



**İŞ SAĞLIĞI ve GÜVENLİĞİNDE (İSG) RİSK DEĞERLENDİRME (RD)
MODELİ OLARAK YAPAY SİNİR AĞLARI (YSA) KULLANIMI**

Metin BAĞDAT

**DOKTORA TEZİ
KAZALARIN ÇEVRESEL VE TEKNİK ARAŞTIRILMASI
ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

KASIM 2015

ETİK BEYAN

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

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Metin BAĞDAT
03 / 11 / 2015

İŞ SAĞLIĞI ve GÜVENLİĞİNDE (İSG) RİSK DEĞERLENDİRME (RD) MODELİ OLARAK YAPAY SİNİR AĞLARI (YSA) KULLANIMI

(Doktora Tezi)

Metin BAĞDAT

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Kasım 2015

ÖZET

Bu çalışma, bir firmanın veya kurumun risk değerlendirmesi için bir "karar modeli" ortaya koymaktadır. Çalışmanın temel amacı, Risk Değerlendirme metotlarını (alternatiflerini) belirli prosesleri kullanarak değerlendirmek ve en uygun alternatife karar vermektir. Bu amaçla Yapay Sinir Ağları ve Analitik Ağ (Network) Prosesi (AAP-ANP) kullanılmıştır. Çok kriterli karar verme problemlerinde sıkça kullanılan Analitik Ağ Prosesi, hem objektif hem de subjektif değerlendirme kriterlerini dikkate alan ve yaygın olarak kullanılan bir teknik olmakla birlikte, karar vericinin kararları ile mevcut problemin belirsizliğinin ayıklanması ve sayılara dökülmesi konusunda yetersiz kaldığından, belirsizlik ortamları için daha iyi yaklaşımlar ortaya koyan Yapay Sinir Ağları (YSA), Risk Değerlendirmede kullanılmıştır. Risk Değerlendirme karar modeli oluşturulurken, ikili karşılaştırmalar yapılması safhasında, Risk Değerlendirme konusunda uzman grubun veya karar vericilerin görüşlerinin alınması gerekmektedir. Ancak kriterlerde, riskler ve risk değerlendirmeyi etkileyen şartlarda meydana gelen her değişiklikte uzman grubun toplanması gerekmekte bu da çeşitli problemlere neden olmaktadır. Bu zorluğu ortadan kaldırmak amacıyla, uzman grubun görüşlerini yansıtan ikili karşılaştırmaların verileri, değişik YSA modellerinde kullanılmış ve modeller eğitilmiştir. Bu sayede ikili karşılaştırma matris değerlerinin değişmesi durumunda uzmanlara danışma zorunluluğuna gerek kalmamaktadır. Risk Değerlendirme problemi çözümünde YSA kullanımının bir diğer faydası YSA'ların öğrenme özelliğinin getirdiği kolaylıklardır. Bu model, kriterlerin aynı kalması şartıyla, bir başka seçim problemine uygulandığında, sadece YSA kullanılarak Ağırlık Değerlerinin elde edilmesine imkân vermektedir. Modelin sağladığı bir başka kolaylık ise; karar vericilerin ikili karşılaştırma matrisleri üzerinde değişiklik yapmaları halinde yeni Ağırlık Değerlerinin YSA tarafından çok daha hızlı bulunmasıdır. Bu durum, karar vericilerin büyük modellerde hesaplama zamanı endişesi taşımadan karar vermelerine imkân tanımaktadır.

Bilim Kodu : 204.1.121
Anahtar Kelimeler : Analitik Ağ (Network) Prosesi, Yapay Sinir Ağları, Risk Modeli,
Risk Değerlendirme, İş Sağlığı ve Güvenliği
Sayfa Adedi : 117
Danışman : Prof. Dr. Ayşe MURATHAN

USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS AS RISK ASSESSMENT MODEL IN
HEALT AND SAFETY AT WORK

(Ph.D. Thesis)

