
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Gazi
1926

# METAL SEKTÖRÜNDE YER ALAN BİR İŞLETME İÇİN ÇOK KRİTERLİ RİSK ANALİZİ

**Safinaz Esra ÇİFTÇİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**
**ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ**
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HAZİRAN 2019**

Safinaz Esra ÇİFTÇİ tarafından hazırlanan "METAL SEKTÖRÜNDE YER ALAN BİR İŞLETME İÇİN ÇOK KRİTERLİ RİSK ANALİZİ" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

**Danışman:** Doç. Dr. Feyzan ARIKAN

Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

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

**Başkan:** Prof. Dr. Mehmet KABAK

Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

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

**Üye:** Dr. Öğr. Üyesi Haluk AYGÜNEŞ

Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Çankaya Üniversitesi

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

Tez Savunma Tarihi: 20/06/2019

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 çalışmasında;

- 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 çalışmasında 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.

Safinaz Esra ÇİFTÇİ

20/06/2019

METAL SEKTÖRÜNDE YER ALAN BİR İŞLETME İÇİN
ÇOK KRİTERLİ RİSK ANALİZİ
(Yüksek Lisans Tezi)

Safinaz Esra ÇİFTÇİ

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Haziran 2019

## ÖZET

İşyerlerinde çalışma koşullarından kaynaklanan fiziksel, kimyasal, ergonomik ve benzeri çok sayıdaki tehlike unsurları iş kazaları ve meslek hastalıklarına neden olmaktadır. Çalışanların çalışma ortamındaki olumsuz şartlardan ve meslek hastalıklarından korunması, üretimin devamlılığının sağlanması ve verimliliğinin arttırılması amacıyla son yıllarda iş sağlığı ve güvenliği kavramı artan bir önem kazanmıştır. Ülkemizde 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununun 2012 yılında yürürlüğe girmesiyle, işyerlerine risk değerlendirmesi yapma zorunluluğu getirilmiştir. Risk değerlendirme süreci tehlikelerin tanımlanması ve risklerin analiz edilmesi ile başlamaktadır. Bu çalışmada, metal sektöründe faaliyet gösteren bir işyerinde iş kazası ve meslek hastalığına neden olabilecek tehlikelerin önceliklendirilmesi ve önlem alma konusunda atölye sırasının belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu hedef doğrultusunda Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden DEMATEL (The Desicion Making Trial and Evaluation Laboratory Technique) ile tehlike etmenleri arasındaki ilişkiler belirlenmiştir. Daha sonra Analitik Ağ Süreci (AAS) ile tehlike etmenlerinin göreli önem dereceleri belirlenmiştir. Elde edilen önem dereceleri TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) yönteminde kriter ağırlıkları olarak değerlendirilmiş ve risk kontrol önlemleri alınırken işyerindeki atölyelerin hangi sıra ile ele alınması gerektiği konusunda öneride bulunulmuştur. Çalışma iş sağlığı ve güvenliği alanında risk değerlendirme çalışmaları içerisinde, metal sektöründe üç yöntemi bütünleşik kullanarak risk analizi yapan bir çalışma olması bakımından literatüre katkı sağlamaktadır.

Bilim Kodu : 90602
Anahtar Kelimeler : Risk değerlendirme, AAS, DEMATEL, TOPSIS
Sayfa Adedi : 123
Danışman : Doç. Dr. Feyzan ARIKAN

MULTIPLE CRITERIA RISK ANALYSIS FOR A PLANT IN METAL INDUSTRY
(M. Sc. Thesis)

Safinaz Esra ÇİFTÇİ

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

June 2019

## ABSTRACT

Occupational accidents and diseases are caused by physical, chemical, ergonomic and such kind of working conditions at workplaces. Nowadays, to ensure the continuity of production and to increase the business efficiency, the occupational health and safety has gained increasing significance in order to protect the employees from adverse conditions and occupational diseases in the working environment. By the Occupational Health and Safety Law which was enacted in 2012, risk assessment became an obligation for the workplaces in our country. The risk assessment process begins with the hazard identification and the analysis of risks. In this study, it is aimed the hazards prioritization that may cause occupational accidents and occupational diseases and to determine the precedence order of the workshops while taking precautions to minimize the risks in a workplace operating in the metal industry. For this purpose, the relationships between the hazard factors is determined by DEMATEL (The Desicion Making Trial and Evaluation Laboratory Technique) which is one of the Multi Criteria Decision Making (MCDM) methods. After, the relative importance of the hazard factors is determined by the Analytical Network Process (ANP). This relative importance of each factor is utilized as a weight of each criterion in TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) and it is suggested a precedence order for the workshops in the workplace during the risk control stage. This study contributes to the literature in terms of occupational health and safety in the field of risk assessment studies, as the a study that performs risk analysis by integrating the three methods mentioned for a plant in the metal industry.

| | | |
|---|---|---|
| Science Code | : | 90602 |
| Key Words | : | Risk assessment, AAS, DEMATEL, TOPSIS |
| Page Number | : | 123 |
| Supervisor | : | Assoc. Prof. Dr. Feyzan ARIKAN |

# TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca manevi desteğini ve bilgi birikimi esirgemeyip yardım ve katkıları ile beni yönlendiren değerli hocam Doç. Dr. Feyzan ARIKAN'a, tecrübelerini ve önerilerini benimle paylaşarak tezime katkı sağlayan iş arkadaşlarıma, uygulama yaptığım işyerinde görevli iş güvenliği uzmanına ve hayatım boyunca benden desteklerini esirgemeyen ve bana her zaman güvenen aileme teşekkürü borç bilirim.

# İÇİNDEKİLER

**Sayfa**

ÖZET ..... iv

ABSTRACT ..... v

TEŞEKKÜR ..... vi

İÇİNDEKİLER ..... vii

ÇİZELGELERİN LİSTESİ ..... x

ŞEKİLLERİN LİSTESİ ..... xi

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... xii

1. GİRİŞ ..... 1

2. TEMEL KAVRAMLAR ..... 3

2.1. İş Sağlığı ve Güvenliği ile İlgili Temel Kavramlar ..... 3

2.1.1. İş kazası ve meslek hastalığı kavramları ..... 4

2.1.2. Tehlike ve risk kavramları ..... 4

2.2. Risk Değerlendirmesi ile İlgili Temel Kavramlar ..... 5

2.2.1. Risk değerlendirme süreci ..... 6

2.2.2. Risk değerlendirmesi yöntemleri ..... 9

2.3. Çok Kriterli Karar Verme ile İlgili Temel Kavramlar ..... 12

2.3.1. Çok kriterli karar verme yöntemlerinin sınıflandırılması ..... 14

2.3.2. DEMATEL yöntemi ..... 17

2.3.3. Analitik Ağ Süreci ..... 20

2.3.4. TOPSIS yöntemi ..... 26

3. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI ..... 31

3.1. İş Sağlığı ve Güvenliği Alanında Risk Değerlendirme Çalışmaları ..... 31

3.2. DEMATEL, AAS ve TOPSIS Yöntemlerinin Beraber Kullanıldığı Risk ile İlgili Çalışmalar ..... 33

**Sayfa**

4. SİSTEMİN TANITIMI VE PROBLEM TANIMI ..... 37
4.1. Metal Sektörünün İş Sağlığı ve Güvenliği Alanındaki Konumu ..... 37
4.2. Metal Sektöründe İş Sağlığı ve Güvenliği Alanında Risk Etmenleri ..... 38
4.2.1. Fiziksel etmenler ..... 39
4.2.2. Kimyasal etmenler ..... 40
4.2.3. Ergonomik etmenler ..... 41
4.2.4. Psikososyal etmenler ..... 41
4.3. İşyeri Hakkında Bilgiler ..... 42
4.4. Problemin Tanımı ..... 43
5. UYGULAMA ..... 45
5.1. Kriter ve Alternatiflerin Belirlenmesi ..... 45
5.2. DEMATEL Yöntemi ile Kriterler Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi ..... 51
5.3. AAS Yöntemi ile Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi ..... 60
5.4. TOPSIS Yöntemi ile Alternatiflerin Seçimi ..... 64
5.5. Mevcut Risk Değerlendirmesi Çalışması ile Farklar ..... 69
6. SONUÇLAR ..... 71
KAYNAKLAR ..... 75
EKLER ..... 81
EK-1. Direk ilişki matrisi ..... 82
EK-2. Normalleştirilmiş direk ilişki matrisi ..... 84
EK-3. Toplam ilişki matrisi ..... 86
EK-4. Toplam ilişki matrisinde eşik değeri geçen hücreler ..... 88
EK-5. Kriterler arası ilişkilerin şematik gösterimi ..... 90
EK-6. Uygulamada kullanılan anket formu ..... 91

**Sayfa**

EK-7. Super Desicion programında kriterlerin karşılaştırma sonuçları..... 101

EK-8. Ağırlıklandırılmamış süpermatris ..... 116

EK-9. Ağırlıklandırılmış süpermatris ..... 118

EK-10. Limit matris..... 120

EK-11. TOPSIS yönteminde kullanılan anket..... 122

ÖZGEÇMİŞ..... 123

# ÇİZELGELERİN LİSTESİ

**Çizelge** **Sayfa**

Çizelge 2.1. Metotların kıyaslaması ..... 14

Çizelge 2.2. DEMATEL metodu ikili karşılaştırma skalası ..... 18

Çizelge 2.3. İkili karşılaştırmalarda kullanılan önem skalası ..... 23

Çizelge 2.4. Rassal tutarlılık indeksi değerleri ..... 24

Çizelge 3.1. DEMATEL, AAS ve TOPSIS yöntemlerinin beraber kullanıldığı çalışmalar ..... 35

Çizelge 4.1. Metal sektöründe yıllar itibariyle iş sağlığı ve güvenliği istatistikleri..... 37

Çizelge 5.1. Uygulama kapsamında işyerinde belirlenen kriterler ..... 47

Çizelge 5.2. Gönderici ve alıcı gruplarının hesaplanması..... 52

Çizelge 5.3. Kriterlere ilişkin etki değerlendirmesi ..... 56

Çizelge 5.4. Kriter ağırlıkları ..... 62

Çizelge 5.5. Karar matrisi ..... 66

Çizelge 5.6. Standart karar matrisi..... 66

Çizelge 5.7. Ağırlıklı standart karar matrisi..... 66

Çizelge 5.8. İdeal uzaklıkların hesaplanması..... 68

Çizelge 5.9. Negatif ideal uzaklıkların hesaplanması ..... 68

Çizelge 5.10. İdeal çözüme göreli yakınlığa ilişkin sonuçlar ..... 69

# ŞEKİLLERİN LİSTESİ

**Şekil** **Sayfa**

Şekil 2.1. ISO 31010'da yer alan risk değerlendirme teknikleri ..... 11

Şekil 2.2. ÇKKV yöntemlerinin sınıflaması ..... 13

Şekil 2.3. ÇNKV yöntemlerinin sınıflandırılması ..... 16

Şekil 2.4. Kriterler arası hiyerarşi ve ağ yapısı ..... 20

Şekil 2.5. Standart bir süpermatris örneği ..... 25

Şekil 5.1. Çalışmanın akış şeması ..... 46

Şekil 5.2. Kriter etki yönleri ..... 54

Şekil 5.3. Etki yönlü graf diyagramı ..... 55

Şekil 5.4. Kriterlerin önem derecelerinin sıralanması ..... 64

# SİMGELER VE KISALTMALAR

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

| **Simgeler** | **Açıklamalar** |
|---|---|
| **$\lambda_{max}$** | En büyük öz değer |
| **$w_i$** | Kriter ağırlıkları |
| **db** | Desibel |

| **Kısaltmalar** | **Açıklamalar** |
|---|---|
| **AAS** | Analitik Ağ Süreci |
| **AHS** | Analitik Hiyerarşi Süreci |
| **ÇAKV** | Çok Amaçlı Karar Verme |
| **ÇKKV** | Çok Kriterli Karar Verme |
| **ÇNKV** | Çok Nitelikli Karar Verme |
| **ÇSGB** | Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı |
| **DEMATEL** | The Desicion Making Trial and Evaluation Lab. |
| **KKD** | Kişisel Koruyucu Donanım |
| **SGK** | Sosyal Güvenlik Kurumu |
| **TOPSIS** | Technique for Order of Preferen.by Simil.to Ideal Sol. |

# 1. GİRİŞ

Günümüzde sanayileşmenin artması ile birlikte teknolojide yaşanan gelişmeler, üretim yöntemlerindeki değişiklikler, üretimin ve rekabetin artması işyerlerinde çalışanların sağlığına ve güvenliğine yönelik tehlikelerin artmasına neden olmaktadır. İşyerlerinde çalışma koşullarından kaynaklanan fiziksel, kimyasal, ergonomik ve benzeri çok sayıdaki tehlike unsurları; iş kazaları ve meslek hastalıklarına neden olmanın yanı sıra çalışanların ölümüyle sonuçlanan vakalara da sebep olabilmektedir. Bu nedenle, çalışanların çalışma ortamındaki olumsuz şartlardan ve meslek hastalıklarından korunması, üretimin devamlılığının sağlanması ve verimliliğinin arttırılması amacıyla son yıllarda iş sağlığı ve güvenliği kavramının önemi artmaktadır.

İşyerlerinde çalışanların sağlık ve güvenlik şartlarının iyileştirilmesini sağlamak amacıyla önem kazanan iş sağlığı ve güvenliği çalışmalarının; gerek yasal düzenlemeler ve yaptırımlarla gerekse toplum beklentileri ve işyeri ihtiyaçları nedeniyle işyerlerinde yönetim süreçlerinin bir parçası haline geldiği görülmektedir.

Ülkemizde 20.06.2012 tarihli ve 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununun yürürlüğe girmesi ile işyerlerinin en önemli görev ve sorumlulukları; çalışanlarına sağlıklı ve güvenli bir çalışma ortamı sunma, işten kaynaklanan risklere karşı çalışanlarını koruma, riskleri bertaraf etme veya oluşmaması için gerekli önlemleri alma şeklindedir.

Risk değerlendirme süreci işyerinde iş kazası ve meslek hastalığına neden olabilecek tehlikelerin belirlenmesi ve tanımı ile başlayarak, işyerinde yürütülen faaliyetler için risk analizi ve önceliklendirme, risk kontrol önlemlerini alma, uygulama ve izleme-gözden geçirme adımlarından oluşur. Literatürde birbirinden farklı özelliklere sahip nitel, nicel ve hibrit risk değerlendirme yöntemleri kullanılmaktadır. Risk değerlendirme sürecinin temel bileşenlerinden biri olan riskin analizinde, geleneksel olarak risk derecesi genellikle şiddet (Ş) ve olasılık (O) olarak tanımlanan iki parametrenin çarpımıyla elde edilir. Oysa gerçek yaşamda yapılan tahminlerin uzmanların tecrübesine ve bakış açısına göre değişebildiği görülmektedir (Ersoy, Çelik, Yeşilkaya ve Çolak, 2017). Dahası, tehlikelerin karşılıklı bağlılıklarının gözardı edilmesi geleneksel yaklaşımların dezavantajlarından biridir (Moath ve ark., 2019). Risk değerlendirmesi çalışmalarında bu farklılıklardan kaynaklanabilecek hataları en aza indirebilmek ve birden fazla faktörü bir arada değerlendirerek grup kararı

verilebilmek için son yıllarda yapılan çalışmalarda Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yaklaşımlarının kullanımının arttığı görülmektedir. ÇKKV yöntemlerinin geleneksel nitel ve nicel risk değerlendirme yöntemlerine entegre edilmesi ile risk değerlendirmesine yeni bir bakış açısı getirilmiştir. ÇKKV, farklı kriterlere göre değişken alternatifler arasından karar verici için en uygun olanın belirlenmesini sağlamak adına kullanılan matematiksel yöntemlerdir (Gül ve Ak, 2018).

Metal sektörü gerek dünyada gerekse ülkemizde iş kazası ve meslek hastalıkları açısından en riskli sektörlerin başında gelmektedir. Ülkemizde metal sektöründe üretim kapasitesinin artmasıyla sektörde çalışan istihdamı da artmıştır. Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) İstatistik Yıllıkları incelendiğinde sektördeki işyeri sayısı ve çalışan sayısı artışıyla beraber iş kazası ve meslek hastalığı sayısının da arttığı görülmektedir. Bu durum sektörü iş sağlığı ve güvenliği açısından önemli hale getirmektedir.

Bu çalışmada, metal sektöründe faaliyet gösteren bir işyerinde iş kazası ve meslek hastalığına neden olabilecek tehlikelerin önceliklendirilmesi ve kontrol önlemleri alınırken atölye sırasının belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda; ilk aşamada, işyerinde 5 kişilik risk değerlendirme ekibi tarafından iş kazası ve meslek hastalığına neden olabilecek kriterler belirlenmiştir. Kriterler arasındaki ilişkilerin varlığı DEMATEL yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir. Kriter ağırlıklarının belirlenmesi için Analitik Ağ Süreci (AAS) yönteminden faydalanılarak işyerindeki risk etmenleri/tehlikeler için göreli önem dereceleri bulunmuştur. Son aşamada ise bu kriterler ve ağırlıkları dikkate alınarak işyerinde atölyelerin riske göre sıralaması TOPSIS yöntemi ile yapılmıştır.

Tez çalışmasının ikinci bölümünde temel kavramlara yer verilmiştir. Bu bölümde iş sağlığı ve güvenliğine dair temel kavramlar ile risk değerlendirmesi süreci anlatılmıştır. Daha sonra ÇKKV yaklaşımı ile çalışmada kullanılan yöntemlerin adımlarına değinilmiştir. Üçüncü bölümde literatür araştırması ile çalışmanın yapılmış çalışmalar içerisindeki yerine değinilmiştir.

Çalışmanın dördüncü bölümünde metal sektörü ve uygulamanın yapıldığı işyeri hakkında bilgiler verilerek problem tanımlanmıştır. Beşinci bölümde uygulama çalışmasına yer verilmiştir. Çalışmanın altıncı ve son bölümünde çözümler ve analizlere ilişkin sonuçlar değerlendirilerek önerilerde bulunulmuştur.

# 2. TEMEL KAVRAMLAR

## 2.1. İş Sağlığı ve Güvenliği ile İlgili Temel Kavramlar

Dünyada ve ülkemizde son yıllarda giderek artan teknolojik gelişmeler ve sanayileşme ile birlikte işyerlerindeki en önemli konulardan biri çalışanların sağlığının ve güvenliğinin iyileştirilmesidir.

Çalışma hayatında çalışanların sağlık ve güvenliklerinin sağlanması, işletmelerde iş kazalarının ve meslek hastalıklarının meydana gelmesinin önlenmesi, bireylerin sağlık ve güvenliklerinin geliştirilerek iş uyumları ve verimliliklerinin arttırılmasını amaçlayan iş sağlığı ve güvenliği alanı; çok disiplinli ve geniş bir daldır. Bilimsel ve sistematik bir yaklaşım olan iş sağlığı ve güvenliği gittikçe önemi artan bir bilim dalı olarak karşımıza çıkmaktadır (Polat, 2016).

İş sağlığı ve güvenliği çalışmalarının temel amacı işyerlerinde iş kazası ve meslek hastalıklarını önleyerek çalışanlar için sağlıklı ve güvenli çalışma ortamı sağlamaktır. OHSAS 18001 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemleri Standardında iş sağlığı ve güvenliğinin tanımı; iş yerindeki çalışanların, ziyaretçilerin ve çalışma alanındaki diğer insanların sağlık ve güvenliğini etkileyen veya etkilemesi mümkün olan şartlar ve faktörlerdir (Polat, 2016).

Ülkemizde yürürlüğe giren 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ve alt düzenlemeler ile birlikte iş sağlığı ve güvenliği alanında önemli bir adım atılarak işyerlerinde iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması ve mevcut sağlık ve güvenlik şartlarının iyileştirilmesi amaçlanmaktadır. Bu Kanun; kamu ve özel sektöre ait bütün işlere ve işyerlerine, bu işyerlerinin işverenleri ile işveren vekillerine, çırak ve stajyerler de dahil olmak üzere tüm çalışanlarına faaliyet konularına bakılmaksızın uygulanmaktadır. Çalışanların işle ilgili sağlık ve güvenliğini sağlamak amacıyla söz konusu Kanun ile işverenlere, birtakım yükümlükler getirilmiştir. Bu yükümlülükler arasında işyerlerinde risk değerlendirmesinin yapılması, çalışanlara iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin verilmesi, çalışanların işe başlamadan önce sağlık gözetime tabi tutulması yer almaktadır. İşverenler bu yükümlülüklerini işyeri tehlike sınıfı ve çalışan sayısını dikkate alarak yerine getirmek

zorundadır. Tehlike sınıfı; iş sağlığı ve güvenliği açısından, yapılan işin özelliği, işin her safhasında kullanılan veya ortaya çıkan maddeler, iş ekipmanı, üretim yöntem ve şekilleri, çalışma ortam ve şartları ile ilgili diğer hususlar dikkate alınarak işyeri için belirlenen tehlike grubudur (www.mevzuat.gov.tr).

### 2.1.1. İş kazası ve meslek hastalığı kavramları

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununda iş kazası; işyerinde veya işin yürütümü nedeniyle meydana gelen, ölüme sebebiyet veren veya vücut bütünlüğünü ruhen ya da bedenen özre uğratan olay olarak tanımlanmıştır. Meslek hastalığı ise mesleki risklere maruziyet sonucu ortaya çıkan hastalıklardır (www.mevzuat.gov.tr).

### 2.1.2. Tehlike ve risk kavramları

Tehlike ve risk; farklı anlamlara sahip olan kavramlardır. Tehlike kavramında potansiyel bir durum mevcuttur; sonucun kaza ve yaralanma olarak ortaya çıkması bir ihtimaldir. Risk kavramında ise tehlike ortaya çıkarsa gerçekleşecek fiili sonuç söz konusudur.

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ile alt düzenlemelerinde tehlike kavramının; işyerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek, çalışanı veya işyerini etkileyebilecek zarar veya hasar verme potansiyeli şeklinde tanımlandığı görülmektedir. Risk ise tehlikeden kaynaklanacak kayıp, yaralanma ya da başka zararlı sonuç meydana gelme ihtimali olarak ifade edilmektedir (Özkılıç, 2014).

Tehlike kavramı, OHSAS 18001 standardında insanların yaralanması veya sağlığının bozulması veya bunların birlikte gerçekleşmesine sebep olabilecek kaynak, durum veya işlem şeklinde tanımlanmaktadır. Bu standartta risk ise tehlikeli bir olayın veya maruz kalma durumunun meydana gelme olasılığı ile olay veya maruz kalma durumunun yol açabileceği yaralanma veya sağlık bozulmasının ciddiyet derecesinin birleşimi anlamına gelmektedir (Özkılıç, 2005).

## 2.2. Risk Değerlendirmesi ile İlgili Temel Kavramlar

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununa göre risk değerlendirmesi; işyerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek tehlikelerin belirlenmesi, bu tehlikelerin riske dönüşmesine yol açan faktörler ile tehlikelerden kaynaklanan risklerin analiz edilerek derecelendirilmesi ve kontrol tedbirlerinin kararlaştırılması amacıyla yapılması gerekli çalışmaları ifade etmektedir. OHSAS 18001 standardında ise tehlikelerden kaynaklanan riskin büyüklüğünü tahmin etmek ve mevcut kontrollerin yeterliliğini dikkate alarak riskin kabul edilebilir olup olmadığına karar vermek için kullanılan süreçtir (Polat, 2016).

6331 sayılı Kanunun alt düzenlemelerinden olan İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirme Yönetmeliği, işyerlerinde iş sağlığı ve güvenliği yönünden yapılacak risk değerlendirmesinin usul ve esaslarını düzenlemek amacıyla yürürlüğe girmiştir. Bu Yönetmelikte tehlike ve risk kavramlarına ilave olarak kabul edilebilir risk seviyesinin tanımına da yer verilmiştir. Kabul edilebilir risk; yasal yükümlülüklere ve işyerinin önleme politikasına uygun, kayıp veya yaralanma oluşturmayacak risk seviyesi anlamına gelmektedir. İlgili Yönetmeliğe göre riskin tamamen bertaraf edilmesi, bu mümkün değil ise riskin kabul edilebilir seviyeye indirilmesi gerekmektedir (www.mevzuat.gov.tr).

İşyerlerinde risk değerlendirme çalışmalarının amacı iş kazaları veya meslek hastalıkları sonucunda yaralanma ve zararın ortaya çıkmasını engellemek için riskin büyüklüğü ile alınacak önlemleri belirlemektir (Polat, 2016). Etkili bir risk değerlendirme çalışması için risk değerlendirme çalışmalarının organizasyonun her aşamasına yayılarak yönetimin bir parçası haline gelmesi gerektiği belirtilmektedir. İşyerlerinde üst yönetimin desteği ile birlikte görev ve sorumluluklar tanımlanmalı ve gerekli bütün kaynaklar tahsis edilmelidir (Özkılıç, 2005).

Metal sektöründe faaliyet gösteren Küçük ve Orta Ölçekli İşletmelerin (KOBİ), kendi işyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi (İSG-YS) oluşturmalarına yardım etmek amacıyla hazırlanan TS 13740 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi- Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeler (KOBİ) İçin-Metal Sektörü standardı yayınlanmıştır. Bu standartta risk değerlendirmesinin sistematik olarak yapılması gerektiği belirtilmektedir (Türk Standartları Enstitüsü, 2017:1-34)

İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirme Yönetmeliğine göre risk değerlendirmesinin bir ekip tarafından yapılması gerekmekte olup bu ekibin kimlerden oluşacağı Yönetmelikte belirtilmiştir. İlgili Yönetmeliğe göre risk değerlendirme ekibinde aşağıdaki kişiler yer almalıdır (Özkılıç, 2014):

- İşveren veya işveren vekili
- İşyerinde görevli iş güvenliği uzmanı ve işyeri hekimi
- İşyerindeki çalışan temsilcileri
- İşyerindeki destek elemanları
- İşyerindeki bütün birimleri temsil edecek şekilde belirlenen ve işyerinde yürütülen çalışmalar, mevcut veya muhtemel tehlike kaynakları ile riskler konusunda bilgi sahibi çalışanlar

### 2.2.1. Risk değerlendirmesi süreci

Risk değerlendirmesi süreci işyerinde iş kazası ve meslek hastalığına neden olabilecek tehlikelerin tanımlanmaması ile başlamaktadır. Bu süreç planlama, işyerinde yürütülen faaliyetlerin sınıflandırılması, tehlikelerin belirlenerek sınıflandırılması, risklerin analizi ve değerlendirmesi, kontrol önlemlerinin alınması ve uygulama adımlarından oluşmaktadır (Polat, 2016).

Risk değerlendirmesi sürecinin ana çalışma adımları aşağıdaki gibidir (Özkılıç, 2014):

- Tehlikelerin belirlenmesi
- Risk analizi ve önceliklendirilmesi
- Risk müdahalesi (Risk kontrol önlemlerinin belirlenmesi)
- Kontrol önlemlerinin yerine getirilmesi
- İzleme ve gözden geçirme

Tehlikelerin belirlenmesi: İşyerlerinde tehlikeler belirlenirken çalışanlar ve işyerine ilişkin bütün bilgiler kapsamlı olarak toplanmalıdır. Bu aşamada işyerinde meydana gelen iş kazası, meslek hastalığı ve ramak kala olay kayıtları; işyerindeki zararlı, tehlikeli ve fiziksel baskıya yol açan faktörlere ilişkin ortam veya kişisel maruziyet düzeyi ölçüm sonuçları (gürültü, gaz, toz, titreşim, aydınlatma ölçümleri gibi); daha önce yapılan risk değerlendirmesi çalışmaları; işyerinde yürütülen faaliyetler, üretim yöntemleri, bakım onarım çalışmaları, kullanılan

maddeler ve iş ekipmanları ile güvenlik bilgi formları incelenmelidir. Ayrıca çalışanlarla görüşülerek ve saha gözlemleri yapılarak işyeri hakkında bilgi edinilmelidir (Özkılıç, 2014).

Risklerin analizi ve önceliklendirilmesi: İşyerinde belirlenen tehlikelerden kaynaklanabilecek risklerin hangi sıklıkta oluşabileceği ile bu risklerden kimlerin, nelerin, ne şekilde ve hangi şiddette zarar görebileceği tespit edilmelidir. Riskin bir olay üzerinde iki öncelikli bileşeni bulunmaktadır. Bu bileşenler; olayın oluşma olasılığı ve meydana gelen olayın etkisi şeklindedir. Risk ise kavramsal olarak olasılığın ve etkinin fonksiyonu olarak ifade edilir. Tespit edilen her tehlike için olasılık, etki, sıklık, frekans gibi parametreler değerlendirilerek risk hesaplanır. Ayrıca bu aşamada tek kişinin karar vermesi, çalışmaya sübjektiflik katacağından tercih edilmeyebilir. Toplanan bilgi ve veriler ışığında risk değerlendirmesi yöntemleri kullanılarak analiz edilen riskler; analiz sonuçlarına göre en yüksek risk seviyesine sahip olandan başlanarak önceliklendirilmelidir (Özkılıç, 2014).

Bu aşamada risk değerlendirme yöntemlerinden hangisinin kullanılacağının belirlenmesi önemlidir. Risk değerlendirme çalışmalarında kullanılan çok çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Bu yöntemlerin birçoğu ISO 31010: Risk Değerlendirme Teknikleri standardında yer almaktadır. ISO 31010: Risk Değerlendirme Teknikleri standardı risk değerlendirmesine ilişkin tekniklerin seçimi ve uygulama aşamasında işverenlere yardımcı olmak amacıyla hazırlanan bir standarttır (Polat, 2016). Bu yöntemlerden biri de ÇKVV yaklaşımlarıdır. ISO 31010: Risk Değerlendirme Teknikleri standardına göre ÇKKV yaklaşımları uygun seçenekler arasından risk ölçütleri yardımıyla sıralama oluşturmak amacıyla kullanılan kuvvetli bir risk değerlendirme yöntemidir (Şengül, 2016).

Risk kontrol önlemlerinin belirlenmesi: Analiz edilen ve önceliklendirilen risklere karşı kontrol önlemleri alınmalıdır. Kontrol önlemleri belirlenirken aşağıdaki hiyerarşi esas alınmalıdır (Özkılıç, 2014):

- Tehlike veya tehlike kaynaklarının ortadan kaldırılması: İşyeri içerisinde riski yüksek olan işlem, makine-ekipman ve malzemenin bulundurulmamasıdır.
- Yerine koyma: Tehlikelinin; tehlikeli olmayanla veya daha az tehlikeli olanla değiştirilmesidir. Riski yüksek olan işlem, makine-ekipman ve malzeme yerine daha düşük riske sahip olan konulmalıdır.
- Mühendislik kontrolleri: Yüksek risk taşıyan unsurlar ortadan kaldırılamıyor veya yerine daha az riski olan başka bir unsur koyulamıyorsa izolasyon, otomasyon, tecrit (ayırma),

uzaklaştırma, koruyucu sağlama, işyeri yerleşiminde değişiklik, çalışma ortamının yeniden tasarımı gibi mühendislik önlemleri alınmalıdır.

- İşaretler/uyarılar ve/veya diğer idari kontroller: Eğer mühendislik kontrolleri ile risk seviyesi düşürülemiyor ise uyarı levhalarının konulması, çalışanlara verilen eğitimlerin yenilenmesi, çalışma sürelerinin düzenlenmesi, cezalandırma sistemi gibi önlemlerle risk seviyesi kontrol altına alınmalıdır.
- Kişisel koruyucu donanım: Risk kontrol adımları uygulanırken kişisel koruyucu donanım (KKD) kullanılması, en son tercih edilecek seçenek olarak kullanılmalıdır. Çünkü risk değerlendirmesi çalışmalarında toplu korunma önlemlerine, kişisel korunma önlemlerine göre öncelik verilmeli ve uygulanacak önlemlerin yeni risklere neden olmaması sağlanmalıdır. Bu aşamada riskin değerinin azaltılması için bir çalışma yapılmamakta olup çalışanlara koruyucu gözlük, kulak koruyucu, solunum maskesi, eldiven gibi donanımlar verilerek riske karşı korunma yoluna gidilmektedir.

Kontrol önlemlerinin yerine getirilmesi: Her tehlike unsuru ile ilgili belirlenen önlemlerin yerine getirilmesi için planlanan faaliyetler, bu faaliyetlerin başlama ve bitiş tarihleri, faaliyetlerden sorumlu kişiler, çalışmaların durumu takip edilir. Gerekli olan kaynak ihtiyaçları var ise yönetimden talep edilir (Özkılıç, 2014).

İzleme ve gözden geçirme: İzleme ve gözden geçirme aşamasında tamamlanan iyileştirme faaliyetlerinden sonra yeniden tehlike unsuru ile ilgili risk puanı hesaplanır. İyileştirme faaliyetinin yaratmış olduğu etkinin ölçülmesi gerekmektedir. En azından risk puanının kabul edilebilir risk seviyesine indirilmesi sağlanır. Bu aşamada tamamlanmayan faaliyetler ile ilgili olarak da mevcut durum, planlanan zaman ve kaynak kullanımı, sorumluluklar yeniden değerlendirilir, iyileştirme planları gerekirse revize edilir (Özkılıç, 2014).

Risk değerlendirmesinin yapılması işverenin, işyerinde iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması yükümlülüğünü ortadan kaldırmaz. İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirme Yönetmeliğine göre risk değerlendirmesinin, tehlike sınıfına göre çok tehlikeli, tehlikeli ve az tehlikeli işyerlerinde sırasıyla iki, dört ve altı yılda bir yenilenmesi gerekmektedir. Bu süreler dışında işyerinde ortaya çıkabilecek yeni risklerin, işyerinin tamamını veya bir bölümünü etkiliyor olması dikkate alınarak risk değerlendirmesi tamamen veya kısmen yenilenmelidir (Özkılıç, 2014).

Risk değerlendirmesi aşağıdaki durumlarda tamamen veya kısmen yenilenmelidir (Özkılıç, 2014):

- İşyerinde uygulanan teknoloji, kullanılan madde, üretim yönteminde ve ekipmanlarda değişiklik yapılması,
- İş kazası, meslek hastalığı veya ramak kala olay meydana gelmesi,
- Çalışma ortamına ait sınır değerlere ilişkin bir mevzuat değişikliği olması,
- Çalışma ortamı ölçümü ve sağlık gözetim sonuçlarına göre gerekli görülmesi,
- İşyeri dışından kaynaklanan ve işyerini etkileyebilecek yeni bir tehlikenin ortaya çıkması.

### 2.2.2. Risk değerlendirmesi yöntemleri

Risk değerlendirme çalışmalarında, hangi yöntemin kullanılacağının belirlenmesi çok önemli ve karmaşık bir süreçtir. Literatürde risklerin tespit edilmesi, analizi ve değerlendirmesi aşamalarında pek çok teknik ve araçtan yararlanılmaktadır. ISO 31010: Risk Değerlendirme Teknikleri standardında yer verilen başlıca teknikler Şekil 2.1'de yer almaktadır (Arıkan, 2014).

Risk değerlendirme yöntemlerini birbirinden farklı kılan temel özellik risk değerine ulaşmak için kullanılan niteliksel, sayısal veya karma değerlendirme yöntemleridir. Aşağıda bu yöntemler tanımlanmıştır (Saat, 2009):

- Nitel yöntemler: Risk değerlendirmenin niteleyici ifadelerle yapıldığı değerlendirme yöntemleridir. Endüstriyel tesislerde risk seviyesinin yüksek ve iş akışı ile proses detaylarının fazla olduğu işletmeler için uygun değildir.
- Nicel yöntemler: Risk değerlendirmesinin sayılarla ifade edildiği yöntemdir. Endüstriyel tesislerde risk seviyesinin yüksek ve iş akışı ile proses detaylarının fazla olduğu işletmeler için uygundur. Risk değerlendirme için ekip çalışması ve uzmanlık gerekebilir.
- Karma yöntemler: Risk değerlendirme nitel ve nicel değerlendirmeler ile birlikte yapılabilmektedir.

Nitel yöntemler arasında Risk Matrisi, Kontrol Listesi, Olursa Ne Olur Analizi; nicel yöntemler arasında Çok Ölçütlü Karar Verme Teknikleri, Bayes Teoremi, Monte Carlo simülasyonu yer almaktadır.

Bunlarla birlikte hem nitel hem nicel özellik gösteren yöntemler arasında yer alan ve literatürde sık kullanılan Hata Türleri ve Etkileri Analizi, Hata Ağacı Analizi, Bow Tie Analizi ve Neden-Sonuç Analizi gibi yöntemler bulunmaktadır (Arıkan, 2014). Risk değerlendirme yönteminin nitel, nicel veya karma yöntem olarak belirlenmesinde risk değerlendirmesinden sorumlu kişilerin bilgi ve tecrübesi çok önemlidir. İşyerinin üretim koşulları, işletme şartları, kısıtları göz önünde bulundurularak uygun bir risk değerlendirme yönteminin seçilmesi gerekmektedir (Polat, 2016).




Şekil 2.1. ISO 31010'da yer alan risk değerlendirme teknikleri

Risk değerlendirmesi sürecinin adımlarını tehlikelerin belirlenmesi, etki değerlerinin ölçülmesi, sıralanması ve en yüksek tehlikeden başlamak üzere önleyici tedbirlerin belirlenmesi, uygulanması ve sürekli kontrol edilmesi oluşturmaktadır. Bu aşamalar içerisinde özelikle tehlikelerin tanımlanması, etki değerlerinin ölçülmesi ve sıralanmasında doğrudan uzman görüşleri etkili olmaktadır. Ayrıca tehlike kaynağına dair uzman görüşlerinin farklı olduğu durumlarda da risk skorunun hesaplanmasında zorluklar yaşanabilmektedir (Ersoy ve diğerleri, 2017).

Bu çalışmada risk değerlendirme çalışmalarında uzman görüşlerinin farklılığından kaynaklanan zorlukların üstesinden gelebilmek adına ÇKKV yaklaşımının kullanımına karar verilmiştir ve diğer yöntemlerin detaylarına yer verilmemiştir. Ayrıca bu aşamada ISO 31010: Risk Değerlendirme Teknikleri standardında ÇKKV yöntemlerine kuvvetli bir risk değerlendirme yaklaşımı olarak yer verilmesi ile kriterler arasındaki ilişkiyi değerlendirerek en iyi alternatifi seçme imkanı sunması da etkili olmuştur.

## 2.3. Çok Kriterli Karar Verme ile İlgili Temel Kavramlar

Karar verme; faaliyetler, kısıtlar, alternatifler, olasılıklar, riskler arasından amaca en uygun olanların seçildiği ve problemlere bütünsel açıdan bakıldığı bir süreçtir.

Karar verme problemleri kriterler, alternatifler, karar vericiler, kontrol edilemeyen değişkenlerden meydana gelmektedir. Çözüm aşamasında en uygun sonuca ulaşabilmek için problem üzerinde etkili olan bütün kriterlerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir (Can, 2012).

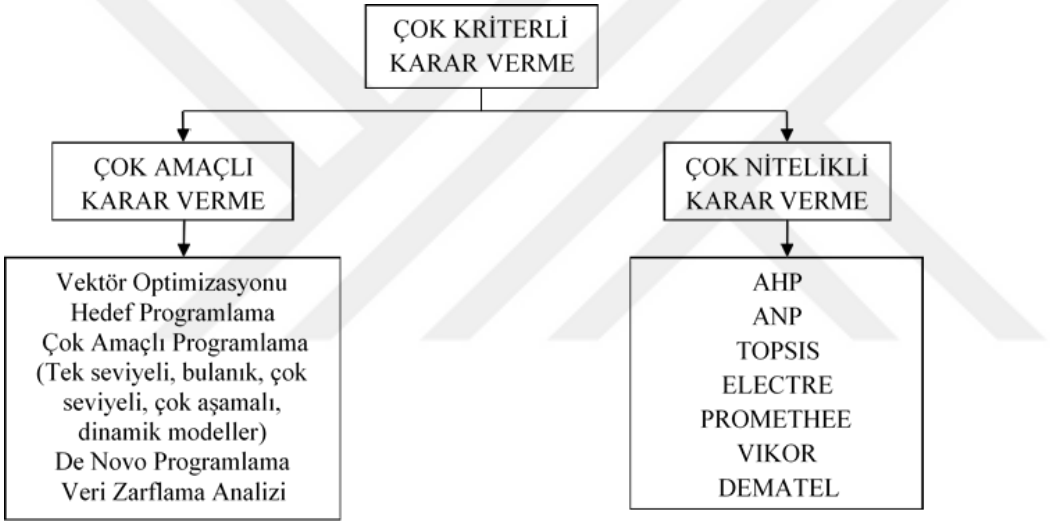
ÇKKV yaklaşımı çoklu kriterlere göre sınırlı sayıdaki alternatif kümesini değerlendirebilme kabiliyetine sahiptir. Bu yaklaşım, izin verilen ölçeklerde alternatiflerin genel tercih değerlerini ölçebilmeyi amaçlamaktadır. Alternatifler kriterlere göre değerlendirilmekte ve puanlamalar yapılarak sıralanmaktadır. Genellikle, ilk olarak alternatifler her kriter açısından değerlendirilir (Choo, Schoner ve Wedley, 1999).

ÇKKV problemlerinin çözümünde önce problemdeki alternatif ve kriterler belirlenerek problem tanımlanmalıdır. Alternatiflere ve kriterlere ilişkin veriler toplandıktan sonra

alternatifleri değerlendirmek ve sıralamak için uygun metodun seçilmesi gerekmektedir. Problemlerin çözümünde en iyi alternatif belirlenir (Tzeng ve Huang, 2011).

ÇKKV yaklaşımı ile problemlerin çözümünde çeşitli araştırmacılar tarafından birçok yöntem geliştirilmiştir. Her bir yöntemin kendine özgü karakteristik özelliği, çözüm şekli, üstün ve zayıf yönleri vardır. Yaklaşımda problem tanımı yapıldıktan sonra problemin yapısı ve ulaşılmak istenen amaç göz önünde bulundurularak en iyi yöntemin seçilmesi gerekmektedir.

ÇKKV yaklaşımı Şekil 2.2'de görüldüğü üzere ikiye ayrılmaktadır (Tzeng ve Huang, 2011):




Şekil 2.2. ÇKKV yöntemlerinin sınıflaması

ÇKKV teknikleri birçok açıdan sınıflandırılmakta olup basit ve temel bir sınıflandırma Hwang ve Yoon tarafından yapılmıştır. Çok kriterli karar verme alanlarında yapılan sistematik araştırmaların kolaylaştırılması için Hwang ve Yoon çok kriterli karar verme problemlerini, birbirlerinden farklı amaç ve farklı veri çeşidine dayanan çok amaçlı karar verme (ÇAKV) ve çok nitelikli karar verme (ÇNKV) yöntemleri olmak üzere iki ana sınıfa ayırmışlardır (Tzeng ve Huang, 2011).

Şekil 2.2'deki ayrımdaki en önemli fark değerlendirilen alternatif sayısıdır. ÇAKV, sınırsız sayıdaki sürekli alternatifler ile ilgilenirken; ÇNKV sınırlı sayıdaki kesikli alternatifler ile ilgilenmektedir. Çizelge 2.1'de ÇNKV ile ÇAKV arasındaki temel farklar gösterilmektedir (Mendoza ve Martins, 2006).

