

	Kurumsal Etki	
Alt Parametreler	$C_{61} = 3$	$W_{61} = 0,031$
	$C_{62} = 3$	$W_{62} = 0,031$
	$C_{63} = 4$	$W_{63} = 0,031$
	$C_{64} = 3$	$W_{64} = 0,031$
	$C_{65} = 4$	$W_{65} = 0,031$
	$C_6 = 0,52$	$W_6 = 0,154$
Ana Parametreler	$C_{6 \max} = 0,77$	Not:Tüm $W_{6i}$ değerleri 0,0308'dir.
	$C_{6 \text{ oran}} = \%68$	

Çizelge 4.9. İşletmenin “İş Sağlığı Güvenliği ve Çevre” ana başlığı kapsamında hesaplanan Macro-L değerleri

		İş Sağlığı Güvenliği ve Çevre	
Alt Parametreler	$C_{71} = 4$	$W_{71} = 0,036$	
	$C_{72} = 4$	$W_{72} = 0,036$	
	$C_{73} = 4$	$W_{73} = 0,036$	
	$C_{74} = 4$	$W_{74} = 0,036$	
	$C_{75} = 4$	$W_{75} = 0,036$	
	$C_7 = 0,72$	$W_7 = 0,180$	
Ana Parametreler	$C_{7 \max} = 0,90$		
	$C_{7 \text{ oran}} = \%80$		

Tüm hesaplamalar sonucu elde edilen işletmenin MacroL Skoru aşağıda ifade edilmiştir.

$$\text{MacroL Skoru} = \sum_{i=1}^7 W_i \times C_i$$

$$\text{MacroL Skoru} = 73,33$$

“73,33” değeri Çizelge 3.2’de belirtilen “70-80” değer aralığında yer almaktadır. Bu eşleşmeden hareketle, işletmenin makroergonomik yeterlilik düzeyinin iyi seviyede olduğu değerlendirilmektedir. İşletmede; makroergonomik açıdan aksaklıklar söz konusu olsa da gelişime açık yönler kısa ve orta vadeli aksiyonlarla güçlendirilebilecektir. Gelişimin sürekli olarak devam ettirilmesiyle mükemmel yeterlilik seviyesine doğru ilerlenebilecektir.



## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Makroergonomik organizasyon tasarımı, organizasyona ait çalışma sisteminin işleyişini belirleyerek alt bileşenlerin yapısına uygun optimal ergonomik uyumun sağlanmasını amaçlamaktadır. Uygulanan tasarım çalışmaları neticesinde; etkililik, etkinlik, verimlilik, iş güvenliği, çalışan motivasyonu ve çalışma hayatına ait bir çok fonksiyonun kalitesi arttırılmaktadır. Bu yaklaşımdan hareketle; mikro seviyedeki faaliyetler işletmenin tümüyle entegre edilebilmekte ve sürdürülebilir sistem tasarımları gerçekleştirilmektedir.

İşletmeleri buldukları çevrede bütünsel olarak değerlendirebilen ve sistemlerin makroergonomik yeterlilik düzeyini tespit edebilen bir yöntem ihtiyacı duyulması nedeniyle, tez kapsamında bu ihtiyaçtan hareketle geliştirilen Macro-L Yöntemi'nin değerlendiricilere kolaylık sağlayacağı değerlendirilmektedir.

Macro-L Yöntemi kapsamında saha uygulaması gerçekleştirilen işletme; süreç, tesis tasarımı, bilişsel ergonomi, insan hareketleri, organizasyonel yeterlilik, kurumsal etki ve İSG-Ç kapsamında incelenmiştir. Değerlendirme neticesinde; işletmenin makroergonomik açıdan yeterlilik düzeyinin, iyi seviyede (73,33 / 100,00) olduğu ve kabul edilebilir yeterlilik seviyesinde olduğu değerlendirilmiştir. Alt sistemlere ait kritik ergonomik sorunlar ve önerilen çözümler, otuz beş alt başlık kapsamında detaylı olarak değerlendirilmiştir. Geliştirilen Macro-L Yöntemi, farklı endüstrilerde faaliyet gösteren çeşitli işletmelerin kullanımına sunulmuştur.