Metin BAĞDAT

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

November 2015

ABSTRACT

This study proposes a Risk Assessment "decision model" for a company or corporation. The main purpose of this study is to evaluate Risk Assessment Models with respect to identified processes and hence to determine the best model. For this purpose, Artificial Neural Networks (ANN) and Analytic Network Process (ANP) were used in this study. Although Analytic Network Process, which is commonly used for multi criteria decision making problems, takes into consideration both objective-subjective criteria and is a widely used technique, it is not sufficient in illustrating the decision maker's judgment and accounting for and quantifying the uncertainty in the problem. Therefore, ANP was utilized in compensating for the issue of uncertainty. During the development of the Risk Assessment model, in the phase of forming pair wise comparison matrices, we need Risk Assessment experts' or decision makers' opinions. However, if some change occurs in the model criteria, available models, or the conditions that affect Risk Assessment, experts have to reconvene for decision making, and this causes some problems. In order to remove this problem pair wise comparison matrix data that indicates experts opinions was used in different ANN models and also the data was used in the learning stage. Thus even if there is a change in pair wise comparison values, there is no need to re-consult the experts. One advantage of using ANN for Risk Assessment problems is the neural network's learning ability. When this model is applied for a different selection problem (it is assumed that the model has same criteria), it is possible to determine the criteria weights using ANN. In case a change made by the decision makers on pair wise comparison matrices, new weights are found in a very short time and this is another benefit that the model provides. This feature provides the decision makers the opportunity to make decisions without the need to worry about computation time in complex models.

Science Code : 204.1.121

Key Words : Analytic Network Process, Artificial Neural Network, Risk Model, Risk Assessment, Healt and Safety at Work

Page Number : 117

Supervisor : Prof. Dr. Ayşe MURATHAN

TEŞEKKÜR

"UBUNTU" NEDİR'

"Afrika'da çalışan bir antropolog bir kabilenin çocuklarına bir oyun oynamayı önerir, Ağacın altına koyduğu meyvelere ilk ulaşanın ödülü o meyveleri yemek olacaktır.

Onlara, "Haydi, şimdi başla! Birinci olan alacak!"

"O an bütün çocuklar el ele tutuşur, koşarlar ağacın altına beraber varırlar ve hep birlikte meyveleri yemeye başlarlar. Antropolog neden böyle yaptıklarını sorduğunda şu cevabı verirler; "Biz "ubuntu" yaptık: Yarışsa idik, yarışı kazanan bir kişi olacaktı. Nasıl olur da diğerleri mutsuzken yarış kazanmış bir kişi ödül meyveyi yiyebilir' Oysa biz ubuntu yaparak hepimiz yedik. "Ubuntu'nun anlamını açıklarlar.

Onların dilinde: UBUNTU: "BEN, BİZ OLDUĞUMUZ ZAMAN 'BEN' İM"

YERYÜZÜNÜ CENNET'E ÇEVİRME GAYRETİNDE OLMAYANLARIN, ALLAH'IN CENNETİNİ İSTEMEYE HAKLARI OLAMAZ.

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla yönlendiren, tezime emeği geçen başta tüm Danışman ve Jüri Hocalarıma, tecrübelerinden faydalandığım Dr. Yusuf SÖNMEZ ve Murat ÖZTÜRK'e, süreçte maddi manevi desteklerini esirgemeyen anneme, aileme - sevgili kızlarıma ve yeğenlerime sonsuz teşekkürler.

"Tek başına kalan bir insanın kapladığı o güçsüz yeri kaplamaya çalışıyorum. Varlığım bir toz bulutu, daha sert bir rüzgârda tozanlarına ayrışarak dağılıp gidecek bir toz bulutu. Benim kalıbımda bir boşluk bu. Sıcakın, şehrin ve çölün ortasında zamansızmış gibi duran bir boşluk."
(Murathan Mungan)

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	viii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. İSG'DE RD: YÖNTEM, YAKLAŞIM ve TEKNİKLER.....	13
2.1. Risk Modeli: Risk Değerlendirme İçin Bir "Karar Modeli".....	15
2.2. Risk Değerlendirmede Bütüncül Yaklaşım İçin AHP ve YSA'nın Birarada Kullanımı.....	18
2.3. Doğrusal Dönüşüm, Özdeğer ve Özvektör.....	20
2.4. Analitik Hiyerarşi Proses.....	21
2.4.1. AHP işleyiş süreçleri	24
2.5. Yapay Sinir Ağları	30
2.5.1. YSA'nın özellikleri ve bölümleri.....	34
2.6. YSA Öğrenme ve Aktivasyon Fonksiyonu	38
2.7. YSA Avantajları ve Model Yapısı.....	45
3. ARAŞTIRMA BULGULARI, KAVRAM ve UYGULAMA	51
3.1. Veri Elde Etme ve Veri Hazırlama.....	52
3.1.1. Kavramsal analiz, kriter ve parametreler.....	53
3.2. Analiz Örnekleri	60