Çizelge 2.1. Metotların kıyaslaması

| Ölçütler | ÇAKV | ÇNKV |
|---|---|---|
| Kriterler | Amaçlar | Nitelikler |
| Amaçların tanımı | Açık | Kapalı |
| Niteliklerin tanımı | Kapalı | Açık |
| Kısıtların tanımı | Açık | Kapalı |
| Alternatiflerin tanımı | Kapalı | Açık |
| Alternatiflerin sayısı | Sonsuz | Sonlu |
| Karar vericinin kontrolü | Önemli | Sınırlı |
| Karar modeli paradigması | Süreç odaklı | Sonuç odaklı |
| İlgilendiği alan | Tasarım/araştırma | Değerlendirme/seçme |

### 2.3.1. Çok kriterli karar verme yöntemlerinin sınıflandırılması

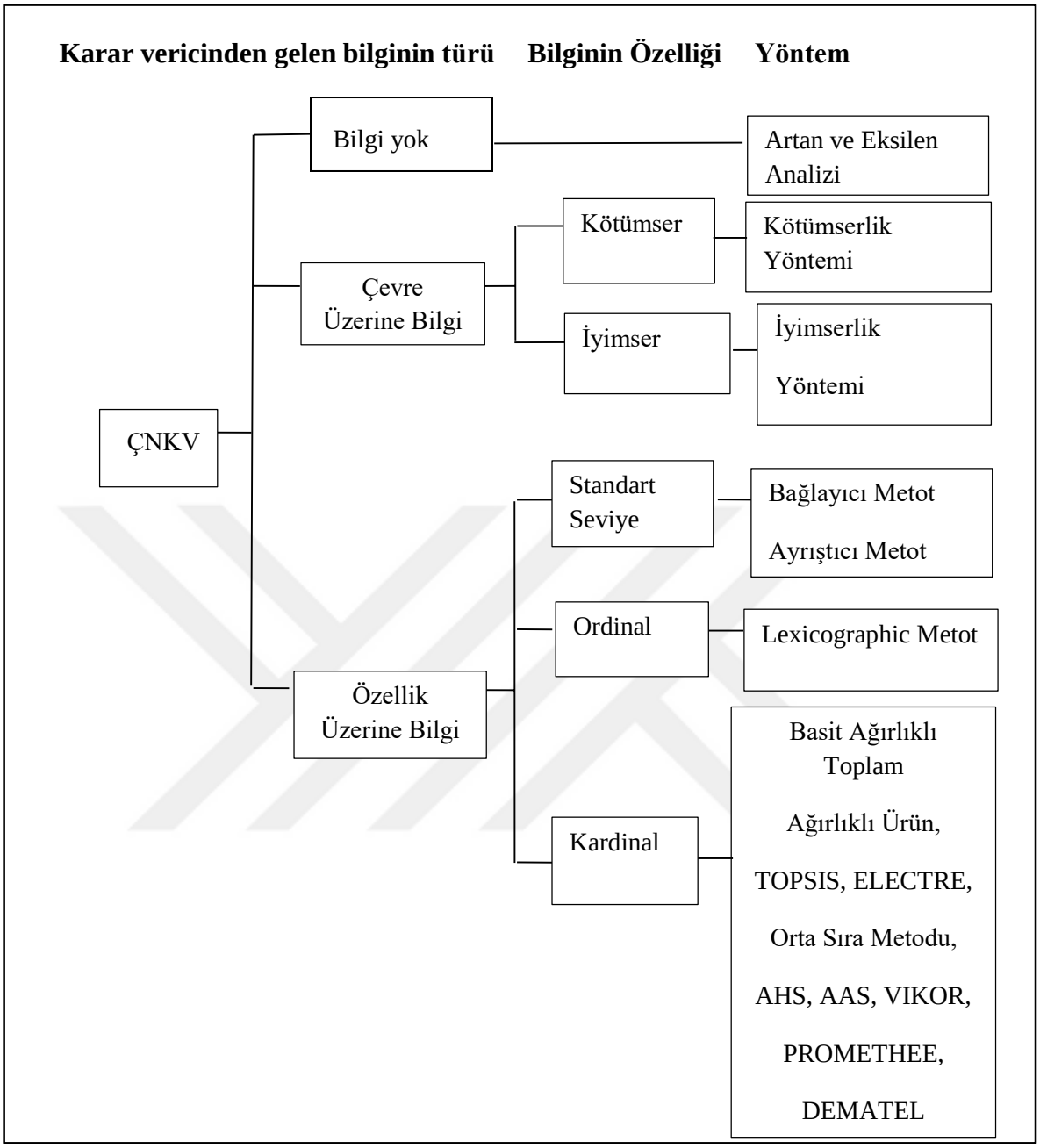
ÇAKV, karar problemlerini formüle edebildiği için yönetim bilimi ve yöneylem araştırmalarının en çabuk gelişen alanları arasındadır. ÇAKV problemleri önceden belirlenmiş kısıtlar seti altında farklı hedef fonksiyonlarını optimize etmeyi amaçlamaktadır. Vektör maksimizasyonu ya da minimizasyonu problemleri olarak da bilinen ÇAKV problemlerinin matematiksel formülasyonu, 1951 yılında Kuhn ve Tucker tarafından geliştirilmiştir (Sadjadi, Habibian ve Khaledi, 2008).

ÇAKV, problemlerdeki unsurların birbirleri ile etkileşimi ve kısıtlarını dikkate alarak optimal hedefe ulaşmayı amaçlayan tasarım/planlama problemleri için kullanışlıdır (Tzeng ve Huang, 2011). Matematiksel kısıtlar yardımı ile tanımlanan sınırsız sayıdaki alternatifleri içeren amaç problemlerinin çözümünde ÇAKV metotlarından yararlanılmaktadır. ÇAKV metotlarının ortak özelliği; amaçların ölçülebilmesi ve iyi tanımlanmış kısıtların olması, en göze çarpan özelliği ise bir amaca ait hedefin bütünü ile başarılabilmesi için bir veya birden fazla amacın hedeflerinin başarısıdır (Ramanathan, 2006).

ÇNKV metotlarında, seçim problemleri için sınırlı ve genellikle küçük alternatif kümesi arasından en iyi çözüm bulunur. Seçim işlemi, niteliklerin ve tercih bilgilerinin değerlendirilmesine dayalı olarak gerçekleştirilir. Karar verme sürecinde birçok ÇNKV yöntemi karar matrislerini kullanarak sonuca ulaşırlar. Bu yöntemler, önceden kesin olarak

belirlenmiş alternatifler arasında değerlendirme, sıralama ve seçim yapma için kullanılmaktadır (Hwang ve Yoon, 1981).

MacCrimmon (MacCrimmon, 1973) tarafından ÇNKV yöntemleri ile ilgili öncü çalışmalar yürütülmüştür. Şekil 2.3'te bu yöntemlerin sınıflaması yer almaktadır (Hwang ve Yoon, 1981). Şekil 2.3'te incelendiğinde ÇNKV yöntemlerine Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS), Analitik Ağ Süreci (AAS), ELECTRE, PROMETHEE, TOPSIS örnek olarak verildiği görülmektedir. Literatür çalışmaları incelendiğinde bu yöntemlerin tek başlarına ya da diğer yöntemlerle bütünleşik bir şekilde kullanıldığı görülmüştür. Tedarik zinciri, üretim, pazarlama, insan kaynakları, mühendislik, mimarlık, inşaat, eğitim gibi çok farklı alanlarda kullanıldığı görülen bu yöntemlerin iş sağlığı ve güvenliği alanında da kullanıldığı çalışmalar bulunmaktadır.




Şekil 2.3. ÇNKV yöntemlerinin sınıflandırılması (Hwang ve Yoon, 1981)

Bu bölümde, çalışmada kullanılan DEMATEL, AAS ve TOPSIS yöntemleri ve bu yöntemlerin adımlarına yer verilmiştir.

### 2.3.2. DEMATEL yöntemi

DEMATEL (The Desicion Making Trial and Evaluation Laboraty) metodu; Cenevre Battelle Memorial Enstitüsü, Bilim ve İnsan İlişkileri programı kapsamında 1972-1976 yılları arasında karmaşık ve girift yapıdaki problem gruplarına çözüm bulmak için geliştirilen bir yaklaşımdır. DEMATEL yöntemi özellikle karmaşık ve birbirine girmiş problemlerin hiyerarşik yapıda uygulanabilir çözümlerinin tanımlanmasına katkıda bulunmak amacıyla kullanılmaktadır (Aksakal ve Dağdeviren, 2010). DEMATEL, AHS gibi unsurlarının bağımsız olduğu varsayımı yerine unsurlar arasında var olan ilişkiyi de ortaya koymayı sağlayan graf teorisi temelli bir yöntemdir (Shieh, Wu ve Huang, 2010). Bununla birlikte DEMATEL faktörler arasındaki karşılıklı ilişkiyi görselleştiren ve AAS düzenini oluşturmaya yardımcı olan bir yöntemdir (Mandic, Bobar ve Delibasic, 2015).

Graf teori temelli DEMATEL metodu nedensel ilişkiyi daha iyi anlamamızı sağlayacak faktörleri sebep ve sonuç gruplarına ayırarak problemleri planlama ve çözme imkanı sağlar. DEMATEL yönteminin uzlaşmacı neden-sonuç ilişkileri içeren çözüm sunması en önemli avantajı olarak görülmektedir. DEMATEL kriterleri ilişkilerin türü ve birbirleri üzerindeki etkilerinin önemi açısından öncelik sırasına göre düzenleyebilir. Diğer kriterler üstünde daha çok etkisi olan ve yüksek önceliği olduğu kabul edilen kriterler, sebep kriterleri; daha çok etki altında kalan ve düşük önceliği olduğu kabul edilen kriterler ise sonuç kriterleri olarak ifade edilmektedir (Aksakal ve Dağdeviren, 2010).

DEMATEL yönteminin adımları aşağıda yer almaktadır (Aksakal ve Dağdeviren, 2010; Tzeng, Chiang ve Li, 2007):

Yöntemde, H adet karar verici tarafından değerlendirilen ve birbirini etkileyen n adet kriter bulunmaktadır. Karar vericiler ve kriterler tespit edildikten sonra değerlendirme yapılmaya başlanır.

<u>Adım 1: Direkt ilişki matrisinin oluşturulması</u>

Direkt ilişki matrisi (A); kriterler arasında ikili karşılaştırmalar yapılarak karar vericiler tarafından belirlenir.

Çizelge 2.2. DEMATEL metodu ikili karşılaştırma skalası

| Sayısal Değer | Tanım |
|---|---|
| 0 | Etkisiz |
| 1 | Düşük etki |
| 2 | Orta etki |
| 3 | Yüksek etki |
| 4 | Çok yüksek etki |

Karar vericiler tarafından Çizelge 2.2 kullanılarak hangi kriterlerin diğerini etkilediğine karar verilir. Direkt ilişki matrisi nxn boyutundadır. Bu matrisin her (i,j) elemanı kriter i'den kriter j'ye olan direk ilişkiyi gösterir (Çınar, 2013). Her bir karar vericiden bir adet değerlendirme yapması istenir ve H adet direkt ilişki matrisi bulunur.

Elde edilen direkt ilişki matrislerinde herhangi bir kriter için karar vericilerin verdikleri değerlerin ortalamaları alınarak grup kararı belirlenir.

Adım 2: Normalleştirilmiş direkt ilişki matrisinin oluşturulması

Direk ilişki matrisinden, Eş. 2.1 ve Eş. 2.2 kullanılarak normalleştirilmiş direkt ilişki matrisi (M) elde edilir. Matrisin satır ve sütunundaki en küçük değer (k) kullanılır. A matrisinde esas köşegen değerleri 0'dır.

$$M = k \times A \tag{2.1}$$

$$k = \min\left(\frac{1}{\max\limits_{1\le i\le n}\sum_{j=1}^{n}|aij|}, \frac{1}{\max\limits_{1\le i\le n}\sum_{j=1}^{n}|aij|}\right) \tag{2.2}$$

Adım 3: Toplam ilişki matrisinin oluşturulması

Toplam ilişki matrisi (S), Eş. 2.3 kullanılarak normalleştirilmiş ilişki matrisi üzerinde işlemler yapılarak elde edilir.

$$S = M + M^2 + M^3 + \ldots = \sum_{i=1}^{\infty} M^i = M\,(I\text{-}M)^{-1} \quad (2.3)$$

Burada I birim matrisi temsil etmektedir.

Adım 4: Gönderici ve alıcı grubun hesaplanması

Adım 3'te elde edilen toplam ilişki matrisinin satırları toplamı D, sütunları toplamı ise R değerleridir. Toplam ilişki matrisin i. satırının toplamı $D_i$, i kriterinin diğer kriterler üzerindeki etkisini göstermektedir. Sütun toplamı $R_i$ ise aynı kriterin diğer kriterlerden gelen etkilerinin toplamıdır.

- $(D_i+R_i)$ değerleri kriterlerin ne kadar önem derecelerine sahip olduğunu göstermektedir. $(D_i+R_i)$ değeri yüksek olan kriter, diğerleri ile yüksek ilişkiye sahip demektir ve önemli bir role sahiptir. Bu değeri düşük olan kriterler ise diğerleri ile düşük ilişkiye sahiptir ve daha önemsizdir.
- $(D_i-R_i)$ değerleri kriterleri gönderici ve alıcı olarak ikiye ayırır. $(D_i-R_i)$ değeri pozitif olan kriterlerin diğer kriterler üzerindeki etkisi büyüktür ve gönderici grup (etkileyen grup) olarak adlandırılır.
- $(D_i-R_i)$ değeri negatif olan kriterlerin diğer kriterlerden daha fazla etkilendiği anlaşılır ve alıcı grup (etkilenen grup) olarak ifade edilir (Tzeng ve Huang, 2011).

Adım 5: Eşik değerin belirlenmesi ve etki yönlü graf diyagramının elde edilmesi

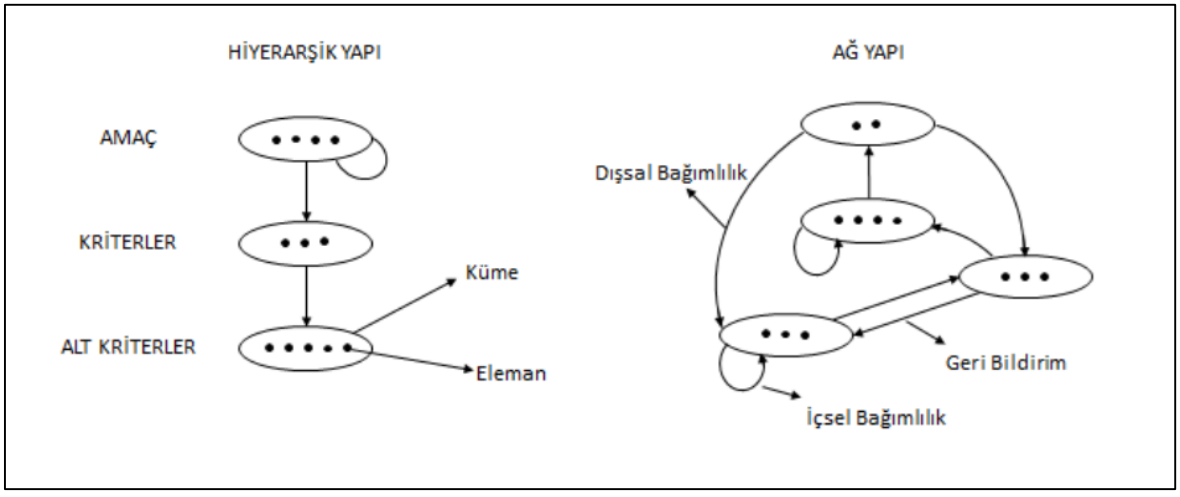
Eşik değerinin belirlenmesi S matrisindeki daha yüksek öncelikli ve dikkat edilmesi gereken değerlerin tespiti açısından önemlidir. S matrisindeki her elaman, bu matristeki *i*. kriterin *j*. kritere gönderdiği etkiyi göstermektedir. Matriste yer alan tüm değerler dikkate alınırsa problemde önemi ortaya çıkarılması düşünülen kriterler arası etki derecelerinde hedeften uzaklaşılır ve etki diyagramı daha karmaşık bir hal alır (Tzeng ve Huang, 2011).

Eşik değerin karar vericiler tarafından tespit edilmesi geleneksel bir yaklaşımdır. Ancak zaman zaman fazla sayıda tutulan uzman adedi nedeni ile eşik değer tespiti zorlaşmaktadır (Li ve Tzeng, 2009). Eşik değer belirlendikten sonra etki diyagramı yatay ekseni D+R, düşey ekseni D-R olan bir koordinat düzleminde (D+R,D-R) noktaları ile gösterilir.

### 2.3.3. Analitik Ağ Süreci

Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) klasik karar verme tekniklerinden farklı olarak nicel değerlerin yanı sıra nitel değerleri de göz önünde bulundurmaktadır. AHS'de karar verme problemleri hiyerarşik bir yapıda ve tek yönlü olarak gösterilmektedir. Hiyerarşinin en üstünde amaç ve bu amacın altında kriterler, alt kriterler ve seçenekler sıralanmaktadır. Hiyerarşik yapıda aynı seviyede bulunan kriterler birbirinden bağımsızdır ve karar alma sürecinde kriterlerin birbirlerine olan etkileri göz önünde bulundurulmamaktadır (Saaty, 1999). Ancak gerçek hayatta en doğru kararın verilebilmesi için karar problemine ait kriterler arasındaki ilişkilerin dikkate alınması gerekmektedir. AAS yine Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen, karar kriterleri arasındaki ilişkileri göz önüne alan ve problemi tek bir yöne bağlı modelleme zorunluluğunu ortadan kaldıran yöntemdir.

AAS yöntemi, AHS yönteminin geliştirilmiş bir versiyonu olarak kriterlere yatayda ve dikeyde karşılıklı etkileşim imkanı sunan ÇKKV yöntemlerinden biridir. Yöntemin temelini ağ yapısı oluşturmaktadır. AAS; içsel ve dışsal bağımlılıklar ile seviyeler arası ilişkilerin ele alındığı ve kriterler arası geri bildirimlerin incelendiği etkili bir metottur (Saaty ve Vargas, 2006). Bu yöntem AHS yönteminden farklı olarak problemin tek bir düzene bağlı tanımlama zorunluğunu ortadan kaldırmaktadır (Aksakal ve Dağdeviren, 2010). Kriterler arası ilişki durumlarının hiyerarşik yapısı ve ağ yapısı Şekil 2.4'te yer almaktadır (Saaty ve Vargas, 2006).




Şekil 2.4. Kriterler arası hiyerarşi ve ağ yapısı

AAS yönteminin bazı özellikleri aşağıda yer almaktadır (Saaty, 1999):

- AAS yöntemi AHS yöntemi üzerine kurulmuştur.
- AAS yöntemi bağımlılıkları kapsayan bir yöntem olması özelliğiyle AHS yönteminden farklıdır.
- AAS aynı gruptaki elemanlar arası iç bağımlılığı ve farklı gruplar arası elemanlar arası dış bağımlılıkları göz önünde bulundurmaktadır.
- Karar verme aşamasında AAS'nin esnek ağ yapısı nedeniyle hangi unsurun önce hangi unsurun sonra çözüme dahil edilmesinin hiyerarşik yapıdaki gibi bir önemi yoktur.
- AAS; kaynaklar, döngüler ve düğümlerle ilgilenen doğrusal yapıda olmayan bir yöntemdir. Hiyerarşide ise en üst seviyede amaç olan doğrusal bir yapı bulunmaktadır.
- AAS gerçek hayatta olduğu gibi sadece kriterlere odaklanmayıp aynı zamanda kriterlerin ait olduğu kümeleri de göz önünde bulundurmaktadır.

Hiyerarşik yapıda aynı seviyedeki kriterler birbirinden bağımsız iken aralarında bir ilişki yoktur. Buna rağmen gerçek hayat problemlerinde bu durum çok geçerli olmayıp problemin unsurları arasında etkileşim ve geri bildirimlerin olduğu durumlar ile karşılaşılmaktadır. AAS, bu problemleri modellemeye yardımcı olan ve sorunlara çözüm sunan bir yaklaşımdır. Ancak bazı durumlarda kriterler arasında karşılıklı ilişkileri AAS ile kurmak zordur. DEMATEL bu tür karşılıklı bağımlılıkları görselleştirmekte ve AAS modeli oluşturmaya yardımcı olmaktadır (Ortiz, Felizzola ve Isaza, 2015).

Öncelikle kriterler arası içsel ve dışsal bağımlılıkların doğru olarak belirlendiği ağ yapısı oluşturularak model oluşturulmalı, model kurulduktan sonra ikili karşılaştırmalar ve tutarlılık analizleri yapılmalıdır. Yöntemin son aşamasında ise lokal önceliklerle bir süper matris ve limit matris elde edilerek kriter ağrılıkları bulunmaktadır (Çakır ve Perçin, 2013).

AAS yönteminin adımları aşağıda yer almaktadır (Saaty, 1999; Saaty, 2004; Saaty ve Vargas, 2006;):

Adım 1: Karar probleminin tanımlanması ve modelin kurulması

AAS yönteminin ilk aşamasında problemle ilgili amaç, kriterler, alt kriterler, alternatifler, karar vericiler gibi unsurlar tanımlanmaktadır.

Adım 2: Tüm kriterler arası etkileşimlerin belirlenmesi

Kriterler arası ilişkiler belirlenip varsa iç ve dış bağımlılıklar belirtilmelidir. Bu ilişki ve bağımlılıklar belirlenirken uzman kişilerden ve literatürden faydalanılabilir. Etkileşimler tanımlanırken aynı küme içindeki elemanların birbirlerine etkisi içsel bağımlılık, farklı küme elemanlarının birbirlerini etkilemesi ise dışsal bağımlılık olarak ifade edilmektedir. Eğer iki küme arasında karşılıklı bir etkileşim bulunuyorsa bu durum geribildirim olarak tanımlanmaktadır.

Adım 3: İkili karşılaştırmaların yapılması

Hangi kriterlerin birbirini etkilediği bulunduktan sonra karar vericiler tarafından ikili karşılaştırma işlemlerine geçilir. Bu işlemler aynı küme içindeki alt kriterler arasında, dış bağımlılık olan ana kriterler arasında ve çözüme alternatifler dahil ediliyorsa alternatifler arasında olmak üzere 3 grupta yapılır. Öncelikle ikili karşılaştırma matrisi (A) oluşturulur. A matrisi (n×n) boyutunda $a_{ij}$'lerden oluşan bir kare matristir. Karşılaştırma matrisi A=($a_{ij}$) aşağıda gösterildiği gibidir.

$$A=\begin{bmatrix} a11 & a12 & \cdots & a1n \\ a21 & a22 & \cdots & a2n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ an1 & an2 & \cdots & ann \end{bmatrix} \quad i=(1,2\ldots n),\ j=(1,2\ldots n) \qquad (2.4)$$

Burada ($a_{ij}$) değeri i. kriterin j. kritere göre kaç kat baskın olduğunu göstermektedir. Örneğin $a_{21}$ ifadesi 2. kriter ile 1. kriter arasındaki karşılaştırma değerini ifade etmektedir.

Matriste ikili karşılaştırmalarda $a_{ij} = 1/a_{ji}$ koşulu uygulanmaktadır. Bu nedenle $a_{ij}$ x $a_{ji} = 1$ değerini almaktadır. Karşılaştırmalar yapılırken aşağıda yer alan Saaty tarafından önerilen 1-9 skalasından faydalanılmıştır ve Çizelge 2.3'te gösterilmektedir.

Çizelge 2.3.İkili karşılaştırmalarda kullanılan önem skalası

| Önem derecesi | Tanım | Açıklama |
|---|---|---|
| 1 | Eşit önemde | İki kriter de eşit derece öneme sahiptir. |
| 3 | Biraz önemli | Deneyimler ve yargılar bir kriteri diğer kritere göre biraz önemli kılar. |
| 5 | Fazla önemli | Deneyimler ve yargılar bir kriteri diğer kritere göre güçlü şekilde önemli kılmaktadır. |
| 7 | Çok fazla önemli | Kriter diğer kritere göre çok güçlü bir şekilde üstündür. |
| 9 | Son derece önemli | Eldeki bilgiler ve deneyimler bir kriterin diğer kritere göre çok büyük oranda üstün olduğunu belirtmektedir. |
| 2, 4, 6, 8 | Ara önem dereceleri | Ara rakamlar gerektiğinde kullanılabilir. |

İkili karşılaştırma yapılırken sorular şu şekilde sorulmalıdır: "Belirli bir kriter için karşılaştırılacak olan iki kriterden hangisi daha önemli ya da baskındır?" sorularına cevap verilirken Çizelge 2.3'teki skala kullanılır.

Adım 4: Karşılaştırma matrislerinin tutarlılığının hesaplanması

Aynı özelliklere sahip iki unsur karşılaştırılırken farklı etkenlerden dolayı tutarlılık problemi olabileceği gibi nitel ve nicel verilerin karşılaştırılmasında da bu sorun yaşanabilmektedir. Bu yüzden AAS yöntemi uygulanırken uzmanların yanıtları ile oluşturulan karşılaştırma matrisinin normalize edilmesi gerekir. Normalize edilmiş matrisin tutarlı olması için uzman yardımı ile oluşturulan karşılaştırmaların tutarlılık oranı (CR) hesaplanmalıdır. Tutarlılık oranı (CR); 0,1'e eşit veya küçük olması halinde karşılaştırmaların tutarlı olduğu anlaşılır. Bu oran 0,1'den büyük ise ikili karşılaştırma yeniden yapılmalıdır.

Tutarlılık oranı hesaplanırken aşağıdaki adımlar takip edilmelidir (Yurder, 2012):

- Karşılaştırma matrisindeki her sütunun alt toplamı bulunur.
- Karşılaştırma matrisindeki her eleman kendi alt toplamına bölünerek değerler normalize edilir.

- Normalize karşılaştırma matrisindeki her satırın ortalaması alınarak öncelikler vektörü bulunur.
- Öncelik vektörleri ile ilk karşılaştırma matrisi çarpılarak tüm öncelikler matrisi elde edilir.
- Tutarlılık oranı (CR); aşağıda yer alan Eş. 2.5 ve Eş. 2.6 kullanılarak hesaplanmalıdır.

$$\text{Tutarlılık indeksi } (CI) = \frac{\lambda max - n}{n-1} \quad (2.5)$$

$$\text{Tutarlılık oranı } (CR) = \frac{\text{Tutarlılık indeksi } (CI)}{\text{Rassallık indeksi } (RI)} \quad (2.6)$$

$\lambda_{max}$= Kare matrisin öz değerleri arasındaki en büyük değer

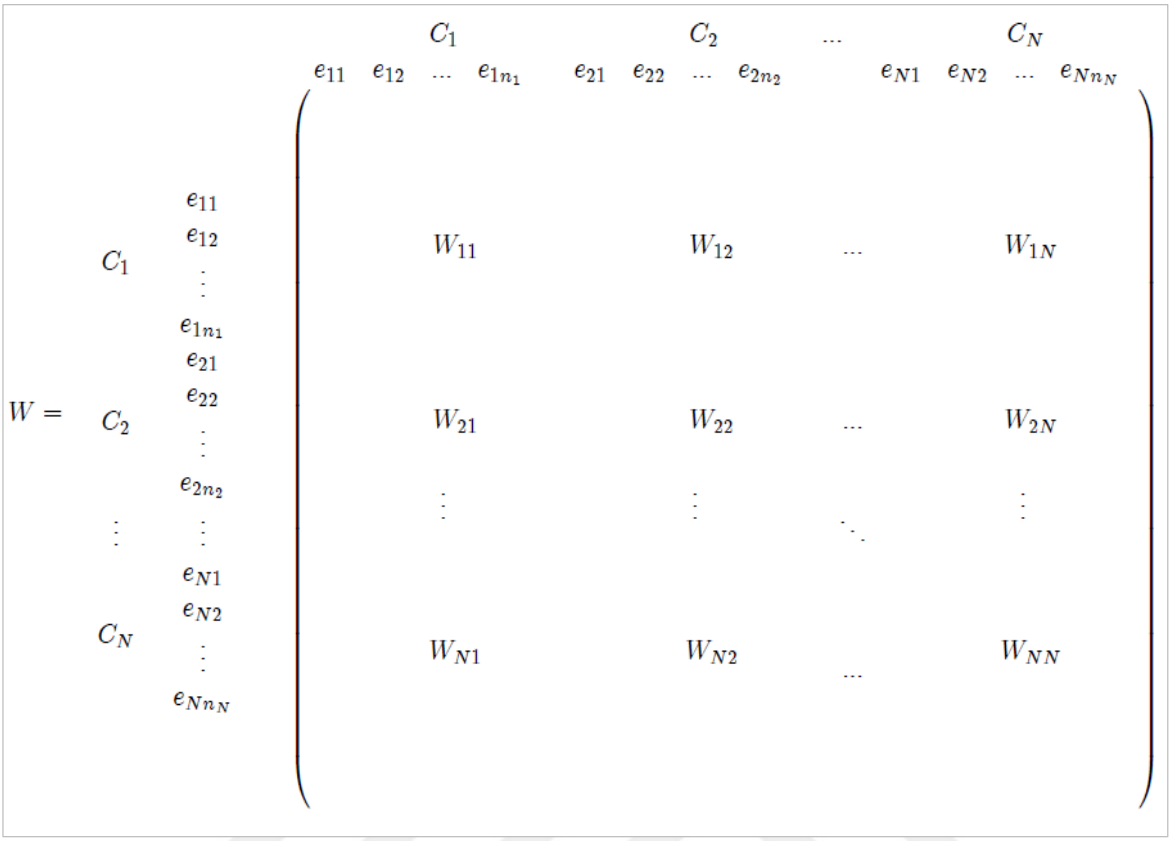
- $\lambda_{max}$'ın hesaplanabilmesi için 4. adımda elde edilen öncelikler matrisi, öncelikler vektörüne bölünür. Sonrasında elde edilen sütun matrisindeki tüm değerlerin ortalaması alınır. Bu ortalama değer $\lambda_{max}$'ı ifade etmektedir.
- Tutarlılık Oranı hesaplanırken RI değerleri için Çizelge 2.4'te gösterilen Saaty tarafından hazırlanan rassal tutarlılık indeksi tablosundaki değerlerden faydalanılmaktadır.

Çizelge 2.4. Rassal tutarlılık indeksi değerleri

| n | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| RI | 0 | 0 | 0,58 | 0,9 | 1,12 | 1,24 | 1,32 | 1,41 | 1,45 |

Adım 5: Süpermatrisin oluşturulması

Süpermatris yapısı itibariyle Markov Zinciri prosesine benzeyen parçalı bir matristir ve her bir bölümü ikili karşılaştırmaları gösteren değerleri göstermektedir. Şekil 2.5'te standart bir süpermatris gösterimi yer almaktadır (Yang ve Tzeng, 2011).




Şekil 2.5. Standart bir süpermatris örneği (Yang ve Tzeng, 2011)

$C_n$: n kümesi

$e_{nm}$: n kümesindeki m elemanı

$W_{ij}$: j kümesindeki elemanların i kümesindeki elemanlara etkisini ifade eden özvektörü (j kümesinin i kümesi üzerinde herhangi bir etkisi yok ise $W_{ij}$ =0)

Süpermatriste bir diğerine bağlı etkenlerin olduğu bir düzende küresel önceliklerin sağlanabilmesi adına lokal öncelik vektörleri ağırlıklandırılmamış süpermatris olarak bilinen matrisin sütunlarına ayrılarak işlenir. Süpermatrisin her bir değerinin ait oldukları kümenin ağırlıkları ile çarpılması sonucu ağırlıklandırılmış süpermatris bulunur ve bu matrisin kolonlarının her birinin toplamı 1 olur.

Adım 6: Limit matrisin oluşturulması ve kriter ağırlıklarının belirlenmesi

Süpermatrisin (2n+1). kuvveti alınması ile limit süper matris elde edilir. Bu aşamada matristeki en yüksek önem derecesine sahip olan kriter belirlenir ve bu işlemler ile ağırlıkların bir noktada eşitlenmesi amaçlanır.

Adım 7: En uygun alternatifin seçimi

Limitlendirme işlemi sonrasında normalize edilmiş ağırlıklandırılmış matris elde edilir. Bu matris satır ve sütun değerleri kriter ve alternatiflerden oluşan sonuç matrisidir. Limit değeri yani üstünlük değeri en büyük olan alternatif, AAS ile modellenen karar probleminde çözüm alternatifi olarak seçilir.

### 2.3.4. TOPSIS yöntemi

TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) 1981 yılında Hwang ve Yoon tarafından ELECTRE yöntemine alternatif olarak geliştirilen ÇKKV yaklaşımıdır. TOPSIS yönteminde pozitif ideal çözüme en yakın ve negatif ideal çözüme en uzak mesafedeki alternatiflerin tercihi yapılır. TOPSIS yöntemi pozitif ideal çözüm ile toplam faydayı maksimize ederken toplam maliyeti minimize eder; negatif ideal çözümde ise bunun tam tersi olarak toplam maliyeti maksimize ederken toplam faydayı minimize etmeyi amaçlar (Yousefi ve Hadi-Vencheh, 2010).

TOPSIS yönteminde seçim yapılacak alternatifler arasından önceden belirlenen kriterlerin alabileceği en yüksek ve en düşük değerlerden hangisinin ideal çözüme en yakın olduğu bulunarak alternatifler arasında sıralama yapılır. Bu yöntemde kriterlere ağırlık verilmesi dışında başka bir öznel değerlendirme olmaması yöntemin avantajları arasındadır (Genç ve Masca, 2013).

TOPSIS yönteminin adımları aşağıda yer almaktadır (Ertuğrul ve Özçil, 2014):

Adım 1: Karar matrisinin oluşturulması

Karar matrisinin (A) satırlarında seçim yapılacak alternatifler, sütunlarında ise karar vermede kullanılacak değerlendirme kriterleri yer alır. A matrisi karar verici/karar vericiler tarafından oluşturulan başlangıç matrisidir.

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ . & & & . \\ . & & & . \\ . & & & . \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad i=(1,2\dots m)\ j=(1,2\dots n) \tag{2.7}$$

$A_{ij}$ matrisinde m adet alternatif, n adet değerlendirme kriteri yer alır.

Adım 2: Standart karar matrisinin oluşturulması

Eş. 2.8 kullanılarak A matrisi elemanlarından, standart karar matrisi (R) elde edilir.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^{m} a_{kj}^2}} \tag{2.8}$$

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ . & & & . \\ . & & & . \\ . & & & . \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix} \tag{2.9}$$

Adım 3: Ağırlıklı standart karar matrisinin oluşturulması

Ağırlıklı standart karar matrisi (V) elde edilirken öncelikle değerlendirme faktörlerine ilişkin

$w_i$ ağırlık değerleri kullanılır. Ağırlık değerleri belirlendikten sonra R matrisinin her bir sütunundaki elemanlar ilgili $w_i$ değeri ile çarpılarak V matrisi oluşturulur.

$$\sum_{i=1}^{n} w_i = 1 \tag{2.10}$$

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \dots & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \dots & w_n r_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \dots & w_n r_{mn} \end{bmatrix} \tag{2.11}$$

$$v_{ij} = r_{ij} * w_i \tag{2.12}$$

Adım 4: Pozitif ideal ( $A^*$) ve negatif ideal ($A^-$) çözümlerin oluşturulması

Bu yöntemde her bir değerlendirme kriterinin monoton artan veya azalan olduğu varsayılır. Yöntemin bu aşamasında ideal çözüme ulaşabilmek için sütundaki en büyük değer $A^*$ ve en küçük değer $A^-$ bulunur. Bu değerler aşağıda gösterilen Eş. 2.13 ve Eş. 2.14 kullanılarak hesaplanır.

$$A^* = \left\{ (\max_i v_{ij} \,\middle|\, j \in J), (\min_i v_{ij} \,\middle|\, j \in J' \right\} \tag{2.13}$$

$$A^- = \left\{ (\min_i v_{ij} \,\middle|\, j \in J), (\max_i v_{ij} \,\middle|\, j \in J' \right\} \tag{2.14}$$

Her iki eşitlikte j fayda (maksimizasyon), J' ise maliyet (minimizasyon) değerini göstermektedir. Eş. 2.13'den elde edilen değerler $A^*$ ve Eş. 2.14'den ise $A^-$ elde edilir.

$$A^* = \left\{ v_1^*, v_2^*, \dots, v_n^* \right\}$$

$$A^- = \left\{ v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^- \right\}$$

Adım 5: İdeal çözümlerden ayırım ölçülerinin hesaplanması

TOPSIS yönteminde her bir karar noktasına ilişkin değerlendirme kriterlerinin ideal pozitif ve ideal negatif değerden sapmaları hesaplanır. Burada sapma değerleri pozitif ideal ayırım ölçüsü ($S_i^*$) ve negatif ideal ayırım ölçüsü ($S_i^-$) olarak ifade edilir. Bu ayrım ölçüleri aşağıda gösterilen Eş. 2.15 ve Eş. 2.16 kullanılarak hesaplanır.

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (v_{ij} - v_j^*)^2} \tag{2.15}$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (v_{ij} - v_j^-)^2} \tag{2.16}$$

Adım 6: İdeal çözüme göreli yakınlığın hesaplanması

Alternatiflerin ideal çözüme yakınlığı ($C_i^*$) hesaplanmasında pozitif ideal ve negatif ideal ayrım ölçülerinden faydalanılır. $C_i^*$ negatif ideal ayrım ölçüsünün toplam ayrım ölçüsü içindeki payını göstermektedir ve aşağıda gösterilen Eş. 2.17 kullanılarak hesaplanır.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*} \tag{2.17}$$

Burada $C_i^*$ değeri $0 \le C_i^* \le 1$ aralığında değer alır. $C_i^* = 1$ ideal çözüme, $C_i^* = 0$ negatif ideal çözüme mutlak yakınlığını gösterir.

# 3. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Risk analizine ilişkin ilk çalışmalar 1950'li yıllardaki askeri uygulamalara dayanmaktadır (Yılmaz ve Şenol, 2017). Risk Değerlendirme ve Yönetimi, bilimsel bir alan olarak 30 ila 40 yıl öncesinde kurulmuştur (Aven, 2016). Analiz metotlarının özellikleri, uygulandıkları alanın gerekliliklerine göre gelişim göstermiştir ve bu gelişim halen devam etmektedir.

Çalışmanın bu bölümünde Web of Science yer alan yayınlar dikkate alınmıştır. Literatür araştırması iki ana başlıkta incelenmiştir. İlki, iş sağlığı ve güvenliği alanında risk değerlendirme çalışmaları, ikincisi ise DEMATEL, AAS ve TOPSIS yöntemlerinin beraber kullanıldığı risk ile ilgili çalışmaları incelemektedir.

## 3.1. İş Sağlığı ve Güvenliği Alanında Risk Değerlendirme Çalışmaları

Literatür araştırmasında ÇKKV yaklaşımlarının iş sağlığı ve güvenliği alanında kullanımına yönelik çalışmalar incelenirken risk değerlendirme ve risk önceliklendirme ve risk kavramlarını içeren çalışmalar değerlendirilmiş ve konu ile doğrudan ilgili 12 çalışmaya erişilmiştir. Aşağıda bu çalışmalara kronolojik sırada yer verilmiştir.

Gül ve Ak (2018), yeraltı bakır ve çinko madeninde risk değerlendirmesi çalışmasında 5×5 risk matrisi metodu, bulanık AHS ve Bulanık TOPSIS yöntemlerini kullanmıştır.

Korkusuz, İnan, Özdemir ve Başlıgil (2017), sağlık sektöründe iş sağlığı ve güvenliği performansını ölçmek için 15 gösterge tanımlamış ve bu göstergeler AHS yöntemi ile önceliklendirilmiştir. Yapılan çalışma sonunda en önemli iş sağlığı ve güvenliği performans göstergesinin sağlık sektöründe iş kazası ölüm oranı olduğu bulunmuştur.

Yılmaz ve Şenol (2017), metal sanayisinde faaliyet gösteren bir işletmede uzman görüşleri alınarak atölye ortamındaki 5 tehlike kaynağı tespit etmiş ve tehlike faktörlerinin ikili ilişkilerinde Bulanık-AHS yöntemini kullanmıştır. Değerlendirme yapılırken olasılık, şiddet ve maliyet faktörleri kriter olarak belirlenmiştir. Tehlikelerin faktör ağırlıkları kullanılarak Bulanık-TOPSIS metodu ile tehlikeler önceliklendirilmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında tehlikeleri ortadan kaldırabilecek 10 önlem belirlenmiş ve Bulanık-TOPSIS metodu kullanılarak önlemler önceliklendirilmiştir. Bu yaklaşımın önemi risklerin yanında

önlemlerin de önceliklendirilmesidir. Çalışmada en önemli risk kaynağı "kaynak işlemi esnasında ortaya oluşan gazın çalışma ortamında birikmesi"; tehlikelerin önlenmesi için ise öncelikle önlemin "tatbikat" olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Samantra, Datta ve Mahapatra (2017) kömür madeninde finansal, operasyonel ve bakım risklerini kriter olarak alıp en uygun güvenlik tedbirini seçebilmek için ÇKKV yöntemlerinde TOPSIS kullanmıştır.

Gül ve Güneri (2016), Türkiye'de bir alüminyum levha üretim tesisinde 23 farklı tehlike grubu ve 84 tehlike türünün sıralanmasında bulanık AHS ve bulanık TOPSIS yöntemlerini kullanmıştır. Tesisinde tehlikelere ilişkin parametrelerin olasılığı ve ciddiyeti bulanık AHS kullanılarak ağırlıklandırılmış, daha sonra 23 farklı tehlike grubunun öncelik sırasına bulanık TOPSIS yöntemi kullanılarak karar verilmiştir. Ayrıca çalışmasında aynı metodolojiyi fabrikanın her bir bölümündeki tehlikeleri sıralamak için de kullanmıştır.

Mohammadfam ve diğerleri (2016), santral inşaatının yapıldığı bir firmada 2011-2013 yılları arasında iş sağlığı ve güvenliği performansını araştırabilmek için AAS ve TOPSIS yöntemleri kullanılmıştır. Yapılan çalışmada İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi olan OHSAS 18001 adımları kriter olarak belirlenmiş, kriterler ağırlıkları AAS ile belirlendikten sonra TOPSIS ile yıllar arasındaki iş sağlığı ve güvenliği performansı sıralanmıştır. Çalışma sonunda en önemli kriter yönetim desteği olarak belirlenmiştir.

Ilangkumaran, Karthikeyan, Ramachandran, Boopathiraja ve Kirubakaran (2015), otomobil parçalarının üretiminin yapıldığı bir fabrikada sıcak ortamlarda çalışanların risklerini değerlendirmek için fabrikanın fırın ve döküm bölümleri seçmiştir. Değerlendirmede 3 ana ve 10 alt kriter belirlenerek AAS ve üçgensel bulanık sayılar kullanılmıştır.

Mahdevari, Shahriar ve Esfahanipour (2014), İran'daki Kerman kömür yataklarında 86 tehlike tespit etmiş ve bulanık TOPSIS ile puanlama yapmıştır.

Mokhtari, Ren, Roberts ve Wang (2012), liman hizmetlerinde yürüttükleri risk analizi çalışmasında risk kaynaklarını güvenlik, kirlilik, yasal yükümlülükler, insan faktörleri ve teknik olmak üzere beş ana başlıkta sınıflandırmış ve AHS ile sıralamıştır.

Kutlu ve Ekmekçioğlu (2012), otomotiv sanayinde yürüttükleri FMEA analizi çalışmasında risk parametrelerinin belirlenmesinde ve ağırlıklandırılmasında Bulanık-TOPSIS yöntemini kullanmıştır.

Silvestri, Felice ve Antonella Petrillo (2012), bir fabrikada 6 tane tehlike unsurunun riskini HTEA yöntemi ile hesapladıktan sonra bu riskleri önlemek için hangi önlemin daha etkili olacağına AAS yöntemi ile karar vermiştir. Yöntemde HTEA'dan gelen değerler, önlem almanın maliyeti, iş kazasının olması halinde işe devamsızlık gibi 7 kriter belirlenmiş ve AAS ile 6 alternatif sıralanmıştır. Çalışmanın sonunda sırasıyla alternatif olarak işyerinde taşıma sisteminin sağlanması, gürültüye karşı uygun KKD verilmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Padma ve Balasubramanie (2011), mesleki rahatsızlıkların risk kaynaklarını psikolojik, fiziksel ve mekaniksel olarak üç ana başlıkta sınıflandırmış ve boyun ile omuz ağrılarına en çok etki eden risk kaynağını belirlemede Bulanık-AHS kullanmıştır.

Yukarıda yer alan araştırmalar içerisinde Yılmaz ve Şenol'un (2017) çalışması metal sektöründe risk değerlendirme süreci adımlarının tamamını dikkate alması bakımından önem arz etmektedir. Çalışmada geleneksel risk analizinde kullanılan "olasılık" ve "şiddet" faktörlerine "maliyet" unsuru da dâhil edilmiş, faktör ağırlıkları Bulanık-AHP ile belirlenmiştir. Elde edilen ağırlıklar kullanılarak Bulanık-TOPSIS ile tehlikeler önceliklendirilmiştir. Fakat bu çalışma, tehlikeler arasında etkileşim olup olmadığı ile ilgilenmemiştir.

## 3.2. DEMATEL, AAS ve TOPSIS Yöntemlerinin Beraber Kullanıldığı Risk ile İlgili Çalışmalar

Bu tez çalışmasında risk değerlendirme süreci içerisinde önemli bir adım olan risk analizi dikkate alınmış ve üç ÇKKV yöntemi bütünleşik olarak kullanılmıştır. Bu nedenle, literatür araştırması kapsamında SCI indeks içerisinde yer alan çalışmalar içerisinde dikkate alınan üç yöntemi birlikte değerlendiren ve "risk" anahtar kelimesi ile rafine edilen bir diğer tarama sonucunda Çizelge 3.1'de yer alan toplamda 10 çalışmaya erişilmiştir. Aşağıda bu çalışmalara kronolojik sırada yer verilmiştir.

Alrifaey, Hong, Supeni, Asarry ve Ang (2019), Yemen'de bulunan bir petrol ve gaz tesisinin elektrik üretim ünitesinde ekipmanın arıza modlarını doğru şekilde tanımlamanın ve önceliklendirmenin yollarını Bulanık Hata Türü ve Etkileri Analizi, AAS ve DEMATEL hibrit yaklaşımı ile gerçekleştirmiştir.

Hatefi ve Tamosaitiene (2019) inşaat projelerini ve genel risklerini değerlendirmek için bütünleşik bir bulanık DEMATEL ve bulanık AAS modeli önermektedir.

Dinçer, Akdeniz ve Hacıoğlu (2018), Avrupa bankacılık sektörünün küresel finans krizi sırasında ve sonrasında mücadele ettiği sektörün sürdürülebilirliği ve rekabetçi strateji formüllerini DEMATEL-AAS (DANP SWOT'un analizi ve bulanık TOPSIS ile oluşturmayı amaçlamışlardır.