Geliştirilen Macro-L Yöntemi'nin, sistem mühendisliği ve makroergonomi kapsamında gerçekleştirilecek gelecek çalışmalara ışık tutacağı değerlendirilmektedir. Gelecek çalışmalarda, tez çalışması kapsamında kullanılan Analitik Hiyerarşi Prosesi Modeli'ne ek olarak; diğer çok kriterli karar verme yöntemlerinin ve bulanık mantığa dayalı yöntemlerin kullanılabilmesi değerlendirilmiştir. Saha çalışmasına istinaden; işletmenin makroergonomik açıdan yeterlilik düzeyi Macro-L Yöntemi'yle değerlendirilmiştir. İyi seviyede yeterlilik düzeyi gösterilmeyen kapsamlar için öneriler sunulmuştur.

1. İşletmede; "Süreç (C<sub>1</sub>)" ana başlığı kapsamında; "Süreç Göstergeleri (C<sub>13</sub>)" alt kapsamı için orta seviyede (3 puan) yeterlilik sağlandığı değerlendirilmiştir. İşletmenin bu kapsamda yeterlilik düzeyini arttırması amacıyla; üç aylık periyotlar halinde hedeflerin revize edilmesi gerektiği belirtilmiştir. Alınan aksiyonların önceden

- belirlenen yapılacaklar listesine uygun şekilde yapılandırılması ve işletme hedeflerinin bireysel hedeflere indirgenmesi önerilmiştir.
2. İşletmede; “Süreç (C<sub>1</sub>)” ana başlığı kapsamında; “Süreç Tasviri (C<sub>15</sub>)” alt kapsamı için orta seviyede (3 puan) yeterlilik sağlandığı değerlendirilmiştir. İşletmenin bu kapsamda yeterlilik düzeyini arttırması amacıyla; süreç sahipleri tarafından mevcut süreçlerin analiz edilmesi önerilmiştir. Tercih önceliği kapsamında, süreç kopukluklarının tespit edilmesi ve katma değeri yüksek olan süreçlerin analiziyle çalışmalara başlanması önerilmiştir. Süreçlerin, kolayca revize edilebilecek yalın bir yapıda dijitalleştirilmesi ve ilgili bölümlerin görev tanımlarına eklenmesi önerilmiştir. Süreç haritalandırma işlemlerinin olgunlaştırılmasıyla; kurumsal süreç yönetimi kapsamında, süreç maliyetlerinin ve sürelerinin ölçülmesi önerilmiştir.
  3. İşletmede “Tesis Tasarımı (C<sub>2</sub>)” ana başlığı kapsamında; “Tesis Tasarımı Faaliyetleri (C<sub>22</sub>)” alt kapsamı için; orta seviyede (3 puan) yeterlilik sağlandığı değerlendirilmiştir. İşletmenin bu kapsamda yeterlilik düzeyini arttırması amacıyla; proses akışına uygun şekilde geriye dönüş hareketlerinin azaltılması önerilmiştir. İşgücü hareketinin ve malzeme taşıma miktarının azaltılması amacıyla hücreler arası esneklik düzeyinin azaltılması ve hücre içi esneklik düzeyinin arttırılması önerilmiştir.
  4. İşletmede; “Tesis Tasarımı (C<sub>2</sub>)” ana başlığı kapsamında; “Tesis Yeri Sürdürülebilirliği (C<sub>23</sub>)” alt kapsamı için orta seviyede (3 puan) yeterlilik sağlandığı değerlendirilmiştir. İşletmenin bu kapsamda yeterlilik düzeyini arttırması amacıyla; uzun vadeli stratejik hedefler kapsamında, tek katlı ve daha geniş çalışma alanına sahip bir fabrikaya taşınması önerilmiştir. Faaliyetlere mevcut tesiste devam edilmesi durumunda; tesisin vinç kullanımına uygun olmaması nedeniyle, yeni endüstriyel taşıyıcı yatırımı gerçekleştirilmesi önerilmiştir.
  5. İşletmede “Bilişsel Ergonomi (C<sub>3</sub>)” ana başlığı kapsamında “Paydaş Uyumu (C<sub>32</sub>)” alt kapsamı için orta seviyede (3 puan) yeterlilik sağlandığı değerlendirilmiştir. İşletmenin bu kapsamda yeterlilik düzeyini arttırması amacıyla; dokunmatik ekranlarda veri giriş yönteminin değiştirilmesi önerilmiştir. Müşterilerle uyumun arttırılması çerçevesinde, kurumsal kaynak planlama programıyla entegre bir bilgi sistemi kurulması önerilmiştir. Bu kapsama ek olarak; mevcut bilgi sistemine, müşteri ilişkileri yönetimi modülünün eklenmesi önerilmiştir.
  6. İşletmede “İnsan Hareketleri (C<sub>4</sub>)” ana başlığı kapsamında “Antropometrik Unsurlar (C<sub>41</sub>)” alt kapsamı için (2 puan) yeterlilik sağlanmadığı değerlendirilmiştir. İşletmenin bu kapsamda yeterlilik düzeyini arttırması amacıyla; yeni tezgah yatırımı