	Sayfa
3.3. Kriter Öncelikleri ve Karşılaştırma Tabloları	66
3.3.1. AHP 'den sonra RS elde etme.....	70
3.3.2. AHP ve RS çıktılarının YSA için hazırlanması	71
3.3.3. YSA kullanılarak ağırlık değerlerinin yeniden elde edilmesi ve RS hesaplama.....	73
3.3.4. Model ile ilgili diğer hesaplamalar	74
3.4. Modelde Oluşan Ağırlıklar	75
3.5. Test Aşaması ve Test Analiz Örnekleri	78
3.6. Risk Skor Kategorizasyonu.....	81
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	83
KAYNAKLAR.....	89
EKLER	97
EK-1. KOSGEB KOBİ veritabanı kullanım izin belgesi	98
EK-2. Modelde kullanılan kriterlerin ikili karşılaştırmaları.....	99
EK-3. RS hesaplamaları için kullanılan yazılım kodları.....	112
EK-4. YSA'da kullanılan program kodları	114
EK-5. Karekök ortalama hesaplama metodu	116
ÖZGEÇMİŞ.....	117

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. İkili karşılaştırma matrisinin oluşumu	25
Çizelge 2.2. İkili karşılaştırma matrisi bileşenleri	25
Çizelge 2.3. Önem değer ve tanımları Saaty (1996)'den adapte edilmiştir	26
Çizelge 2.4. Rassallık İndeksi veya Göstergesi (RI veya RG).....	28
Çizelge 3.1. ExperChoice sonrası ağırlık değerleri.....	69
Çizelge 3.2. RS ile ilgili SPSS çıktılarına ait istatistiksel bilgiler.....	71
Çizelge 3.3. KVT'deki parametre değerleri için örnek veri tablosu.....	72
Çizelge 3.4. 4.000 adet test verisine ait oluşan istatistikler.....	73
Çizelge 3.5. YSA sonrası ağırlıklar ve Modeli oluşturan katsayılar.....	76
Çizelge 3.6. Test verilerinden elde edilen çıktı değerleri arasında rastgele seçilen verilerin karşılaştırılması.	80
Çizelge 3.7. YSA sonuçlarının sınıflandırılması	81
Çizelge 3.8. RS katagorizasyonu ile ortaya çıkan risk grupları.	82
Çizelge 4.1. Kategoriler ve orta dereceli riskli grubu	84

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Risk Yönetimi Temel Unsurları.....	6
Şekil 2.1. Risk Yönetimi	17
Şekil 2.2. İSG'yi etkileyen etmenleri	19
Şekil 2.3. AHP ile RS elde etme	20
Şekil 2.4. AHP temel yapısı	23
Şekil 2.5. AHP çözüm aşamaları.....	23
Şekil 2.6.Yapay nöron.....	31
Şekil 2.7. Bir Yapay Sinir (düğüm).....	32
Şekil 2.8. Dört katmanlı ve bir gizli tabakalı YSA'da öğrenme	36
Şekil 2.9. Danışmanlı öğrenmede hata değeri istenen değere ulaşmalıdır.....	37
Şekil 2.10. Nöronun Bilgi İşlemesi	38
Şekil 2.11. Tek çıkışlı iki-katmanlı geri yayılmalı YSA.....	40
Şekil 2.12. Yerel Minimum noktalar.....	43
Şekil 2.13. Çeşitli aktivasyon fonksiyonları.....	44
Şekil 2.14. Sigmoid (tanh) aktivasyon fonksiyonu	44
Şekil 2.15. YSA modelinin temel basamakları	49
Şekil 3.1. Türkiye deprem risk haritası	65
Şekil 3.2. AHP ve YSA birlikte kullanımı	67
Şekil 3.3. İkili karşılaştırma örneği	68
Şekil 3.4. YSA modelinin gösterimi	74
Şekil 3.5. Aktivasyon fonksiyonu ile 27 girişli YSA süreci	77
Şekil 3.6. Eğitim yapıldıktan sonraki (%) YSA hataları	78
Şekil 3.7. Gerçek çıkış ve YSA çıkışlarının karşılaştırılması	79

Şekil	Sayfa
Şekil 4.1. Sınıflandırılmış Risk Skor.....	85
Şekil 4.2. Modelde oluşturulan Risk Haritası	86