Ardeshir ve Mohajeri (2018), inşaat sektöründeki güvenlik kültürü faktörlerini değerlendirmek ve bu faktörlere göre şantiyelerdeki iş alanlarının sıralanmasında Fuzzy AAS; Fuzzy DEMATEL; Fuzzy TOPSIS bütünleşik olarak kullanılmıştır.

Chen (2017), risk değerlendirme için Bulanık FMEA, Bulanık AAS ve DEMATEL'i birlikte kullanarak elektronik sektörü için bir uygulama çalışması gerçekleştirmişlerdir.

Ahmadi, Zakerian ve Salmanzadeh (2017) yaptığı çalışma, işyeri çalışma koşullarını iyileştirmek için Uluslararası Çalışma Örgütünün belirlediği Ergonomik Kontrol Noktalarının ölçümlerini önceliklendirmek ve puanlamak için AAS ve Bulanık Karar Verme Deneme ve Değerlendirme Laboratuvarı (DEMATEL) yöntemlerini kullanarak bir yaklaşım sunmaktadır. Ağırlıklı Kontrol Noktalarının kullanımına bir örnek göstermek için bir montaj ve paketleme endüstrisinde ampirik bir çalışma yapıldı. Ampirik çalışmanın bulguları, ağırlıklı Ergonomik Kontrol Noktaları kılavuzunun, işyerlerinin yaklaşık riskini tahmin edebildiğini ve daha tehlikeli durumları tespit edebildiğini göstermiştir.

Çizelge 3.1. DEMATEL, AAS ve TOPSIS yöntemlerinin beraber kullanıldığı çalışmalar

| | Referans | Entegre Kullanılan Yöntem İsimleri | Kritik |
|---|---|---|---|
| 1 | Alrifaey ve diğerleri (2019) | Bulanık FMEA, AAS ve DEMATEL | Sektör farklı, TOPSIS yok |
| 2 | Hatefi ve Tamosaitiene (2019) | Bulanık DEMATEL ve Bulanık AAS | Sektör farklı, TOPSIS yok |
| 3 | Dinçer ve diğerleri (2018) | DEMATEL, AAS, SWOT Analizi ve Bulanık TOPSIS | Sektör farklı, problem farklı |
| 4 | Ardeshir ve Mohajeri (2018) | Bulanık AAS, Bulanık DEMATEL ve Bulanık TOPSIS | Sektör farklı, problem farklı |
| 5 | Chen (2017) | Bulanık FMEA, Bulanık AAS ve DEMATEL | Sektör farklı, TOPSIS yok |
| 6 | Ahmadi ve diğerleri (2017) | AAS ve Bulanık DEMATEL | Sektörden bağımsız olarak Kontrol Noktaları için değerlendirme, TOPSIS yok |
| 7 | Liou (2015) | DEMATEL ve AAS | Sektör farklı, TOPSIS yok |
| 8 | Liu ve diğerleri (2014) | FMEA ve Bulanık DEMATEL | Sektör farklı, TOPSIS yok |
| 9 | Vinodh ve Swarnakar (2015) | DEMATEL, Bulanık AAS ve TOPSIS | Problem farklı |
| 10 | Shen ve diğerleri (2012) | DEMATEL, AAS VE TOPSIS | Problem farklı |

Liou'nun (2015) çalışmasının amacı, elektronik endüstrisindeki firmaların karbon yönetiminin önemli faktörlerini/kriterlerini tanımalarını ve karbon azaltma stratejileri geliştirmelerini sağlayan bir değerlendirme sistemi sunmaktır. Değerlendirme kriterleri, bir literatür taramasından ve uygulayıcılarla yapılan istişareler sonucunda geliştirilmiştir. Kriterler arasındaki ilişkilerin belirlenmesinde Karar Verme Deneme Değerlendirme Laboratuvarını (DEMATEL) ve kriter ağırlıklarının bulunmasında AAS kullanılmıştır.

Liu, You, Lin ve Hui (2014) sistemindeki arıza riskini sıralamak için FMEA bulanık DEMATEL yöntemini birleştiren yeni bir risk değerlendirme metodolojisi önerilmiştir. Yeni yöntemin uygulaması için, ince film transistörlü sıvı kristal ekran (TFT-LCD) ürünü üretimi ele alınmıştır. Sonuçlar önerilen yöntemin FMEA sistemindeki arızaların önceliklendirilmesi için uygun ve etkili bir yöntem olduğunu göstermektedir.

Vinodh ve Swarnakar (2015) hata riskini azaltabilmek amacıyla yalın altı sigma projelerinin seçimi için önerdikleri hibrit ÇKKV yaklaşımında bulanık DEMATEL, bulanık AAS ve TOPSIS yaklaşımlarını entegre edilmiştir.

Shen, Chen ve Tzeng (2012) borsada yatırımcılara faydalı olmak üzere yatırım değerlendirme yöntemi olarak DEMATEL, AAS ve TOPSIS yaklaşımlarını bütünleşik olarak kullanan bir yöntem önermişlerdir. Yöntemin uygulaması Tayvan pazarındaki 5 gerçek hisse senedi üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Bu 10 çalışma içerisinde, Çizelge 3.1'de yer alan, Dinçer ve diğerleri (2018) hariç, ilk sekiz çalışma; risk değerlendirme çalışması olması bakımından tez çalışması ile ilişkilidir. Fakat bu sekiz çalışma içerisindeki altı tanesinde TOPSIS yönteminden faydalanılmamış sadece DEMATEL ve AAS entegrasyonu kullanılmıştır. Ayrıca ilk sekiz çalışmadan hiçbiri uygulama çalışması olarak "metal sektöründe" risk analizi yapmamıştır. Dinçer ve diğerleri (2018) bankacılık sektöründe finansal risklerle ilgilenmişlerdir. Çizelge 3.1'de yer alan son iki çalışma ise bu üç yöntemin entegrasyonunu yine risk içeren proje seçimi ve yatırım değerlendirme aracı olarak farklı alanlardaki problemler için kullanmışlardır. Bu nedenle, Web of Science veri tabanı üzerinden erişilebilen çalışmalar dikkate alındığında, mevcut tez çalışması iş sağlığı ve güvenliği alanında risk değerlendirme çalışmaları içerisinde, metal sektöründe bu üç yöntemi bütünleşik kullanarak risk analizi yapan ve elde edilen risk önceliklerine göre önlem alma konusunda atölye sırasını belirleyen tek çalışma olması bakımından literatüre katkı sağlamaktadır.

# 4. SİSTEMİN TANITIMI VE PROBLEM TANIMI

Uygulama çalışması metal sektöründe yer alan bir işletmede gerçekleştirildiği için çalışmanın bu bölümünde öncelikle metal sektörünün iş sağlığı ve güvenliği alanındaki konumu özetlenmiş, daha sonra uygulama çalışmasına konu olan işyeri ve problem tanımına yer verilmiştir.

## 4.1. Metal Sektörünün İş Sağlığı ve Güvenliği Alanındaki Konumu

Türkiye'de metal sektörü üretilen ürünler ile kapasite ve pazar payı da dikkate alındığında önemli sektörlerden biridir. Sektörün üretim kapasitesinin artmasıyla birlikte çalışan sayısı ve işyeri sayısında yıllar itibariyle artış görülmektedir (Kocaeli Sanayi Odası, 2016). SGK İstatistik Yıllıkları (www.sgk.gov.tr) incelendiğinde bu durum açıkça görülmekte olup Çizelge 4.1'de sektördeki genel durum hakkında bilgiler yer almaktadır.

Çizelge 4.1. Metal sektöründe yıllar itibariyle iş sağlığı ve güvenliği istatistikleri

| Yıllar | İşyeri sayısı | Çalışan sayısı | Sektörde iş kazası geçiren sigortalı sayısı | Yüz bin işçide iş kazalı oranı (%) | Meslek hastalığı sayısı | İş kazası ve meslek hastalığı sebebiyle ölüm sayısı | Yüz bin işçide ölüm oranı (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2013 | 80.902 | 1.034.845 | 42.017 | 4.060 | 33 | 117 | 11,3 |
| 2014 | 78.005 | 1.052.124 | 47.714 | 4.535 | 75 | 99 | 9,4 |
| 2015 | 78.298 | 1.070.162 | 51.327 | 4.796 | 116 | 94 | 8,8 |
| 2016 | 77.450 | 1.061.492 | 55.949 | 5.271 | 84 | 85 | 8 |
| 2017 | 78.143 | 1.103.030 | 55.949 | 5.993 | 153 | 107 | 9,7 |

Çizelge 4.1 incelendiğinde yıllar itibariyle sektörde işyeri ve çalışan sayısının arttığı görülmekle beraber iş kazası ve meslek hastalığı sayısında da artış görülmektedir. İş kazası ve meslek hastalığındaki bu artış; sektörü, iş sağlığı ve güvenliği açısından önemli hale getirmektedir.

## 4.2. Metal Sektöründe İş Sağlığı ve Güvenliği Alanında Risk Etmenleri

İşyerlerinde risk değerlendirmesi çalışmalarında en önemli adım iş kazası ve meslek hastalığına neden olabilecek tehlikelerin belirlenmesidir. Bir işyerinde tehlikeler belirlenirken işvereni ve çalışanları zarara uğratabilecek bütün hususların ele alınması gerekmektedir. Bu aşamada iş kazası ve meslek hastalığı kayıtları, ortam ölçümleri, üretim yöntemleri, faaliyetler, kullanılan maddeler, iş ekipmanları gibi unsurlar değerlendirilerek tehlikeler belirlenir.

İşyerinde sağlık ve güvenlik sorunlarına yol açabilecek risk etmenlerinin en önemlileri aşağıda yer almaktadır (ÇSGB, 2014a:21):

- Kazalarla ilgili risk etmenleri (yüksekte çalışma, patlayıcı ortamda çalışma ekipmanla çalışma)
- Kimyasal ve toksik maddeler (solventler, temizleyiciler)
- Fiziksel etmenler (gürültü, titreşim, termal konfor şartları, aydınlatma)
- Toz, gaz ve lifler (kaynak dumanları, silika tozu, talaş tozu, asbest lifleri)
- Biyolojik etmenler (tetanoz, viral hepatit B ve C, HIV/AIDS)
- Ergonomik etmenler (yanlış çalışma pozisyonları, tekrarlayıcı hareketler, ağır yük kaldırma)
- Psikososyal etmenler (zaman azlığı, fazla mesai, gece çalışması, amirlerle çatışma)

Yukarıda sayılan risk etmenleri dışında çalışma ortamında çalışanların karşılaşabileceği pek çok risk etmeni bulunmaktadır. Her işyerinde ortak tehlikeler dışında işletmeye özgü tehlikeler de bulunduğundan işyerine özgü önlemlerin alınması gerekmektedir. Çünkü aynı ürünün üretildiği işyerlerinde bile kullanılan farklı üretim yöntem ve şekilleri, makine ve ekipman ile yapısal farklılıklar nedeniyle farklı risklerle karşılaşılmaktadır. Her işyerlerinde yürütülen faaliyetlerin, üretim süreçlerin, kullanılan malzemelerin ve makinelerin farklı olması nedeniyle işyerine özgü farklı tehlikeler bulunmaktadır (ÇSGB, 2014b:10-12). Bu tehlikeler arasında elektrikle çalışma ile meydana gelen tehlikeler (örneğin topraklaması yapılmamış tezgahlar, elektrik tesisatının arızalı olması, zeminin yalıtılmaması, elektrik tesisatının periyodik kontrolünün yapılmaması); mekanik tehlikeler (örneğin makine koruyucularının bulunmaması, makinelerin arızalı olması, makinelerin periyodik kontrolü ve bakımı); tehlikeli yöntem ve işlemler (örneğin makine koruyucusunun devre dışı bırakılması, KKD kullanılmaması, malzemelerin güvensiz istiflenmesi, çalışma

talimatlarına uyulmaması); işyeri ortamından kaynaklanan tehlikeler (örneğin işyeri zeminin hasar görmüş olması, düzensiz işyeri, yetersiz iş alanı) yer almaktadır (Özkılıç, 2005:14-15).

### 4.2.1. Fiziksel etmenler

Fiziksel etmenler içinde genellikle gürültü, aydınlatma, termal konfor, titreşim ele alınmaktadır. Bu etmenler arasında yer alan aydınlatma tasarlanırken gün ışığı, renkler, gölgeler dikkate alınmalı; yollar, merdivenler, kapı boşlukları daha fazla aydınlatılmalıdır. Hassas işler normal çalışmalardan daha fazla aydınlatma gerektirmektedir. Termal konfor şartlarının da yapılan işe uygun olması gerekmektedir. Daha soğuk havalarda çalışanlara uygun iş kıyafetleri verilmelidir (ÇSGB, 2014b:39).

Gürültü, rahatsız edici ve işitme için zararlı olan sestir. Sanayide makineleşmenin artması gürültü düzeyini artırmaktadır. Metal imalatı yapılan işyerlerindeki gürültü seviyelerinin yaklaşık 80 ila 125 dB(A) arasında değişmesi beklenmektedir. Önemli gürültü kaynakları arasında pnömatik darbeli aletler, yüksek hızlı taşlama aletleri, presler, torna, tesviye, testere ve diğer sanayi makineleri, plazma püskürtme tabancalarının kullanımı sayılabilir. Yüksek seviyede gürültü yaratan kaynak ve oluk açma işleri de gürültü kaynakları arasındadır (ÇSGB, 2014b:70).

Metal sektöründe en çok karşılaşılan iş sağlığı ve güvenliği tehlikelerinin başında gürültü gelmektedir. Metal sektörü çalışanları dökümcülük, pres, dövme, torna gibi işlemler sırasında sıklıkla sınır değerleri aşan gürültü seviyesine maruz kalmaktadır (ÇSGB, 2014c:132).

Gürültüye kısa süreli maruziyet sonucu geçici işitme kayıpları; uzun süreli maruziyet sonucu ise iç kulakta sürekli işitme kayıpları ile çeşitli seviyede psikolojik etkiler (dikkat dağınıklığı ve iletişim bozuklukları, sinirlilik, huzursuzluk gibi), hipertansiyon, ritim bozuklukları, uyku düzensizliği gibi sağlık sorunları görülmektedir. Ayrıca gürültülü ortamlarda çalışmalarda iletişim bozukluğu yaşanmakta ve çalışanlar diğer tehlikelere daha açık hale gelebilmektedir (ÇSGB, 2014c:132).

Bir işyerinde çalışanın gürültüye maruziyeti 80 dB ve üzerindeyse işverenin işitme kaybına karşı önlem almaya başlaması gerekmektedir. Gürültü maruziyetinin yol açtığı risklerin

öncelikle kaynağında yok edilmesi veya azaltılması esastır. Gürültü ile mücadeleye iş ekipmanı ve teknoloji seçimi, işyeri bina tasarımı ve yer seçimi ile yerleşim aşamasıyla başlanmalı gürültü düzeyleri düşürülmelidir. Gürültü maruziyetinin başka yollardan önlenemediği işyerlerinde, çalışanın gürültüye maruziyetinin 80 dB aşması durumunda işverenin kulak koruyucu donanımları çalışanların kullanımına hazır halde bulundurması gerekmektedir. Çalışanın gürültü maruziyetinin 85 dB'ye ulaşması ya da bu değeri aşması halinde ise işveren kulak koruyucu donanımların çalışanlar tarafından kullanılmasını sağlamak ve denetlenmekle yükümlüdür (ÇSGB, 2014c:132-133).

Metal sektöründe; dövme, presleme, torna, parlatma, zımparalama işlemlerinde ve forklift kullanan çalışanlarda titreşim maruziyeti görülmektedir. Metal sektöründe taşlama makinesi, döner testere gibi el aletlerinin kullanılması el kol titreşimine neden olmaktadır. Titreşim maruziyeti; belirli bir zaman süresinde (genellikle 8 saat) ölçülen maruziyetin ortalamasıdır. Metal sektöründe döner el aletleri, taşlama makineleri, darbeli el aletlerinin özellikle kalafatlama, balyozlama, döküm temizleme işlerinde kullanılması sonucu titreşim maruziyeti ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte dönel aletlerle taşlaması yapılan, kumlanan veya cilalanan metal malzemelerin tutulması da maruziyetin oluşmasında etkili olmaktadır (ÇSGB, 2014b:71).

Titreşim maruziyetine bağlı olarak dolaşım sistemi bozuklukları (beyaz parmak sendromu gibi), kas iskelet sistemi hastalıkları (el bileğinde sinir sıkışması), kas yırtılmaları, kas krampları, birikimsel kas hastalıkları, tendon iltihabı gibi sağlık sorunları görülmektedir (ÇSGB, 2014c).

Titreşim ile mücadelede iş ekipmanı ve teknoloji seçimi önemlidir. Titreşimin etkilerinden korunmak için teknik kontrol tedbirlerinin yanı sıra çalışanlara eğitim verilmeli ve KKD kullanımı sağlanmalıdır (ÇSGB, 2014c).

### 4.2.2. Kimyasal etmenler

Metal sektöründe boya, solvent, kesme sıvısı gibi çok sayıda kimyasal kullanılmakta olup bu kimyasallar çalışanlar için önemli risk etmenleri arasındadır. Sektörde döküm, pres, dövme, kaynak işlemleri, metal yüzey işlemleri, metal kesme gibi faaliyetlerin hemen hemen her aşamasında kimyasal maddeler kullanılmaktadır. Bu maddelere maruziyet sonucu

çalışanlarda ciltte ve ellerde tahriş, zehirlenme gibi sağlık sorunları görülmektedir (ÇSGB, 2014c:136-141).

Kimyasal etmenler arasında toz, gaz ve duman yayılımı da ele alınmalıdır. Metal sektöründe özellikle kumlama işlemi sırasında oluşabilecek kristal silika maruziyeti ile kaynak işlemleri sırasında açığa çıkan metal dumanı (kaynak dumanları) sonucu oluşan zehirlenmelere dikkat edilmesi gerekmektedir (ÇSGB, 2014c:136-140).

### 4.2.3. Ergonomik etmenler

Tekrarlayan hareketler, elle taşıma, büyük ve ağır nesneleri kaldırma, uygunsuz duruş, uzun süre aynı pozisyonda çalışma; ergonomik etmenler arasında sayılabilir. Ergonomik etmenler başta bel ağrısı olmak üzere kas iskelet sistemi rahatsızlıklarına, damar hastalıklarına ve aşırı yorgunluğa neden olmaktadır (ÇSGB, 2014b).

### 4.2.4. Psikososyal etmenler

Psikososyal etmenler arasında iş stresi, işyerinde şiddet, taciz, görev ve sorumlukların net olması, iletişim, amirlerin destek vermesi hususları ele alınmalıdır (Türk Standartları Enstitüsü, 2017)

İş stresi, önemi giderek artan ve ciddi ekonomik kayıplara neden olan mesleki bir sağlık sorunudur. İşyerinde en sık karşılaşılan sorunlar sıralamasında kas iskelet sistemi hastalıklarından sonra ikinci gelir. Artan iş yükü, fazla mesai, vardiyalı çalışma, ekonomik küçülmeler, işyerinde dışlanma, tekrarlayan işler, düşük sosyal destek, işyerinde kullanılan kimyasal ajanlar, gürültü, konforsuz iş ortamı gibi durumlar iş stresinin oluşmasına neden olur. Bu durumlar çalışanlarda zamanla psikolojik sorunlar oluşturarak uykusuzluk, sinirlilik, iletişim sorunları, davranış bozuklukları, çalışanlar arası ya da idare ile ilgili problemler, dikkat eksikliği, iş kazalarına eğilim, bağışıklık sistemi zafiyetine bağlı enfeksiyon artışları, kas krampları ve ağrılar, yüksek tansiyon, ritim bozuklukları, sindirim sistemi bozuklukları gibi sorunlara yol açar (ÇSGB, 2014d:307-310).

## 4.3. İşyeri Hakkında Bilgiler

Uygulama yapılan işyeri çimento, madencilik ve enerji sektörleri ağırlıklı olarak endüstriyel tesis hizmeti vermek üzere Ankara Kazan ilçesinde 2003 yılında kurulmuştur. İşyerinde elevatör, zincirli konveyör, havalı bant, kırma eleme tesislerinde kullanılan bantlar gibi talep bazlı çelik konstrüksiyon imalatı yapılmaktadır.

İşyerinde 10 beyaz yakalı olmak üzere 106 çalışan bulunmaktadır. Bu işyerinde idari bina, imalat, boyama, montaj, yemekhane, depo ve sevkiyat alanları bulunmaktadır. Ayrıca kumlama işlemi boyama atölyesinin içinde yer almaktadır. İşyerinde 66 çalışan imalat, 8 çalışan boya, 2 çalışan kumlama, 10 çalışan montaj işlemlerinde; 4 çalışan ise sevkiyat alanında görev almaktadır. Geri kalan çalışanlar idari bölümde hizmet vermektedir. İmalat işlemlerinde çalışanlar ihtiyaç dahilinde montaj işlemlerinde de görev alabilmektedir.

Bununla birlikte çelik konstrüksiyon alanında hizmet veren bu işyeri, 6331 sayılı Kanun kapsamında yürürlüğe giren İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliğine göre tehlikeli sınıfta yer almaktadır.

İşyerinde imalat süreci iş hazırlama ekibi tarafından hazırlanan kesim planlarına göre imalatta kullanılacak plakalarının CNC tezgahlarında kesilmesi ile başlamaktadır. Üretim sürecinde saç profilleri bükme, kaynak, taşlama, kumlama, boyama, montaj işlemlerinden geçmektedir. Metal parçalarından torna, matkap ve freze işlemleri sırasında CNC makineler kullanılarak talaş atılmaktadır. Kaynak işleminde ise metal parçalarının birbiri ile birleştirilmesi için elektrik ark kaynağı ve gazaltı kaynak kullanılmaktadır. Kaynak işleminden geçen parçaların yüzeylerine kumlama aşamasında 70 mikron büyüklüğünde metal tanecikler püskürtülerek zemin üzerindeki pürüzler ortadan kaldırılmaktadır. Ayrıca bükme, delme, kaynak işlemi görmüş metal parçaları; geçmişindeki işlemlerden kaynaklanan çentik, kaynak hatası gibi hatalı parçalarından arındırılmak için taşlama makinesi ile temizlenmektedir. Üretim sürecinin son aşamasında metal parçaların korunmasına yönelik boyama işlemi yapılmaktadır. İşyerinde bu aşamada solvent bazlı boyalar kullanılmaktadır.

## 4.4. Problemin Tanımı

İşyerinin mevcut iş sağlığı ve güvenliği yapısını anlayabilmek adına iş kazası ve meslek hastalığı kayıtları, daha önce yapılmış risk değerlendirme çalışmaları ve ortam ölçümleri incelenmiş; iş güvenliği uzmanı ile işyeri gezilmiştir.

İşyerinde iş kazası kayıtları incelendiğinde 2015 yılında 12, 2016 yılında 19, 2017 yılında 17 ve 2018 yılında 26 iş kazasının meydana geldiği görülmüştür. Bu yıllar arasında ölümlü iş kazası görülmemiştir. İş kazaları düşme, kayma, takılma ve göze çapak kaçması şeklinde oluşmuştur. Meslek hastalığı ile ilgili ise işyerinde tespit edilmiş meslek hastalığının olmadığı öğrenilmiştir. Ortam ölçümleri incelendiğinde ölçümlerin mevzuatlarda belirtilen sınır değerlerinin altında çıktığı görülmüştür.

İşyerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirme Yönetmeliğindeki hususlar incelenerek 6 kişiden oluşan mevcut bir risk değerlendirme ekibinin olduğu ve risk değerlendirmesi çalışmalarında yöntem olarak Fine-Kinney metodunun kullanıldığı görülmüştür. Bu metotta bir tehlikeye ilişkin olasılık (gerçekleşme olasılığı), frekans (tehlikeye maruz kalma sıklığı) ve şiddet (tehlikenin yaratacağı tahmini zarar) skalasında değerlendirmeler yapılmaktadır. Değerlendirme sonuçlarına göre riskler kabul edilebilir risk, olası risk, önemli risk, yüksek risk ve çok yüksek risk şeklinde sıralanarak özellikle yüksek risk seviyelerinde olan tehlikelerden başlanarak risk kontrol önlemleri alınmaktadır.

İşyerinde yapılan çalışma incelendiğinde üretim prosesi içinde yer alan tüm iş istasyonları, kullanılan makine, ekipman ve kimyasal malzeme iş sağlığı ve güvenliği açısından değerlendirilerek tehlikeler belirlenmiş ve her bir tehlike için risk skoru hesaplanmıştır. İşyerinde belirlenen tehlikeler incelendiğinde tehlikelerin birbirine benzer tanımlara sahip olduğu; karışık ve düzensiz bir şekilde listelendiği görülmüştür.

Bununla birlikte işyerinde yapılan risk değerlendirme yöntemi dikkate alındığında bir tehlikenin diğer tehlike unsurunu nasıl etkilediği göz önünde bulundurulmamaktadır. Ayrıca iş güvenliği uzmanıyla yapılan görüşmelerde risk değerlendirme çalışmalarında ekip üyeleriyle ortak karar oluşturma konusunda zorlukların yaşandığı da öğrenilmiştir. Yukarıda yer alan hususlar ve literatür çalışmaları dikkate alındığında işyerinde tehlikelerin

önceliklendirilerek risk analizinin yapılması aşamasında ÇKKV yaklaşımının kullanılmasına karar verilmiştir.

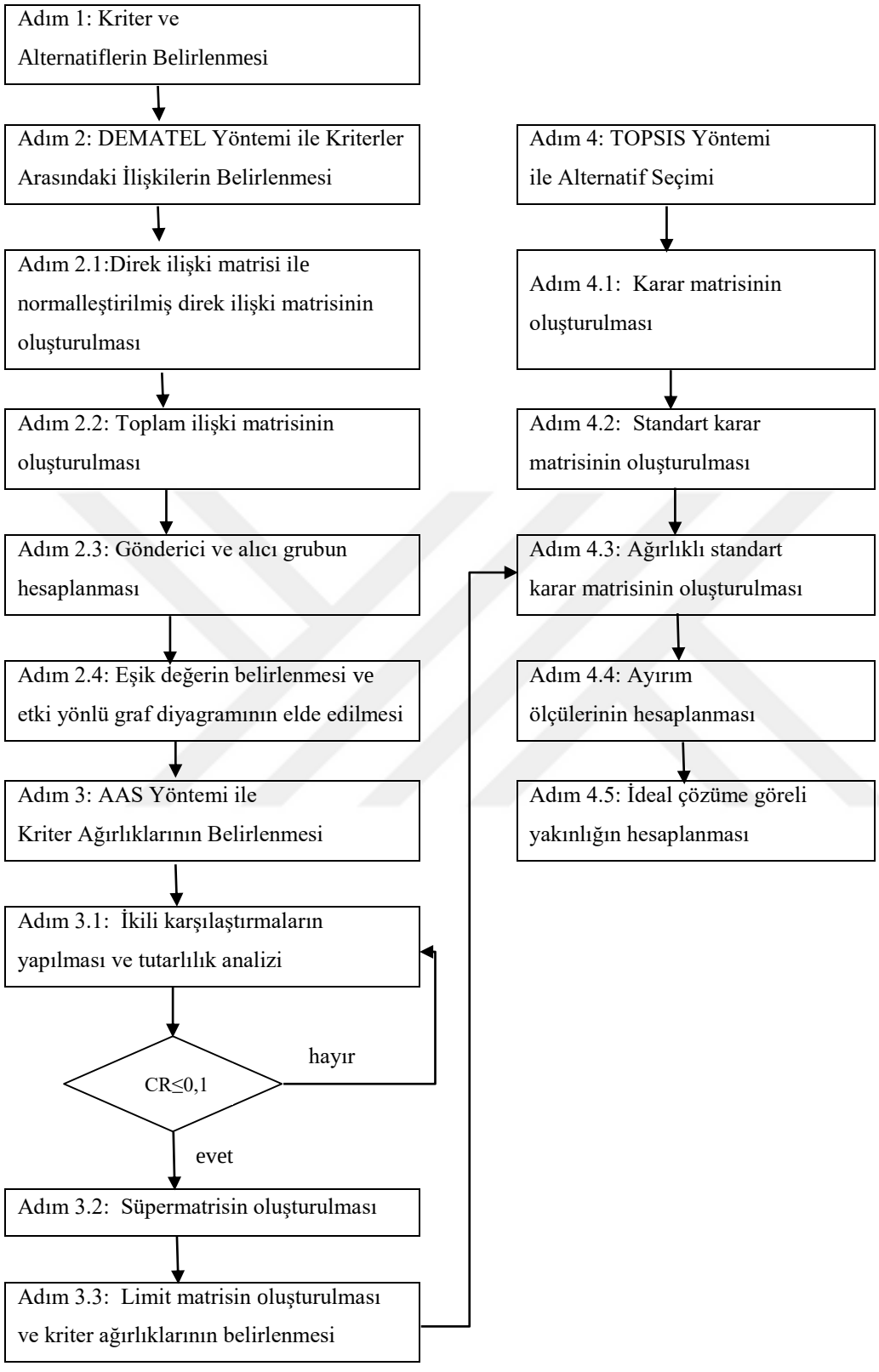
# 5. UYGULAMA

Çalışmanın bu bölümünde metal sektöründe faaliyet gösteren işyerinde iş kazası ve meslek hastalıklarına neden olabilecek tehlikelerin belirlenmesi, sıralanması ve risk kontrol önlemleri alınırken işyerinde atölyelerin hangi sıra ile ele alınması gerektiğinin bulunması amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda, çalışmada öncelikle iş kazası ve meslek hastalığına neden olacak tehlikeler bir diğer ifade ile tehlike unsurları/risk etmenleri; kriter ve alt kriterler adı altında belirlenmiş, DEMATEL yöntemi ile kriterler arasındaki ilişkiler analiz edilmiştir. Kriterler ağırlıkları AAS yöntemi ile tespit edildikten sonra atölyelerin riske göre sıralamasında TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. Uygulamanın adımlarını özetleyen akış şeması Şekil 5.1'de sunulmuştur.

Yöntemlerin uygulama aşaması, risk değerlendirme ekibinde 5 yıldır görev alan çalışanlarla birlikte yürütülmüştür. Çalışma ekibiyle anket çalışması yapılarak yöntemlerde kullanılacak veriler elde edilmiş ve grup kararları oluşturulmuştur. Çalışma ekibi 5 çalışandan oluşmaktadır. Ekipte; işveren vekili, iş güvenliği uzmanı, işyeri hekimi ve iki çalışan temsilcisi bulunmakta olup bu kişiler işyerinde 10 yıllık mesleki tecrübeye sahiptir.

## 5.1. Kriter ve Alternatiflerin Belirlenmesi

Çalışmada kullanılacak risk etmenleri belirlenirken Bölüm 4.2'de değinilen literatür çalışmaları ile TS 13740 standardında belirtilen risk etmenleri dikkate alınmıştır. Bununla birlikte Bölüm 2.2 risk değerlendirmesi süreci tehlikelerin belirlenmesi aşamasında da belirtildiği üzere sahada yapılan gözlemler, çalışanlarla görüşmeler, risk değerlendirmesi raporları, iş kazası ve ramak kala olay kayıtları, işyeri ortam ölçüm sonuçları, sağlık gözetimi ile ilgili kayıtlar incelenmiş ve çalışma ekibi tarafından değerlendirilmiştir. Bu çerçevede işyerinde iş kazası ve meslek hastalığına neden olabilecek 8 ana kriter ve 30 alt kriter belirlenmiştir. Alternatif olarak ise üretim sahasındaki 3 atölyenin değerlendirilmesine karar verilmiştir. Çizelge 5.1'de çalışma ekibi tarafından karar verilen kriterler yer almaktadır:




Şekil 5.1. Çalışmanın akış şeması

Çizelge 5.1. Uygulama kapsamında işyerinde belirlenen kriterler

| Ana Kriterler | Alt Kriterler |
|---|---|
| Fiziksel Etmenler (K1) | Gürültü (K11) |
| | Titreşim (K12) |
| | Havalandırma (K13) |
| | Termal konfor (K14) |
| | Aydınlatma (K15) |
| Kimyasal Etmenler (K2) | Toksik gaz, duman ve buhar maruziyeti (K21) |
| | Kimyasalların cilde veya göze temas etmesi (K22) |
| | Toz maruziyeti (K23) |
| Elektrik Kaynaklı Etmenler (K3) | Topraklama (K31) |
| | Elektrik tesisatının durumu (K32) |
| | Elektrik panolarının durumu (K33) |
| Mekanik Etmenler (K4) | İş ekipmanlarının periyodik kontrolü ve bakımı (K41) |
| | Makine/ekipman durumu (K42) |
| | Makine/ekipman koruyucuları (K3) |
| | Kontrol cihazlarının durumu (K44) |
| Güvensiz Davranışlar (K5) | İş ekipmanları ile yük taşıma (K51) |
| | Çalışma talimatlarına uyma (K52) |
| | KKD kullanımı (K53) |
| | Malzeme istifleme (K54) |
| İşyeri Ortamından Kaynaklanan Etmenler (K6) | Çalışma ortamının düzen ve temizliği (K61) |
| | Zemin, yol ve merdivenlerin durumu (K62) |
| | Uyarı ve ikaz levhaları (K63) |
| | Acil durumlara hazır olma (K64) |
| Ergonomik Etmenler (K7) | Tekrarlayan hareketler (K71) |
| | Uygunsuz çalışma pozisyonları (K72) |
| | Elle kaldırma taşıma (K73) |
| Psikososyal Etmenler (K8) | İş stresi (K81) |
| | Görev ve sorumlukların netliği (K82) |
| | İletişim (K83) |
| | Amirlerin desteği (K84) |

İşyerinde belirlenen bu kriterlere ilişkin açıklamalar ile dikkate alınması gereken hususlar ise aşağıda yer almaktadır:

➢ Fiziksel etmenler

- Gürültü: Çalışma ortamının gürültülü olması sonucu oluşan maruziyet dikkate alınmalıdır.
- Titreşim: Çalışanların titreşim maruziyeti dikkate alınmalıdır.
- Havalandırma: Çalışma ortamındaki zararlı ve kirletici madde (toz, gaz, duman gibi) yoğunluğu ile yetersiz havalandırma durumları ele alınmalıdır. Havayı kirleten proseslerde lokal havalandırma sistemleri bulunmalıdır.
- Termal konfor şartları: Çalışanlar uygun termal konfor şatlarında çalışmalı ve çalışma ortamında aşırı ısı, nem ve hava hareketleri olmamalıdır. Sıcaklık yapılan işe uygun olmalıdır.
- Aydınlatma: Çalışma ortamında aydınlatma yeterli olmalı ve yetersiz veya aşırı aydınlatma olmamalıdır.

➢ Kimyasal etmenler

- Toksik gaz, duman ve buhar maruziyeti: Toksik gazların, organik sıvıların buharlarının, ergimiş haldeki metal gazlarının çalışma ortamına yayılımı sonucu oluşan maruziyet dikkate alınmalıdır.
- Kimyasalların cilde/göze temas etmesi: Kimyasalların cilde veya göze temas etmesi sonucu tahriş oluşumudur.
- Toz maruziyeti: İnert tozlar, fibrojenik tozlar, toksik tozlar, kansorejonik tozlar, alerjik tozların çalışma ortamına yayılımı sonucu oluşan toz maruziyeti dikkate alınmalıdır.

➢ Elektrik kaynaklı etmenler

- Topraklama: Tesisat, vinç, makine, boya tabancası gibi ekipmanların topraklamasının yapılmış olması gerekmektedir.
- Elektrik tesisatının durumu: Elektrik tesisatı arızalı olmamalı; korunaklı ve yalıtımlı olmalıdır.
- Elektrik panolarının durumu: Elektrik panoları yalıtımlı ve uygun olmalıdır.

➢ Mekanik etmenler

- İş ekipmanlarının periyodik kontrolü ve bakımı: Periyodik kontrol; iş ekipmanlarının muayene, deney ve test faaliyetleri; bakım ise iş ekipmanında yapılan her türlü temizlik, ayar, kalibrasyon gibi işlemler anlamına gelir. Vinç, forklift, transpalet, tezgah, elektrik tesisatı gibi işin yapılmasında kullanılan her türlü makine, alet, tesis ve tesisatın periyodik kontrol ve bakımlarının yapılmış olması gerekmektedir.
- Makine/ekipman durumu: Makine veya ekipmanlar uygun ve dayanıklı olmalıdır.
- Makine/ekipman koruyucuları: Makine veya ekipman koruyucuları olmalı; bu koruyucular hasarsız, çalışır durumda ve yerinde olmalıdır.
- Kontrol cihazlarının durumu: Kontrol ve acil durdurma cihazları çalışır durumda olmalı, kontrol noktalarından makinelerin tehlike noktaları kolay görülebilmeli ve acil durum cihazına tehlike alanlarından kolay ulaşılmalıdır.

➢ Güvensiz davranışlar

- İş ekipmanları ile yük taşıma: Yüklerin iş ekipmanları ile uygun şekilde taşınması durumudur.
- Çalışma talimatlarına uyma: İşyerinde kullanılan her türlü makine ve ekipmanın üzerinde çalışma talimatlarının olması veya bu talimatlara uyulma durumu dikkate alınmalıdır.
- KKD kullanımı: Koruyucu maske, kaynakçı eldiveni, solunum maskesi, kulak koruyucu gibi KKD'lerin çalışanlarca kullanılmasıdır.
- Malzeme istifleme: Malzeme istifleme yüksekliğinin fazla olmaması gerekmektedir. Malzemeler uygun istiflenmeli ve sabitlenmiş olmalıdır.

➢ İşyeri ortamından kaynaklanan etmenler

- Çalışma ortamının düzen ve temizliği: Zemin, yol, tezgah, raf gibi ortamların düzenli ve temiz olması dikkate alınmalıdır.
- Zemin, yol ve merdivenlerin durumu: Zeminin hasar görmemiş ve dayanıklı olması; yolların yeterli boyutlarda ve gerektiğinde işaretlerle belirtilmesi, merdiven korkuluklarının olması dikkate alınmalıdır.
- Uyarı ve ikaz levhaları: Yasak işareti, uyarı işareti, emredici işaret, acil çıkış ve ilkyardım işaretleri gibi işyerlerinde kullanılacak sağlık ve güvenlik işaretlerinin olması dikkate alınmalıdır.

- Acil durumlara hazır olma: İşyerinin tamamında veya bir kısmında meydana gelebilecek yangın, patlama, tehlikeli kimyasal maddelerden kaynaklanan yayılım gibi acil durumlara karşı hazır olma durumu dikkate alınmalıdır.

➢ Ergonomik etmenler

- Tekrarlayan hareketler: İşin yapımı esnasında sıklıkla tekrar eden hareketlerin olmasıdır.
- Uygunsuz çalışma pozisyonları: Uzun süre aynı pozisyonda çalışma; çalışma ortamının tasarımının uygun olmaması veya işin yapım şekli sonucu oluşan postür bozuklukları gibi durumların oluşmasıdır.
- Elle kaldırma ve taşıma: Uygun olmayan yük kaldırma, taşıma, itme, çekme hareketlerinin olmasıdır.

➢ Psikososyal etmenler

- İş stresi: İşyerinde çalışma temposunun yüksek olması ve sık sık değişmesi, vardiyalı çalışma, zaman darlığı, fazla mesai, gece çalışması gibi işin içeriği ile miktarının uygun olmaması sonucu çalışanlarda stres oluşmasıdır.
- Görev ve sorumlulukların netliği: Çalışanlara yapacakları işler ile bu işlerin amaçlarının net bir şekilde belirtilmesi gerekmektedir.
- İletişim: İşyerinde iletişimin uygun olması gerekmektedir. İşverenlerce çalışanlar dinlenmeli ve geribildirimleri alınmalı, çalışanların kendi aralarındaki iletişimi düzgün olmalıdır.
- Amirlerin desteği: Amirler tarafından gerekli desteğin verilmesi durumudur.

Çalışma ekibi tarafından üretimin yapıldığı imalat, boyama ve montaj alanları alternatif olarak belirlenmiştir. Bu atölyelerin seçiminde; idari bina, yemekhane, depo gibi işyeri bölümlerine kıyasla iş kazası ve meslek hastalığına sebep olabilecek tehlike etmenleri ile daha fazla karşılaşılması, yapılan işlerin niteliği, işyerinde çalışanların büyük çoğunluğunun bu bölümlerde çalışması etkili olmuştur. Aşağıda bu atölyelerde yapılan işlemler yer almaktadır:

- İmalat atölyesi (A1): Kesme, bükme, delme, kaynak ve taşlama işlemi
- Boyama atölyesi (A2): Kumlama ve boyama işlemi
- Montaj atölyesi (A3): Montaj işlemi

## 5.2. DEMATEL Yöntemi ile Kriterler Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi

Şekil 5.1'de belirtildiği gibi problemin çözüm adımlarından 2.1, 2.2, 2.3 ve 2.4 uygulanmıştır. Çalışma ekibi tarafından belirlenen 8 ana kriter ve 30 alt kriter arasındaki ilişkiler belirlenirken DEMATEL yöntemi kullanılmıştır. DEMATEL analizi yapılırken Microsoft Excel programından yararlanılmıştır.

Adım 2.1: Direk ilişki matrisi ile normalleştirilmiş direk ilişki matrisinin oluşturulması

DEMATEL tekniğinin ilk adımı olarak direk ilişki matrisi (A), Çizelge 2.2'de yer alan karşılaştırma skalası kullanılarak elde edilmiştir. Çalışmada kriter sayısı 30 tane olduğundan direk ilişki matrisi 30x30'luk bir matristir. DEMATEL yönteminde grup kararını bulmak için karar vericilerin her bir ilişki için verdikleri değerlerin aritmetik ortalaması alınarak grup kararına dönüştürülmüş ve direk ilişki matrisi elde edilmiştir. Direk ilişki matrisi, EK-1'de yer almaktadır. Bu matriste yer alan 0 sayısal değeri ve küçük sayısal değerler, sırasıyla kriterlerin birbirini etkilemediğini ve kriterlerin birbirini etkileme durumlarının düşük olduğunu göstermektedir.

Direk ilişki matrisi; Bölüm 2.3'te yer alan Eş. 2.1 ve Eş. 2.2'de belirtilen formüller kullanılarak normalize edilmiştir. EK-2'de normalleştirilmiş direk ilişki matrisi (M) yer almaktadır.

Adım 2.2: Toplam ilişki matrisinin oluşturulması

Hem doğrudan hem de dolaylı ilişkileri gösteren toplam ilişki matrisi (S); Bölüm 2.3'teki Eş. 2.3 kullanılarak elde edilmiştir. Alt kriterlere yönelik toplam ilişki matrisi EK-3'te yer almaktadır.

Adım 2.3: Gönderici ve alıcı grubun hesaplanması

Toplam ilişki matrisinin satır ve sütun toplamları kullanılarak gönderici ve alıcı gruplar hesaplanır. S matrisinde yer alan satırların toplamı D ile sütunların toplamı R belirlendikten sonra D+R değerleri ve D-R değerleri hesaplanır.

- D+R değeri, kriterlerin ne kadar önem derecelerine sahip olduğunu göstermektedir.

- D-R değeri ise kriterlerin etki yönlerini göstermektedir. D-R değeri pozitif çıkarsa, kriter i etkileyen (gönderici) bir kriterdir.
- D-R değeri negatif ise kriter i etkilenen (alıcı) bir kriterdir. Çizelge 5.2'de ana ve alt kriterlere ait gönderici ve alıcı gruplara ilişkin hesaplamalar yer almaktadır.