- gerçekleştirmesi gerektiği değerlendirilmiştir. Çapak temizleme ve parlatma süreçlerinde robotik sistemlerin kullanılması önerilmiştir. Kullanılmakta olan mekanik tutucuların ve manyetik tutucuların sayıca artırılması gerektiği değerlendirilmiştir.
7. İşletmede “İnsan Hareketleri (C<sub>4</sub>)” ana başlığı kapsamında “Fizyolojik ve Psikolojik Yüklenme (C<sub>42</sub>)” alt kapsamı için orta seviyede (3 puan) yeterlilik sağlandığı değerlendirilmiştir. İşletmenin bu kapsamda yeterlilik düzeyini artırması amacıyla; ana üretim çizelgesine uyumlu olarak depolama alanları oluşturması gerektiği değerlendirilmiştir. Ara stokların azaltılmasıyla psikolojik yüklenme düzeyinin azalacağı ve çalışan motivasyonunun artacağı değerlendirilmiştir. Sürekli iyileştirme çalışmaları kapsamında; 5S ve yalın üretim çalışmalarının geliştirilmesi önerilmiştir. Aydınlatma kapsamında gerçekleştirilen ortam ölçümlerinin yenilenmesiyle ve montaj bölümüne ait aydınlatma için aksiyon alınmasıyla, zorlanma düzeylerinin azalacağı ve verimliliğin artacağı değerlendirilmiştir.
  8. İşletmede “İnsan Hareketleri (C<sub>4</sub>)” ana başlığı kapsamında “Statik ve Dinamik Unsurlar (C<sub>43</sub>)” alt kapsamı için orta seviyede (3 puan) yeterlilik sağlandığı değerlendirilmiştir. İşletmenin bu kapsamda yeterlilik düzeyini artırması amacıyla; kaldırılacak veya taşınacak yüklerin paketlenmesi sırasında, yük büyüklüklerine ve tutacak yerlerinin yapısına hassasiyet gösterilmesi önerilmiştir. Taşıma işlemleri sırasında azami yük sınırlarına riayet edilmesi ve yüklerin taşınacağı hareket alanında yer alan engellerin kaldırılması önerilmiştir. İnsan gücünden tasarruf sağlanması ve taşıma sırasında yaşanabilecek kaza olasılığının azaltılması amacıyla; işletmenin otomatik taşıma sistemlerine yatırım gerçekleştirmesi önerilmiştir.
  9. İşletmede “İnsan Hareketleri (C<sub>4</sub>)” ana başlığı kapsamında “Postüral Unsurlar (C<sub>44</sub>)” alt kapsamı için orta seviyede (3 puan) yeterlilik sağlandığı değerlendirilmiştir. İşletmenin bu kapsamda yeterlilik düzeyini artırması amacıyla; iş istasyonlarına ait tasarımların çalışanların en az %90’ının vücut ölçülerinin dikkate alınmasıyla gözden geçirilmesi gerektiği belirtilmiştir. İş istasyonlarında sık olarak gerçekleştirilen hareketlere ait hudutlarının ölçülmesi gerektiği ve bu ölçümlerin tasarımlara yansıtılması gerektiği değerlendirilmiştir. Beyaz yaka personelin ağırlıklı olarak masa başında çalışması nedeniyle; ofis ergonomisini ele alan detaylı bir eğitim verilmesi gerektiği değerlendirilmiştir. Ofislerdeki kritik ergonomik problemlerin düzeltilmesi kapsamında yürütülen faaliyetlerin geliştirilmesi gerektiği belirtilmiştir.
  10. İşletmede “Organizasyonel Yeterlilik (C<sub>5</sub>)” ana başlığı kapsamında “Müşterek Katma Değer (C<sub>54</sub>)” alt kapsamı için (2 puan) yeterlilik sağlanmadığı değerlendirilmiştir.

İşletmenin bu kapsamda yeterlilik düzeyini arttırması amacıyla; hammaddeden son ürüne kadar oluşturulan değer zincirinde, sadece finansal karar verme yetkisi bulunan yöneticilerin değil tüm çalışanların katma değer yaratması gerektiği değerlendirilmiştir. Finansman gerektiren fikirler için kapsamlı bir yatırım gerçekleştirilememesi durumunda, pilot uygulamalarla fikirlere ait kısıtlı bir bölümün uygulanabileceği değerlendirilmiştir. Çalışanların sundukları geri dönüşlerin arttırılması amacıyla oluşturulan takdir ve ödüllendirme sisteminin geliştirilmesi gerektiği değerlendirilmiştir. Takım şeklinde sunulan fikirleri esas alan atölye çalışmalarının arttırılması önerilmiştir.

11. İşletmede “Kurumsal Etki (C<sub>6</sub>)” ana başlığı kapsamında “Ana Faaliyet Sürdürülebilirliği (C<sub>61</sub>)” alt kapsamı için orta seviyede (3 puan) yeterlilik sağlandığı değerlendirilmiştir. İşletmenin bu kapsamda yeterlilik düzeyini arttırması amacıyla; yaşanabilecek ekonomik kriz veya olağandışı durumlar için senaryo analizleri üretmesi gerektiği değerlendirilmiştir. Bu kapsamda oyun teorisi ve tahmin yöntemlerinin kullanılabilmesi değerlendirilmiştir. Alternatif tedarikçilerle anlaşarak tedarikçi portföyünün zenginleştirilmesi ve tedarikçi değerlendirmelerinin rasyonelize edilmesi önerilmiştir. Maddi ve maddi olmayan varlıkların sürdürülebilir şekilde işletilebilmesi kapsamında; pazarlama faaliyetlerinin geliştirilmesi ve marka değerine yatırım sağlanması gerektiği belirtilmiştir.
12. İşletmede “Kurumsal Etki (C<sub>6</sub>)” ana başlığı kapsamında “Organizasyonel Uyum ve Hukuki Hazırlık (C<sub>62</sub>)” alt kapsamı için orta seviyede (3 puan) yeterlilik sağlandığı değerlendirilmiştir. İşletmenin bu kapsamda yeterlilik düzeyini arttırması amacıyla; yeni başlayan çalışanlara sunulan oryantasyon programının gözden geçirilmesi gerektiği değerlendirilmiştir. Kapsam, biçim, içerik ve süre olarak yenilenmesi önerilen oryantasyon programının işe alım periyoduyla uyumlu olarak düzenlenmesi gerektiği değerlendirilmiştir. Teknolojik gelişmelerle birlikte hızla değişen güncel mevzuatın çevik şekilde takibi ve hukuki uyum çalışmalarının iyileştirilmesi kapsamında danışmanlık hizmet alınması önerilmiştir.
13. İşletmede “Kurumsal Etki (C<sub>6</sub>)” ana başlığı kapsamında “Entelektüel Sermaye (C<sub>64</sub>)” alt kapsamı için orta seviyede (3 puan) yeterlilik sağlandığı değerlendirilmiştir. İşletmenin bu kapsamda yeterlilik düzeyini arttırması amacıyla; yapısal sermaye kapsamında yürüttüğü geliştirme faaliyetlerini olgunlaştırması ve özgün çalışmalarını tescil ettirmesi gerektiği değerlendirilmiştir. Teknoloji Hazırlık Seviyeleri’ne (TRL) odaklanılarak geliştirme faaliyetlerinin sürdürülmesi önerilmiştir. Müşteri

sermayesinin iyileştirilmesi kapsamında, iş ortaklıklarının geliştirilmesi ve marka değerine yatırım gerçekleştirilmesi önerilmiştir. İşletmenin dış çevresiyle ilişkilerini güçlendirilmesi amacıyla kurumsal iletişim yapısının kurulması gerektiği değerlendirilmiştir.

Macro-L Yöntemi'nin uygulandığı tüm işletmeler için, sürekli iyileştirme düşüncesiyle, değerlendirmenin periyodik olarak (1 yıl, 2 yıl vb.) yenilenmesi önerilmektedir.