Çizelge 5.2. Gönderici ve alıcı gruplarının hesaplanması

| KRİTERLER | D | R | D+R | D-R | |
|---|---|---|---|---|---|
| Gürültü (K11) | 0,3024 | 0,3949 | 0,6972 | -0,0925 | Alıcı |
| Titreşim (K12) | 0,2266 | 0,3591 | 0,5857 | -0,1325 | Alıcı |
| Havalandırma (K13) | 0,4386 | 0,2688 | 0,7074 | 0,1699 | Gönderici |
| Termal konfor şartları (K14) | 0,2031 | 0,1366 | 0,3397 | 0,0666 | Gönderici |
| Aydınlatma (K15) | 0,1278 | 0,0325 | 0,1603 | 0,1115 | Gönderici |
| Toksik gaz, duman ve buhar maruziyeti (K21) | 0,3466 | 0,5002 | 0,8468 | -0,1536 | Alıcı |
| Kimyasalların cilde/göze temas etmesi (K22) | 0,1038 | 0,3228 | 0,4266 | -0,2190 | Alıcı |
| Toz maruziyeti (K23) | 0,2791 | 0,4567 | 0,7357 | -0,1776 | Alıcı |
| Topraklama (K31) | 0,1890 | 0,1736 | 0,3619 | 0,0146 | Gönderici |
| Elektrik tesisatının durumu (K32) | 0,2215 | 0,3074 | 0,5149 | -0,0999 | Alıcı |
| Elektrik panolarının durumu (K33) | 0,0674 | 0,1138 | 0,1808 | -0,0469 | Alıcı |
| İş ekipmanlarının periyodik kontrolü ve bakımı (K41) | 0,6696 | 0,3288 | 0,9972 | 0,3397 | Gönderici |
| Makine/ekipman durumu (K42) | 0,5118 | 0,4487 | 0,9601 | 0,0626 | Gönderici |
| Makine/ekipman koruyucuları (K3) | 0,1684 | 0,1720 | 0,3404 | -0,0036 | Alıcı |
| Kontrol cihazlarının durumu (K44) | 0,1717 | 0,1739 | 0,3456 | -0,0023 | Alıcı |
| İş ekipmanları ile yük taşıma (K51) | 0,1561 | 0,5769 | 0,7329 | -0,4207 | Alıcı |
| Çalışma talimatlarına uyma (K52) | 1,1044 | 0,2090 | 1,3133 | 0,8954 | Gönderici |
| KKD kullanımı (K53) | 0,7133 | 0,3109 | 1,0242 | 0,4023 | Gönderici |
| Malzeme istifleme (K54) | 0,1984 | 0,1422 | 0,3405 | 0,0562 | Gönderici |

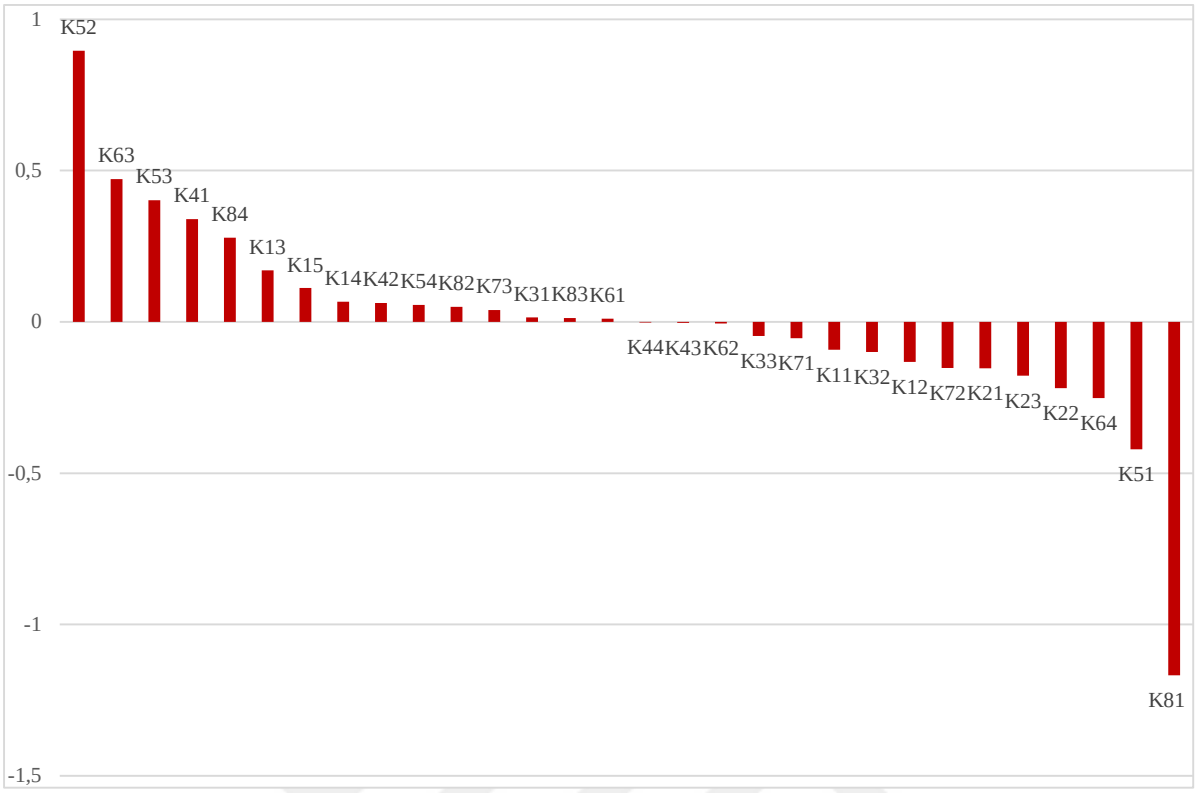
Çizelge 5.2. (devam) Gönderici ve alıcı gruplarının hesaplanması

| KRİTERLER | D | R | D+R | D-R | |
|---|---|---|---|---|---|
| Çalışma ortamının düzen ve temizliği (K61) | 0,2442 | 0,2342 | 0,4784 | 0,0100 | Gönderici |
| Zemin, yol ve merdivenlerin durumu (K62) | 0,1556 | 0,1612 | 0,3167 | -0,0054 | Alıcı |
| Uyarı ve ikaz levhaları (K63) | 0,5963 | 0,1240 | 0,7199 | 0,4721 | Gönderici |
| Acil durumlara hazır olma (K64) | 0,2261 | 0,4782 | 0,7040 | -0,2524 | Alıcı |
| Tekrarlayan hareketler (K71) | 0,1770 | 0,2314 | 0,4084 | -0,0544 | Alıcı |
| Uygunsuz çalışma pozisyonları (K72) | 0,1908 | 0,3435 | 0,5343 | -0,1525 | Alıcı |
| Elle kaldırma taşıma (K73) | 0,2431 | 0,2036 | 0,4467 | 0,0396 | Gönderici |
| İş stresi (K81) | 0,1018 | 1,2706 | 1,3724 | -1,1677 | Alıcı |
| Görev ve sorumlukların netliği (K82) | 0,3111 | 0,2615 | 0,5726 | 0,0497 | Gönderici |
| İletişim (K83) | 0,3042 | 0,2914 | 0,5956 | 0,0128 | Gönderici |
| Amirlerin desteği (K84) | 0,3971 | 0,1188 | 0,5158 | 0,2783 | Gönderici |

Bir kriterin D+R değerinin yüksek olması diğer kriterlerle yüksek ilişkiye sahip olduğunu göstermektedir. Çizelge 5.2 incelendiğinde iş stresi, çalışma talimatlarına uyma, KKD kullanımı, iş ekipmanlarının periyodik kontrolü ve bakımı ile makine/ekipman durumunun işyerinde diğer kriterlerle yüksek ilişkiye sahip oldukları görülmektedir.

Bir kriterin D-R değeri pozitif çıkarsa diğer kriterleri etkilediği, negatif çıkarsa diğer kriterlerden etkilendiği anlamına gelir. Şekil 5.2'de kriterlerin etki yönleri yer almaktadır.

Şekil 5.2 ve Çizelge 5.2 incelendiğinde çalışma talimatlarına uyma, uyarı ve ikaz levhaları, KKD kullanımı kriterlerinin diğer kriterler üzerinde daha çok etkisinin olduğu; iş stresinin oluşması, iş ekipmanları ile yük taşıma, acil durumlara hazır olma kriterlerinin ise diğer kriterlerden daha çok etkilendiği görülmektedir.




Şekil 5.2. Kriter etki yönleri

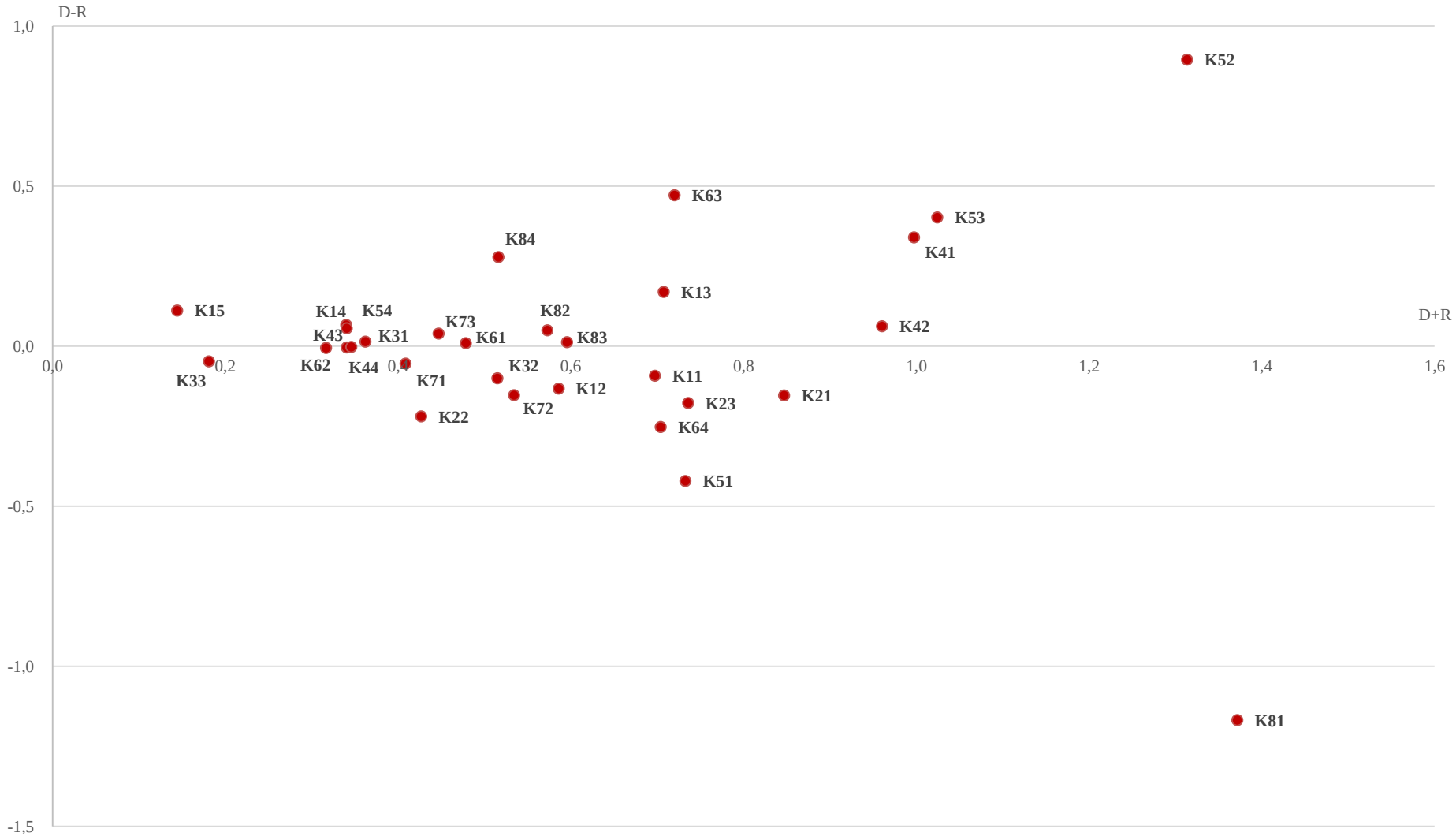
Adım 2.4: Eşik değerin belirlenmesi ve etki yönlü graf diyagramının elde edilmesi

Eşik değer belirlenirken toplam ilişki matrisinde yer alan tüm değerler dikkate alınırsa problemde önemi ortaya çıkarılması düşünülen kriterler arası etki derecelerinde hedeften uzaklaşılır ve etki diyagramı daha karmaşık bir hal alır. Bu durum göz önünde bulundurularak çalışma ekibiyle yapılan değerlendirmeler sonucu eşik değer 0,0173 olarak belirlenmiştir. Eşik değerin belirlenmesi aşamasında havalandırma ve KKD kullanımı ile iş stresi ve iş ekipmanlarının periyodik kontrolü ve bakımı arasındaki etkileşimin göz ardı edilmemesi amacıyla bu değere karar verilmiştir.

Eşik değer belirlendikten sonra yatay ekseni D+R, düşey ekseni D-R olan bir koordinat düzleminde gösterilen etki yönlü graf diyagramı elde edilmiştir. Bu diyagram Şekil 5.3'te yer almaktadır.

Toplam ilişki matrisinde 0,0173 eşik değerini geçen hücreler EK-4'te gösterilmektedir. EK-4'teki eşik değerin üzerinde kalan kriterler göz önünde alındığında Çizelge 5.3 elde edilmiştir.

Şekil 5.3. Etki yönlü graf diyagramı



Çizelge 5.3. Kriterlere ilişkin etki değerlendirmesi

| Alt Kriterler | Etkilendikleri Kriterler |
|---|---|
| Gürültü | Titreşim<br>İş ekipmanlarının periyodik kontrolü ve bakımı<br>Makine/ekipman durumu<br>Çalışma talimatlarına uyma<br>KKD kullanımı<br>Uyarı ve ikaz levhaları |
| Titreşim | Gürültü<br>İş ekipmanlarının periyodik kontrolü ve bakımı<br>Makine/ekipman durumu<br>Çalışma talimatlarına uyma<br>KKD kullanımı<br>Uyarı ve ikaz levhaları |
| Havalandırma | Termal konfor şartları<br>Toksik gaz, duman ve buhar maruziyeti<br>Toz maruziyeti<br>KKD kullanımı |
| Termal konfor şartları | Havalandırma<br>KKD kullanımı |
| Aydınlatma | Elektrik tesisatının durumu |
| Toksik gaz, duman ve buhar maruziyeti | Havalandırma<br>Termal konfor şartları<br>Kimyasalların cilde/göze temas etmesi<br>İş ekipmanlarının periyodik kontrolü ve bakımı<br>Makine/ekipman durumu<br>Çalışma talimatlarına uyma<br>KKD kullanımı<br>Uyarı ve ikaz levhaları |
| Kimyasalların cilde/göze temas etmesi | Havalandırma<br>Toksik gaz, duman ve buhar maruziyeti<br>Çalışma talimatlarına uyma<br>KKD kullanımı<br>Uyarı ve ikaz levhaları |

Çizelge 5.3. (devam) Kriterlere ilişkin etki değerlendirmesi

| Alt Kriterler | Etkilendikleri Kriterler |
|---|---|
| Toz maruziyeti | Havalandırma<br>Toksik gaz, duman ve buhar maruziyeti<br>İş ekipmanlarının periyodik kontrolü ve bakımı<br>Makine/ekipman durumu<br>Çalışma talimatlarına uyma<br>KKD kullanımı<br>Uyarı ve ikaz levhaları |
| Topraklama | Elektrik tesisatının durumu<br>Elektrik panolarının durumu<br>İş ekipmanlarının periyodik kontrolü ve bakımı<br>Acil durumlara hazır olma |
| Elektrik tesisatının durumu | Topraklama<br>Elektrik panolarının durumu<br>İş ekipmanlarının periyodik kontrolü ve bakımı<br>Makine/ekipman durumu<br>Uyarı ve ikaz levhaları<br>Acil durumlara hazır olma |
| Elektrik panolarının durumu | Topraklama<br>Elektrik tesisatının durumu<br>Uyarı ve ikaz levhaları |
| İş ekipmanlarının periyodik kontrolü ve bakımı | Gürültü<br>Titreşim<br>Elektrik tesisatının durumu<br>Makine/ekipman durumu<br>Makine/ekipman koruyucuları<br>Kontrol cihazlarının durumu |
| Makine/ekipman durumu | Gürültü<br>Titreşim<br>Topraklama<br>Elektrik tesisatının durumu<br>İş ekipmanlarının periyodik kontrolü ve bakımı<br>Makine/ekipman koruyucuları<br>Kontrol cihazlarının durumu<br>Çalışma talimatlarına uyma |

Çizelge 5.3. (devam) Kriterlere ilişkin etki değerlendirmesi

| Alt Kriterler | Etkilendikleri Kriterler |
|---|---|
| Makine/ekipman koruyucuları | İş ekipmanlarının periyodik kontrolü ve bakımı<br>Makine/ekipman durumu<br>Çalışma talimatlarına uyma |
| Kontrol cihazlarının durumu | İş ekipmanlarının periyodik kontrolü ve bakımı<br>Makine/ekipman durumu<br>Makine/ekipman koruyucuları<br>Uyarı ve ikaz levhaları |
| İş ekipmanları ile yük taşıma | Aydınlatma<br>İş ekipmanlarının periyodik kontrolü ve bakımı<br>Makine/ekipman durumu<br>Kontrol cihazlarının durumu<br>Çalışma talimatlarına uyma<br>Malzeme istifleme<br>Çalışma ortamının düzen ve temizliği<br>Zemin, yol ve merdivenlerin durumu<br>Uyarı ve ikaz levhaları |
| Çalışma talimatlarına uyma | İş ekipmanları ile yük taşıma<br>KKD kullanımı<br>Uyarı ve ikaz levhaları<br>Görev ve sorumlukların netliği |
| KKD kullanımı | Toksik gaz, duman ve buhar maruziyeti<br>Kimyasalların cilde/göze temas etmesi<br>Çalışma talimatlarına uyma<br>Uyarı ve ikaz levhaları |
| Malzeme istifleme | Çalışma talimatlarına uyma<br>Zemin, yol ve merdivenlerin durumu |
| Çalışma ortamının düzen ve temizliği | Çalışma talimatlarına uyma<br>Malzeme istifleme<br>Zemin, yol ve merdivenlerin durumu |
| Zemin, yol ve merdivenlerin durumu | Çalışma talimatlarına uyma<br>Malzeme istifleme<br>Çalışma ortamının düzen ve temizliği |
| Uyarı ve ikaz levhaları | Acil durumlara hazır olma |

Çizelge 5.3. (devam) Kriterlere ilişkin etki değerlendirmesi

| Alt Kriterler | Etkilendikleri Kriterler |
|---|---|
| Acil durumlara hazır olma | Elektrik tesisatının durumu<br>Çalışma talimatlarına uyma<br>Uyarı ve ikaz levhaları<br>Görev ve sorumlukların netliği<br>İletişim<br>Amirlerin desteği |
| Tekrarlayan hareketler | Çalışma talimatlarına uyma<br>Çalışma ortamının düzen ve temizliği<br>Uygunsuz çalışma pozisyonları<br>Elle kaldırma taşıma |
| Uygunsuz çalışma pozisyonları | Çalışma talimatlarına uyma<br>Malzeme istifleme<br>Çalışma ortamının düzen ve temizliği<br>Tekrarlayan hareketler<br>Elle kaldırma taşıma |
| Elle kaldırma taşıma | Çalışma talimatlarına uyma<br>Tekrarlayan hareketler<br>Uygunsuz çalışma pozisyonları |
| İş stresi | Gürültü<br>Titreşim<br>Havalandırma<br>Termal konfor şartları<br>Aydınlatma<br>Toksik gaz, duman ve buhar maruziyeti<br>Kimyasalların cilde/göze temas etmesi<br>Toz maruziyeti<br>İş ekipmanlarının periyodik kontrolü ve bakımı<br>Çalışma talimatlarına uyma<br>KKD kullanımı<br>Çalışma ortamının düzen ve temizliği<br>Tekrarlayan hareketler<br>Uygunsuz çalışma pozisyonları<br>Elle kaldırma taşıma<br>Görev ve sorumlukların netliği<br>İletişim<br>Amirlerin desteği |

Çizelge 5.3. (devam) Kriterlere ilişkin etki değerlendirmesi

| Alt Kriterler | Etkilendikleri Kriterler |
|---|---|
| Görev ve sorumlukların netliği | İş stresi<br>İletişim<br>Amirlerin desteği |
| İletişim | Gürültü<br>İş stresi<br>Görev ve sorumlukların netliği<br>Amirlerin desteği |
| Amirlerin desteği | Görev ve sorumlukların netliği<br>İletişim |

## 5.3. AAS Yöntemi ile Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

Kriterler arasındaki ilişki DEMATEL yöntemi ile belirlendikten sonra kriter ağırlıkları AAS yöntemi ile belirlenmiştir. Bu bölümde Şekil 5.1'de yer alan 3.1, 3.2 ve 3.3 adımlarının uygulamalarına yer verilmiştir. AAS yöntemi ile analiz yapılırken Super Decision programından yararlanılmıştır. DEMATEL yöntemi ile elde edilen kriterler arasındaki ilişkiler Super Decision programına girilmiştir. EK-5'te bu ilişkilerin şematik olarak gösterildiği Super Decision programına ait ekran görüntüsü yer almaktadır.

Bununla birlikte Super Decision programında kriterler arası ilişki durumu girildikten sonra "Computations/Limit Matrix/ Graphical" adımları takip edilerek tüm satırlardaki sayıların eşit olup olmadığı kontrol edilmiştir.

Adım 3.1: İkili karşılaştırmaların yapılması ve tutarlılık analizi

Super Decision programında kriterler arasındaki karşılıklı ilişki durumundan yararlanılarak her bir düğüm noktası için oluşan ikili karşılaştırma soruları anket formu haline getirilmiştir. EK-6'da AAS yönteminde kullanılan bu anket formu yer almaktadır. Anket formunda yer alan ikili karşılaştırma soruları, 5 kişiden oluşan çalışma ekibi tarafından cevaplanmıştır. Grup kararı oluşturabilmek için sorulara verilen cevapların geometrik ortalamaları alınmış ve sonuçlar Super Decision programına girilerek ikili karşılaştırma matrisleri elde edilmiştir.

Super Decision programına kriterlerin ikili karşılaştırılması girilirken “Assess/Compare/ Pairwise Comparisons” seçeneğinde yer alan “Node” seçeneği ile alt kriterler, “Cluster” seçeneği ile ana kriterler arasındaki karşılaştırma değerleri girilmiştir.

Anket sonuçları Super Decision programına girilirken programın tutarsız olarak verdiği karşılaştırma değerleri için çalışma ekibindeki kişilere geri dönüş yapılmış ve yeni puanlamalar girilmiştir. Bu aşamada, tutarlılık oranının 0,10’den küçük olması hedeflenmiştir. EK-7’de Super Decision programında yapılan analiz sonuçları yer almaktadır.

Adım 3.2: Süpermatrisin oluşturulması

İkili karşılaştırma değerleri girildikten sonra ağırlıklandırılmamış süpermatris ve ağırlıklandırılmış süpermatris elde edilmiştir. Bu süpermatrisler EK-8 ve EK-9’da yer almaktadır.

Adım 3.3: Limit matrisin oluşturulması ve kriter ağırlıklarının belirlenmesi

Süpermatrisler elde edildikten sonra limit matris oluşturulmuştur. EK-10’da limit matris yer almaktadır. Süpermatrisin (2n+1). kuvveti alınarak elde edilen limit matris ile en yüksek önem derecesine sahip olan kriter ve kriter ağırlıkları belirlenir. Çizelge 5.4’te kriter ağırlıkları yer almaktadır.

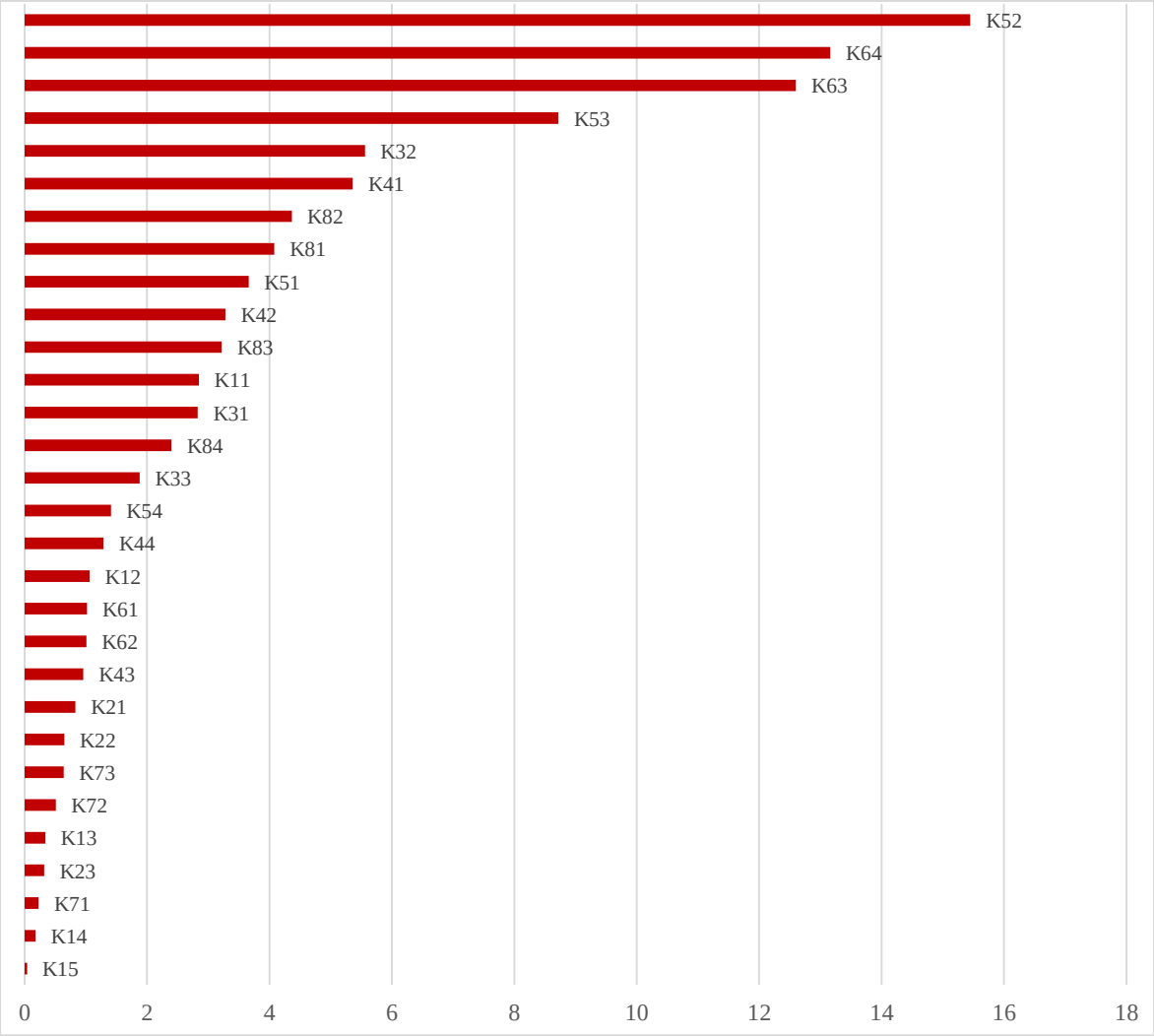
Çizelge 5.4 incelendiğinde ilk 10 sırada çalışma talimatlarına uyma, acil durumlara hazır olma, uyarı ve ikaz levhaları, KKD kullanımı, elektrik tesisatının durumu, iş ekipmanlarının periyodik kontrolü ve bakımı, görev ve sorumlulukların netliği, iş stresi, iş ekipmanları ile yük taşıma ve makine/ekipman durumu kriterleri yer almaktadır. Bu alt kriterlerin; güvensiz davranışlar, işyeri ortamından kaynaklanan etmenler ve psikososyal etmenler ana kriterlerinin altında daha çok yer aldığı görülmektedir. Şekil 5.4’te kriterlere ilişkin sıralama daha net görülebilmektedir.

Çizelge 5.4. Kriter ağırlıkları

| Ana kriterler | Alt kriterler | Lokal ağırlıklar | Global ağırlıklar | Yüzde ağırlıklar | Sıralama |
|---|---|---|---|---|---|
| Fiziksel Etmenler | Gürültü (K11) | 0,6356 | 0,0285 | 2,85 | 12 |
| | Titreşim (K12) | 0,2374 | 0,0106 | 1,06 | 18 |
| | Havalandırma (K13) | 0,076 | 0,0034 | 0,34 | 26 |
| | Termal konfor şartları (K14) | 0,0404 | 0,0018 | 0,18 | 29 |
| | Aydınlatma (K15) | 0,0105 | 0,0004 | 0,04 | 30 |
| Kimyasal Etmenler | Toksik gaz, duman ve buhar maruziyeti (K21) | 0,461 | 0,0083 | 0,83 | 22 |
| | Kimyasalların cilde/göze temas etmesi (K22) | 0,3627 | 0,0065 | 0,65 | 23 |
| | Toz maruziyeti (K23) | 0,1763 | 0,0032 | 0,32 | 27 |
| Elektrik Kaynaklı Etmenler | Topraklama (K31) | 0,2756 | 0,0283 | 2,83 | 13 |
| | Elektrik tesisatının durumu (K32) | 0,5413 | 0,0556 | 5,56 | 5 |
| | Elektrik panolarının durumu (K33) | 0,1831 | 0,0188 | 1,88 | 15 |
| Mekanik Etmenler | İş ekipmanlarının periyodik kontrolü ve bakımı (K41) | 0,4917 | 0,0536 | 5,36 | 6 |
| | Makine/ekipman durumu (K42) | 0,3009 | 0,0328 | 3,28 | 10 |
| | Makine/ekipman koruyucuları (K43) | 0,0887 | 0,0096 | 0,96 | 21 |
| | Kontrol cihazlarının durumu (K44) | 0,1187 | 0,0129 | 1,29 | 17 |
| Güvensiz Davranışlar | İş ekipmanları ile yük taşıma (K51) | 0,1252 | 0,0366 | 3,66 | 9 |
| | Çalışma talimatlarına uyma (K52) | 0,5284 | 0,1545 | 15,45 | 1 |
| | KKD kullanımı (K53) | 0,2981 | 0,0872 | 8,72 | 4 |
| | Malzeme istifleme (K54) | 0,0482 | 0,0141 | 1,41 | 16 |

Çizelge 5.4. (devam) Kriter ağırlıkları

| Ana kriterler | Alt kriterler | Lokal ağırlıklar | Global ağırlıklar | Yüzde ağırlıklar | Sıralama |
|---|---|---|---|---|---|
| İşyeri Ortamından Kaynaklanan Etmenler | Çalışma ortamının düzen ve temizliği (K61) | 0,0368 | 0,0102 | 1,02 | 19 |
| | Zemin, yol ve merdivenlerin durumu (K62) | 0,0364 | 0,0101 | 1,01 | 20 |
| | Uyarı ve ikaz levhaları (K63) | 0,4533 | 0,1260 | 12,6 | 3 |
| | Acil durumlara hazır olma (K64) | 0,4735 | 0,1316 | 13,16 | 2 |
| Ergonomik Etmenler | Tekrarlayan hareketler (K71) | 0,1677 | 0,0023 | 0,23 | 28 |
| | Uygunsuz çalışma pozisyonları (K72) | 0,3706 | 0,0051 | 0,51 | 25 |
| | Elle kaldırma taşıma (K73) | 0,4616 | 0,0064 | 0,64 | 24 |
| Psikososyal Etmenler | İş stresi (K81) | 0,2901 | 0,0408 | 4,08 | 8 |
| | Görev ve sorumlukların netliği (K82) | 0,3102 | 0,0437 | 4,37 | 7 |
| | İletişim (K83) | 0,2288 | 0,0322 | 3,22 | 11 |
| | Amirlerin desteği (K84) | 0,1708 | 0,0240 | 2,4 | 14 |




Şekil 5.4. Kriterlerin önem derecelerinin sıralanması

## 5.4. TOPSIS Yöntemi ile Alternatiflerin Seçimi

Kriterler arasındaki ilişki DEMATEL yöntemi ile belirlendikten sonra kriter ağırlıkları AAS yöntemi ile elde edilmiştir. Bu bölümde AAS yöntemi ile belirlenen kriterlerin ağırlıkları kullanılarak işyerindeki 3 atölyenin, TOPSIS yöntemi ile sıralaması yapılmıştır. Bu sıralamanın yapılabilmesi için EK-11'de yer alan anket formu oluşturulmuş ve bu form çalışma ekibi tarafından 1-10 arasında puanlar verilerek doldurulmuştur. Böylece işyerinde iş kazası ve meslek hastalığına neden olabilecek tehlikelere göre atölyelerin sıralaması yapılmıştır.

TOPSIS yönteminin uygulama aşamasında Şekil 5.1'de belirtilen adımlardan sırasıyla 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 ve 4.5 takip edilmiştir. Adım 4.3'te ağırlıklı standart karar matrisi oluşturulurken

AAS yönteminden elde edilen kriter ağırlıkları kullanılmıştır. Yöntemin uygulama aşamasında Microsoft Excel programından yararlanılmıştır.

Adım 4.1: Karar matrisinin oluşturulması

Anket sonuçlarının geometrik ortalaması alınarak Çizelge 5.5'te yer alan karar matrisi oluşturulmuştur.

Adım 4.2: Standart karar matrisinin oluşturulması

Bölüm 2.3'te yer alan Eş. 2.8 kullanılarak standart karar matrisi elde edilmiştir. Bu matris Çizelge 5.6'da gösterilmektedir.

Adım 4.3: Ağırlıklı standart karar matrisinin oluşturulması

Çizelge 5.4'te AAS yöntemi ile belirlenen kriter ağırlıkları, standart karar matrisine ilave edilerek ağırlıklı standart karar matrisi elde edilmiştir. Bu matris Çizelge 5.7'de yer almaktadır.

Çizelge 5.5. Karar matrisi

| | K11 | K12 | K13 | K14 | K15 | K21 | K22 | K23 | K31 | K32 | K33 | K41 | K42 | K43 | K44 | K51 | K52 | K53 | K54 | K61 | K62 | K63 | K64 | K71 | K72 | K73 | K81 | K82 | K83 | K84 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A1 | 4,96 | 3,73 | 4,13 | 3,57 | 1,32 | 4,78 | 3,78 | 4,74 | 2,49 | 5,38 | 3,52 | 4,37 | 4,78 | 5,38 | 2,55 | 2,93 | 6,76 | 7,79 | 6,09 | 6,19 | 5,38 | 3,57 | 2,77 | 5,14 | 4,37 | 4,37 | 4,57 | 3,95 | 2,55 | 2,17 |
| A2 | 2,55 | 1,74 | 3,37 | 1,52 | 3,18 | 5,75 | 3,95 | 4,18 | 2,35 | 6,55 | 4,54 | 2,17 | 3,37 | 1,74 | 2,00 | 2,35 | 6,38 | 7,58 | 5,38 | 5,38 | 1,32 | 3,37 | 2,35 | 3,57 | 3,78 | 3,57 | 4,13 | 2,93 | 2,17 | 2,17 |
| A3 | 1,64 | 2,70 | 2,17 | 2,77 | 1,74 | 1,00 | 1,00 | 2,17 | 1,32 | 3,57 | 3,73 | 6,38 | 5,14 | 4,54 | 3,64 | 6,79 | 7,38 | 5,70 | 5,38 | 4,37 | 2,55 | 2,35 | 2,00 | 5,58 | 5,58 | 5,75 | 3,29 | 2,17 | 1,89 | 1,74 |

Çizelge 5.6. Standart karar matrisi

| | K11 | K12 | K13 | K14 | K15 | K21 | K22 | K23 | K31 | K32 | K33 | K41 | K42 | K43 | K44 | K51 | K52 | K53 | K54 | K61 | K62 | K63 | K64 | K71 | K72 | K73 | K81 | K82 | K83 | K84 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A1 | 0,15 | 0,15 | 0,12 | 0,16 | 0,09 | 0,08 | 0,12 | 0,11 | 0,18 | 0,06 | 0,08 | 0,07 | 0,08 | 0,10 | 0,11 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,14 | 0,12 | 0,16 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,09 | 0,14 | 0,17 | 0,17 |
| A2 | 0,08 | 0,07 | 0,10 | 0,07 | 0,21 | 0,10 | 0,13 | 0,09 | 0,17 | 0,08 | 0,10 | 0,03 | 0,06 | 0,03 | 0,08 | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,06 | 0,04 | 0,11 | 0,14 | 0,05 | 0,06 | 0,05 | 0,08 | 0,10 | 0,15 | 0,17 |
| A3 | 0,05 | 0,11 | 0,07 | 0,12 | 0,12 | 0,02 | 0,03 | 0,05 | 0,10 | 0,04 | 0,08 | 0,10 | 0,08 | 0,09 | 0,15 | 0,11 | 0,05 | 0,04 | 0,06 | 0,05 | 0,07 | 0,08 | 0,12 | 0,08 | 0,09 | 0,09 | 0,07 | 0,08 | 0,13 | 0,14 |

Çizelge 5.7. Ağırlıklı standart karar matrisi

| | K11 | K12 | K13 | K14 | K15 | K21 | K22 | K23 | K31 | K32 | K33 | K41 | K42 | K43 | K44 | K51 | K52 | K53 | K54 | K61 | K62 | K63 | K64 | K71 | K72 | K73 | K81 | K82 | K83 | K84 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A1 | 0,42 | 0,16 | 0,04 | 0,03 | 0,00 | 0,07 | 0,08 | 0,03 | 0,52 | 0,35 | 0,14 | 0,36 | 0,26 | 0,10 | 0,14 | 0,18 | 0,74 | 0,45 | 0,09 | 0,07 | 0,15 | 1,52 | 2,12 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,38 | 0,60 | 0,56 | 0,42 |
| A2 | 0,22 | 0,08 | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,08 | 0,08 | 0,03 | 0,49 | 0,43 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,03 | 0,11 | 0,14 | 0,70 | 0,44 | 0,08 | 0,06 | 0,04 | 1,43 | 1,80 | 0,01 | 0,03 | 0,04 | 0,35 | 0,44 | 0,47 | 0,42 |
| A3 | 0,14 | 0,12 | 0,02 | 0,02 | 0,00 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,28 | 0,23 | 0,15 | 0,53 | 0,28 | 0,08 | 0,20 | 0,41 | 0,81 | 0,33 | 0,08 | 0,05 | 0,07 | 1,00 | 1,53 | 0,02 | 0,04 | 0,06 | 0,28 | 0,33 | 0,41 | 0,34 |

Adım 4.4: Ayırım ölçülerinin hesaplanması

Pozitif ideal ($A^*$) ve negatif ideal ($A^-$) bulunur. Bu değerler aşağıda gösterilen Bölüm 2.3'te yer alan pozitif ve negatif ideal çözümler bulunurken Eş. 2.13 ve Eş. 2.14 kullanılmış; ideal ayrım ölçülerinin hesaplanmasında ise Eş. 2.15 ve Eş. 2.16 yararlanılmıştır.

$A^*$ = (0,42; 0,16; 0,04; 0,03; 0,01; 0,08; 0,08; 0,03; 0,52; 0,43; 0,18; 0,53; 0,28; 0,1; 0,2; 0,41; 0,81; 0,45; 0,09; 0,07; 0,15; 1,52; 2,12; 0,02; 0,04; 0,06; 0,38; 0,6; 0,56; 0,42)

$A^-$ = (0,14; 0,08; 0,02; 0,01; 0; 0,01; 0,02; 0,02; 0,28; 0,23; 0,14; 0,18; 0,18; 0,03; 0,11; 0,14; 0,7; 0,33; 0,08; 0,05; 0,04; 1,00; 1,53; 0,01; 0,03; 0,04; 0,28; 0,33; 0,41; 0,34)

TOPSIS yönteminde her bir karar noktasına ilişkin değerlendirme kriterlerinin ideal çözümlerden sapmaları hesaplanır. Bu sapma değerleri pozitif ideal ayırım ölçüleri ($S_i^*$) ve negatif ideal ayırım ölçüleri ($S_i^-$)'dir. Bu ayırım ölçülerine ilişkin hesaplama sonuçları Çizelge 5.8 ve Çizelge 5.9'da görülmektedir.

Çizelge 5.8. İdeal uzaklıkların hesaplanması

| | K11 | K12 | K13 | K14 | K15 | K21 | K22 | K23 | K31 | K32 | K33 | K41 | K42 | K43 | K44 | K51 | K52 | K53 | K54 | K61 | K62 | K63 | K64 | K71 | K72 | K73 | K81 | K82 | K83 | K84 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| A2 | 0,04 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,12 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,07 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,01 | 0,00 |
| A3 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,06 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,27 | 0,34 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,07 | 0,02 | 0,01 |

Çizelge 5.9. Negatif ideal uzaklıkların hesaplanması

| | K11 | K12 | K13 | K14 | K15 | K21 | K22 | K23 | K31 | K32 | K33 | K41 | K42 | K43 | K44 | K51 | K52 | K53 | K54 | K61 | K62 | K63 | K64 | K71 | K72 | K73 | K81 | K82 | K83 | K84 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A1 | 0,08 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,06 | 0,01 | 0,00 | 0,03 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,27 | 0,34 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,07 | 0,02 | 0,01 |
| A2 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,05 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,19 | 0,07 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,01 |
| A3 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,12 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,07 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

Adım 4.5: İdeal çözüme göreli yakınlığın hesaplanması

Alternatiflerin ideal çözüme yakınlığının hesaplanmasında Bölüm 2.3'te yer alan Eş. 2.17 kullanılır. Çizelge 5.10'da ideal çözüme göreli yakınlığa ilişkin sonuçlar yer almaktadır.

Çizelge 5.10. İdeal çözüme göreli yakınlığa ilişkin sonuçlar

| | | S* | $S^-$ | C* | Yüzde (%) | Sıralama |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ATÖLYELER | İmalat Atölyesi | 0,32 | 0,98 | 0,76 | 48 | 1 |
| | Boyama Atölyesi | 0,66 | 0,63 | 0,49 | 31 | 2 |
| | Montaj Atölyesi | 0,97 | 0,48 | 0,33 | 21 | 3 |

Çizelge 5.10 incelendiğinde iş kazası ve meslek hastalığına neden olan etmenler açısından değerlendirildiğinde sırasıyla imalat, boyama ve montaj atölyelerinde önlem alınması gerektiği görülmektedir.

## 5.5. Mevcut Risk Değerlendirmesi Çalışması ile Farklar

Uygulama çalışmasının gerçekleştirildiği işyerinde, risk değerlendirmesi çalışması geleneksel yöntemlerden Fine-Kinney metodu kullanılarak yapılmaktadır. Mevcut durum ile tez çalışmasında kullanılan ÇKKV yöntemleri; risklerin değerlendirilmesi aşamasında farklı yaklaşımlar benimsediğinden, bu başlık altında amaçlanan bir kıyaslamadan çok, gerçekleştirilen çalışmanın işyerine faydalarını ortaya koymaktır.

Fine-Kinney metodu ile işyerinde belirlenen her bir tehlike unsuru için olasılık, frekans ve şiddet parametrelerine göre hesaplama yapılmaktadır. Çalışanların çalışma ortamında karşılaşabileceği olumsuz durumlar ele alınarak üretim süreci içinde yer alan her bir prosesteki faaliyet, işlem, kullanılan makine, ekipman ve malzeme incelenerek tehlikeler belirlenmektedir. Mevcut değerlendirmede 77 tehlike unsuru listelenmiştir ve bu tehlike unsurları benzer ifadeler içermektedir. Tez çalışmasında her ne kadar 30 tehlike unsuru belirlenmiş ise de bu 30 tehlike unsuru, mevcut değerlendirmede yer alan 77 tehlike unsurunu kapsamaktadır. Ayrıca, tez çalışmasındaki 30 tehlike unsurunun içinde psikososyal etmenler de yer almaktadır.

Mevcut değerlendirme ile tez uygulama çalışması beraberce incelendiğinde, tehlike tanımlarında benzer ifadelerin bulunduğu ve tehlikelerin karışık şekilde arka arkaya sıralandığı görülmüştür. Mevcut değerlendirmede, gürültü, titreşim, havalandırma gibi fiziksel etmenler; toz, zararlı gazlar gibi kimyasal etmenler ile KKD kullanılması, iş ekipmanlarının periyodik kontrolü, çalışma talimatlarına uyulması gibi hususların değerlendirildiği ancak *fazla iş yükü, fazla mesai, vardiyalı çalışma, uygunsuz çalışma koşulları gibi iş stresine neden olabilecek psikososyal etmenlerin değerlendirilmediği görülmüştür*. Makine, tezgah, vinç gibi iş ekipmanlarının periyodik kontrolü ve bakımı ile KKD kullanma, çalışma talimatlarına uyma, acil durumlar ile ilgili hususların yüksek risk seviyelerine sahip olduğu ve hemen önlem alınması gerektiği belirtilmiştir. Ayrıca bu tehlike unsurlarının sürekli kontrol edilmesi gerektiğine de değinilmiştir.

Tez çalışmasında, AAS yöntemi ile yapılan değerlendirmede, kriterlerin önem derecelerine göre; çalışma talimatlarına uyma, acil durumlara hazır olma, uyarı ve ikaz levhaları, KKD kullanımı, elektrik tesisatı, görev ve sorumlulukların netliği, iş stresi, iş ekipmanlarının periyodik kontrolü ve bakımı şeklinde sıralandığı görülmüştür. DEMATEL yönteminde ise bu kriterlerin birbiri ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Çalışma talimatlarına uyma ve acil durumlara hazır olma kriterlerinin psikososyal etmenlerden olan görev ve sorumlulukların netliği, iletişim ve amirlerin desteği kriterlerinden etkilendiği; çalışma talimatlarına uyma, KKD kullanımı, iş ekipmanlarının periyodik kontrolü ve bakımı kriterlerinin ise iş stresi üzerinde etkili olduğu bulunmuştur. Ayrıca fiziksel, kimyasal ve ergonomik etmenler altında yer alan bütün kriterlerin iş stresinin oluşması üzerinde etkili olduğu da görülmüştür.

Tez çalışmasında psikososyal etmenler altında ele alınan iş stresi; çalışanlar arasındaki iletişim bozukluğu; görev ve sorumlukların net olmaması ve amirlerin desteğinin yetersiz olması durumlarının dikkate alınmasını temin etmekle beraber, işyerindeki mevcut değerlendirme sistematiği bu kriterlerin göz ardı edilmesine sebep olmaktadır.