## KAYNAKLAR

1. Turhan, E., Özdemir, G. ve Özdemir, Y. (2015). Yeşil ergonomiye genel bakış, *Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 3(3), 559-565.
2. Neşeli, C. (2016). *Ergonomik risk analizi yöntemlerinin karşılaştırılması ve bir kalıp imalat firmasında uygulanması*. Yüksek Lisans Tezi, İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 7-8.
3. Kleiner, B. M. (2008). Macroergonomics: work system analysis and design. *Human Factors*, 50(3), 461-467.
4. Tecim, V. (2004). Sistem yaklaşımı ve soft sistem düşüncesi, *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 19(2), 75-100.
5. İnternet: Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu (2006, 31 Mayıs). *Resmi gazete* (Sayı: 5510). URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.resmigazete.gov.tr%2Feskiler%2F2006%2F06%2F20060616-1.htm&date=2018-12-25>, Son Erişim tarihi: 25.10.2018
6. İntenet: Aile Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.cs.gb.gov.tr%2Fmedia%2F6103%2Fisg03.pdf&date=2018-12-25>, Son Erişim tarihi: 25.10.2018
7. Kaplan, R. S. and Norton, D. P. (2007). *Balanced scorecard*. Wiesbaden: Gabler, 137-148.
8. Saaty, T. (1980). *The analytic hierarchy process*. New York: McGraw-Hill International Book Company.
9. Timor, M. (2011). *Analitik hiyerarşi prosesi*. İstanbul: Türkmen Kitabevi, 46- 49.
10. Vargas, L.G. (1990). An overview of the analytic hierarchy process and its applications. *European Journal of Operations Research*, 48, 2-8.





**EKLER**

## EK-1. Yönetici değerlendirmesinde kullanılan AHP formu

MAKROERGONOMİK DEĞERLENDİRME ÇALIŞMASI - AHP DEĞERLENDİRME FORMU								
								Tarih:
Ad/Soyad:		Lütfen Aşağıda Yer Alan Hücreleri AHP Metodu'na göre Doldurunuz						
Sicil:								
AHP DEĞERLENDİRME FORMU								
		Süreç	Tesis Tasarımı	Bilişsel Ergonomi	İnsan Hareketleri	Organizasyonel Yeterlilik	Kurumsal Etki	İSG-Ç
	.Yönetici	w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7
Süreç	w1							
Tesis Tasarımı	w2							
Bilişsel Ergonomi	w3							
İnsan Hareketleri	w4							
Organizasyonel Yeterlilik	w5							
Kurumsal Etki	w6							
İSG-Ç	w7							

1: Eşit Önemli , 3: Orta Derecede Önemli , 5: Kuvvetli Derecede Önemli 7: Çok Kuvvetli Derecede Önemli 9: Kesin Önemli 2,3,6,8: Ara Değerler



EK-3. AHP Yöntemi kapsamında 1. yöneticiye ait detay tablo

	1.YÖNETİCİ									
	1.Yönetici	w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7		
Süreç	w1	1,00	2,00	1,00	3,00	1,00	1,00	0,50		
Tesis Tasarımı	w2	0,50	1,00	1,00	0,50	0,33	0,50	1,00		
Bilişsel Ergonomi	w3	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,33	0,50		
İnsan Hareketleri	w4	0,33	2,00	1,00	1,00	0,50	0,50	0,33		
Organizasyonel Yeterlilik	w5	1,00	3,00	2,00	2,00	1,00	1,00	0,33		
Kurumsal Etki	w6	1,00	2,00	3,00	2,00	1,00	1,00	0,50		
İSG-Ç	w7	2,00	1,00	2,00	3,00	3,00	2,00	1,00		
	Toplam	6,83	12,00	11,00	12,50	7,33	6,33	4,17		
	Normalizasyon gerçekleştirilmiştir.									
	1.Yönetici	w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7	W Ara Değer	W Son Değer
Süreç	w1	0,15	0,17	0,09	0,24	0,14	0,16	0,12	1,06	0,15
Tesis Tasarımı	w2	0,07	0,08	0,09	0,04	0,05	0,08	0,24	0,65	0,09
Bilişsel Ergonomi	w3	0,15	0,08	0,09	0,08	0,07	0,05	0,12	0,64	0,09
İnsan Hareketleri	w4	0,05	0,17	0,09	0,08	0,07	0,08	0,08	0,61	0,09
Organizasyonel Yeterlilik	w5	0,15	0,25	0,18	0,16	0,14	0,16	0,08	1,11	0,16
Kurumsal Etki	w6	0,15	0,17	0,27	0,16	0,14	0,16	0,12	1,16	0,17
İSG-Ç	w7	0,29	0,08	0,18	0,24	0,41	0,32	0,24	1,76	0,25
	Toplam	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	7,00	1,00

EK-4. AHP Yöntemi kapsamında 2. yöneticiye ait detay tablo

	2.YÖNETİCİ									
	2.Yönetici	w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7		
Süreç	w1	1,00	1,00	1,00	4,00	1,00	1,00	1,00		
Tesis Tasarımı	w2	1,00	1,00	0,50	0,50	0,50	1,00	1,00		
Bilişsel Ergonomi	w3	1,00	2,00	1,00	0,50	0,50	0,50	1,00		
İnsan Hareketleri	w4	0,25	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00		
Organizasyonel Yeterlilik	w5	1,00	2,00	2,00	1,00	1,00	2,00	1,00		
Kurumsal Etki	w6	1,00	1,00	2,00	1,00	0,50	1,00	0,50		
İSG-Ç	w7	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	2,00	1,00		
	Toplam	6,25	10,00	9,50	8,50	5,50	8,50	7,50		
	Normalizasyon gerçekleştirilmiştir.									
	2.Yönetici	w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7	W Ara Değer	W Son Değer
Süreç	w1	0,16	0,10	0,11	0,47	0,18	0,12	0,13	1,27	0,18
Tesis Tasarımı	w2	0,16	0,10	0,05	0,06	0,09	0,12	0,13	0,71	0,10
Bilişsel Ergonomi	w3	0,16	0,20	0,11	0,06	0,09	0,06	0,13	0,81	0,12
İnsan Hareketleri	w4	0,04	0,20	0,21	0,12	0,18	0,12	0,27	1,13	0,16
Organizasyonel Yeterlilik	w5	0,16	0,20	0,21	0,12	0,18	0,24	0,13	1,24	0,18
Kurumsal Etki	w6	0,16	0,10	0,21	0,12	0,09	0,12	0,07	0,86	0,12
İSG-Ç	w7	0,16	0,10	0,11	0,06	0,18	0,24	0,13	0,97	0,14
	Toplam	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	7,00	1,00

EK-5. AHP Yöntemi kapsamında 3. yöneticiye ait detay tablo

	3.YÖNETİCİ									
	3.Yönetici	w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7		
Süreç	w1	1,00	1,00	0,50	1,00	1,00	1,00	0,50		
Tesis Tasarımı	w2	1,00	1,00	2,00	0,50	0,50	1,00	1,00		
Bilişsel Ergonomi	w3	2,00	0,50	1,00	1,00	1,00	0,50	0,50		
İnsan Hareketleri	w4	1,00	2,00	1,00	1,00	4,00	1,00	0,50		
Organizasyonel Yeterlilik	w5	1,00	2,00	1,00	0,25	1,00	3,00	1,00		
Kurumsal Etki	w6	1,00	1,00	2,00	1,00	0,33	1,00	1,00		
İSG-Ç	w7	2,00	1,00	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00		
	Toplam	9,00	8,50	9,50	6,75	8,83	8,50	5,50		
	Normalizasyon gerçekleştirilmiştir.									
	3.Yönetici	w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7	W Ara Değer	W Son Değer
Süreç	w1	0,11	0,12	0,05	0,15	0,11	0,12	0,09	0,75	0,11
Tesis Tasarımı	w2	0,11	0,12	0,21	0,07	0,06	0,12	0,18	0,87	0,12
Bilişsel Ergonomi	w3	0,22	0,06	0,11	0,15	0,11	0,06	0,09	0,80	0,11
İnsan Hareketleri	w4	0,11	0,24	0,11	0,15	0,45	0,12	0,09	1,26	0,18
Organizasyonel Yeterlilik	w5	0,11	0,24	0,11	0,04	0,11	0,35	0,18	1,14	0,16
Kurumsal Etki	w6	0,11	0,12	0,21	0,15	0,04	0,12	0,18	0,92	0,13
İSG-Ç	w7	0,22	0,12	0,21	0,30	0,11	0,12	0,18	1,26	0,18
	Toplam	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	7,00	1,00