# 6. SONUÇLAR

Son yıllarda üretim ve rekabetin hız kazanması ile beraber işyerlerinde iş kazası ve meslek hastalığına neden olan risk etmenlerinde de artış görülmektedir. Bu durum çalışanların işyerinde karşılaşabileceği olumsuz sağlık ve güvenlik koşullarını iyileştirmek gerektiğini gündeme getirerek iş sağlığı ve güvenliği kavramının önemini vurgulamaktadır. Özellikle 6331 sayılı Kanunun yürürlüğe girmesi ile işverenlere çalışanların işle ilgili sağlık ve güvenliğini sağlamak amacıyla birtakım yükümlülükler getirilmiştir. Bu yükümlülükler arasında işyerlerinde risk değerlendirmesi çalışmalarının yapılması yer almaktadır.

Risk değerlendirme çalışmalarında pek çok yöntem kullanılmakta olup bu yöntemler arasında ÇKKV yaklaşımları da yer almaktadır. ÇKKV birden fazla kriteri optimize ederek alternatifler arasında seçim yapılmasına yardımcı olmaktadır. Çözüm aşamasında en uygun sonuca ulaşabilmek adına problem üzerinde etkili olan bütün kriterleri ve bu kriterlerin birbiri ile ilişkilerini dikkate almaktadır. Bu yaklaşım karar verme sürecine çok sayıda kişiyi dahil etme özelliğine de sahiptir.

SGK İstatistik Yıllıkları incelendiğinde metal sektöründe hem işyeri ve çalışan sayısının hem de iş kazası ve meslek hastalığı sayılarının arttığı gözlenmiştir. Bu durum, metal sektörünün iş sağlığı ve güvenliği açısından değerlendirilmesini kritik hale getirmektedir.

Bu çalışmada metal sektöründe faaliyet gösteren bir işyerinde risk değerlendirmesi sürecinin içinde yer alan risklerin analiz edilmesi ve önceliklendirilmesi aşaması ele alınmıştır. Risk değerlendirme yöntemleri arasında yer alan ÇKKV yaklaşımı ile tehlikelerin ve atölyelerin riske göre sıralaması yapılmıştır. Çalışmanın ilk aşamasında DEMATEL yöntemi ile kriterler arasındaki ilişkiler analiz edilmiştir. Kriter ağırlıkları AAS yöntemi ile tespit edildikten sonra riske göre atölyelerin sıralaması TOPSIS yöntemi ile yapılmıştır. Yöntemlerin uygulama aşaması, 5 kişiden oluşan bir ekiple beraber yürütülerek grup kararları oluşturulmuştur.

Çalışmada öncelikle iş kazası ve meslek hastalığına neden olabilecek 8 ana kriter ve 30 alt kriter tehlike etmeni olarak belirlenmiştir. Çalışma ekibiyle birlikte bu kriterlere karar verilirken İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirme Yönetmeliğinde yer alan hususlar, literatür çalışmaları ve TS 13740 standardında yer alan etmenler dikkate alınmıştır.

Çalışmanın ilk aşamasında kriterler arasındaki ilişkileri tespit etmek amacıyla DEMATEL yöntemi kullanılmıştır. Değerlendirme sonucunda iş stresi, çalışma talimatlarına uyma, KKD kullanımı, iş ekipmanlarının periyodik kontrolü ve bakımı ile makine/ekipman durumunun işyerinde diğer kriterlerle yüksek ilişkiye sahip olduğu görülmektedir. Kriterlerin etki yönleri incelendiğinde; çalışma talimatlarına uyma, uyarı ikaz levhaları ve KKD kullanımı kriterlerinin diğer kriterler üzerinde daha çok etkisinin olduğu; iş stresinin oluşması, iş ekipmanları ile yük taşıma, acil durumlara hazır olma kriterlerinin ise diğer kriterlerden daha çok etkilendiği görülmektedir. DEMATEL yöntemi sonucunda elde edilen etkileyen ve etkilenen kriterler dikkate alınarak AAS anketi oluşturulmuş ve kriter ağırlıkları hesaplanmıştır.

AAS yönteminde, DEMATEL yöntemi ile elde edilen kriterler arasındaki ilişkiler Super Decision programına girilerek kriter ağırlıkları belirlenmiştir. AAS yöntemiyle yapılan analizde ilk 5 sırada yer alan kriterlerin çalışma talimatlarına uyma (%15,45), acil durumlara hazır olma (%13,16), uyarı ve ikaz levhaları (%12,6), KKD kullanımı (%8,72), elektrik tesisatının durumu (%5,56) olduğu görülmüştür. Bu kriterler toplamda %55,49 ile işyerinde iş kazası ve meslek hastalıklarının görülmesi üzerinde etkilidir. Değerlendirme sonuçları güvensiz davranışlar ile işyeri ortamından kaynaklanan etmenlerin işyerinde iş sağlığı ve güvenliği açısından daha önemli olduğunu göstermektedir. Bu kriterleri iş ekipmanlarının periyodik kontrolü ve bakımı (%5,36), görev ve sorumlulukların netliği (%4, 37) ile iş stresi (%4,08) kriterleri takip etmektedir.

Çalışmanın son aşamasında AAS yöntemi ile belirlenen kriter ağırlıkları TOPSIS yönteminde girdi olarak kullanılmış ve işyerinde 3 atölyenin sıralaması yapılmıştır. TOPSIS yöntemiyle yapılan analiz sonucunda iş kazası ve meslek hastalığına neden olan etmenler açısından işyeri değerlendirildiğinde sırasıyla imalat, boyama ve montaj atölyelerinde önlem alınması gerektiği belirlenmiştir.

İşyerinde yapılan mevcut risk değerlendirmesi çalışması incelendiğinde ise psikososyal etmenlerin tehlike etmeni olarak dikkate alınmadığı ve tehlike etmenleri arasındaki ilişkilerin geleneksel yaklaşım kullanımı nedeniyle göz ardı edildiği gözlenmiştir. DEMATEL ve AAS yöntemleriyle elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde tehlike etmenlerinin birbiri ile ilişkisinin olduğu ve bu ilişkilerinin tehlikelerin önem düzeylerinde etkili olduğu görülmüştür. Yapılan çalışmada psikososyal etmenler de ele alınarak analizler

yapılmış ve bu kriterlerin hem birbiriyle hem de diğer kriterler ile ilişki içinde olduğu bulunmuştur. Bu etmenlerin, AAS yöntemi ile en yüksek önem düzeyine sahip olduğu tespit edilen kriterler üzerinde de etkili olduğu belirlenmiştir.

Çalışma, Web of Science veri tabanı üzerinden erişilebilen çalışmalar dikkate alındığında, iş sağlığı ve güvenliği alanında risk değerlendirmesi çalışmaları içerisinde; metal sektöründe DEMATEL, AAS ve TOPSIS yöntemlerini bütünleşik kullanarak risk analizi yapan, risk önceliklerine göre önlem alma konusunda atölye sırasını belirleyen tek çalışma olması bakımından literatüre katkı sağlamaktadır.

İleride metal sektörü ile ilgili yapılacak risk değerlendirme çalışmaları için bu çalışmada belirlenen kriterler bir kaynak niteliği taşımaktadır. Bununla beraber, her işletmenin kendine has ürün ve üretim süreçleri dikkate alınarak bu çalışmada belirlenen kriterlere eklemeler ya da kriterler içerisinden elemeler yapılarak risk etmenleri revize edilebilir.

Bu tez çalışmasında takip edilen DEMATEL, AAS ve TOPSIS bütünleşik adımlarının, gerek metal sektöründe gerekse farklı sektörlerde yapılacak risk analizi çalışmaları için ilham kaynağı olacağı düşünülmektedir. Ayrıca, bütünleşik yaklaşımın, ele alınan problemin ihtiyacına uygun farklı ÇKKV yöntemleri ile revizyonu, ileriye yönelik bir çalışma olarak değerlendirilebilir.

# KAYNAKLAR


Ahmadi, M., Zakerian, S.A. and Salmanzadeh, H. (2017). Prioritizing the ILO/IEA Ergonomic Checkpoints' measures; a study in an assembly and packaging industry. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 59, 54-63.

Aksakal, E. ve Dağdeviren, M. (2010) ANP ve DEMATEL Yöntemleri İle Personel Seçimi Problemine Bütünleşik Bir Yaklaşım. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 25(4), 905-913.

Alrifaey, M., Hong, T.S., Supeni, E.E., Asarry, A. and Ang, C.K. (2019). Identification and prioritization of risk factors in an electrical generator based on the hybrid FMEA framework. *Energies*, 12(4), 1-22.

Ardeshir, A. and Mohajeri, M. (2018). Asessment of safety culture among job positions in high-rise construction: a hybrid fuzzy multi criteria decision-making (FMCDM) approach. *International Journal of Injury Control and Safety Promotion*, 25(2), 195-206.

Arıkan, R. (2014). *Stratejik Yönetim İçin Bulanık Risk Değerlendirme Modelleri ve Karşılaştırmalı Analizi*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 17-19.

Aven, T. (2016). Risk assessment and risk management: Review of recent advances on their foundation. *European Journal of Operational Research*, 253(2016), 1-13.

Can, A.M. (2012). *Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri İle Samsun Lojistik Köyünün Yerinin Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, 65.

Chen, J.K. (2017). Prioritization of corrective actions from utility viewpoint in FMEA application. *Quality and Reliability Engineering International*, 33(4), 883-894.

Choo, E.U., Schoner, B. and Wedley, W.C. (1999). Interpretation of criteria weights in multicriteria decision making. *Computers&Industrial Engineering*, 37, 527-541.

Çakır, S. ve Perçin, S. (2013). Çok kriterli karar verme teknikleriyle lojistik firmalarında performans ölçümü. *Ege Akademik Bakış Dergisi*, 13(4), 449-459.

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı. (2014a). *KOBİ'ler için İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Rehberi: Metal Sektörü*. Ankara: Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 21.

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı. (2014b). *KOBİ'ler için İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Rehberi: Risk Değerlendirmesi, İSG Performans İzleme ve Sağlık Tehlikeleri: Metal Sektörü*. Ankara: Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 10-71.

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı. (2014c). *Çalışma Yaşamında Sağlık Gözetimi Rehberi*. Ankara: Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 132-141.

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı. (2014d). *Meslek Hastalıkları ve İşle İlgili Hastalıklar Tanı Rehberi*. Ankara: Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 307-310.

Çınar, Y. (2013). Kariyer tercihi probleminin yapısal bir modeli ve riske karşı tutumlar: olasılıklı DEMATEL yöntemi temelli bütünleşik bir yaklaşım. *Sosyoekonomi*, 2013(1),158-186.

Dinçer, H., Akdeniz, Ö. ve Hacıoğlu, Ü. (2018). Competitive strategy selection in the European banking sector using a hybrid decision-making approach. *Zbornik radova Ekonomskog fakulteta u Rijeci*, 36(1), 213-242.

Ersoy, M., Mustafa Yavuz Çelik, M.Y., Yeşilkaya, L. ve Çolak, O. (2017). İş sağlığı ve güvenliği problemlerinin çözümünde fine-kinney ve gia yöntemlerinin entegrasyonu. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi,*18(1), 1-25.

Ertuğrul, İ. ve Özçil, A. (2014). Çok kriterli karar vermede TOPSIS ve VIKOR yöntemleriyle klima seçimi. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 4(1), 267-282.

Genç, T. ve Masca, M. (2013). TOPSIS ve PROMETHEE yöntemleri ile elde edilen üstünlük sıralamalarının bir uygulama üzerinden karşılaştırılması. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İİBF Dergisi*, 15(2), 539-567.

Gül, M. ve Ak, M.F. (2018). A comparative outline for quantifying risk ratings in occupational health and safety risk assessment. *Journal of Cleaner Production*, 196, 653-664.

Gül, M. ve Güneri, A.F. (2016). A fuzzy multi criteria risk assessment based on decision matrix technique: A case study for aluminum industry. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 40, 89-100.

Hatefi, S.M. and Tamosaitiene, J. (2019). An integrated fuzzy DEMATEL-fuzzy ANP model for evaluating construction projects by considering interrelationships among risk factors. *Journal of Civil Engineering and Management*, 25(2), 114-131.

Hwang, C.L. and Yoon, K.. (1981). Multi attribute decision making methods and applications a state of the art survey. *Springer-Verlag*, New York, 253.

Ilangkumaran, M., Karthikeyan, M., Ramachandran, T., Boopathiraja, M. and Kirubakaran, B. (2015). Risk analysis and warning rate of hot environment for foundry industry using hybrid MCDM technique. *Safety Science*, 72, 133-143.

İnternet: İş Sağlığı ve Güvenliği Hizmetleri Yönetmeliği. (2012). Web: https://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=7.5.16925&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=R%C4%B0SK%20DE%C4%9EERLEND%C4%B0RME 18 Mayıs 2019'da alınmıştır.

İnternet: İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu. (2012). Web: https://www.mevzuat.gov.tr/Metin1.Aspx?MevzuatKod=1.5.6331&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=&Tur=1&Tertip=5&No=6331 18 Mayıs 2019'da alınmıştır.

İnternet: SGK İstatistik Yıllıkları. Web: http://www.sgk.gov.tr/wps/portal/sgk/tr/kurumsal/istatistik/sgk_istatistik_yilliklari 18 Mayıs 2019'da alınmıştır.

Kocaeli Sanayi Odası. (2016). Metal İşleme Sektör Raporu; KSO. *Kocaeli*, 41-47.

Korkusuz, A.Y., İnan, U.H., Özdemir, Y., ve Başlıgil, H. (2017). Evaluatıon of occupational health and safety key performance ındicators using in healthcare sector, *Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 36(3), 705-715.

Kutlu, A.C. ve Emekçioğlu, M. (2012). Fuzzy failure modes and effects analysis by using Fuzzy TOPSIS-Based Fuzzy AHP. *Expert Systems with Applications*, 39, 61-67.

Li, C. W. And Tzeng, G. H. (2009). Identification of a threshold value for the dematel method using the maximum mean de-entropy algorithm to find critical services provided by a semiconductor intellectual property mall. *Expert Systems with Applications*, 36(6), 9891-9898.

Liou, J.J.H. (2015). Building an effective system for carbon reduction management. *Journal of Cleaner Production*, 103, 353-361.

Liu, H.C., You, J.X., Lin, Q.L. and Hui, L. (2014). Risk assessment in system FMEA combining fuzzy weighted average with fuzzy decision-making trial and evaluation laboratory. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 28(7), 701-714.

MacCrimmon, K.R. (1973). *An overview of multiple objective decision making*. *Multiple Criteria Decision Making*. Columbia: University of South Carolina Press, 18–43.

Mahdevari, S., Shahriar, K. and Esfahanipour, A. (2014). Human health and safety risks management in underground coal mines using fuzzy TOPSIS. *Science Total Environment*, 488, 85-99.

Mandic, K., Bobar, V. and Delibasic, B. (2015). Modelling interactions among criteria in MCDM methods: A review. *Springer International Publishing*, 98-109.

Mendoza, G.A. and Martins, H. (2006). Multi-Criteria Decision Analysis in Natural Resource Management: A Critical Review of Methods and New Modelling Paradigms. *Forest Ecology and Management*, 230, 1-22.

Mohammadfam, I., Kamalinia, M., Momeni, M., Golmohammadi, R., Hamidi, Y. and Soltanian, A. (2016). Developing an integrated decision making approach to assess and promote the effectiveness of occupational health and safety management systems. *Journal of Cleaner Production*, 127, 119-133.

Mokhtari, K., Ren, J., Roberts, C. and Wang, J. (2012). Decision support framework for risk management on sea ports and terminals using fuzzy set theory and evidential reasoning approach. *Expert Systems with Applications*, 39, 5087-5103.

Ortiz, M.A., Felizzola, H.A. and Isaza, S.N. (2015). A constrast between DEMATEL-ANP and ANP methods for six sigma Project selection: a case study in healthcare industry. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 15, 1.

Özkılıç, Ö. (2005). *İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemleri ve Risk Değerlendirme Metodolojileri*. Ankara: TİSK Yayınları, 14-49.

Özkılıç, Ö. (2014). *Risk Değerlendirmesi, Atex Direktifleri-Patlayıcı Ortamlar-Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi ve Etkilerinin Azaltılması-Kantitatif Risk Değerlendirme*. Ankara: TİSK Yayınları, 39-124.

Padma, T. and Balasubramanie, P., (2011). A fuzzy analytic hierarchy processing decision support system to analyze occupational menace forecasting the spawning of shoulder and neck pain. *Expert Systems with Applications*, 38, 15303-15309.

Polat, U. (2016). *Yeni Bir Bulanık Risk Değerlendirmeye Dayalı Önlemlerin Optimizasyonu*, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 8-33.

Ramanathan, R. (2006). ABC ınventory classification with multiple criteria using weighted linear optimization. *Computers and Operations* Research, 33, 699-700.

Saat, M. B. (2009*). İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirme Metodlarından Kontrol Listesi ve Matris Metodlarının Entegre Biçimde Bir İnşaat Şantiyesinde Uygulanması*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 28-29.

Saaty T.L. and Vargas L.G. (2006). Decision making with the analytic network process economic, political, social and technological applications with benefits, opportunities, cost and risks. *Springer Science Business Media,* LLC, New York.

Saaty, T.L. (1999). *Fundamentals of the analytic network process*. International Symposium on Analytical Hierarchy Process, 1-14.

Saaty, T.L. (2004). Decision making-the analytic hierarchy and network process (AHP/ANP). *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, 13(1), 1-35.

Sadjadi, S.J., Habibian, M. and Khaledi, V. (2008). A multi-objective decision making approach for solving quadratic multiple response surface problems. *International Journal of Contemporary Mathematic Sciences*, 32(3), 1595 –1606.

Samantra, C., Datta, S., and Mahapatra, S.S. (2017). A risk-based decision support framework for selection of appropriate safety measure system for underground coal mines. *International Journal of Injury Control and Safety Promotion,* 24(1), 54-68.

Shen, K.Y., Chen, V.Y.C. and Tzeng, G.H. (2012). *An integrated MCDM model for glamour stock selection*. The 6th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems, and The 13th International Symposium on Advanced Intelligence Systems Soft Computing and Intelligent Systems (SCIS) and 13th International Symposium on Advanced Intelligent Systems (ISIS), 2070-2075.

Shieh, J. I., Wu, H. H. and Huang, K. K. (2010). A dematel metot in identifying key success factors of hospital service quality. *Knowledge-Based Systems*, 23(3), 277-282.

Silvestri, A., Felice, F. and Antonella Petrillo, A. (2012). Multi-criteria risk analysis to improve safety in manufacturing systems. *International Journal of Production Research*, 50(17), 4806–4821.

Şengül, D. (2016). *Bulanık Karar Verme Ortamında Risk Değerlendirmesi: İş Sürekliliği Perspektifi*, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 14-20.

Türk Standartları Enstitüsü. (2017). *TS 13740 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi-Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeler (KOBİ) İçin-Metal Sektörü*. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü, 1-34.

Tzeng, G. H., Chiang, C. H., and Li, C. W. (2007). Evaluating intertwined effects in e-learning programs: A novel hybrid MCDM model based on factor analysis and DEMATEL. *Expert Systems with Applications*, 32(4), 1028–1044.

Tzeng, G.H. and Huang J.J . (2011). *Multi Attribute Decision Making: Methods and Applications*. USA: CRC Press.

Vinodh, S. and Swarnakar, V. (2015). Lean Six Sigma project selection using hybrid approach based on fuzzy DEMATEL–ANP–TOPSIS. *International Journal of Lean Six Sigma*, 6(4), 313-338.

Yang, L.J. and Tzeng, G. (2011). An integrated MCDM technique combined with DEMATEL for a novel cluster-weighted with ANP method. *Experts Systems with Applications*, 38, 1417-1424.

Yılmaz, N. ve Şenol, M.B. (2017). İş sağlığı ve güvenliği risk değerlendirme süreci için bulanık çok kriterli bir model ve uygulaması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23(1), 85-95.

Yousefi, A. and Hadi-Vencheh, A. (2010). An integrated group decision making model and its evaluation by DEA for automobile industry. *Expert Systems with Applications*, 37(12), 8543-8556.

Yurder, Y. (2012). *Tedarikçi Seçim Kararında Analitik Ağ Süreci Uygulaması*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 122.

# EKLER

EK-1. Direk ilişki matrisi

| | K11 | K12 | K13 | K14 | K15 | K21 | K22 | K23 | K31 | K32 | K33 | K41 | K42 | K43 | K44 | K51 | K52 | K53 | K54 | K61 | K62 | K63 | K64 | K71 | K72 | K73 | K81 | K82 | K83 | K84 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K11 | | 0,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,2 | 0 | 0 | 0 | 1,2 | 0,8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,4 | 0 | 0 | 0 | 3,6 | 0 | 0,6 | 0 |
| K12 | 0,6 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1,4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,2 | 0 | 0 | 0 |
| K13 | 0 | 0 | | 1,8 | 0 | 3 | 0,8 | 2,8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,2 | 0 | 0 | 0 |
| K14 | 0 | 0 | 1,2 | | 0 | 0,8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,8 | 0 | 0 | 0 |
| K15 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,4 | 0,2 | 0 | 0 | 0,2 | 0 | 2,2 | 0 | 0 | 0 |
| K21 | 0 | 0 | 2,2 | 0,2 | 0 | | 1,8 | 0,4 | 0 | 0 | 0 | 0,4 | 0,4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,6 | 0 | 0 | 0 | 0,2 | 0,4 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| K22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,6 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,2 | 0,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| K23 | 0 | 0 | 2,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0,4 | 0,4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,4 | 0 | 0 | 0 | 0,4 | 0,4 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| K31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 1,8 | 1,2 | 0,2 | 1,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| K32 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,6 | 0 | 0 | 0 | 1,4 | | 0,8 | 0,6 | 1 | 0 | 0,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| K33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,6 | 1 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| K41 | 1,8 | 1,8 | 0 | 0 | 0,2 | 1,4 | 0 | 0,6 | 0,8 | 2,6 | 0,2 | | 3 | 1,4 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| K42 | 1,6 | 1,6 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0,4 | 0,8 | 0,2 | 2 | | 1,4 | 0,8 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| K43 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,2 | 0,4 | 0,2 | 0 | 0 | 0 | 0,8 | 1 | | 1,2 | 0,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| K44 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,8 | 0,8 | 0,4 | | 2,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

EK-1. (devam) Direk ilişki matrisi

| | K11 | K12 | K13 | K14 | K15 | K21 | K22 | K23 | K31 | K32 | K33 | K41 | K42 | K43 | K44 | K51 | K52 | K53 | K54 | K61 | K62 | K63 | K64 | K71 | K72 | K73 | K81 | K82 | K83 | K84 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K51 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,2 | 0 | 0,4 | 0,2 | 0 | 0,2 | | 1,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0 | 0 | 0,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| K52 | 1,6 | 1,4 | 0 | 0 | 0 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,8 | 1 | 0,4 | 3 | | 3 | 2,2 | 1,8 | 0,8 | 0 | 2 | 1,6 | 2 | 1,8 | 0 | 0,2 | 0,2 | 0 |
| K53 | 3,2 | 3 | 0 | 1,4 | 0 | 3,2 | 2,8 | 3,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,2 | 0,6 | | 0 | 0 | 0 | 0,2 | 0,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| K54 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0,2 | 0 | | 2,2 | 1 | 0 | 0 | 0,2 | 0,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| K61 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,6 | 0 | 0 | 0,2 | | 2 | 0 | 0,2 | 0,6 | 1 | 0,4 | 1,6 | 0 | 0 | 0 |
| K62 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0,8 | 1,6 | | 0 | 0,2 | 0 | 0 | 0 | 0,4 | 0 | 0 | 0 |
| K63 | 1 | 0,4 | 0 | 0 | 0 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0 | 0,6 | 0,6 | 0 | 0,2 | 0 | 0,6 | 2 | 1 | 1,8 | 0,4 | 0,4 | 0,2 | | 2,8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| K64 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,4 | 0 | 0,4 | 1 | 0,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,4 | 0 | 0 | 0 | 1,8 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,4 | 0,2 | 0 |
| K71 | 0 | 0 | 0,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 2,6 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| K72 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,2 | 0 | 0 | 0 | 1,8 | | 2 | 1,2 | 0 | 0 | 0 |
| K73 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,2 | 0,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,8 | 2,8 | | 1,6 | 0 | 0 | 0 |
| K81 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0,6 | 1,6 | 0 |
| K82 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,4 | 0 | 0 | 0 | 2,6 | | 1,2 | 1 |
| K83 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,2 | 0,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1,6 | 2,6 | | 2 |
| K84 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,6 | 0 | 0 | 0 | 3,4 | 2,6 | 2,6 | |

| | K11 | K12 | K13 | K14 | K15 | K21 | K22 | K23 | K31 | K32 | K33 | K41 | K42 | K43 | K44 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K11 | 0,0000 | 0,0185 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0062 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0371 | 0,0247 | 0,0000 | 0,0000 |
| K12 | 0,0185 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0309 | 0,0433 | 0,0000 | 0,0000 |
| K13 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0556 | 0,0000 | 0,0927 | 0,0247 | 0,0865 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K14 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0371 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0247 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K15 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K21 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0680 | 0,0062 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0556 | 0,0124 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0124 | 0,0124 | 0,0000 | 0,0000 |
| K22 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0185 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K23 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0803 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0124 | 0,0124 | 0,0000 | 0,0000 |
| K31 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0556 | 0,0371 | 0,0062 | 0,0371 | 0,0000 | 0,0000 |
| K32 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0185 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0433 | 0,0000 | 0,0247 | 0,0185 | 0,0309 | 0,0000 | 0,0062 |
| K33 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0185 | 0,0309 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K41 | 0,0556 | 0,0556 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0062 | 0,0433 | 0,0000 | 0,0185 | 0,0247 | 0,0803 | 0,0062 | 0,0000 | 0,0927 | 0,0433 | 0,0309 |
| K42 | 0,0494 | 0,0494 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0309 | 0,0000 | 0,0309 | 0,0124 | 0,0247 | 0,0062 | 0,0618 | 0,0000 | 0,0433 | 0,0247 |
| K43 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0062 | 0,0124 | 0,0062 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0247 | 0,0309 | 0,0000 | 0,0371 |
| K44 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0247 | 0,0247 | 0,0124 | 0,0000 |
| K51 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0062 | 0,0000 | 0,0124 | 0,0062 | 0,0000 | 0,0062 |
| K52 | 0,0494 | 0,0433 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0371 | 0,0433 | 0,0494 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0247 | 0,0309 | 0,0124 |
| K53 | 0,0989 | 0,0927 | 0,0000 | 0,0433 | 0,0000 | 0,0989 | 0,0865 | 0,0989 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K54 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K61 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0062 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K62 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0062 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K63 | 0,0309 | 0,0124 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0247 | 0,0247 | 0,0247 | 0,0000 | 0,0185 | 0,0185 | 0,0000 | 0,0062 | 0,0000 | 0,0185 |
| K64 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0124 | 0,0000 | 0,0124 | 0,0309 | 0,0185 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K71 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0062 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K72 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K73 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K81 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K82 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K83 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K84 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |

EK-2. (devam) Normalleştirilmiş direk ilişki matrisi

| | K51 | K52 | K53 | K54 | K61 | K62 | K63 | K64 | K71 | K72 | K73 | K81 | K82 | K83 | K84 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **K11** | 0,0000 | 0,0000 | 0,0062 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0124 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,1112 | 0,0000 | 0,0185 | 0,0000 |
| **K12** | 0,0000 | 0,0000 | 0,0062 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0680 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| **K13** | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0989 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| **K14** | 0,0000 | 0,0000 | 0,0124 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0865 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| **K15** | 0,0185 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0124 | 0,0062 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0062 | 0,0000 | 0,0680 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| **K21** | 0,0000 | 0,0000 | 0,0185 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0062 | 0,0124 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0618 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| **K22** | 0,0000 | 0,0062 | 0,0185 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0309 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| **K23** | 0,0000 | 0,0000 | 0,0124 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0124 | 0,0124 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0618 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| **K31** | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0124 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| **K32** | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0309 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| **K33** | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0062 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| **K41** | 0,0618 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0062 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| **K42** | 0,0618 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| **K43** | 0,0062 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| **K44** | 0,0680 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| **K51** | 0,0000 | 0,0371 | 0,0062 | 0,0062 | 0,0062 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0062 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| **K52** | 0,0927 | 0,0000 | 0,0927 | 0,0680 | 0,0556 | 0,0247 | 0,0000 | 0,0618 | 0,0494 | 0,0618 | 0,0556 | 0,0000 | 0,0062 | 0,0062 | 0,0000 |
| **K53** | 0,0062 | 0,0185 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0062 | 0,0062 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| **K54** | 0,0309 | 0,0062 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0680 | 0,0309 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0062 | 0,0185 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| **K61** | 0,0185 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0062 | 0,0000 | 0,0618 | 0,0000 | 0,0062 | 0,0185 | 0,0309 | 0,0124 | 0,0494 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| **K62** | 0,0309 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0247 | 0,0494 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0062 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0124 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| **K63** | 0,0618 | 0,0309 | 0,0556 | 0,0124 | 0,0124 | 0,0062 | 0,0000 | 0,0865 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| **K64** | 0,0000 | 0,0000 | 0,0124 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0556 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0124 | 0,0062 | 0,0000 |
| **K71** | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0803 | 0,0309 | 0,0309 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| **K72** | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0062 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0556 | 0,0000 | 0,0618 | 0,0371 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| **K73** | 0,0062 | 0,0062 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0556 | 0,0865 | 0,0000 | 0,0494 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| **K81** | 0,0000 | 0,0062 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0185 | 0,0494 | 0,0000 |
| **K82** | 0,0000 | 0,0371 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0433 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0803 | 0,0000 | 0,0371 | 0,0309 |
| **K83** | 0,0062 | 0,0062 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0309 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0494 | 0,0803 | 0,0000 | 0,0618 |
| **K84** | 0,0000 | 0,0000 | 0,0062 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0494 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,1051 | 0,0803 | 0,0803 | 0,0000 |

| | K11 | K12 | K13 | K14 | K15 | K21 | K22 | K23 | K31 | K32 | K33 | K41 | K42 | K43 | K44 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K11 | 0,0049 | 0,0231 | 0,0010 | 0,0004 | 0,0003 | 0,0038 | 0,0010 | 0,0090 | 0,0020 | 0,0044 | 0,0006 | 0,0403 | 0,0302 | 0,0031 | 0,0022 |
| K12 | 0,0237 | 0,0054 | 0,0005 | 0,0003 | 0,0003 | 0,0038 | 0,0009 | 0,0031 | 0,0017 | 0,0042 | 0,0007 | 0,0353 | 0,0479 | 0,0037 | 0,0025 |
| K13 | 0,0009 | 0,0008 | 0,0159 | 0,0573 | 0,0000 | 0,0969 | 0,0310 | 0,0898 | 0,0002 | 0,0004 | 0,0001 | 0,0026 | 0,0027 | 0,0003 | 0,0002 |
| K14 | 0,0015 | 0,0014 | 0,0396 | 0,0030 | 0,0000 | 0,0299 | 0,0038 | 0,0052 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0006 | 0,0006 | 0,0001 | 0,0001 |
| K15 | 0,0004 | 0,0002 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0003 | 0,0003 | 0,0003 | 0,0001 | 0,0004 | 0,0001 | 0,0003 | 0,0003 | 0,0001 | 0,0003 |
| K21 | 0,0040 | 0,0037 | 0,0709 | 0,0111 | 0,0001 | 0,0115 | 0,0601 | 0,0219 | 0,0011 | 0,0020 | 0,0004 | 0,0141 | 0,0146 | 0,0013 | 0,0010 |
| K22 | 0,0024 | 0,0022 | 0,0017 | 0,0011 | 0,0000 | 0,0211 | 0,0032 | 0,0028 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0005 | 0,0007 | 0,0003 | 0,0001 |
| K23 | 0,0034 | 0,0031 | 0,0821 | 0,0052 | 0,0001 | 0,0108 | 0,0042 | 0,0099 | 0,0011 | 0,0021 | 0,0005 | 0,0139 | 0,0144 | 0,0013 | 0,0011 |
| K31 | 0,0027 | 0,0027 | 0,0003 | 0,0000 | 0,0012 | 0,0020 | 0,0002 | 0,0018 | 0,0045 | 0,0592 | 0,0390 | 0,0102 | 0,0404 | 0,0022 | 0,0018 |
| K32 | 0,0032 | 0,0031 | 0,0004 | 0,0001 | 0,0188 | 0,0026 | 0,0003 | 0,0021 | 0,0460 | 0,0067 | 0,0270 | 0,0217 | 0,0354 | 0,0026 | 0,0079 |
| K33 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0006 | 0,0002 | 0,0000 | 0,0002 | 0,0202 | 0,0323 | 0,0016 | 0,0009 | 0,0019 | 0,0001 | 0,0003 |
| K41 | 0,0635 | 0,0634 | 0,0053 | 0,0007 | 0,0079 | 0,0487 | 0,0039 | 0,0245 | 0,0308 | 0,0870 | 0,0103 | 0,0166 | 0,1062 | 0,0491 | 0,0369 |
| K42 | 0,0556 | 0,0556 | 0,0052 | 0,0006 | 0,0010 | 0,0357 | 0,0031 | 0,0347 | 0,0160 | 0,0325 | 0,0081 | 0,0709 | 0,0155 | 0,0475 | 0,0297 |
| K43 | 0,0035 | 0,0035 | 0,0013 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0090 | 0,0130 | 0,0082 | 0,0013 | 0,0034 | 0,0005 | 0,0286 | 0,0353 | 0,0033 | 0,0391 |
| K44 | 0,0033 | 0,0032 | 0,0003 | 0,0001 | 0,0002 | 0,0024 | 0,0005 | 0,0018 | 0,0012 | 0,0035 | 0,0005 | 0,0282 | 0,0288 | 0,0149 | 0,0026 |
| K51 | 0,0042 | 0,0039 | 0,0006 | 0,0005 | 0,0002 | 0,0035 | 0,0028 | 0,0037 | 0,0011 | 0,0078 | 0,0004 | 0,0138 | 0,0093 | 0,0023 | 0,0075 |
| K52 | 0,0630 | 0,0562 | 0,0092 | 0,0051 | 0,0001 | 0,0518 | 0,0558 | 0,0642 | 0,0029 | 0,0040 | 0,0006 | 0,0102 | 0,0336 | 0,0332 | 0,0156 |
| K53 | 0,1040 | 0,0976 | 0,0174 | 0,0453 | 0,0001 | 0,1062 | 0,0948 | 0,1052 | 0,0009 | 0,0016 | 0,0004 | 0,0104 | 0,0112 | 0,0016 | 0,0011 |
| K54 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0002 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0005 | 0,0004 | 0,0010 | 0,0001 | 0,0005 | 0,0000 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0003 | 0,0003 |
| K61 | 0,0002 | 0,0001 | 0,0007 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0003 | 0,0001 | 0,0065 | 0,0003 | 0,0007 | 0,0000 | 0,0004 | 0,0003 | 0,0001 | 0,0002 |
| K62 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0001 | 0,0003 | 0,0001 | 0,0006 | 0,0005 | 0,0066 | 0,0002 | 0,0006 | 0,0006 | 0,0001 | 0,0003 |
| K63 | 0,0404 | 0,0215 | 0,0054 | 0,0032 | 0,0005 | 0,0354 | 0,0340 | 0,0357 | 0,0045 | 0,0225 | 0,0195 | 0,0057 | 0,0123 | 0,0021 | 0,0202 |
| K64 | 0,0038 | 0,0027 | 0,0024 | 0,0009 | 0,0004 | 0,0161 | 0,0039 | 0,0162 | 0,0322 | 0,0218 | 0,0028 | 0,0015 | 0,0031 | 0,0003 | 0,0014 |
| K71 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0063 | 0,0004 | 0,0000 | 0,0006 | 0,0002 | 0,0006 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K72 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0004 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K73 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0005 | 0,0000 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0002 | 0,0003 | 0,0002 | 0,0002 |
| K81 | 0,0005 | 0,0004 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0005 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0001 | 0,0003 | 0,0002 | 0,0001 |
| K82 | 0,0026 | 0,0023 | 0,0005 | 0,0002 | 0,0000 | 0,0028 | 0,0023 | 0,0032 | 0,0016 | 0,0012 | 0,0002 | 0,0005 | 0,0014 | 0,0013 | 0,0007 |
| K83 | 0,0008 | 0,0007 | 0,0002 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0012 | 0,0008 | 0,0013 | 0,0013 | 0,0009 | 0,0001 | 0,0002 | 0,0005 | 0,0004 | 0,0003 |
| K84 | 0,0012 | 0,0010 | 0,0003 | 0,0004 | 0,0000 | 0,0018 | 0,0011 | 0,0019 | 0,0018 | 0,0013 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0004 | 0,0002 | 0,0002 |

EK-3. (devam) Toplam ilişki matrisi

| | K51 | K52 | K53 | K54 | K61 | K62 | K63 | K64 | K71 | K72 | K73 | K81 | K82 | K83 | K84 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K11 | 0,0049 | 0,0014 | 0,0070 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0010 | 0,0143 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0001 | 0,1161 | 0,0045 | 0,0248 | 0,0017 |
| K12 | 0,0055 | 0,0009 | 0,0066 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0002 | 0,0011 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0719 | 0,0017 | 0,0041 | 0,0003 |
| K13 | 0,0006 | 0,0012 | 0,0045 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0019 | 0,0030 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0001 | 0,1186 | 0,0028 | 0,0060 | 0,0005 |
| K14 | 0,0003 | 0,0010 | 0,0132 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0004 | 0,0009 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0937 | 0,0022 | 0,0048 | 0,0004 |
| K15 | 0,0196 | 0,0014 | 0,0006 | 0,0006 | 0,0010 | 0,0125 | 0,0062 | 0,0011 | 0,0005 | 0,0064 | 0,0005 | 0,0689 | 0,0016 | 0,0035 | 0,0003 |
| K21 | 0,0026 | 0,0016 | 0,0211 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0001 | 0,0074 | 0,0141 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0748 | 0,0019 | 0,0040 | 0,0003 |
| K22 | 0,0009 | 0,0069 | 0,0197 | 0,0005 | 0,0004 | 0,0002 | 0,0003 | 0,0010 | 0,0004 | 0,0005 | 0,0004 | 0,0334 | 0,0008 | 0,0018 | 0,0001 |
| K23 | 0,0029 | 0,0014 | 0,0139 | 0,0003 | 0,0003 | 0,0001 | 0,0134 | 0,0144 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0728 | 0,0019 | 0,0039 | 0,0003 |
| K31 | 0,0034 | 0,0002 | 0,0004 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0009 | 0,0148 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0009 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0000 |
| K32 | 0,0046 | 0,0003 | 0,0007 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0003 | 0,0020 | 0,0323 | 0,0000 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0023 | 0,0005 | 0,0004 | 0,0000 |
| K33 | 0,0002 | 0,0000 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0004 | 0,0075 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0000 |
| K41 | 0,0728 | 0,0030 | 0,0030 | 0,0007 | 0,0007 | 0,0002 | 0,0013 | 0,0120 | 0,0002 | 0,0003 | 0,0002 | 0,0174 | 0,0007 | 0,0022 | 0,0002 |
| K42 | 0,0699 | 0,0028 | 0,0026 | 0,0006 | 0,0007 | 0,0001 | 0,0009 | 0,0040 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0153 | 0,0005 | 0,0019 | 0,0001 |
| K43 | 0,0129 | 0,0006 | 0,0007 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0002 | 0,0007 | 0,0000 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0023 | 0,0001 | 0,0002 | 0,0000 |
| K44 | 0,0721 | 0,0027 | 0,0008 | 0,0006 | 0,0006 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0010 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0010 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0000 |
| K51 | 0,0061 | 0,0376 | 0,0101 | 0,0089 | 0,0090 | 0,0018 | 0,0006 | 0,0092 | 0,0024 | 0,0032 | 0,0025 | 0,0022 | 0,0004 | 0,0005 | 0,0000 |
| K52 | 0,1031 | 0,0076 | 0,0988 | 0,0704 | 0,0635 | 0,0310 | 0,0055 | 0,0677 | 0,0592 | 0,0758 | 0,0633 | 0,0336 | 0,0086 | 0,0099 | 0,0009 |
| K53 | 0,0102 | 0,0203 | 0,0094 | 0,0016 | 0,0015 | 0,0007 | 0,0089 | 0,0126 | 0,0012 | 0,0015 | 0,0013 | 0,0404 | 0,0014 | 0,0042 | 0,0003 |
| K54 | 0,0342 | 0,0075 | 0,0010 | 0,0020 | 0,0706 | 0,0355 | 0,0001 | 0,0014 | 0,0093 | 0,0222 | 0,0030 | 0,0054 | 0,0002 | 0,0003 | 0,0000 |
| K61 | 0,0211 | 0,0014 | 0,0005 | 0,0080 | 0,0040 | 0,0623 | 0,0005 | 0,0071 | 0,0215 | 0,0343 | 0,0153 | 0,0539 | 0,0013 | 0,0028 | 0,0002 |
| K62 | 0,0330 | 0,0015 | 0,0005 | 0,0255 | 0,0517 | 0,0040 | 0,0004 | 0,0071 | 0,0014 | 0,0024 | 0,0009 | 0,0153 | 0,0005 | 0,0008 | 0,0001 |
| K63 | 0,0694 | 0,0353 | 0,0630 | 0,0156 | 0,0163 | 0,0086 | 0,0062 | 0,0927 | 0,0025 | 0,0034 | 0,0025 | 0,0138 | 0,0018 | 0,0023 | 0,0002 |
| K64 | 0,0043 | 0,0028 | 0,0165 | 0,0009 | 0,0010 | 0,0005 | 0,0564 | 0,0076 | 0,0002 | 0,0003 | 0,0002 | 0,0046 | 0,0132 | 0,0071 | 0,0008 |
| K71 | 0,0003 | 0,0005 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0006 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0002 | 0,0067 | 0,0841 | 0,0363 | 0,0370 | 0,0009 | 0,0019 | 0,0001 |
| K72 | 0,0006 | 0,0007 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0063 | 0,0004 | 0,0000 | 0,0002 | 0,0599 | 0,0106 | 0,0644 | 0,0431 | 0,0010 | 0,0022 | 0,0002 |
| K73 | 0,0070 | 0,0069 | 0,0007 | 0,0005 | 0,0010 | 0,0003 | 0,0001 | 0,0007 | 0,0616 | 0,0926 | 0,0080 | 0,0557 | 0,0013 | 0,0029 | 0,0002 |
| K81 | 0,0011 | 0,0075 | 0,0008 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0033 | 0,0004 | 0,0006 | 0,0005 | 0,0050 | 0,0231 | 0,0509 | 0,0039 |
| K82 | 0,0044 | 0,0386 | 0,0048 | 0,0027 | 0,0025 | 0,0012 | 0,0028 | 0,0496 | 0,0023 | 0,0029 | 0,0024 | 0,0882 | 0,0088 | 0,0451 | 0,0340 |
| K83 | 0,0075 | 0,0103 | 0,0021 | 0,0008 | 0,0007 | 0,0003 | 0,0022 | 0,0393 | 0,0006 | 0,0008 | 0,0007 | 0,0645 | 0,0883 | 0,0120 | 0,0653 |
| K84 | 0,0013 | 0,0050 | 0,0077 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0002 | 0,0033 | 0,0574 | 0,0003 | 0,0004 | 0,0003 | 0,1183 | 0,0912 | 0,0907 | 0,0084 |