EK-6. AHP Yöntemi kapsamında 4. yöneticiye ait detay tablo

	4.YÖNETİCİ									
	4.Yönetici	w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7		
Süreç	w1	1,00	0,50	0,50	4,00	1,00	1,00	0,50		
Tesis Tasarımı	w2	2,00	1,00	1,00	0,50	1,00	1,00	0,50		
Bilişsel Ergonomi	w3	2,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,33	0,50		
İnsan Hareketleri	w4	0,25	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
Organizasyonel Yeterlilik	w5	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
Kurumsal Etki	w6	1,00	1,00	3,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
İSG-Ç	w7	2,00	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
	Toplam	9,25	8,50	10,50	9,50	6,50	6,33	5,50		
	Normalizasyon gerçekleştirilmiştir.									
	4.Yönetici	w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7	W Ara Değer	W Son Değer
Süreç	w1	0,11	0,06	0,05	0,42	0,15	0,16	0,09	1,04	0,15
Tesis Tasarımı	w2	0,22	0,12	0,10	0,05	0,15	0,16	0,09	0,88	0,13
Bilişsel Ergonomi	w3	0,22	0,12	0,10	0,11	0,08	0,05	0,09	0,75	0,11
İnsan Hareketleri	w4	0,03	0,24	0,10	0,11	0,15	0,16	0,18	0,96	0,14
Organizasyonel Yeterlilik	w5	0,11	0,12	0,19	0,11	0,15	0,16	0,18	1,02	0,15
Kurumsal Etki	w6	0,11	0,12	0,29	0,11	0,15	0,16	0,18	1,11	0,16
İSG-Ç	w7	0,22	0,24	0,19	0,11	0,15	0,16	0,18	1,24	0,18
	Toplam	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	7,00	1,00

EK-7. AHP Yöntemi kapsamında 5. yöneticiye ait detay tablo

	5.YÖNETİCİ									
	5.Yönetici	w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7		
Süreç	w1	0,50	0,50	2,00	4,00	1,00	0,33	2,00		
Tesis Tasarımı	w2	2,00	1,00	0,50	1,00	0,50	0,50	0,50		
Bilişsel Ergonomi	w3	0,50	2,00	1,00	1,00	0,50	0,33	0,50		
İnsan Hareketleri	w4	0,25	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50		
Organizasyonel Yeterlilik	w5	1,00	2,00	2,00	1,00	2,00	2,00	1,00		
Kurumsal Etki	w6	3,00	2,00	3,00	1,00	0,50	1,00	1,00		
İSG-Ç	w7	0,50	2,00	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00		
	Toplam	7,75	10,50	11,50	11,00	6,50	6,17	6,50		
	Normalizasyon gerçekleştirilmiştir.									
	5.Yönetici	w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7	W Ara Değer	W Son Değer
Süreç	w1	0,06	0,05	0,17	0,36	0,15	0,05	0,31	1,17	0,17
Tesis Tasarımı	w2	0,26	0,10	0,04	0,09	0,08	0,08	0,08	0,72	0,10
Bilişsel Ergonomi	w3	0,06	0,19	0,09	0,09	0,08	0,05	0,08	0,64	0,09
İnsan Hareketleri	w4	0,03	0,10	0,09	0,09	0,15	0,16	0,08	0,70	0,10
Organizasyonel Yeterlilik	w5	0,13	0,19	0,17	0,09	0,31	0,32	0,15	1,37	0,20
Kurumsal Etki	w6	0,39	0,19	0,26	0,09	0,08	0,16	0,15	1,32	0,19
İSG-Ç	w7	0,06	0,19	0,17	0,18	0,15	0,16	0,15	1,08	0,15
	Toplam	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	7,00	1,00

EK-8. İşletmenin sahip olduğu ISO 9001 belgesi



**C E R T I F I C A T E**

Sertifika No. **18-Q-0820005-TIC**

BU SERTİFİKA İLE AŞAĞIDAKİ KURULUŞ TARAFINDAN UYGULANMAKTA OLAN  
KALİTE YÖNETİM SİSTEMİNİN

**Birdağ Makina Sanayi Otomotiv  
Elektronik İthalat İhracat Tic.Ltd.Şti.**

ivedik Organize Sanayi Sitesi Ağaç Metal Koop. 1436. Sok. No: 36  
Ostim, Yenimahalle, Ankara, Türkiye

AŞAĞIDAKİ STANDARTIN ŞARTLARINA UYGUNLUĞU BELGELENDİRİLMİŞTİR

**ISO 9001:2015**

SERTİFİKANTIN GEÇERLİ OLDUĞU KAPSAM

**Her çeşit sanayi için makine kalıpları, aparatlar ve yedek  
parça imalatı; CNC işleme, kaynak ve sac metal işleri**

BİR DENETİM GERÇEKLEŞTİRİLMİŞTİR, RAPOR No. RC-0318-Q-TIC-MS-0820005-18

Bitiş tarihi **20.03.2021**



MEMBER OF MULTILATERAL  
**IAF**  
RECOGNITION ARRANGEMENT



**DAkKS**  
Deutsche  
Akkreditierungsstelle  
D-ZM-16012-01-00



Bonn, 21.03.2018



Eng. K. Lindenblatt

TÜV INTERCERT Certification Body

TÜV INTERCERT GmbH – Group of TÜV Saarland – · Am Bonner Bogen 2 · 53227 Bonn GERMANY  
www.tuv-intercert.org