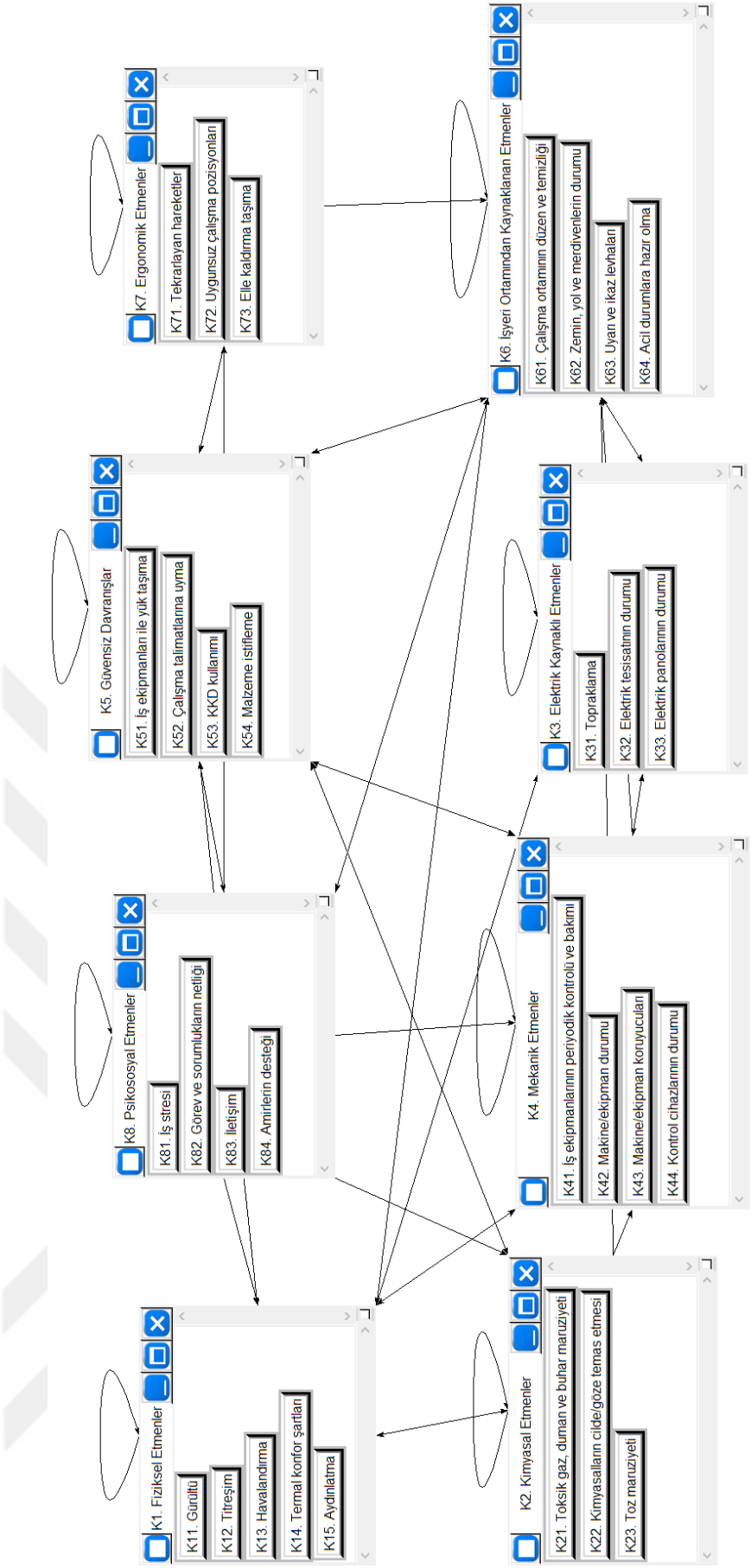
EK-4. Toplam ilişki matrisinde eşik değeri geçen hücreler

| | K11 | K12 | K13 | K14 | K15 | K21 | K22 | K23 | K31 | K32 | K33 | K41 | K42 | K43 | K44 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K11 | 0,0049 | 0,0231 | 0,0010 | 0,0004 | 0,0003 | 0,0038 | 0,0010 | 0,0090 | 0,0020 | 0,0044 | 0,0006 | 0,0403 | 0,0302 | 0,0031 | 0,0022 |
| K12 | 0,0237 | 0,0054 | 0,0005 | 0,0003 | 0,0003 | 0,0038 | 0,0009 | 0,0031 | 0,0017 | 0,0042 | 0,0007 | 0,0353 | 0,0479 | 0,0037 | 0,0025 |
| K13 | 0,0009 | 0,0008 | 0,0159 | 0,0573 | 0,0000 | 0,0969 | 0,0310 | 0,0898 | 0,0002 | 0,0004 | 0,0001 | 0,0026 | 0,0027 | 0,0003 | 0,0002 |
| K14 | 0,0015 | 0,0014 | 0,0396 | 0,0030 | 0,0000 | 0,0299 | 0,0038 | 0,0052 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0006 | 0,0006 | 0,0001 | 0,0001 |
| K15 | 0,0004 | 0,0002 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0003 | 0,0003 | 0,0003 | 0,0001 | 0,0004 | 0,0001 | 0,0003 | 0,0003 | 0,0001 | 0,0003 |
| K21 | 0,0040 | 0,0037 | 0,0709 | 0,0111 | 0,0001 | 0,0115 | 0,0601 | 0,0219 | 0,0011 | 0,0020 | 0,0004 | 0,0141 | 0,0146 | 0,0013 | 0,0010 |
| K22 | 0,0024 | 0,0022 | 0,0017 | 0,0011 | 0,0000 | 0,0211 | 0,0032 | 0,0028 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0005 | 0,0007 | 0,0003 | 0,0001 |
| K23 | 0,0034 | 0,0031 | 0,0821 | 0,0052 | 0,0001 | 0,0108 | 0,0042 | 0,0099 | 0,0011 | 0,0021 | 0,0005 | 0,0139 | 0,0144 | 0,0013 | 0,0011 |
| K31 | 0,0027 | 0,0027 | 0,0003 | 0,0000 | 0,0012 | 0,0020 | 0,0002 | 0,0018 | 0,0045 | 0,0592 | 0,0390 | 0,0102 | 0,0404 | 0,0022 | 0,0018 |
| K32 | 0,0032 | 0,0031 | 0,0004 | 0,0001 | 0,0188 | 0,0026 | 0,0003 | 0,0021 | 0,0460 | 0,0067 | 0,0270 | 0,0217 | 0,0354 | 0,0026 | 0,0079 |
| K33 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0006 | 0,0002 | 0,0000 | 0,0002 | 0,0202 | 0,0323 | 0,0016 | 0,0009 | 0,0019 | 0,0001 | 0,0003 |
| K41 | 0,0635 | 0,0634 | 0,0053 | 0,0007 | 0,0079 | 0,0487 | 0,0039 | 0,0245 | 0,0308 | 0,0870 | 0,0103 | 0,0166 | 0,1062 | 0,0491 | 0,0369 |
| K42 | 0,0556 | 0,0556 | 0,0052 | 0,0006 | 0,0010 | 0,0357 | 0,0031 | 0,0347 | 0,0160 | 0,0325 | 0,0081 | 0,0709 | 0,0155 | 0,0475 | 0,0297 |
| K43 | 0,0035 | 0,0035 | 0,0013 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0090 | 0,0130 | 0,0082 | 0,0013 | 0,0034 | 0,0005 | 0,0286 | 0,0353 | 0,0033 | 0,0391 |
| K44 | 0,0033 | 0,0032 | 0,0003 | 0,0001 | 0,0002 | 0,0024 | 0,0005 | 0,0018 | 0,0012 | 0,0035 | 0,0005 | 0,0282 | 0,0288 | 0,0149 | 0,0026 |
| K51 | 0,0042 | 0,0039 | 0,0006 | 0,0005 | 0,0002 | 0,0035 | 0,0028 | 0,0037 | 0,0011 | 0,0078 | 0,0004 | 0,0138 | 0,0093 | 0,0023 | 0,0075 |
| K52 | 0,0630 | 0,0562 | 0,0092 | 0,0051 | 0,0001 | 0,0518 | 0,0558 | 0,0642 | 0,0029 | 0,0040 | 0,0006 | 0,0102 | 0,0336 | 0,0332 | 0,0156 |
| K53 | 0,1040 | 0,0976 | 0,0174 | 0,0453 | 0,0001 | 0,1062 | 0,0948 | 0,1052 | 0,0009 | 0,0016 | 0,0004 | 0,0104 | 0,0112 | 0,0016 | 0,0011 |
| K54 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0002 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0005 | 0,0004 | 0,0010 | 0,0001 | 0,0005 | 0,0000 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0003 | 0,0003 |
| K61 | 0,0002 | 0,0001 | 0,0007 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0003 | 0,0001 | 0,0065 | 0,0003 | 0,0007 | 0,0000 | 0,0004 | 0,0003 | 0,0001 | 0,0002 |
| K62 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0001 | 0,0003 | 0,0001 | 0,0006 | 0,0005 | 0,0066 | 0,0002 | 0,0006 | 0,0006 | 0,0001 | 0,0003 |
| K63 | 0,0404 | 0,0215 | 0,0054 | 0,0032 | 0,0005 | 0,0354 | 0,0340 | 0,0357 | 0,0045 | 0,0225 | 0,0195 | 0,0057 | 0,0123 | 0,0021 | 0,0202 |
| K64 | 0,0038 | 0,0027 | 0,0024 | 0,0009 | 0,0004 | 0,0161 | 0,0039 | 0,0162 | 0,0322 | 0,0218 | 0,0028 | 0,0015 | 0,0031 | 0,0003 | 0,0014 |
| K71 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0063 | 0,0004 | 0,0000 | 0,0006 | 0,0002 | 0,0006 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K72 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0004 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K73 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0005 | 0,0000 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0002 | 0,0003 | 0,0002 | 0,0002 |
| K81 | 0,0005 | 0,0004 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0005 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0001 | 0,0003 | 0,0002 | 0,0001 |
| K82 | 0,0026 | 0,0023 | 0,0005 | 0,0002 | 0,0000 | 0,0028 | 0,0023 | 0,0032 | 0,0016 | 0,0012 | 0,0002 | 0,0005 | 0,0014 | 0,0013 | 0,0007 |
| K83 | 0,0008 | 0,0007 | 0,0002 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0012 | 0,0008 | 0,0013 | 0,0013 | 0,0009 | 0,0001 | 0,0002 | 0,0005 | 0,0004 | 0,0003 |
| K84 | 0,0012 | 0,0010 | 0,0003 | 0,0004 | 0,0000 | 0,0018 | 0,0011 | 0,0019 | 0,0018 | 0,0013 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0004 | 0,0002 | 0,0002 |

EK-4. (devam) Toplam ilişki matrisinde eşik değeri geçen hücreler

| | K51 | K52 | K53 | K54 | K61 | K62 | K63 | K64 | K71 | K72 | K73 | K81 | K82 | K83 | K84 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K11 | 0,0049 | 0,0014 | 0,0070 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0010 | 0,0143 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0001 | 0,1161 | 0,0045 | 0,0248 | 0,0017 |
| K12 | 0,0055 | 0,0009 | 0,0066 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0002 | 0,0011 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0719 | 0,0017 | 0,0041 | 0,0003 |
| K13 | 0,0006 | 0,0012 | 0,0045 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0019 | 0,0030 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0001 | 0,1186 | 0,0028 | 0,0060 | 0,0005 |
| K14 | 0,0003 | 0,0010 | 0,0132 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0004 | 0,0009 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0937 | 0,0022 | 0,0048 | 0,0004 |
| K15 | 0,0196 | 0,0014 | 0,0006 | 0,0006 | 0,0010 | 0,0125 | 0,0062 | 0,0011 | 0,0005 | 0,0064 | 0,0005 | 0,0689 | 0,0016 | 0,0035 | 0,0003 |
| K21 | 0,0026 | 0,0016 | 0,0211 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0001 | 0,0074 | 0,0141 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0748 | 0,0019 | 0,0040 | 0,0003 |
| K22 | 0,0009 | 0,0069 | 0,0197 | 0,0005 | 0,0004 | 0,0002 | 0,0003 | 0,0010 | 0,0004 | 0,0005 | 0,0004 | 0,0334 | 0,0008 | 0,0018 | 0,0001 |
| K23 | 0,0029 | 0,0014 | 0,0139 | 0,0003 | 0,0003 | 0,0001 | 0,0134 | 0,0144 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0728 | 0,0019 | 0,0039 | 0,0003 |
| K31 | 0,0034 | 0,0002 | 0,0004 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0009 | 0,0148 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0009 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0000 |
| K32 | 0,0046 | 0,0003 | 0,0007 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0003 | 0,0020 | 0,0323 | 0,0000 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0023 | 0,0005 | 0,0004 | 0,0000 |
| K33 | 0,0002 | 0,0000 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0004 | 0,0075 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0000 |
| K41 | 0,0728 | 0,0030 | 0,0030 | 0,0007 | 0,0007 | 0,0002 | 0,0013 | 0,0120 | 0,0002 | 0,0003 | 0,0002 | 0,0174 | 0,0007 | 0,0022 | 0,0002 |
| K42 | 0,0699 | 0,0028 | 0,0026 | 0,0006 | 0,0007 | 0,0001 | 0,0009 | 0,0040 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0153 | 0,0005 | 0,0019 | 0,0001 |
| K43 | 0,0129 | 0,0006 | 0,0007 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0002 | 0,0007 | 0,0000 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0023 | 0,0001 | 0,0002 | 0,0000 |
| K44 | 0,0721 | 0,0027 | 0,0008 | 0,0006 | 0,0006 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0010 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0010 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0000 |
| K51 | 0,0061 | 0,0376 | 0,0101 | 0,0089 | 0,0090 | 0,0018 | 0,0006 | 0,0092 | 0,0024 | 0,0032 | 0,0025 | 0,0022 | 0,0004 | 0,0005 | 0,0000 |
| K52 | 0,1031 | 0,0076 | 0,0988 | 0,0704 | 0,0635 | 0,0310 | 0,0055 | 0,0677 | 0,0592 | 0,0758 | 0,0633 | 0,0336 | 0,0086 | 0,0099 | 0,0009 |
| K53 | 0,0102 | 0,0203 | 0,0094 | 0,0016 | 0,0015 | 0,0007 | 0,0089 | 0,0126 | 0,0012 | 0,0015 | 0,0013 | 0,0404 | 0,0014 | 0,0042 | 0,0003 |
| K54 | 0,0342 | 0,0075 | 0,0010 | 0,0020 | 0,0706 | 0,0355 | 0,0001 | 0,0014 | 0,0093 | 0,0222 | 0,0030 | 0,0054 | 0,0002 | 0,0003 | 0,0000 |
| K61 | 0,0211 | 0,0014 | 0,0005 | 0,0080 | 0,0040 | 0,0623 | 0,0005 | 0,0071 | 0,0215 | 0,0343 | 0,0153 | 0,0539 | 0,0013 | 0,0028 | 0,0002 |
| K62 | 0,0330 | 0,0015 | 0,0005 | 0,0255 | 0,0517 | 0,0040 | 0,0004 | 0,0071 | 0,0014 | 0,0024 | 0,0009 | 0,0153 | 0,0005 | 0,0008 | 0,0001 |
| K63 | 0,0694 | 0,0353 | 0,0630 | 0,0156 | 0,0163 | 0,0086 | 0,0062 | 0,0927 | 0,0025 | 0,0034 | 0,0025 | 0,0138 | 0,0018 | 0,0023 | 0,0002 |
| K64 | 0,0043 | 0,0028 | 0,0165 | 0,0009 | 0,0010 | 0,0005 | 0,0564 | 0,0076 | 0,0002 | 0,0003 | 0,0002 | 0,0046 | 0,0132 | 0,0071 | 0,0008 |
| K71 | 0,0003 | 0,0005 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0006 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0002 | 0,0067 | 0,0841 | 0,0363 | 0,0370 | 0,0009 | 0,0019 | 0,0001 |
| K72 | 0,0006 | 0,0007 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0063 | 0,0004 | 0,0000 | 0,0002 | 0,0599 | 0,0106 | 0,0644 | 0,0431 | 0,0010 | 0,0022 | 0,0002 |
| K73 | 0,0070 | 0,0069 | 0,0007 | 0,0005 | 0,0010 | 0,0003 | 0,0001 | 0,0007 | 0,0616 | 0,0926 | 0,0080 | 0,0557 | 0,0013 | 0,0029 | 0,0002 |
| K81 | 0,0011 | 0,0075 | 0,0008 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0033 | 0,0004 | 0,0006 | 0,0005 | 0,0050 | 0,0231 | 0,0509 | 0,0039 |
| K82 | 0,0044 | 0,0386 | 0,0048 | 0,0027 | 0,0025 | 0,0012 | 0,0028 | 0,0496 | 0,0023 | 0,0029 | 0,0024 | 0,0882 | 0,0088 | 0,0451 | 0,0340 |
| K83 | 0,0075 | 0,0103 | 0,0021 | 0,0008 | 0,0007 | 0,0003 | 0,0022 | 0,0393 | 0,0006 | 0,0008 | 0,0007 | 0,0645 | 0,0883 | 0,0120 | 0,0653 |
| K84 | 0,0013 | 0,0050 | 0,0077 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0002 | 0,0033 | 0,0574 | 0,0003 | 0,0004 | 0,0003 | 0,1183 | 0,0912 | 0,0907 | 0,0084 |

EK-5. Kriterler arası ilişkilerin şematik gösterimi



EK-6. Uygulamada kullanılan anket formu

Aşağıdaki anket formu işyerinizde iş kazası ve meslek hastalığına neden olan kriterlerin sıralanması amacıyla hazırlanmıştır. Anket sorularında sizlerden kriterlerin önemlerini/etkileşimlerini verilen ölçek üzerinde ikili olarak karşılaştırmanız istenmektedir. Çalışmanın güvenilirliği açısından tüm soruları eksiksiz olarak cevaplandırmanız önemlidir. Aşağıda örnek bir cevaplama şekli gösterilmektedir. Çalışmaya gösterdiğiniz ilgi, ayırdığınız zaman ve değerli katkılarınız için teşekkür ederiz.

**Örnek:** "Gürültü maruziyeti" üzerinde "iş ekipmanlarının periyodik kontrolü ve bakımı" mı ya da "makine/ekipman durumu" mu daha fazla etkilidir?
1: Eşit 3: Biraz fazla 5: Daha fazla 7: Çok daha fazla 9: Aşırı derecede fazla

| Gürültü maruziyeti üzerinde hangisi daha fazla etkilidir? | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| İş ekipmanlarının periyodik kontrolü ve bakımı | | | | | | | | | | | | | | | | | | Makine/ekipman durumu |

- Çalışma ortamının gürültülü olmasını; "iş ekipmanlarının periyodik kontrolü ve bakımının", "makine/ekipman durumundan" daha fazla etkilediği düşünülüyorsa sol taraftaki 5 rakamı işaretlenmelidir.

| Gürültü maruziyeti üzerinde hangisi daha fazla etkilidir? | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| İş ekipmanlarının periyodik kontrolü ve bakımı | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | Makine/ekipman durumu |

- Çalışma ortamının gürültülü olmasını; "makine/ekipman durumunun", "iş ekipmanlarının periyodik kontrolü ve bakımından" biraz fazla etkilediği düşünülüyorsa sağ taraftaki 3 rakamı işaretlenmelidir.

| Gürültü maruziyeti üzerinde hangisi daha fazla etkilidir? | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| İş ekipmanlarının periyodik kontrolü ve bakımı | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | Makine/ekipman durumu |

| ALT KRİTERLER DÜŞÜNÜLDÜĞÜNDE | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1. FİZİKSEL ETMENLER** | Soldaki kriter daha etkili ← | | | | | | | | | → Sağdaki kriter daha etkili | | | | | | | | |
| | 1: Eşit 3: Biraz fazla 5: Daha fazla 7: Çok daha fazla 9: Aşırı derecede fazla | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Gürültü maruziyeti üzerinde hangisi daha fazla etkilidir?** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | |
| İş ekipmanlarının periyodik kontrolü ve bakımı | | | | | | | | | | | | | | | | | | Makine/ekipman durumu |
| Çalışma talimatlarına uyma | | | | | | | | | | | | | | | | | | KKD kullanımı |
| **Titreşim maruziyeti üzerinde hangisi daha fazla etkilidir?** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | |
| İş ekipmanlarının periyodik kontrolü ve bakımı | | | | | | | | | | | | | | | | | | Makine/ekipman durumu |
| Çalışma talimatlarına uyma | | | | | | | | | | | | | | | | | | KKD kullanımı |
| **Havalandırma üzerinde hangisi daha fazla etkilidir?** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | |
| Toksit gaz, duman ve buhar maruziyeti | | | | | | | | | | | | | | | | | | Toz maruziyeti |
| **2. KİMYASAL ETMENLER** | Soldaki kriter daha etkili ← | | | | | | | | | → Sağdaki kriter daha etkili | | | | | | | | |
| | 1: Eşit 3: Biraz fazla 5: Daha fazla 7: Çok daha fazla 9: Aşırı derecede fazla | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Toksit gaz, duman ve buhar maruziyeti üzerinde hangisi daha fazla etkilidir?** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | |
| Havalandırma | | | | | | | | | | | | | | | | | | Termal konfor şartları |
| İş ekipmanlarının periyodik kontrolü ve bakımı | | | | | | | | | | | | | | | | | | Makine/ekipman durumu |
| Çalışma talimatlarına uyma | | | | | | | | | | | | | | | | | | KKD kullanımı |
| **Kimyasalların cilde/göze temas etmesi üzerinde hangisi daha fazla etkilidir?** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | |
| Çalışma talimatlarına uyma | | | | | | | | | | | | | | | | | | KKD kullanımı |
| **Toz maruziyetinin oluşmasında hangisi daha fazla etkilidir?** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | |
| İş ekipmanlarının periyodik kontrolü ve bakımı | | | | | | | | | | | | | | | | | | Makine ekipman durumu |
| Çalışma talimatlarına uyma | | | | | | | | | | | | | | | | | | KKD kullanımı |

| 3. ELEKTRİK KAYNAKLI ETMENLER | Soldaki kriter daha etkili ← | | | | | | | | | → Sağdaki kriter daha etkili | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1: Eşit 3: Biraz fazla 5: Daha fazla 7: Çok daha fazla 9: Aşırı derecede fazla | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Topraklamada hangisi daha fazla etkilidir?** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | |
| Elektrik tesisatının durumu | | | | | | | | | | | | | | | | | | Elektrik panolarının durumu |
| **Elektrik tesisatının durumu üzerinde hangisi daha fazla etkilidir?** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | |
| Topraklama | | | | | | | | | | | | | | | | | | Elektrik panolarının durumu |
| İş ekipmanlarının periyodik kontrolü ve bakımı | | | | | | | | | | | | | | | | | | Makine/ekipman durumu |
| Uyarı ve ikaz levhaları | | | | | | | | | | | | | | | | | | Acil durumlara hazır olma |
| **Elektrik panolarının durumu üzerinde hangisi daha fazla etkilidir?** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | |
| Topraklama | | | | | | | | | | | | | | | | | | Elektrik tesisatının durumu |
| **4. MEKANİK ETMENLER** | Soldaki kriter daha etkili ← | | | | | | | | | → Sağdaki kriter daha etkili | | | | | | | | |
| | 1: Eşit 3: Biraz fazla 5: Daha fazla 7: Çok daha fazla 9: Aşırı derecede fazla | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **İş ekipmanlarının periyodik kontrolü ve bakımının olması üzerinde hangisi daha fazla etkilidir?** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | |
| Gürültü | | | | | | | | | | | | | | | | | | Titreşim |
| Makine/ekipman durumu | | | | | | | | | | | | | | | | | | Makine/ekipman koruyucuları |
| Makine/ekipman durumu | | | | | | | | | | | | | | | | | | Kontrol cihazlarının durumu |
| Makine/ekipman koruyucuları | | | | | | | | | | | | | | | | | | Kontrol cihazlarının durumu |
| **Makine/ekipmanın durumu üzerinde hangisi daha fazla etkilidir?** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| Gürültü | | | | | | | | | | | | | | | | | | Titreşim |
| Topraklama | | | | | | | | | | | | | | | | | | Elektrik tesisatının durumu |
| İş ekipmanlarının periyodik kontrolü ve bakımı | | | | | | | | | | | | | | | | | | Makine/ekipman koruyucuları |
| İş ekipmanlarının periyodik kontrolü ve bakımı | | | | | | | | | | | | | | | | | | Kontrol cihazlarının durumu |
| Makine/ekipman koruyucuları | | | | | | | | | | | | | | | | | | Kontrol cihazlarının durumu |
| **Makine/ekipman koruyucularının durumu üzerinde hangisi daha fazla etkilidir?** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| İş ekipmanlarının periyodik kontrolü ve bakımı | | | | | | | | | | | | | | | | | | Makine/ekipman durumu |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Kontrol cihazlarının durumu üzerinde hangisi daha fazla etkilidir?** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| İş ekipmanlarının periyodik kontrolü ve bakımı | | | | | | | | | | | | | | | | | | Makine/ekipman durumu |
| İş ekipmanlarının periyodik kontrolü ve bakımı | | | | | | | | | | | | | | | | | | Makine/ekipman koruyucuları |
| Makine/ekipman durumu | | | | | | | | | | | | | | | | | | Makine/ekipman koruyucuları |
| **5. GÜVENSİZ DAVRANIŞLAR** | **Soldaki kriter daha etkili** ← | | | | | | | | | | | | | | | | → **Sağdaki kriter daha etkili** | |
| | **1: Eşit 3: Biraz fazla 5: Daha fazla 7: Çok daha fazla 9: Aşırı derecede fazla** | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **İş ekipmanları ile yük taşımada hangisi daha fazla etkilidir?** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | |
| İş ekipmanlarının periyodik kontrolü ve bakımı | | | | | | | | | | | | | | | | | | Makine/ekipman durumu |
| İş ekipmanlarının periyodik kontrolü ve bakımı | | | | | | | | | | | | | | | | | | Kontrol cihazlarının durumu |
| Makine/ekipman durumu | | | | | | | | | | | | | | | | | | Kontrol cihazlarının durumu |
| Çalışma talimatlarına uyma | | | | | | | | | | | | | | | | | | Malzeme istifleme |
| Çalışma ortamının düzen ve temizliği | | | | | | | | | | | | | | | | | | Zemin, yol ve merdivenlerin durumu |
| Çalışma ortamının düzen ve temizliği | | | | | | | | | | | | | | | | | | Uyarı ve ikaz levhaları |
| Zemin, yol ve merdivenlerin durumu | | | | | | | | | | | | | | | | | | Uyarı ve ikaz levhaları |
| **Çalışma talimatlarına uymada hangisi daha fazla etkilidir?** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | |
| İş ekipmanları ile yük taşıma | | | | | | | | | | | | | | | | | | KKD kullanımı |
| **KKD kullanımında hangisi daha fazla etkilidir?** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | |
| Toksit gaz, duman ve buhar maruziyeti | | | | | | | | | | | | | | | | | | Kimyasalların cilde/göze temas etmesi |
| **6. İŞYERİ ORTAMINDAN KAYNAKLANAN ETMENLER** | **Soldaki kriter daha etkili** ← | | | | | | | | | | | | | | | | → **Sağdaki kriter daha etkili** | |
| | **1: Eşit 3: Biraz fazla 5: Daha fazla 7: Çok daha fazla 9: Aşırı derecede fazla** | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Çalışma ortamının düzen ve temizliğinde hangisi daha fazla etkilidir?** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | |
| Çalışma talimatlarına uyma | | | | | | | | | | | | | | | | | | Malzeme istifleme |
| **Zemin, yol ve merdivenlerin durumu üzerinde hangisi daha fazla etkilidir?** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | |
| Çalışma talimatlarına uyma | | | | | | | | | | | | | | | | | | Malzeme istifleme |

| Acil durumlara hazır olmada hangisi daha fazla etkilidir? | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| Görev ve sorumlulukların netliği | | | | | | | | | | | | | | | | | | İletişim |
| Görev ve sorumlulukların netliği | | | | | | | | | | | | | | | | | | Amirlerin desteği |
| İletişim | | | | | | | | | | | | | | | | | | Amirlerin desteği |
| **7. ERGONOMİK ETMENLER** | **Soldaki kriter daha etkili** ← **Sağdaki kriter daha etkili** →<br>**1: Eşit 3: Biraz fazla 5: Daha fazla 7: Çok daha fazla 9: Aşırı derecede fazla** | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Tekrarlayan hareketlerin olmasında hangisi daha fazla etkilidir?** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| Uygunsuz çalışma pozisyonları | | | | | | | | | | | | | | | | | | Elle kaldırma taşıma |
| **Uygunsuz çalışma pozisyonlarının oluşması üzerinde hangisi daha fazla etkilidir?** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| Çalışma talimatlarına uyma | | | | | | | | | | | | | | | | | | Malzeme istifleme |
| Tekrarlayan hareketler | | | | | | | | | | | | | | | | | | Elle kaldırma taşıma |
| **Elle kaldırma taşımada hangisi daha fazla etkilidir?** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| Tekrarlayan hareketler | | | | | | | | | | | | | | | | | | Uygunsuz çalışma pozisyonları |
| **8. PSİKOLOJİK ETMENLER** | **Soldaki kriter daha etkili** ← **Sağdaki kriter daha etkili** →<br>**1: Eşit 3: Biraz fazla 5: Daha fazla 7: Çok daha fazla 9: Aşırı derecede fazla** | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **İş stresinin oluşması üzerinde hangisi daha fazla etkilidir?** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| Gürültü | | | | | | | | | | | | | | | | | | Titreşim |
| Gürültü | | | | | | | | | | | | | | | | | | Havalandırma |
| Gürültü | | | | | | | | | | | | | | | | | | Termal konfor şartları |
| Gürültü | | | | | | | | | | | | | | | | | | Aydınlatma |
| Titreşim | | | | | | | | | | | | | | | | | | Havalandırma |
| Titreşim | | | | | | | | | | | | | | | | | | Termal konfor şartları |
| Titreşim | | | | | | | | | | | | | | | | | | Aydınlatma |
| Havalandırma | | | | | | | | | | | | | | | | | | Termal konfor şartları |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Havalandırma | | | | | | | | | | | | | | | | | | Aydınlatma |
| Termal konfor şartları | | | | | | | | | | | | | | | | | | Aydınlatma |
| Toksit gaz, duman ve buhar maruziyeti | | | | | | | | | | | | | | | | | | Kimyasalların cilde/göze temas etmesi |
| Toksit gaz, duman ve buhar maruziyeti | | | | | | | | | | | | | | | | | | Toz maruziyeti |
| Kimyasalların cilde/göze temas etmesi | | | | | | | | | | | | | | | | | | Toz maruziyeti |
| Çalışma talimatlarına uyma | | | | | | | | | | | | | | | | | | KKD kullanımı |
| Tekrarlayan hareketler | | | | | | | | | | | | | | | | | | Uygunsuz çalışma pozisyonları |
| Tekrarlayan hareketler | | | | | | | | | | | | | | | | | | Elle kaldırma taşıma |
| Uygunsuz çalışma pozisyonları | | | | | | | | | | | | | | | | | | Elle kaldırma taşıma |
| Görev ve sorumlulukların netliği | | | | | | | | | | | | | | | | | | İletişim |
| Görev ve sorumlulukların netliği | | | | | | | | | | | | | | | | | | Amirlerin desteği |
| İletişim | | | | | | | | | | | | | | | | | | Amirlerin desteği |
| **Görev ve sorumlukların netliği üzerinde hangisi daha fazla etkilidir?** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | |
| İş stresi | | | | | | | | | | | | | | | | | | İletişim |
| İş stresi | | | | | | | | | | | | | | | | | | Amirlerin desteği |
| İletişim | | | | | | | | | | | | | | | | | | Amirlerin desteği |
| **İletişim üzerinde hangisi daha fazla etkilidir?** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | |
| İş stresi | | | | | | | | | | | | | | | | | | Görev ve sorumlulukların netliği |
| İş stresi | | | | | | | | | | | | | | | | | | Amirlerin desteği |
| Görev ve sorumlulukların netliği | | | | | | | | | | | | | | | | | | Amirlerin desteği |
| **Amirlerin desteği üzerinde hangisi daha fazla etkilidir?** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | |
| Görev ve sorumlukların netliği | | | | | | | | | | | | | | | | | | İletişim |

| ANA KRİTERLER DÜŞÜNÜLDÜĞÜNDE | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1. FİZİKSEL ETMENLER** | Soldaki kriter daha etkili ← | | | | | | | | | → Sağdaki kriter daha etkili | | | | | | | | |
| | 1: Eşit 3: Biraz fazla 5: Daha fazla 7: Çok daha fazla 9: Aşırı derecede fazla | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Fiziksel etmenlerin görülmesi üzerinde hangisi daha fazla etkilidir?** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | |
| Fiziksel etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | Kimyasal etmenler |
| Fiziksel etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | Mekanik etmenler |
| Fiziksel etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | Güvensiz davranışlar |
| Fiziksel etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | İşyeri ortamından kaynaklanan etmenler |
| Kimyasal etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | Mekanik etmenler |
| Kimyasal etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | Güvensiz davranışlar |
| Kimyasal etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | İşyeri ortamından kaynaklanan etmenler |
| Mekanik etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | Güvensiz davranışlar |
| Mekanik etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | İşyeri ortamından kaynaklanan etmenler |
| Güvensiz davranışlar | | | | | | | | | | | | | | | | | | İşyeri ortamından kaynaklanan etmenler |
| **2. KİMYASAL ETMENLER** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Kimyasal etmenlerin görülmesi üzerinde hangisi daha fazla etkilidir?** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | |
| Fiziksel etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | Kimyasal etmenler |
| Fiziksel etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | Mekanik etmenler |
| Fiziksel etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | Güvensiz davranışlar |
| Fiziksel etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | İşyeri ortamından kaynaklanan etmenler |
| Kimyasal etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | Mekanik etmenler |
| Kimyasal etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | Güvensiz davranışlar |
| Kimyasal etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | İşyeri ortamından kaynaklanan etmenler |
| Mekanik etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | Güvensiz davranışlar |
| Mekanik etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | İşyeri ortamından kaynaklanan etmenler |
| Güvensiz davranışlar | | | | | | | | | | | | | | | | | | İşyeri ortamından kaynaklanan etmenler |

| **3. ELEKTRİK KAYNAKLI ETMENLER** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Elektrik kaynaklı etmenlerin görülmesinde üzerinde hangisi daha fazla etkilidir?** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | |
| Elektrik kaynaklı etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | Mekanik etmenler |
| Elektrik kaynaklı etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | İşyeri ortamından kaynaklanan etmenler |
| Mekanik etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | İşyeri ortamından kaynaklanan etmenler |
| **4. MEKANİK ETMENLER** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Mekanik etmenlerin görülmesinde üzerinde hangisi daha fazla etkilidir?** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | |
| Fiziksel etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | Elektrik kaynaklı etmenler |
| Fiziksel etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | Mekanik etmenler |
| Fiziksel etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | Güvensiz davranışlar |
| Fiziksel etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | İşyeri ortamından kaynaklanan etmenler |
| Elektrik kaynaklı etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | Mekanik etmenler |
| Elektrik kaynaklı etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | Güvensiz davranışlar |
| Elektrik kaynaklı etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | İşyeri ortamından kaynaklanan etmenler |
| Mekanik etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | Güvensiz davranışlar |
| Mekanik etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | İşyeri ortamından kaynaklanan etmenler |
| Güvensiz davranışlar | | | | | | | | | | | | | | | | | | İşyeri ortamından kaynaklanan etmenler |

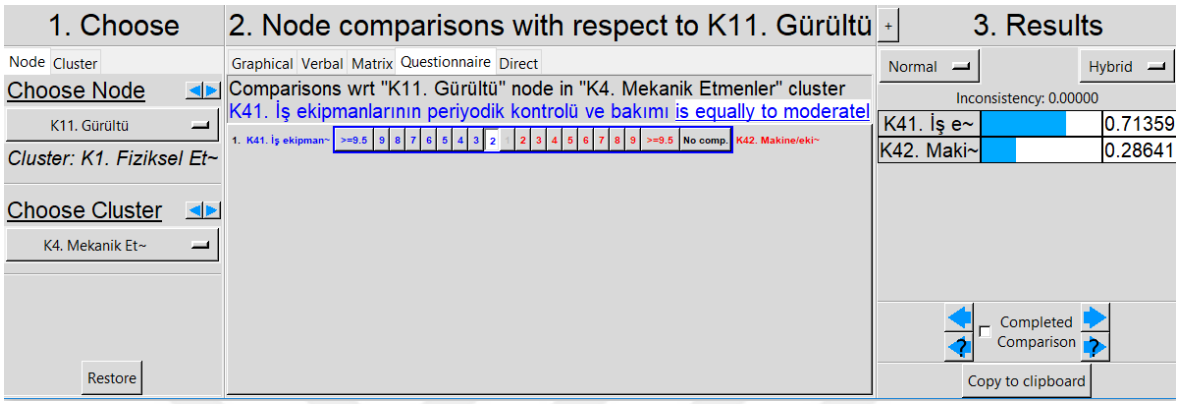
| 5. GÜVENSİZ DAVRANIŞLAR | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Güvensiz davranışların görülmesi üzerinde hangisi daha fazla etkilidir?** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | |
| Kimyasal etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | Mekanik etmenler |
| Kimyasal etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | Güvensiz davranışlar |
| Kimyasal etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | İşyeri ortamından kaynaklanan etmenler |
| Kimyasal etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | Psikososyal etmenler |
| Mekanik etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | Güvensiz davranışlar |
| Mekanik etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | İşyeri ortamından kaynaklanan etmenler |
| Mekanik etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | Psikososyal etmenler |
| Güvensiz davranışlar | | | | | | | | | | | | | | | | | | İşyeri ortamından kaynaklanan etmenler |
| Güvensiz davranışlar | | | | | | | | | | | | | | | | | | Psikososyal etmenler |
| İşyeri ortamından kaynaklanan etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | Psikososyal etmenler |
| **6. İŞYERİ ORTAMINDAN KAYNAKLANAN ETMENLER** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **İşyeri ortamından kaynaklanan etmenlerin görülmesi üzerinde hangisi daha fazla etkilidir?** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | |
| Fiziksel etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | Elektrik kaynaklı etmenler |
| Fiziksel etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | Güvensiz davranışlar |
| Fiziksel etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | İşyeri ortamından kaynaklanan etmenler |
| Fiziksel etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | Psikososyal etmenler |
| Elektrik kaynaklı etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | Güvensiz davranışlar |
| Elektrik kaynaklı etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | İşyeri ortamından kaynaklanan etmenler |
| Elektrik kaynaklı etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | Psikososyal etmenler |
| Güvensiz davranışlar | | | | | | | | | | | | | | | | | | İşyeri ortamından kaynaklanan etmenler |
| Güvensiz davranışlar | | | | | | | | | | | | | | | | | | Psikososyal etmenler |
| İşyeri ortamından kaynaklanan etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | Psikososyal etmenler |

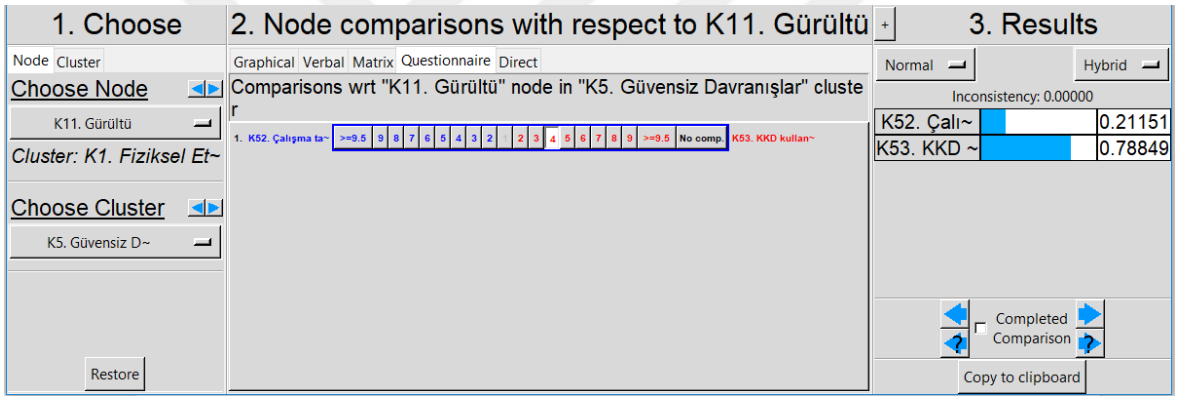
| 7. ERGONOMİK ETMENLER | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Ergonomik etmenlerin görülmesi üzerinde hangisi daha fazla etkilidir?** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | |
| Güvensiz davranışlar | | | | | | | | | | | | | | | | | | İşyeri ortamından kaynaklanan etmenler |
| Güvensiz davranışlar | | | | | | | | | | | | | | | | | | Ergonomik etmenler |
| İşyeri ortamından kaynaklanan etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | Ergonomik etmenler |
| **8. PSİKOSOSYAL ETMENLER** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Psikososyal etmenlerin görülmesi üzerinde hangisi daha fazla etkilidir?** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | |
| Fiziksel etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | Kimyasal etmenler |
| Fiziksel etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | Mekanik etmenler |
| Fiziksel etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | Güvensiz davranışlar |
| Fiziksel etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | İşyeri ortamından kaynaklanan etmenler |
| Fiziksel etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | Ergonomik etmenler |
| Fiziksel etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | Psikososyal etmenler |
| Kimyasal etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | Mekanik etmenler |
| Kimyasal etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | Güvensiz davranışlar |
| Kimyasal etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | İşyeri ortamından kaynaklanan etmenler |
| Kimyasal etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | Ergonomik etmenler |
| Kimyasal etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | Psikososyal etmenler |
| Mekanik etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | Güvensiz davranışlar |
| Mekanik etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | İşyeri ortamından kaynaklanan etmenler |
| Mekanik etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | Ergonomik etmenler |
| Mekanik etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | Psikososyal etmenler |
| Güvensiz davranışlar | | | | | | | | | | | | | | | | | | İşyeri ortamından kaynaklanan etmenler |
| Güvensiz davranışlar | | | | | | | | | | | | | | | | | | Ergonomik etmenler |
| Güvensiz davranışlar | | | | | | | | | | | | | | | | | | Psikososyal etmenler |
| İşyeri ortamından kaynaklanan etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | Ergonomik etmenler |
| İşyeri ortamından kaynaklanan etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | Psikososyal etmenler |
| Ergonomik etmenler | | | | | | | | | | | | | | | | | | Psikososyal etmenler |

EK-7. Super Desicion programında kriterlerin karşılaştırma sonuçları

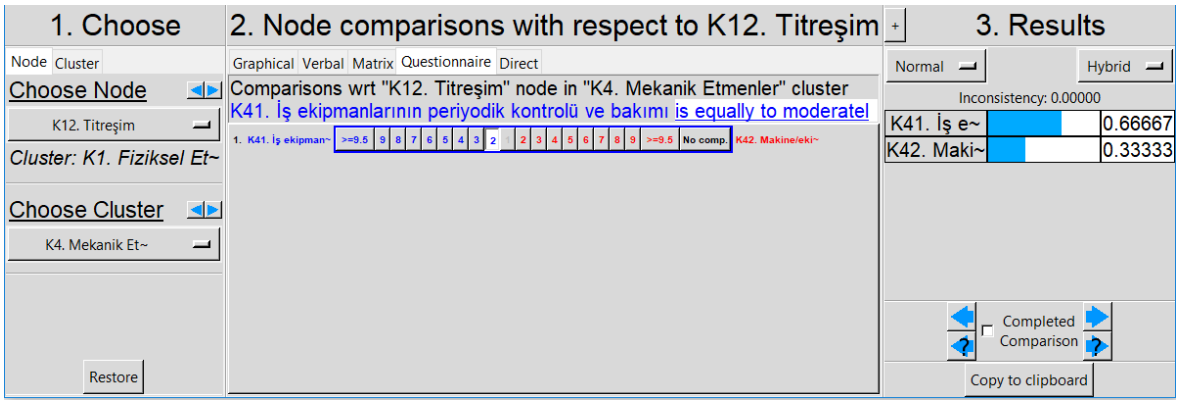
Alt kriterlerin karşılaştırılması

- Gürültü alt kriterine ait karşılaştırmalar

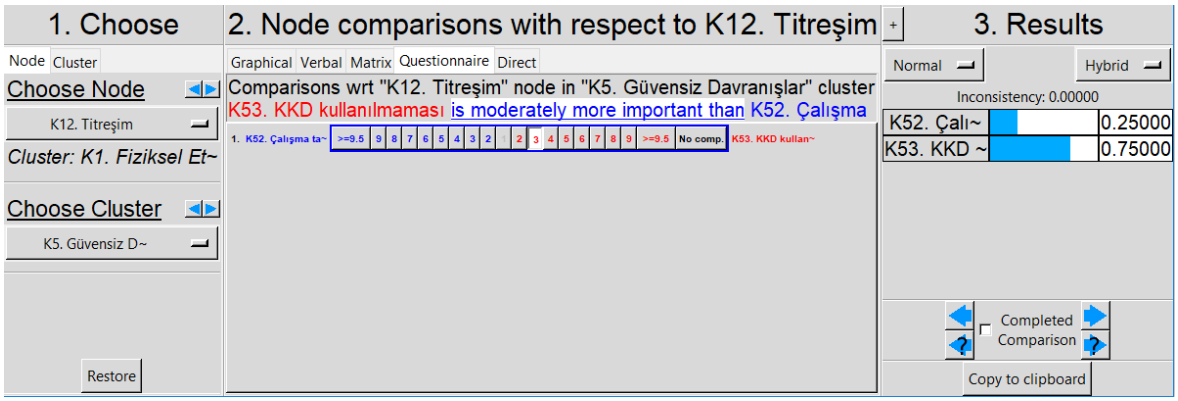


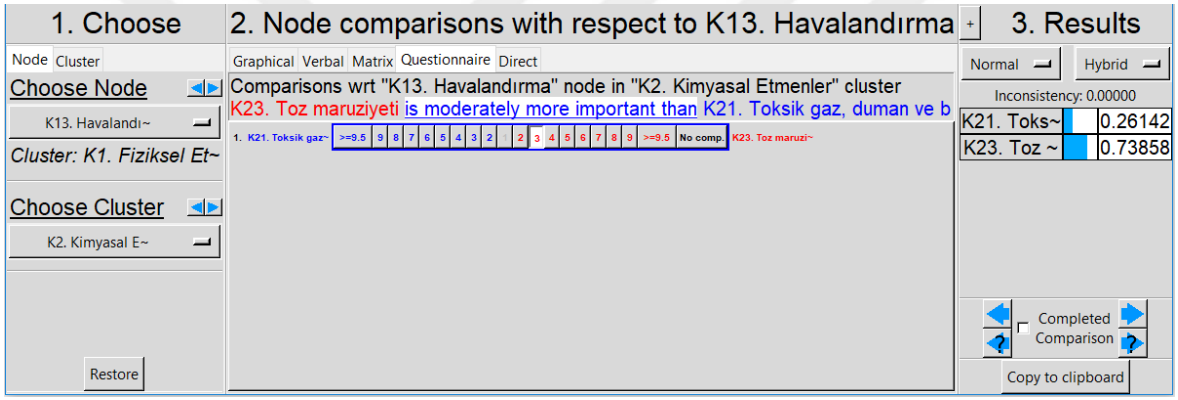

- Titreşim alt kriterine ait karşılaştırmalar



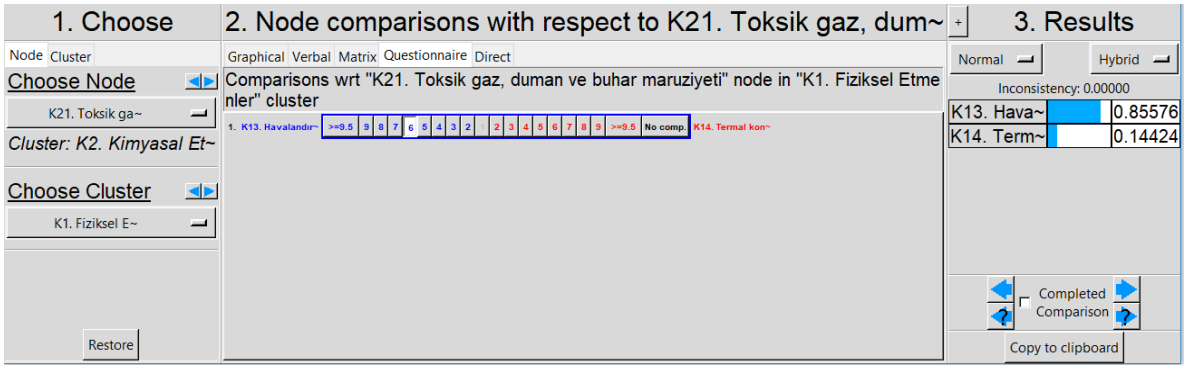
EK-7. (devam) Super Desicion programında kriterlerin karşılaştırma sonuçları