## EK-9. İşletmenin sigorta poliçesini yenilediğini ifade eden belge

**İLGİLİ MAKAMA**

03.09.2018

**Konu:** Sigorta Bilgilendirmesi

Firmamız, Birdağ Makine Otomotiv Elektronik İthalat İhracat San.Tic.Ltd.Şti. , işyeri sigortasını her yıl düzenli olarak yaptırmaktadır.

Bilgilerinize arz/rica edilir.

SABRİ DAĞ

GENEL MÜDÜR  
BIRDAĞ MAKİNA SAN.OTOM.  
ELEKT.İTH. İHR. TIC.LTD. ŞTİ.  
Ostim Mahallesi / Sokak No: 8  
Yenişehir / ANKARA  
Tel. (0312) 394 43 48 Faks (0312) 394 43 49  
OSTİM V.D. 177 034 8242



## EK-10. Çalışma kapsamında işletmeden temin edilen izin yazısı

İLGİLİ MAKAMA

04.08.2017

**Konu:** Tesis İçi Çalışma İzni

Sn.Yiğit Çağlar'a, talebine istinaden, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde yürütmekte olduğu yüksek lisans tez çalışması kapsamında, 07.08.2017 tarihinden itibaren tesisimizde iki yıl süreyle çalışma yürütme izni verilmiştir. Bilgilerinize arz/rica edilir.

SABRİ DAĞ

GENEL MÜDÜR  
BİRDAĞ MAKİNA SAN.OTOM.  
ELEKTRİK İHRAC.LTD. STİ.  
Ostim Mahallesi 1124 Sokak No: 8  
Yenimahalle / ANKARA  
Tel: (0312) 394 43 48 Fax: (0312) 394 43 49  
OSTİM V.D. 107 054 8242

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : Çağlar, Yiğit  
 Uyruğu : T.C.  
 Doğum tarihi ve yeri : 06/06/1993 Altındağ  
 Medeni hali : Bekar  
 Telefon : 03122870783  
 e-mail : yigit.caglar@yahoo.com



### Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi/ Kazaların Çevresel Teknik Araştırması	2019
Yüksek lisans	Yıldız Teknik Üniversitesi/ İşletme Yönetimi (MBA)	2018
Lisans	Gazi Üniversitesi/ Endüstri Mühendisliği	2016
Lise	Çankaya Ömer Seyfettin Lisesi	2011

### İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2018-Halen	Gizli Firma	Endüstri Mühendisi
2017- 2018	Rönesans Holding	Endüstri Mühendisi
2017- 2017	Pfizer	Endüstri Mühendisi

### Yabancı Dil

İngilizce

### Yayımlar

Çağlar, Y., Gürol, Y. (2018). Performans ve maaş & yan haklar yönetimi alanında yeni bir yaklaşım: HR-TRK Yöntemi. *Atlas International Referred Journal on Social Sciences*, 4 (8), 267-273.

Çağlar, Y., Gürol, Y. (2018). Performans yönetiminde yeni bir yaklaşım: Omni-Scorecard. *Atlas International Referred Journal on Social Sciences*, 4(9), 310-318.

Çağlar, Y., Kurt, M. (2018). *EP-3 nöropatik ağrıda sistem mühendisliği yaklaşımıyla ideal yoğun bakım sisteminin tasarlanması ve kazalara proaktif öneriler sunulması*. 15. Nöropatik Ağrı Sempozyumundan sunuldu, Kıbrıs.

Çağlar, Y., Kurt, M. (2017, Aralık). EP-45 makroergonomik açıdan sistem mühendisliği ve sistemde kazalara yol açabilecek kritik ergonomik sorunların nöroyoğun bakım ünitesi örneğinde incelenmesi. TND Nöromusküler Hastalıklar Kongresinde sunuldu, Çeşme.

### **Hobiler**

Buz Hokeyi, Doğa Yürüyüşü, Tiyatro





*GAZİ GELECEKTİR..*