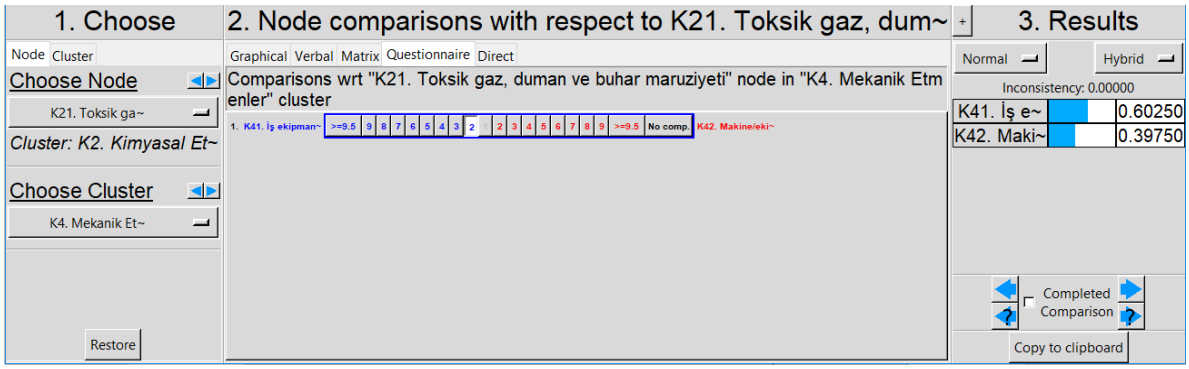

- Havalandırma alt kriterine ait karşılaştırmalar

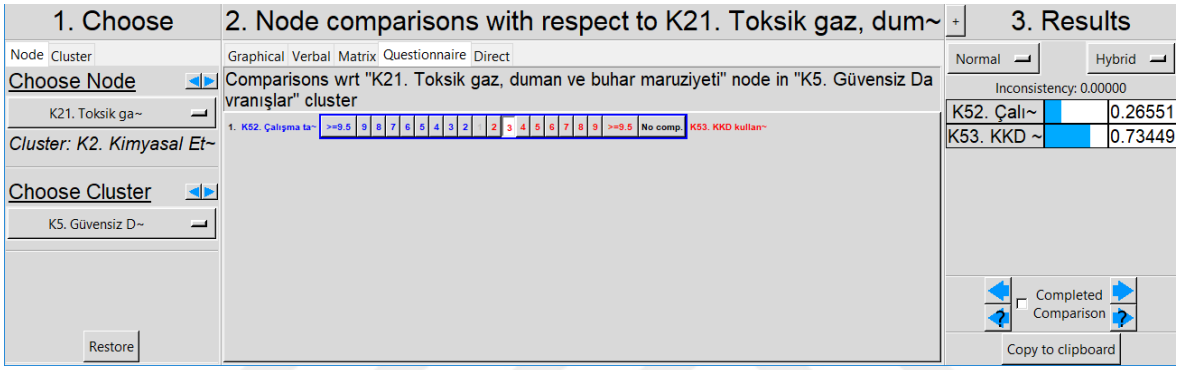



- Toksik gaz, duman ve buhar maruziyeti alt kriterine ait karşılaştırmalar

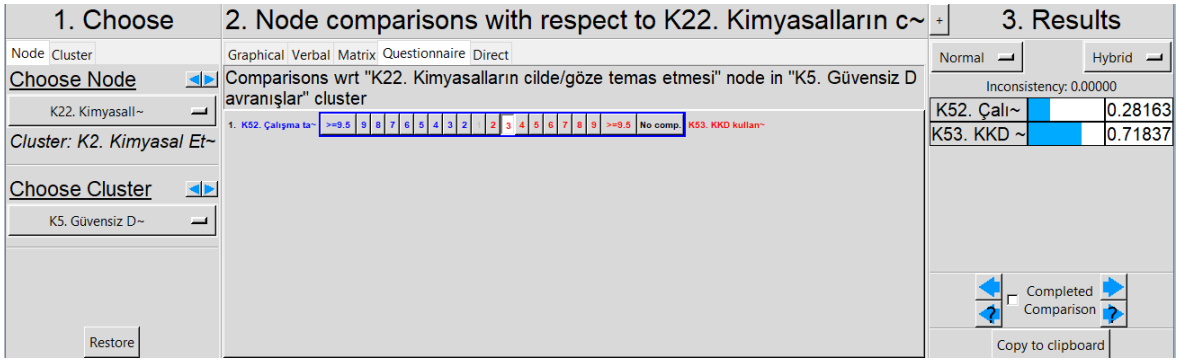


EK-7. (devam) Super Desicion programında kriterlerin karşılaştırma sonuçları

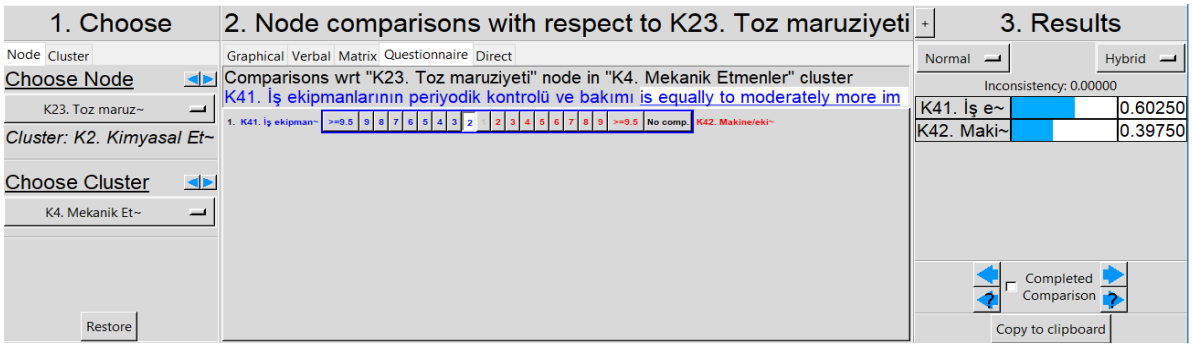


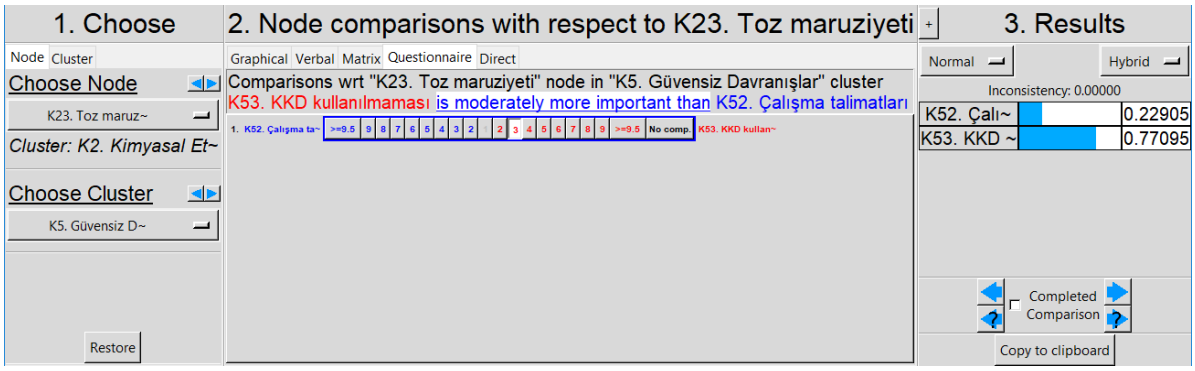

- Kimyasalların cilde veya göze temas etmesi alt kriterine ait karşılaştırmalar



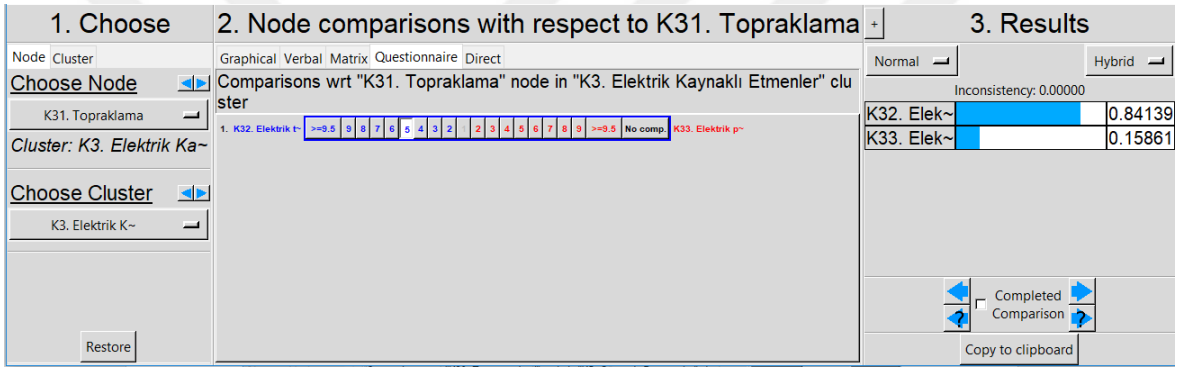

- Toz maruziyeti alt kriterine ait karşılaştırmalar



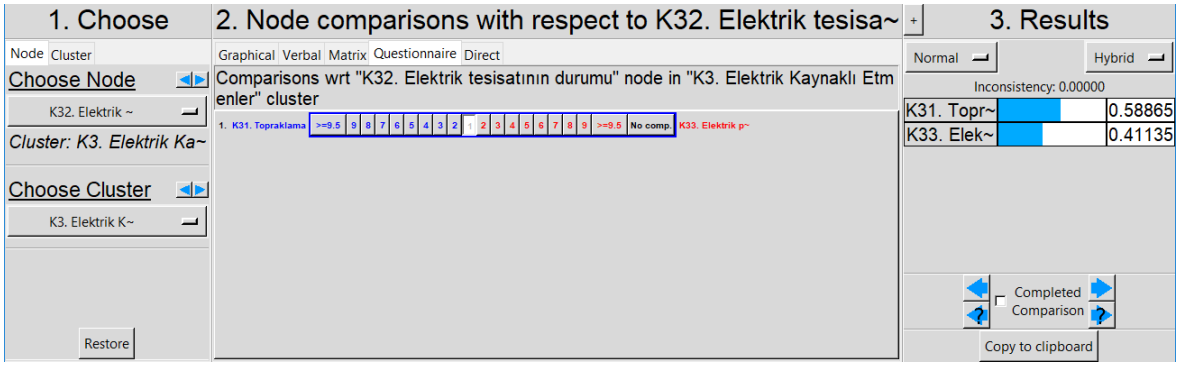
EK-7. (devam) Super Desicion programında kriterlerin karşılaştırma sonuçları

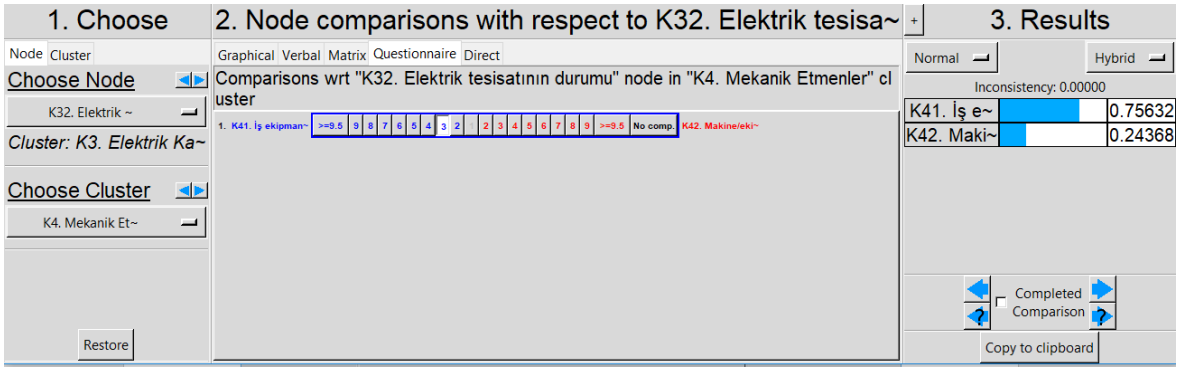



- Topraklama alt kriterine ait karşılaştırmalar

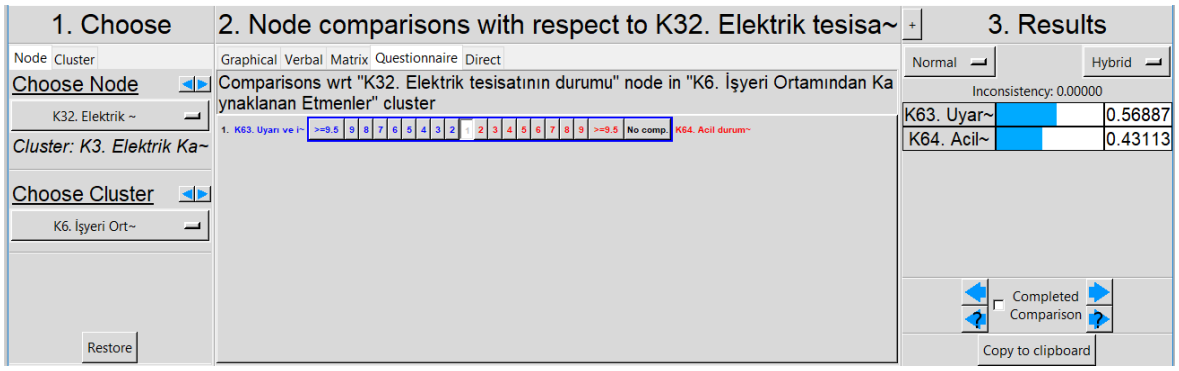



- Elektrik tesisatının durumu alt kriterine ait karşılaştırmalar

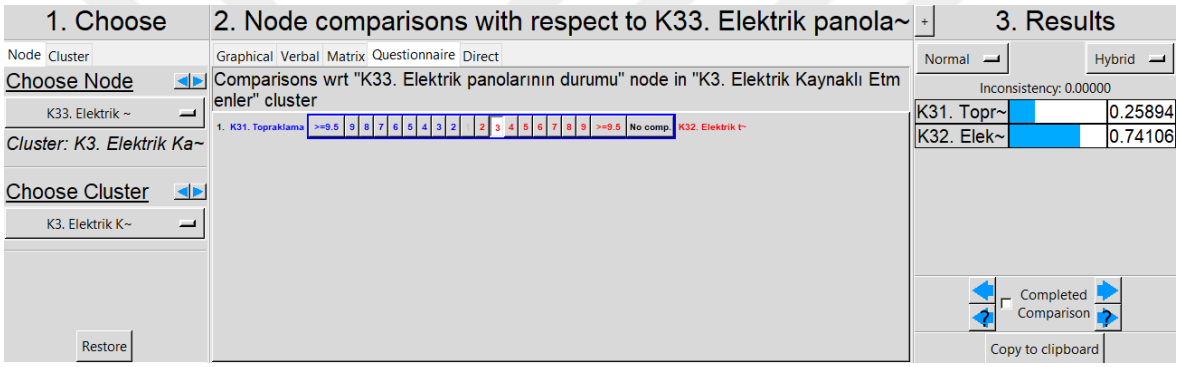


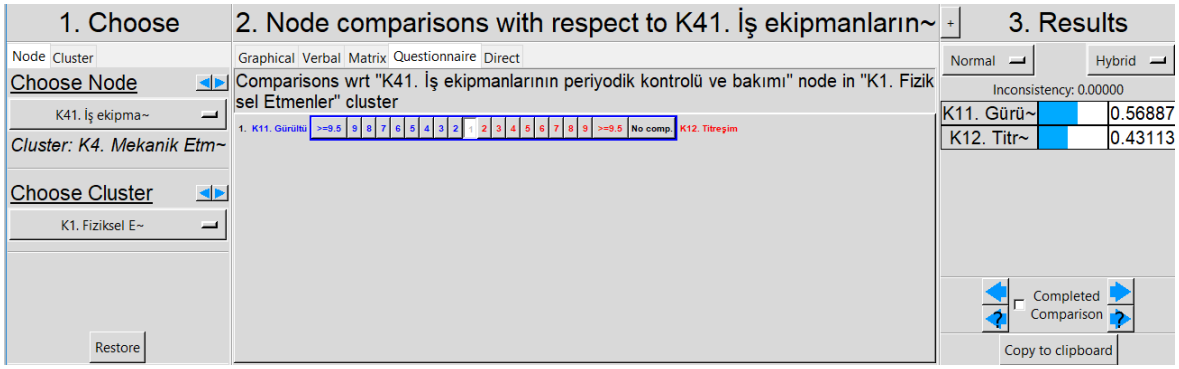
EK-7. (devam) Super Desicion programında kriterlerin karşılaştırma sonuçları




- Elektrik panolarının durumu alt kriterine ait karşılaştırmalar



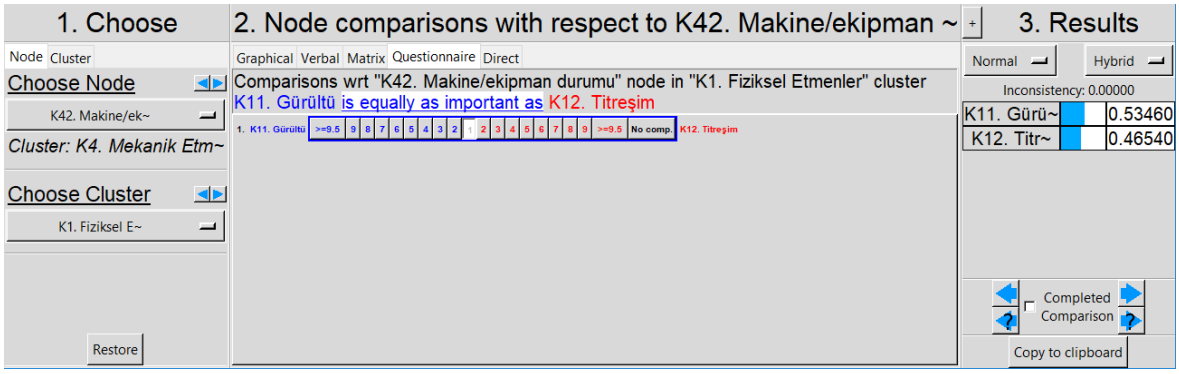

- İş ekipmanlarının periyodik kontrolü ve bakımı alt kriterine ait karşılaştırmalar

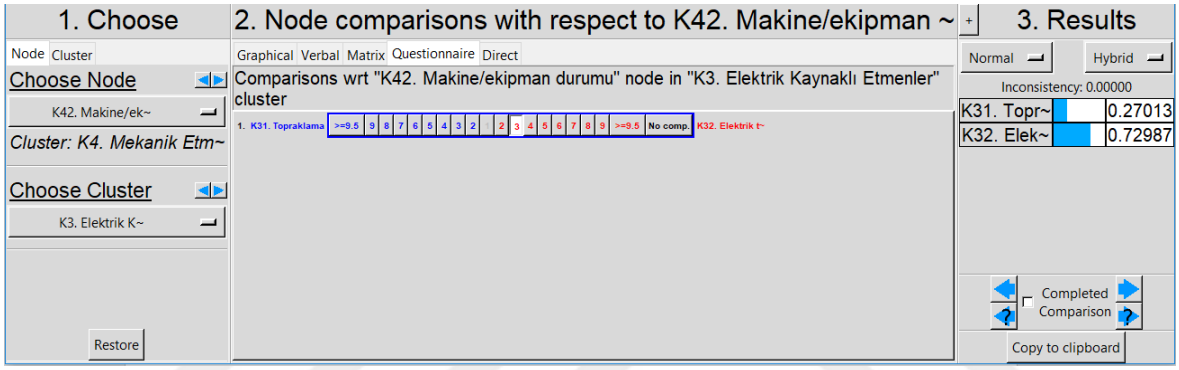


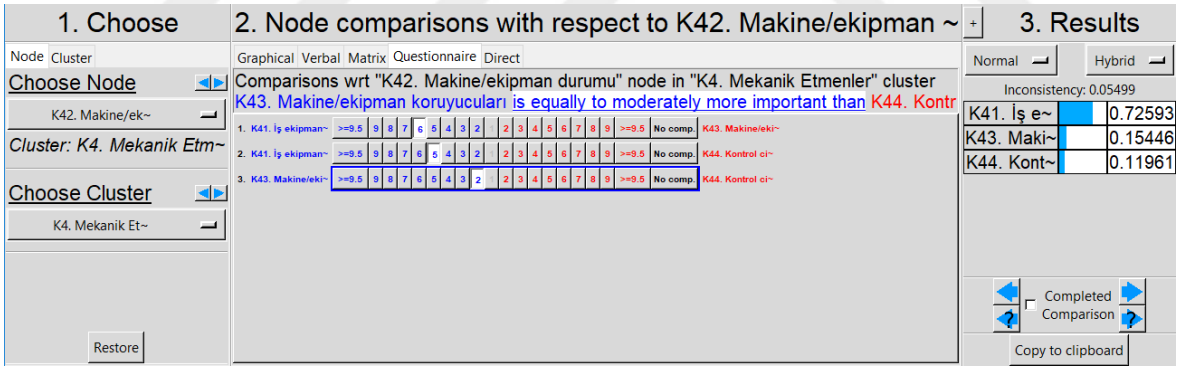



EK-7. (devam) Super Desicion programında kriterlerin karşılaştırma sonuçları

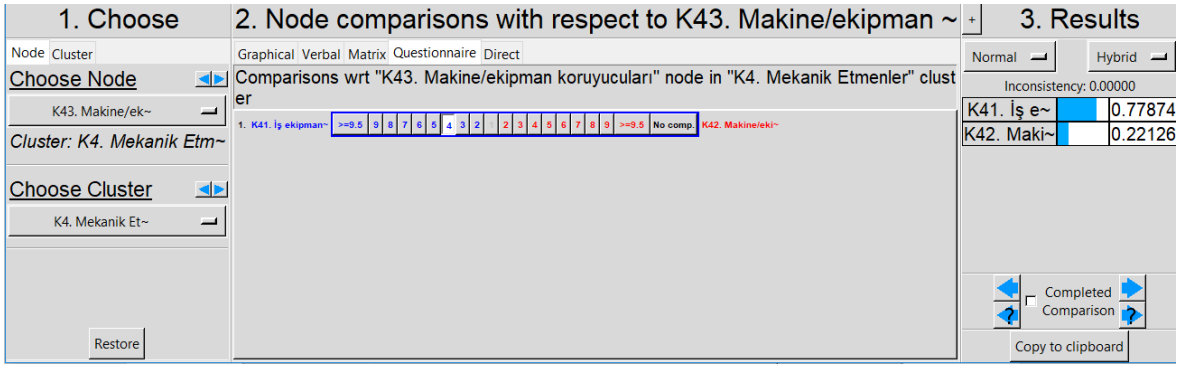
- Makine/ekipman durumu alt kriterine ait karşılaştırmalar



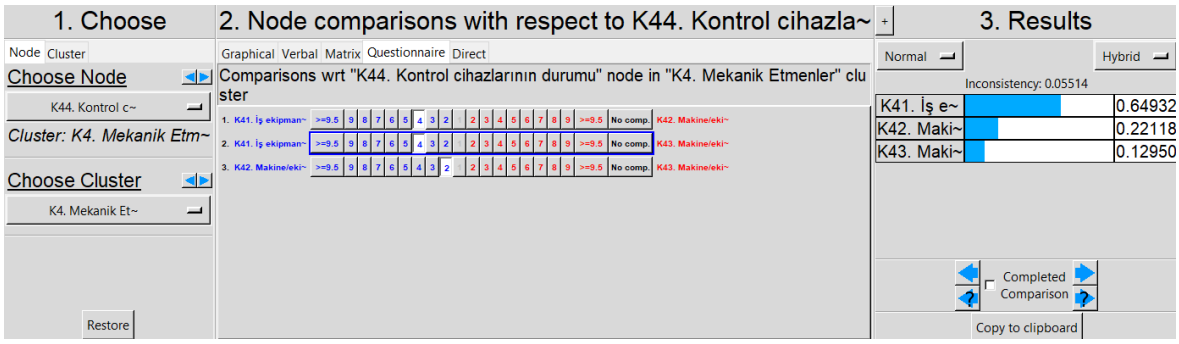




- Makine/ekipman koruyucuları alt kriterine ait karşılaştırmalar

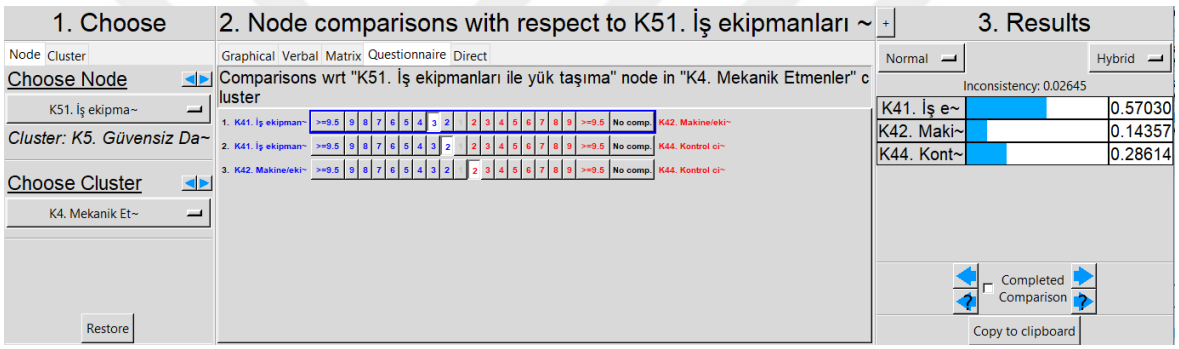


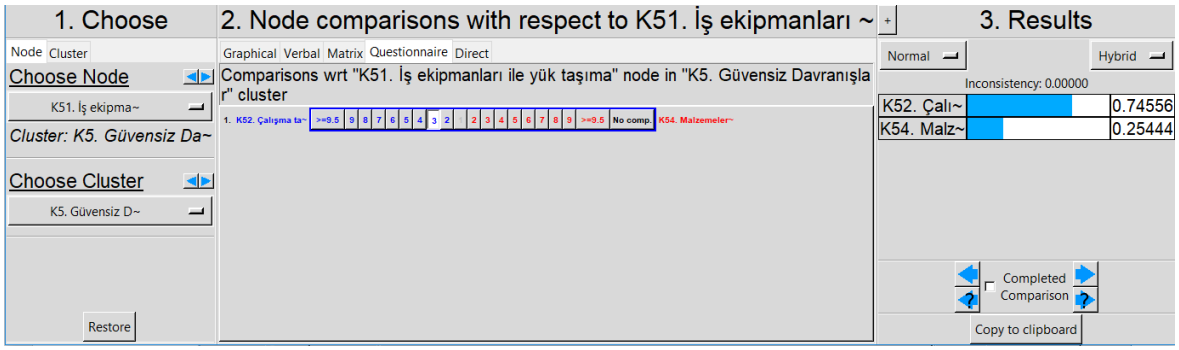
EK-7. (devam) Super Desicion programında kriterlerin karşılaştırma sonuçları

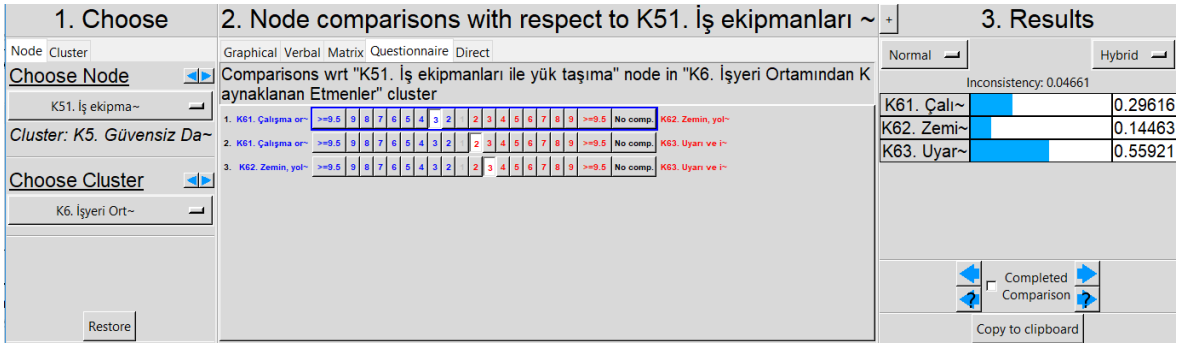
- Kontrol cihazlarının durumu alt kriterine ait karşılaştırmalar




- İş ekipmanları ile yük taşıma alt kriterine ait karşılaştırmalar

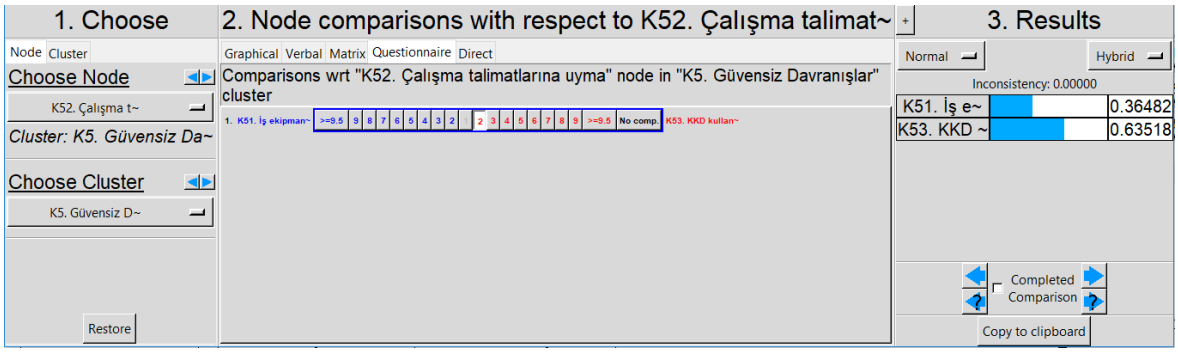


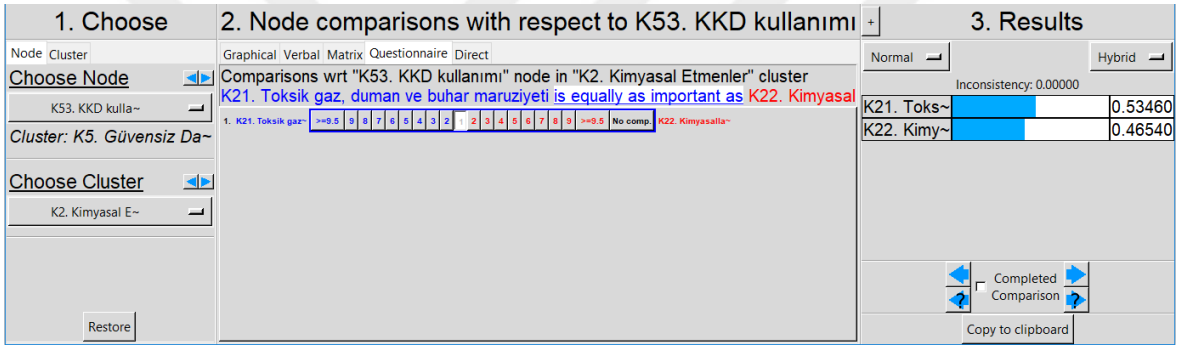



EK-7. (devam) Super Desicion programında kriterlerin karşılaştırma sonuçları

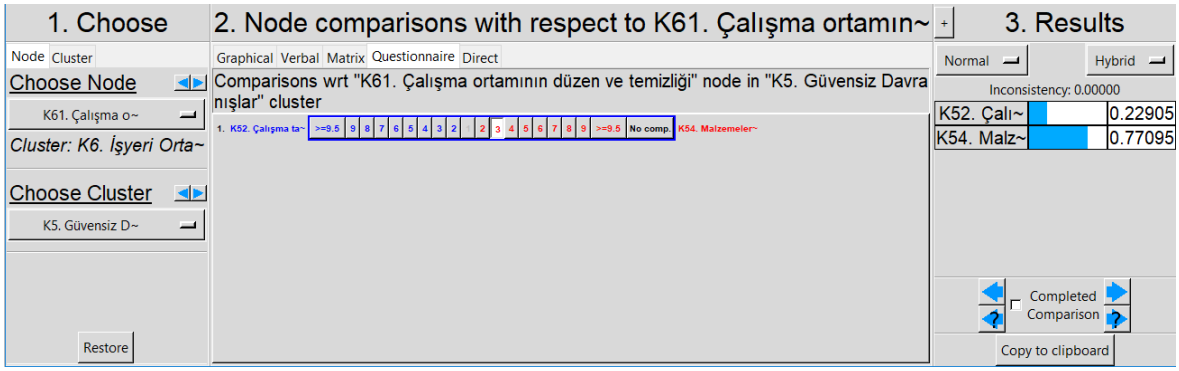
- Çalışma talimatlarına uyma alt kriterine ait karşılaştırmalar




- KKD kullanımı alt kriterine ait karşılaştırmalar

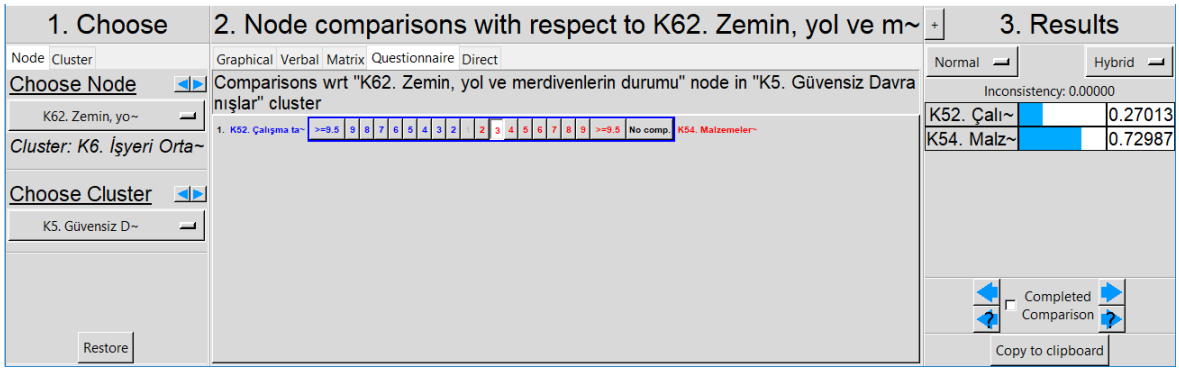



- Çalışma ortamının düzen ve temizliği alt kriterine ait karşılaştırmalar

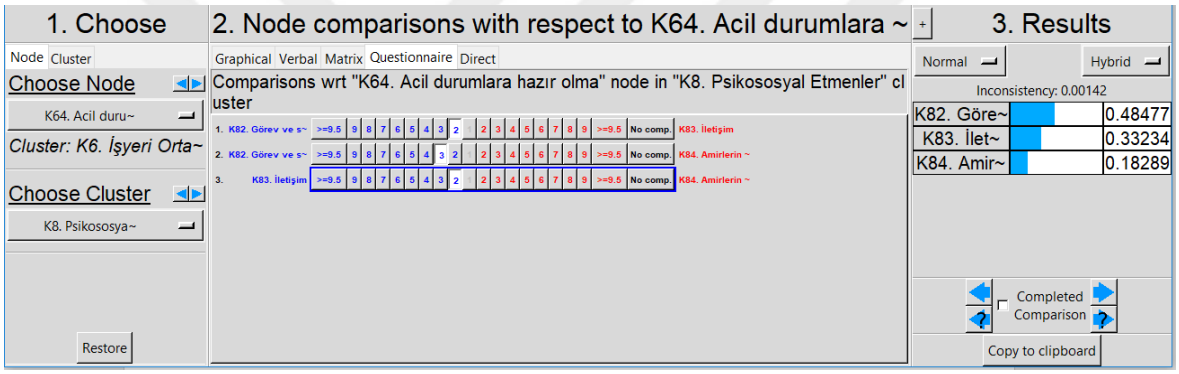


EK-7. (devam) Super Desicion programında kriterlerin karşılaştırma sonuçları

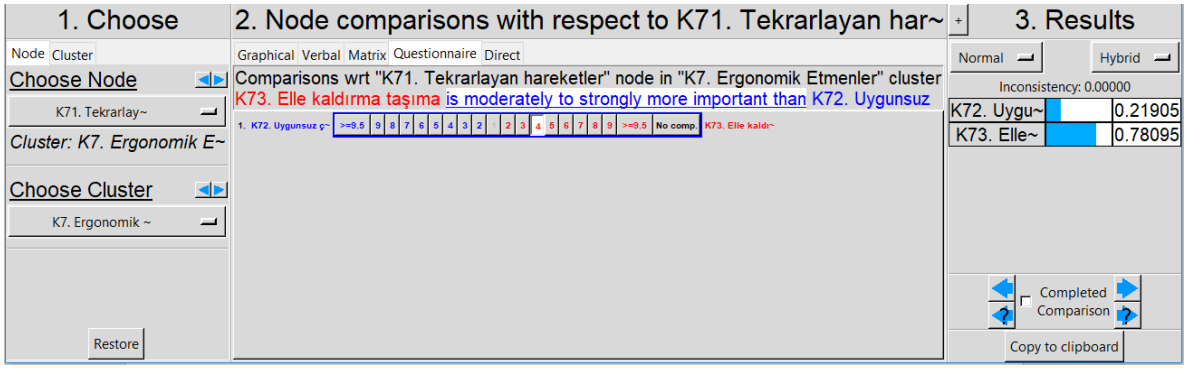
- Zemin, yol ve merdivenlerin durumu alt kriterine ait karşılaştırmalar




- Acil durumlara hazır olma alt kriterine ait karşılaştırmalar

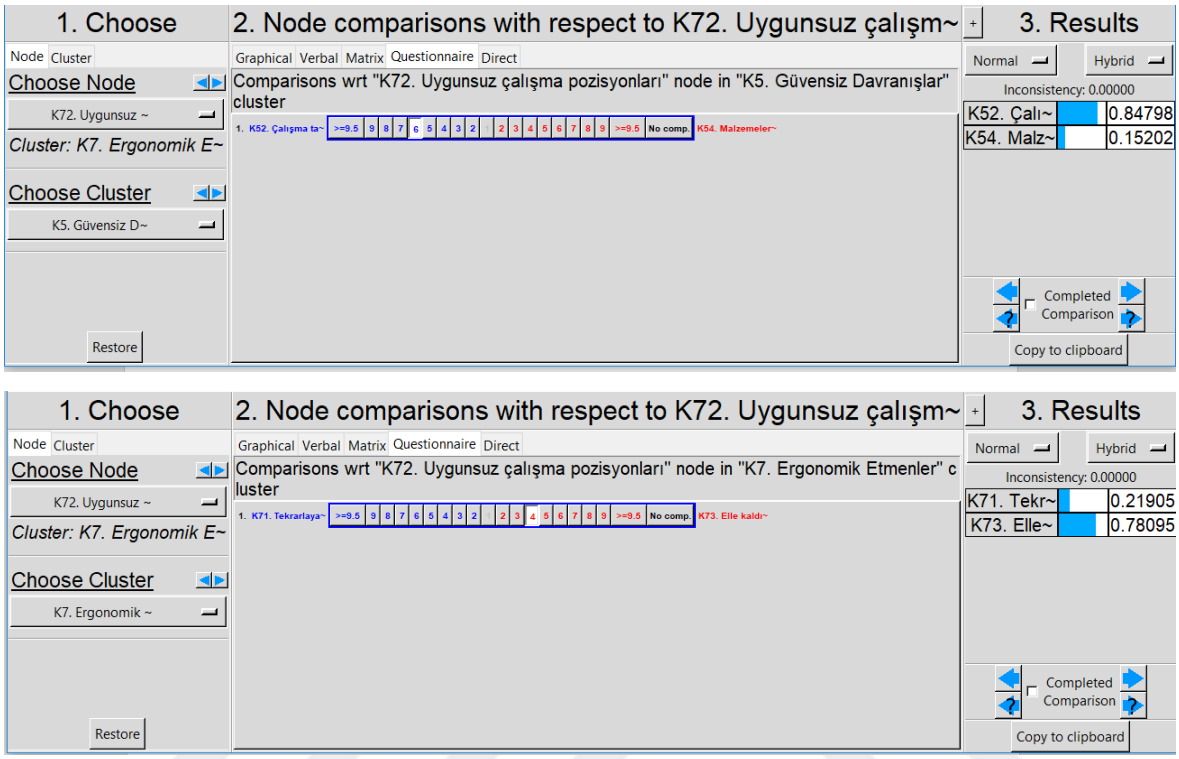



- Tekrarlayan hareketler alt kriterine ait karşılaştırmalar

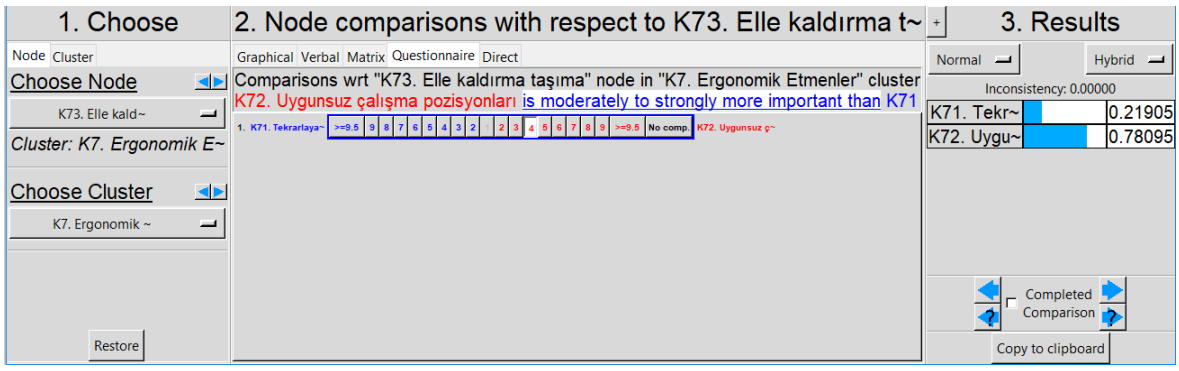


EK-7. (devam) Super Desicion programında kriterlerin karşılaştırma sonuçları

- Uygunsuz çalışma pozisyonları alt kriterine ait karşılaştırmalar

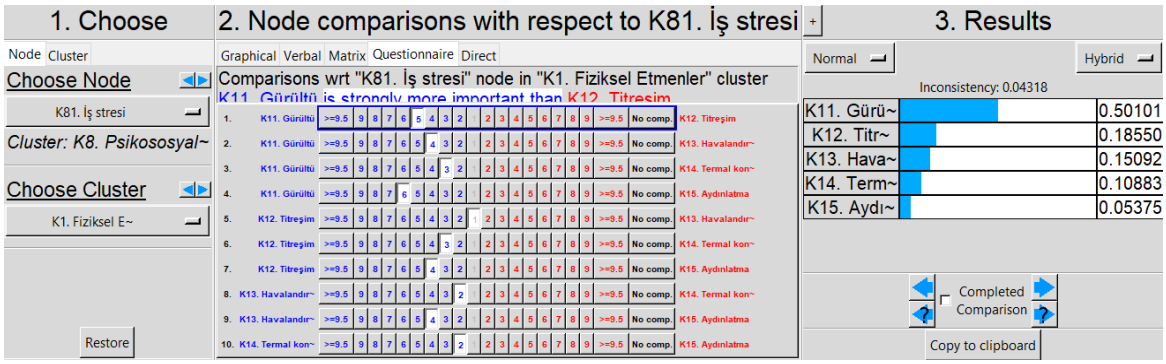


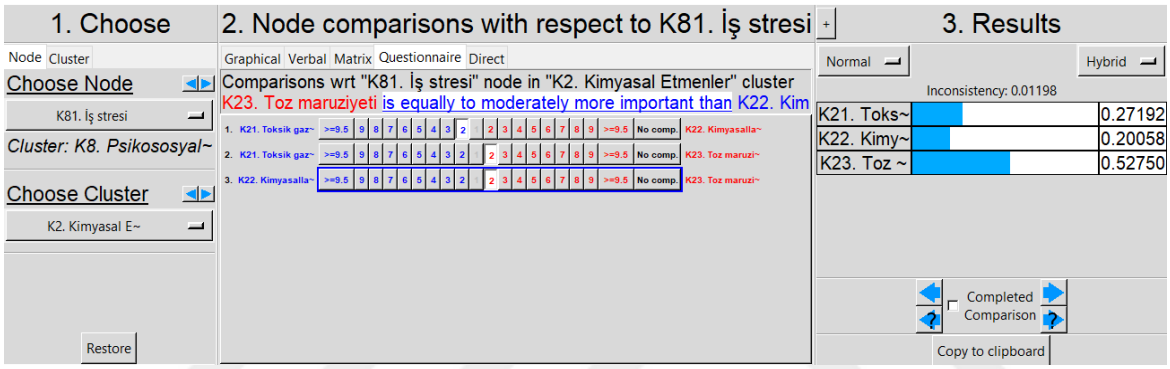

- Elle kaldırma taşıma alt kriterine ait karşılaştırmalar

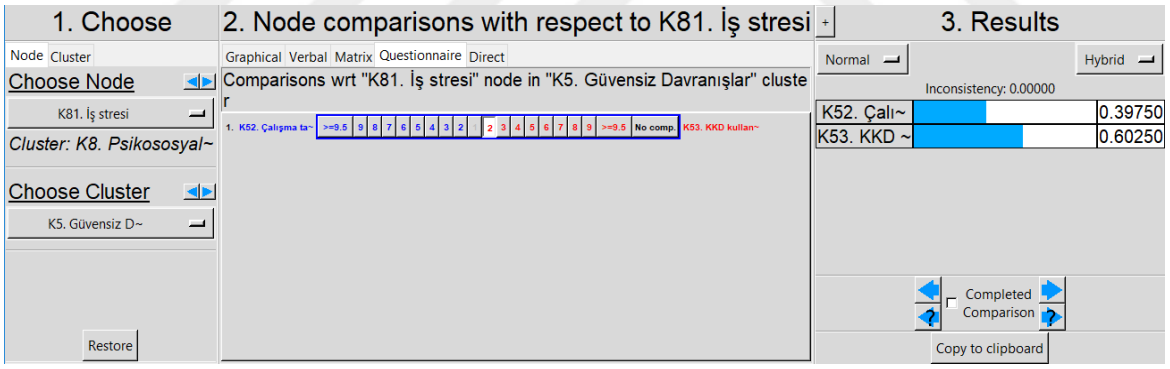


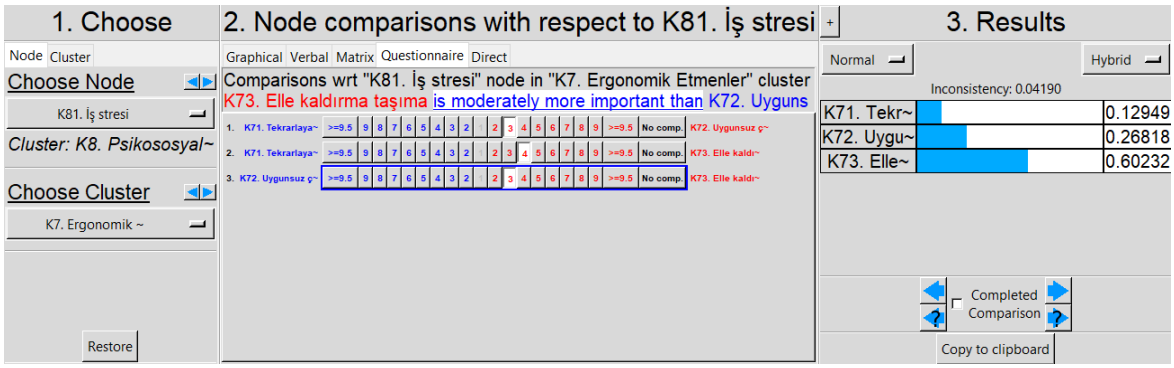
EK-7. (devam) Super Desicion programında kriterlerin karşılaştırma sonuçları

- İş stresi alt kriterine ait karşılaştırmalar

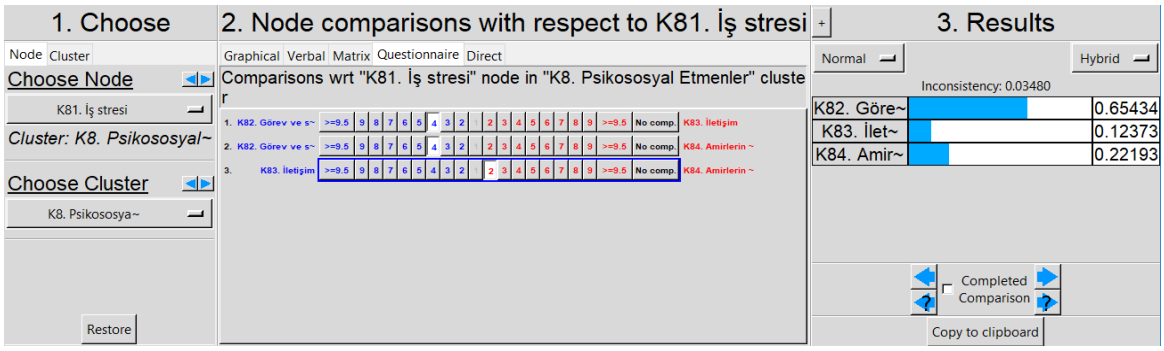


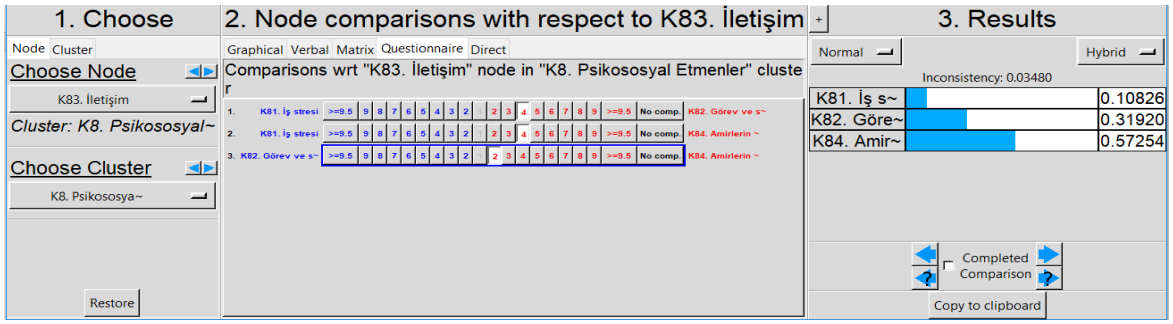
EK-7. (devam) Super Desicion programında kriterlerin karşılaştırma sonuçları



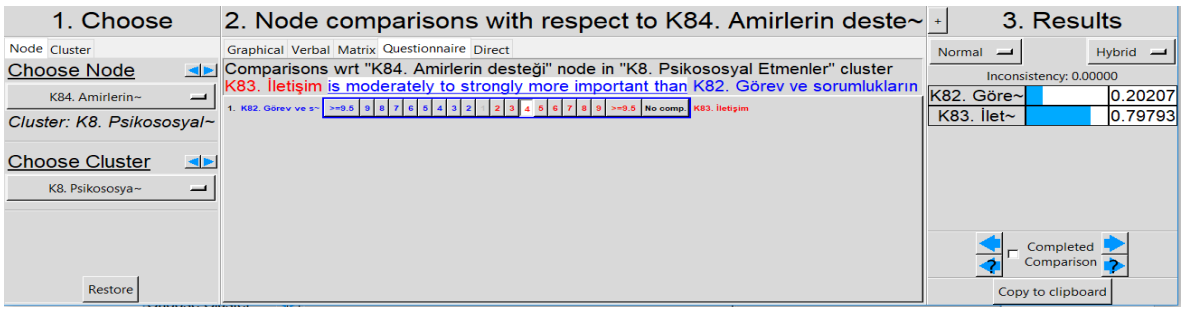

- Görev ve sorumlukların netliği alt kriterine ait karşılaştırmalar




- İletişim alt kriterine ait karşılaştırmalar




- Amirlerin desteği alt kriterine ait karşılaştırmalar



EK-7. (devam) Super Desicion programında kriterlerin karşılaştırma sonuçları

Ana kriterlerin karşılaştırılması

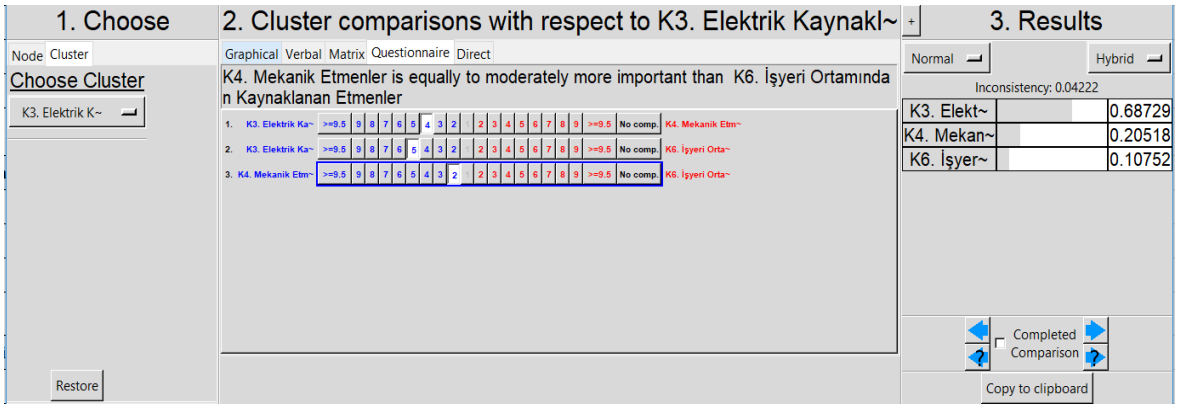
- Fiziksel etmenler ana kriterine göre karşılaştırma




- Kimyasal etmenler ana kriterine göre karşılaştırma

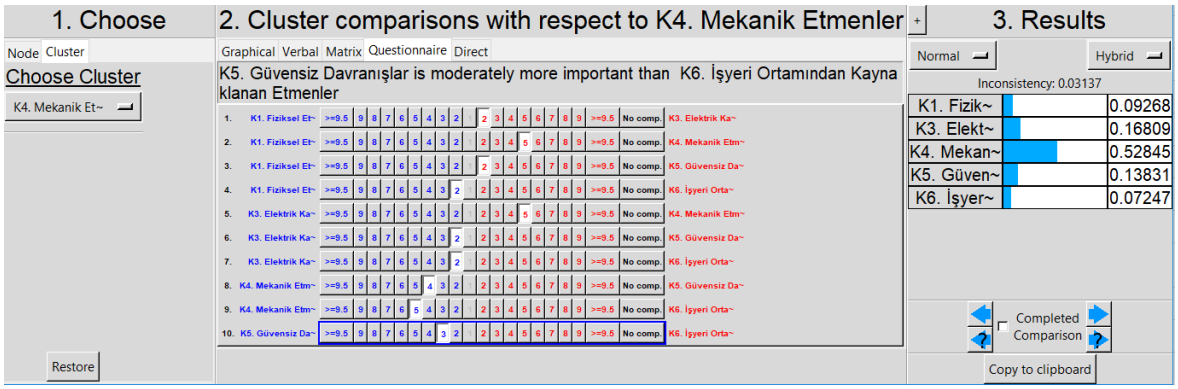



- Elektrik kaynaklı etmenler ana kriterine göre karşılaştırma

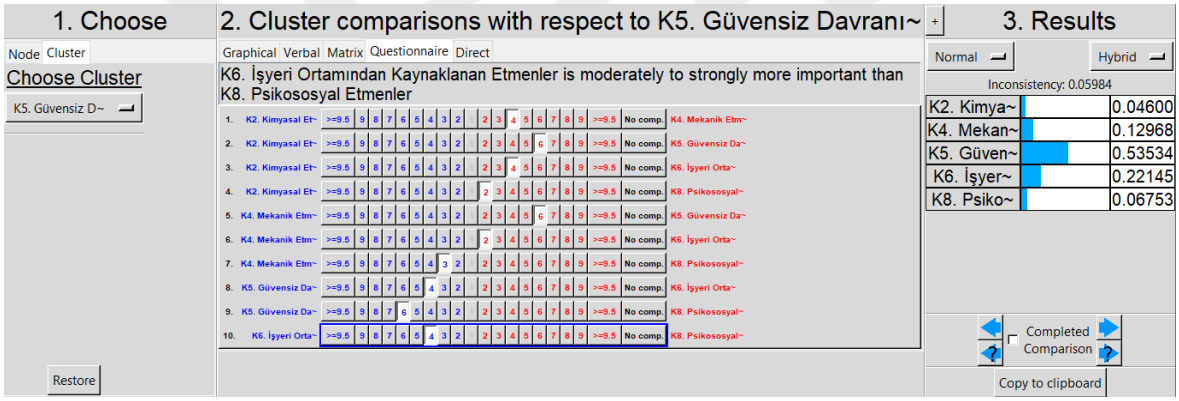


EK-7. (devam) Super Desicion programında kriterlerin karşılaştırma sonuçları

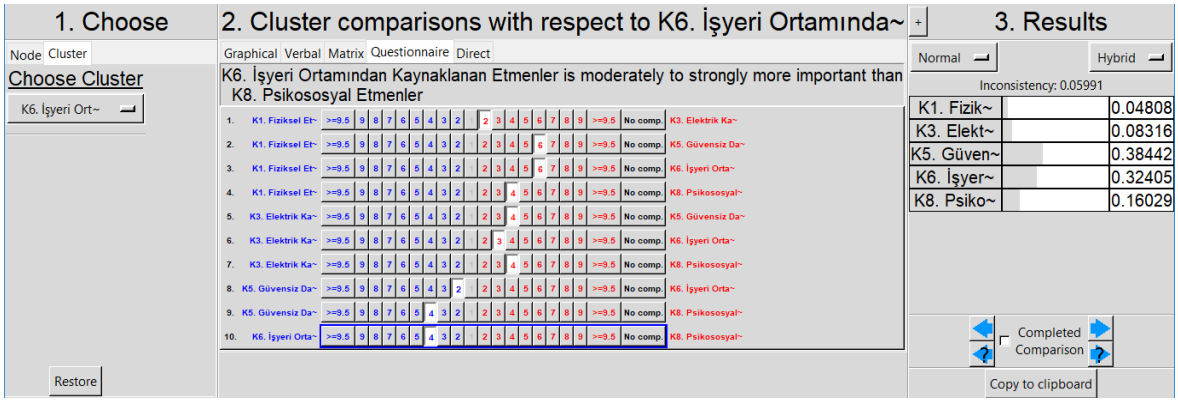
- Mekanik etmenler ana kriterine göre karşılaştırma




- Güvensiz davranışlar ana kriterine göre karşılaştırma

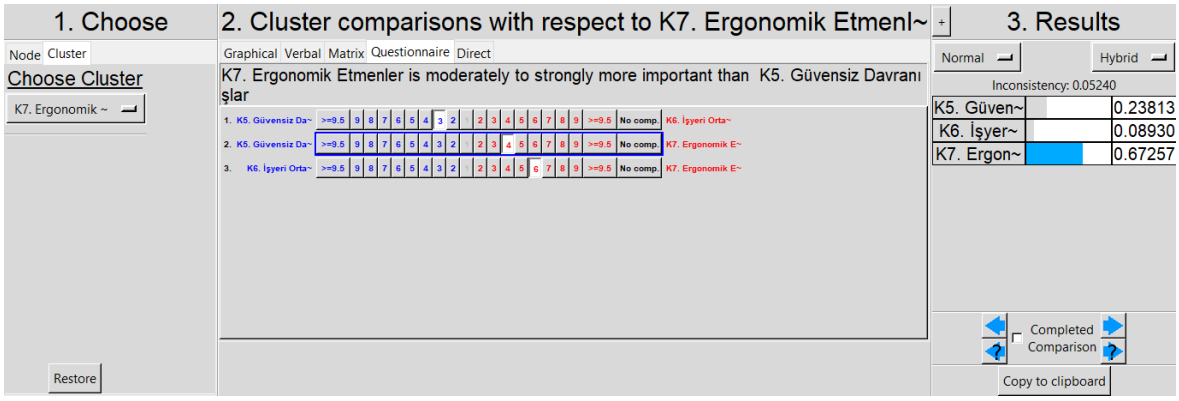



- İşyeri ortamından kaynaklanan etmenler ana kriterine göre karşılaştırma

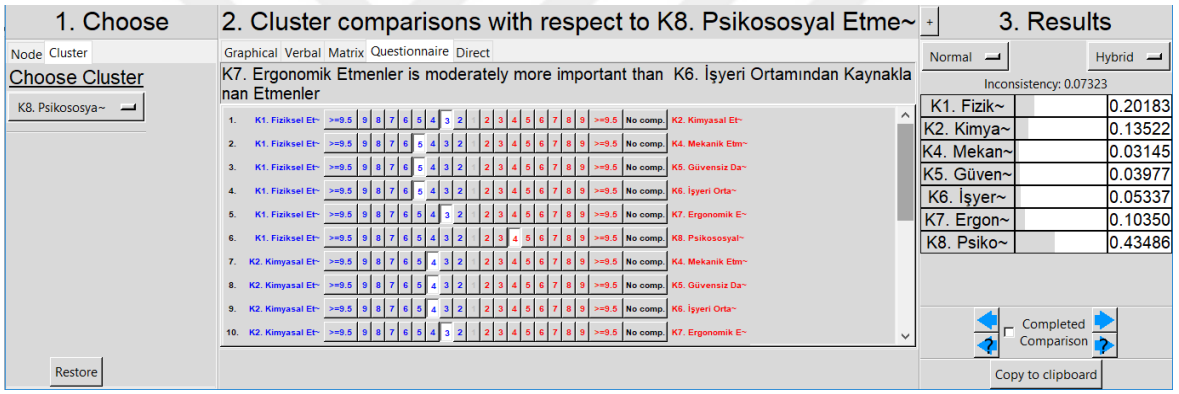


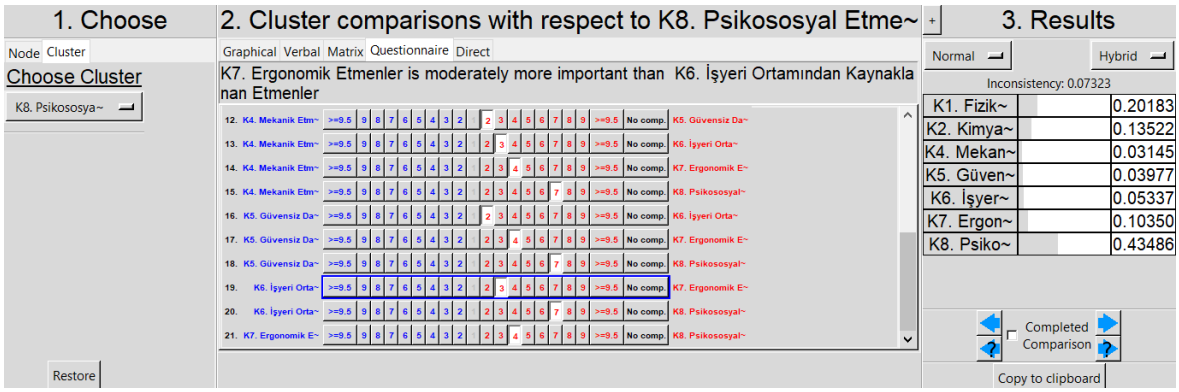
EK-7. (devam) Super Desicion programında kriterlerin karşılaştırma sonuçları

- Ergonomik etmenler ana kriterine göre karşılaştırma




- Psikososyal etmenler ana kriterine göre karşılaştırma



EK-8. Ağırlıklandırılmamış süpermatris

| | K11 | K12 | K13 | K14 | K15 | K21 | K22 | K23 | K31 | K32 | K33 | K41 | K42 | K43 | K44 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K11 | 0,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,5689 | 0,5346 | 0,0000 | 0,0000 |
| K12 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,4311 | 0,4654 | 0,0000 | 0,0000 |
| K13 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,8558 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K14 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,1442 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K15 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K21 | 0,0000 | 0,0000 | 0,2614 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K22 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K23 | 0,0000 | 0,0000 | 0,7386 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K31 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,5886 | 0,2589 | 0,0000 | 0,2701 | 0,0000 | 0,0000 |
| K32 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,8414 | 0,0000 | 0,7411 | 1,0000 | 0,7299 | 0,0000 | 0,0000 |
| K33 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,1586 | 0,4114 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K41 | 0,7136 | 0,6667 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,6025 | 0,0000 | 0,6025 | 1,0000 | 0,7563 | 0,0000 | 0,0000 | 0,7259 | 0,7787 | 0,6493 |
| K42 | 0,2864 | 0,3333 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,3975 | 0,0000 | 0,3975 | 0,0000 | 0,2437 | 0,0000 | 0,5965 | 0,0000 | 0,2213 | 0,2212 |
| K43 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,1480 | 0,1545 | 0,0000 | 0,1295 |
| K44 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,2556 | 0,1196 | 0,0000 | 0,0000 |
| K51 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K52 | 0,2115 | 0,2500 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,2655 | 0,2816 | 0,2290 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 |
| K53 | 0,7885 | 0,7500 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,7345 | 0,7184 | 0,7710 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K54 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K61 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K62 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K63 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,5689 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 |
| K64 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 | 0,4311 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K71 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K72 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K73 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K81 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K82 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K83 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K84 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |

EK-8. (devam) Ağırlıklandırılmamış süpermatris

| | K51 | K52 | K53 | K54 | K61 | K62 | K63 | K64 | K71 | K72 | K73 | K81 | K82 | K83 | K84 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K11 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,5011 | 0,0000 | 1,0000 | 0,0000 |
| K12 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,1855 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K13 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,1509 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K14 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,1088 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K15 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0537 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K21 | 0,0000 | 0,0000 | 0,5346 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,2719 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K22 | 0,0000 | 0,0000 | 0,4654 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,2006 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K23 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,5275 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K31 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K32 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K33 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K41 | 0,5703 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K42 | 0,1436 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K43 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K44 | 0,2861 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K51 | 0,0000 | 0,3648 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K52 | 0,7456 | 0,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,2290 | 0,2701 | 0,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,8480 | 1,0000 | 0,3975 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K53 | 0,0000 | 0,6352 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,6025 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K54 | 0,2544 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,7710 | 0,7299 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,1520 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K61 | 0,2962 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K62 | 0,1446 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K63 | 0,5592 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K64 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K71 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,2190 | 0,2190 | 0,1295 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K72 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,2190 | 0,0000 | 0,7810 | 0,2682 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K73 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,7810 | 0,7810 | 0,0000 | 0,6023 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K81 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,6483 | 0,5816 | 0,0000 |
| K82 | 0,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,4848 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,6993 | 0,0000 | 0,1095 | 0,2500 |
| K83 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,3323 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,1031 | 0,1220 | 0,0000 | 0,7500 |
| K84 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,1829 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,1977 | 0,2297 | 0,3090 | 0,0000 |

EK-9. Ağırlıklandırılmış süpermatris

| | K11 | K12 | K13 | K14 | K15 | K21 | K22 | K23 | K31 | K32 | K33 | K41 | K42 | K43 | K44 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K11 | 0,0000 | 0,1676 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0668 | 0,0534 | 0,0000 | 0,0000 |
| K12 | 0,1676 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0506 | 0,0465 | 0,0000 | 0,0000 |
| K13 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,2622 | 0,0000 | 0,0774 | 0,1040 | 0,0905 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K14 | 0,0000 | 0,0000 | 0,2191 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0103 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K15 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K21 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0429 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,4371 | 0,3803 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K22 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,3803 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K23 | 0,0000 | 0,0000 | 0,1212 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K31 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,4046 | 0,2239 | 0,0000 | 0,0490 | 0,0000 | 0,0000 |
| K32 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,5783 | 0,0000 | 0,6408 | 0,2130 | 0,1323 | 0,0000 | 0,0000 |
| K33 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,1090 | 0,2827 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K41 | 0,1859 | 0,1737 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0783 | 0,0000 | 0,0783 | 0,2052 | 0,1552 | 0,0000 | 0,0000 | 0,4136 | 0,6172 | 0,5710 |
| K42 | 0,0746 | 0,0869 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0516 | 0,0000 | 0,0516 | 0,0000 | 0,0500 | 0,0000 | 0,3994 | 0,0000 | 0,1754 | 0,1945 |
| K43 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0991 | 0,0880 | 0,0000 | 0,1139 |
| K44 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,1711 | 0,0681 | 0,0000 | 0,0000 |
| K51 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K52 | 0,0998 | 0,1179 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0889 | 0,1084 | 0,0767 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,1491 | 0,2074 | 0,0000 |
| K53 | 0,3719 | 0,3538 | 0,6167 | 0,7378 | 0,0000 | 0,2460 | 0,2766 | 0,2582 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K54 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K61 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K62 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K63 | 0,1001 | 0,1001 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0644 | 0,0740 | 0,0644 | 0,0000 | 0,0612 | 0,1353 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,1206 |
| K64 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 | 0,0464 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K71 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K72 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K73 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K81 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K82 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K83 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K84 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |

EK-9. (devam) Ağırlıklandırılmış süpermatris

| | K51 | K52 | K53 | K54 | K61 | K62 | K63 | K64 | K71 | K72 | K73 | K81 | K82 | K83 | K84 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K11 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0481 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,1079 | 0,0000 | 0,3315 | 0,0000 |
| K12 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0400 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K13 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0325 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K14 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0234 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K15 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0116 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K21 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0306 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0349 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K22 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0267 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0257 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K23 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0677 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K31 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K32 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0832 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K33 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K41 | 0,0834 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0282 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K42 | 0,0210 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K43 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K44 | 0,0419 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K51 | 0,0000 | 0,3648 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K52 | 0,4502 | 0,0000 | 0,6668 | 0,7074 | 0,1243 | 0,1466 | 0,0000 | 0,3844 | 0,2381 | 0,2019 | 0,2615 | 0,0152 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K53 | 0,0000 | 0,4125 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0231 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K54 | 0,1537 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,4183 | 0,3960 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0362 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K61 | 0,0740 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,4574 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0893 | 0,0893 | 0,0000 | 0,0543 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K62 | 0,0361 | 0,0000 | 0,0000 | 0,2926 | 0,4574 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K63 | 0,1397 | 0,2686 | 0,2759 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,3241 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K64 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K71 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,1473 | 0,1618 | 0,0131 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K72 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,1473 | 0,0000 | 0,5768 | 0,0271 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K73 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,5252 | 0,5252 | 0,0000 | 0,0608 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| K81 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,6483 | 0,3888 | 0,0000 |
| K82 | 0,0000 | 0,0819 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0777 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,3038 | 0,0000 | 0,0732 | 0,2500 |
| K83 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0533 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0448 | 0,1220 | 0,0000 | 0,7500 |
| K84 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0293 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0859 | 0,2297 | 0,2066 | 0,0000 |

EK-10. Limit matris

| | K11 | K12 | K13 | K14 | K15 | K21 | K22 | K23 | K31 | K32 | K33 | K41 | K42 | K43 | K44 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K11 | 0,0285 | 0,0285 | 0,0285 | 0,0285 | 0,0285 | 0,0285 | 0,0285 | 0,0285 | 0,0285 | 0,0285 | 0,0285 | 0,0285 | 0,0285 | 0,0285 | 0,0285 |
| K12 | 0,0106 | 0,0106 | 0,0106 | 0,0106 | 0,0106 | 0,0106 | 0,0106 | 0,0106 | 0,0106 | 0,0106 | 0,0106 | 0,0106 | 0,0106 | 0,0106 | 0,0106 |
| K13 | 0,0034 | 0,0034 | 0,0034 | 0,0034 | 0,0034 | 0,0034 | 0,0034 | 0,0034 | 0,0034 | 0,0034 | 0,0034 | 0,0034 | 0,0034 | 0,0034 | 0,0034 |
| K14 | 0,0018 | 0,0018 | 0,0018 | 0,0018 | 0,0018 | 0,0018 | 0,0018 | 0,0018 | 0,0018 | 0,0018 | 0,0018 | 0,0018 | 0,0018 | 0,0018 | 0,0018 |
| K15 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0004 |
| K21 | 0,0083 | 0,0083 | 0,0083 | 0,0083 | 0,0083 | 0,0083 | 0,0083 | 0,0083 | 0,0083 | 0,0083 | 0,0083 | 0,0083 | 0,0083 | 0,0083 | 0,0083 |
| K22 | 0,0065 | 0,0065 | 0,0065 | 0,0065 | 0,0065 | 0,0065 | 0,0065 | 0,0065 | 0,0065 | 0,0065 | 0,0065 | 0,0065 | 0,0065 | 0,0065 | 0,0065 |
| K23 | 0,0032 | 0,0032 | 0,0032 | 0,0032 | 0,0032 | 0,0032 | 0,0032 | 0,0032 | 0,0032 | 0,0032 | 0,0032 | 0,0032 | 0,0032 | 0,0032 | 0,0032 |
| K31 | 0,0283 | 0,0283 | 0,0283 | 0,0283 | 0,0283 | 0,0283 | 0,0283 | 0,0283 | 0,0283 | 0,0283 | 0,0283 | 0,0283 | 0,0283 | 0,0283 | 0,0283 |
| K32 | 0,0556 | 0,0556 | 0,0556 | 0,0556 | 0,0556 | 0,0556 | 0,0556 | 0,0556 | 0,0556 | 0,0556 | 0,0556 | 0,0556 | 0,0556 | 0,0556 | 0,0556 |
| K33 | 0,0188 | 0,0188 | 0,0188 | 0,0188 | 0,0188 | 0,0188 | 0,0188 | 0,0188 | 0,0188 | 0,0188 | 0,0188 | 0,0188 | 0,0188 | 0,0188 | 0,0188 |
| K41 | 0,0536 | 0,0536 | 0,0536 | 0,0536 | 0,0536 | 0,0536 | 0,0536 | 0,0536 | 0,0536 | 0,0536 | 0,0536 | 0,0536 | 0,0536 | 0,0536 | 0,0536 |
| K42 | 0,0328 | 0,0328 | 0,0328 | 0,0328 | 0,0328 | 0,0328 | 0,0328 | 0,0328 | 0,0328 | 0,0328 | 0,0328 | 0,0328 | 0,0328 | 0,0328 | 0,0328 |
| K43 | 0,0096 | 0,0096 | 0,0096 | 0,0096 | 0,0096 | 0,0096 | 0,0096 | 0,0096 | 0,0096 | 0,0096 | 0,0096 | 0,0096 | 0,0096 | 0,0096 | 0,0096 |
| K44 | 0,0129 | 0,0129 | 0,0129 | 0,0129 | 0,0129 | 0,0129 | 0,0129 | 0,0129 | 0,0129 | 0,0129 | 0,0129 | 0,0129 | 0,0129 | 0,0129 | 0,0129 |
| K51 | 0,0366 | 0,0366 | 0,0366 | 0,0366 | 0,0366 | 0,0366 | 0,0366 | 0,0366 | 0,0366 | 0,0366 | 0,0366 | 0,0366 | 0,0366 | 0,0366 | 0,0366 |
| K52 | 0,1545 | 0,1545 | 0,1545 | 0,1545 | 0,1545 | 0,1545 | 0,1545 | 0,1545 | 0,1545 | 0,1545 | 0,1545 | 0,1545 | 0,1545 | 0,1545 | 0,1545 |
| K53 | 0,0872 | 0,0872 | 0,0872 | 0,0872 | 0,0872 | 0,0872 | 0,0872 | 0,0872 | 0,0872 | 0,0872 | 0,0872 | 0,0872 | 0,0872 | 0,0872 | 0,0872 |
| K54 | 0,0141 | 0,0141 | 0,0141 | 0,0141 | 0,0141 | 0,0141 | 0,0141 | 0,0141 | 0,0141 | 0,0141 | 0,0141 | 0,0141 | 0,0141 | 0,0141 | 0,0141 |
| K61 | 0,0102 | 0,0102 | 0,0102 | 0,0102 | 0,0102 | 0,0102 | 0,0102 | 0,0102 | 0,0102 | 0,0102 | 0,0102 | 0,0102 | 0,0102 | 0,0102 | 0,0102 |
| K62 | 0,0101 | 0,0101 | 0,0101 | 0,0101 | 0,0101 | 0,0101 | 0,0101 | 0,0101 | 0,0101 | 0,0101 | 0,0101 | 0,0101 | 0,0101 | 0,0101 | 0,0101 |
| K63 | 0,1260 | 0,1260 | 0,1260 | 0,1260 | 0,1260 | 0,1260 | 0,1260 | 0,1260 | 0,1260 | 0,1260 | 0,1260 | 0,1260 | 0,1260 | 0,1260 | 0,1260 |
| K64 | 0,1316 | 0,1316 | 0,1316 | 0,1316 | 0,1316 | 0,1316 | 0,1316 | 0,1316 | 0,1316 | 0,1316 | 0,1316 | 0,1316 | 0,1316 | 0,1316 | 0,1316 |
| K71 | 0,0023 | 0,0023 | 0,0023 | 0,0023 | 0,0023 | 0,0023 | 0,0023 | 0,0023 | 0,0023 | 0,0023 | 0,0023 | 0,0023 | 0,0023 | 0,0023 | 0,0023 |
| K72 | 0,0051 | 0,0051 | 0,0051 | 0,0051 | 0,0051 | 0,0051 | 0,0051 | 0,0051 | 0,0051 | 0,0051 | 0,0051 | 0,0051 | 0,0051 | 0,0051 | 0,0051 |
| K73 | 0,0064 | 0,0064 | 0,0064 | 0,0064 | 0,0064 | 0,0064 | 0,0064 | 0,0064 | 0,0064 | 0,0064 | 0,0064 | 0,0064 | 0,0064 | 0,0064 | 0,0064 |
| K81 | 0,0408 | 0,0408 | 0,0408 | 0,0408 | 0,0408 | 0,0408 | 0,0408 | 0,0408 | 0,0408 | 0,0408 | 0,0408 | 0,0408 | 0,0408 | 0,0408 | 0,0408 |
| K82 | 0,0437 | 0,0437 | 0,0437 | 0,0437 | 0,0437 | 0,0437 | 0,0437 | 0,0437 | 0,0437 | 0,0437 | 0,0437 | 0,0437 | 0,0437 | 0,0437 | 0,0437 |
| K83 | 0,0322 | 0,0322 | 0,0322 | 0,0322 | 0,0322 | 0,0322 | 0,0322 | 0,0322 | 0,0322 | 0,0322 | 0,0322 | 0,0322 | 0,0322 | 0,0322 | 0,0322 |
| K84 | 0,0240 | 0,0240 | 0,0240 | 0,0240 | 0,0240 | 0,0240 | 0,0240 | 0,0240 | 0,0240 | 0,0240 | 0,0240 | 0,0240 | 0,0240 | 0,0240 | 0,0240 |

EK-10. (devam) Limit matris

| | K51 | K52 | K53 | K54 | K61 | K62 | K63 | K64 | K71 | K72 | K73 | K81 | K82 | K83 | K84 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K11 | 0,0285 | 0,0285 | 0,0285 | 0,0285 | 0,0285 | 0,0285 | 0,0285 | 0,0285 | 0,0285 | 0,0285 | 0,0285 | 0,0285 | 0,0285 | 0,0285 | 0,0285 |
| K12 | 0,0106 | 0,0106 | 0,0106 | 0,0106 | 0,0106 | 0,0106 | 0,0106 | 0,0106 | 0,0106 | 0,0106 | 0,0106 | 0,0106 | 0,0106 | 0,0106 | 0,0106 |
| K13 | 0,0034 | 0,0034 | 0,0034 | 0,0034 | 0,0034 | 0,0034 | 0,0034 | 0,0034 | 0,0034 | 0,0034 | 0,0034 | 0,0034 | 0,0034 | 0,0034 | 0,0034 |
| K14 | 0,0018 | 0,0018 | 0,0018 | 0,0018 | 0,0018 | 0,0018 | 0,0018 | 0,0018 | 0,0018 | 0,0018 | 0,0018 | 0,0018 | 0,0018 | 0,0018 | 0,0018 |
| K15 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0004 |
| K21 | 0,0083 | 0,0083 | 0,0083 | 0,0083 | 0,0083 | 0,0083 | 0,0083 | 0,0083 | 0,0083 | 0,0083 | 0,0083 | 0,0083 | 0,0083 | 0,0083 | 0,0083 |
| K22 | 0,0065 | 0,0065 | 0,0065 | 0,0065 | 0,0065 | 0,0065 | 0,0065 | 0,0065 | 0,0065 | 0,0065 | 0,0065 | 0,0065 | 0,0065 | 0,0065 | 0,0065 |
| K23 | 0,0032 | 0,0032 | 0,0032 | 0,0032 | 0,0032 | 0,0032 | 0,0032 | 0,0032 | 0,0032 | 0,0032 | 0,0032 | 0,0032 | 0,0032 | 0,0032 | 0,0032 |
| K31 | 0,0283 | 0,0283 | 0,0283 | 0,0283 | 0,0283 | 0,0283 | 0,0283 | 0,0283 | 0,0283 | 0,0283 | 0,0283 | 0,0283 | 0,0283 | 0,0283 | 0,0283 |
| K32 | 0,0556 | 0,0556 | 0,0556 | 0,0556 | 0,0556 | 0,0556 | 0,0556 | 0,0556 | 0,0556 | 0,0556 | 0,0556 | 0,0556 | 0,0556 | 0,0556 | 0,0556 |
| K33 | 0,0188 | 0,0188 | 0,0188 | 0,0188 | 0,0188 | 0,0188 | 0,0188 | 0,0188 | 0,0188 | 0,0188 | 0,0188 | 0,0188 | 0,0188 | 0,0188 | 0,0188 |
| K41 | 0,0536 | 0,0536 | 0,0536 | 0,0536 | 0,0536 | 0,0536 | 0,0536 | 0,0536 | 0,0536 | 0,0536 | 0,0536 | 0,0536 | 0,0536 | 0,0536 | 0,0536 |
| K42 | 0,0328 | 0,0328 | 0,0328 | 0,0328 | 0,0328 | 0,0328 | 0,0328 | 0,0328 | 0,0328 | 0,0328 | 0,0328 | 0,0328 | 0,0328 | 0,0328 | 0,0328 |
| K43 | 0,0096 | 0,0096 | 0,0096 | 0,0096 | 0,0096 | 0,0096 | 0,0096 | 0,0096 | 0,0096 | 0,0096 | 0,0096 | 0,0096 | 0,0096 | 0,0096 | 0,0096 |
| K44 | 0,0129 | 0,0129 | 0,0129 | 0,0129 | 0,0129 | 0,0129 | 0,0129 | 0,0129 | 0,0129 | 0,0129 | 0,0129 | 0,0129 | 0,0129 | 0,0129 | 0,0129 |
| K51 | 0,0366 | 0,0366 | 0,0366 | 0,0366 | 0,0366 | 0,0366 | 0,0366 | 0,0366 | 0,0366 | 0,0366 | 0,0366 | 0,0366 | 0,0366 | 0,0366 | 0,0366 |
| K52 | 0,1545 | 0,1545 | 0,1545 | 0,1545 | 0,1545 | 0,1545 | 0,1545 | 0,1545 | 0,1545 | 0,1545 | 0,1545 | 0,1545 | 0,1545 | 0,1545 | 0,1545 |
| K53 | 0,0872 | 0,0872 | 0,0872 | 0,0872 | 0,0872 | 0,0872 | 0,0872 | 0,0872 | 0,0872 | 0,0872 | 0,0872 | 0,0872 | 0,0872 | 0,0872 | 0,0872 |
| K54 | 0,0141 | 0,0141 | 0,0141 | 0,0141 | 0,0141 | 0,0141 | 0,0141 | 0,0141 | 0,0141 | 0,0141 | 0,0141 | 0,0141 | 0,0141 | 0,0141 | 0,0141 |
| K61 | 0,0102 | 0,0102 | 0,0102 | 0,0102 | 0,0102 | 0,0102 | 0,0102 | 0,0102 | 0,0102 | 0,0102 | 0,0102 | 0,0102 | 0,0102 | 0,0102 | 0,0102 |
| K62 | 0,0101 | 0,0101 | 0,0101 | 0,0101 | 0,0101 | 0,0101 | 0,0101 | 0,0101 | 0,0101 | 0,0101 | 0,0101 | 0,0101 | 0,0101 | 0,0101 | 0,0101 |
| K63 | 0,1260 | 0,1260 | 0,1260 | 0,1260 | 0,1260 | 0,1260 | 0,1260 | 0,1260 | 0,1260 | 0,1260 | 0,1260 | 0,1260 | 0,1260 | 0,1260 | 0,1260 |
| K64 | 0,1316 | 0,1316 | 0,1316 | 0,1316 | 0,1316 | 0,1316 | 0,1316 | 0,1316 | 0,1316 | 0,1316 | 0,1316 | 0,1316 | 0,1316 | 0,1316 | 0,1316 |
| K71 | 0,0023 | 0,0023 | 0,0023 | 0,0023 | 0,0023 | 0,0023 | 0,0023 | 0,0023 | 0,0023 | 0,0023 | 0,0023 | 0,0023 | 0,0023 | 0,0023 | 0,0023 |
| K72 | 0,0051 | 0,0051 | 0,0051 | 0,0051 | 0,0051 | 0,0051 | 0,0051 | 0,0051 | 0,0051 | 0,0051 | 0,0051 | 0,0051 | 0,0051 | 0,0051 | 0,0051 |
| K73 | 0,0064 | 0,0064 | 0,0064 | 0,0064 | 0,0064 | 0,0064 | 0,0064 | 0,0064 | 0,0064 | 0,0064 | 0,0064 | 0,0064 | 0,0064 | 0,0064 | 0,0064 |
| K81 | 0,0408 | 0,0408 | 0,0408 | 0,0408 | 0,0408 | 0,0408 | 0,0408 | 0,0408 | 0,0408 | 0,0408 | 0,0408 | 0,0408 | 0,0408 | 0,0408 | 0,0408 |
| K82 | 0,0437 | 0,0437 | 0,0437 | 0,0437 | 0,0437 | 0,0437 | 0,0437 | 0,0437 | 0,0437 | 0,0437 | 0,0437 | 0,0437 | 0,0437 | 0,0437 | 0,0437 |
| K83 | 0,0322 | 0,0322 | 0,0322 | 0,0322 | 0,0322 | 0,0322 | 0,0322 | 0,0322 | 0,0322 | 0,0322 | 0,0322 | 0,0322 | 0,0322 | 0,0322 | 0,0322 |
| K84 | 0,0240 | 0,0240 | 0,0240 | 0,0240 | 0,0240 | 0,0240 | 0,0240 | 0,0240 | 0,0240 | 0,0240 | 0,0240 | 0,0240 | 0,0240 | 0,0240 | 0,0240 |

EK-11. TOPSIS yönteminde kullanılan anket

| | K11 | K12 | K13 | K14 | K15 | K21 | K22 | K23 | K31 | K32 | K33 | K41 | K42 | K43 | K44 | K51 | K52 | K53 | K54 | K61 | K62 | K63 | K64 | K71 | K72 | K73 | K81 | K82 | K83 | K84 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| İmalat Atölyesi | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Boyama Atölyesi | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Montaj Atölyesi | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

# ÖZGEÇMİŞ

## Kişisel Bilgiler




Soyadı, adı : ÇİFTÇİ, Safinaz Esra
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 03.05.1988, Bolu
Medeni hali : Bekar
e-mail : esra.ciftci@gmail.com


## Eğitim

| Derece | Eğitim Birimi | Mezuniyet Tarihi |
|---|---|---|
| Yüksek lisans | Gazi Üniversitesi / Endüstri Mühendisliği | Devam Ediyor |
| Lisans | Gazi Üniversitesi / Endüstri Mühendisliği | 2011 |
| Lise | Bolu İzzet Baysal Anadolu Lisesi | 2006 |

## İş Deneyimi

| Yıl | Yer | Görev |
|---|---|---|
| 2012-Halen | Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı | İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanı |

## Yabancı Dil

İngilizce

## Hobiler

Sinema, müzik



*GAZİ GELECEKTİR..*