SİMGELER VE KISALTMALAR

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

Simgeler	Açıklamalar
db	Desibel
hz	Hertz
m²	Metrekare
w	Ağırlık, Normalize edilmiş Ağırlık vektörü
λ	Sigmoid fonksiyon parametresi
d_i	YSA çıktı değeri
O_i	Gerçek çıktı değeri
f	Transfer fonksiyonu
a_{ij}	A matrisinin i. satır, j. sütun elemanı
U	Hedef kümesi
X	Nesne kümesi

Kısaltmalar	Açıklamalar
AAP	Analitik Ağ Prosesi
AHP	Analitik Hiyerarşi Prosesi
AHP	Analytic Hierarchy Process
ANN	Artificial Neural Network
ANP	Analytic Network Process
EU, AB	European Union, Avrupa Birliği
KOBİ	Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletme
KOSGEB	Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme İdaresi
KVT	KOSGEB Veri Tabanı

Kısaltmalar**RD****RS****TOPSIS****TTK****US, ABD****YDTF****YSA****Açıklamalar**

Risk Değerlendirme

Risk Skor

Tech.for Order Preference by Similarity to Ideal Sol.

Türk Ticaret Kanunu

United States, Amerika Birleşik Devletleri

Yararlanıcı Durum Tespit Formu

Yapay Sinir Ağları

1. GİRİŞ

Ülkeler ve ülkeleri oluşturan küçük birimler küreselleşme ile birlikte artan rekabet koşullarında, büyüme ve sürdürülebilirlik için, ulusal ve uluslararası boyutta gerekli uyum çalışmalarını hayata geçirmek zorundadır. Öylesi bir ortamda, ülkemiz; İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) konularının küresel çalışma hayatı sisteminin bir parçası olarak yapılandırılması ve ulusal ve uluslararası işbirliği olanaklarının artırılmasında büyük önemi vardır.

Uluslararası çalışma örgütü (ILO) ile Dünya sağlık örgütünün (WHO) İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği ile ilgili olarak şu tanımlamaları yapmıştır: Bütün iş kollarında işçilerin fiziksel, ruhsal ve sosyoekonomik bakımdan sağlığını en üst düzeye çıkarmak ve bunun devamını sağlayarak çalışma şartları ve kullanılan zararlı maddeler nedeni ile işçi sağlığının bozulmasını engellemektir. Her işçi kendi fiziksel ve ruhsal yapısına uygun bir işte çalıştırılmalı, yani iş ve işçi uyumu karşılık ve her iki yönde de sağlanmalıdır.

Problem Durumu / Konunun Tanımı

İş Sağlığı ve Güvenliği genel olarak iş dünyasına katkılarının yanında ülkeye, topluma, firmaya ve çalışanlarına direkt olumlu etkisi bulunmaktadır. ILO'nun tespitlerine göre dünyada her beş dakikada bir işçi iş kazası veya meslek hastalığından ölmektedir. Yine aynı kaynağa göre her yıl dünyada ortalama 110 milyon işçi iş kazası geçirmekte veya meslek hastalığına yakalanmaktadır. Bunlardan 180 bini yaşamını yitirmektedir. "İş Sağlığı ve Güvenliği" henüz bir tehlike yokken olasılıkları göz önünde bulundurma ve bunların oluşturabileceği riskleri öngörerek proaktif bir tavır sergilemektir.

WHO iş kazasını öncesi planlanmamış, çoğu zaman yaralanmalara, makina - teçhizatın zarara uğramasına veya üretimin bir süre durmasına yol açan olay olarak tanımlamaktadır. ILO ise iş kazasını "belirli bir zarar veya yaralanmaya yol Açan, önceden planlanmamış beklenmedik bir olay" şeklinde tanımlamıştır. İSG süreçlerinin en temel karakteristiği haline gelen önemli ve hızlı gelişmeler aynı zamanda şirketlerin bu süreçlere uyum kabiliyetleri piyasa ve rekabet gücü açısından daha fazla ön plana çıkmaktadır.

Araştırmanın Amacı

İSG Risk Değerlendirmesinin amacı; çalışma ortamının iyileştirilmesi ve iş kazaları ve meslek hastalıklarından çalışanları korumaktır. Bundan önceki mevzuatında etkisiyle konu işçi merkezli bir yaklaşımla ele alınsa da birbirlerini tamamlayan unsurlar olarak çalışan, işletme ve üretim verimliliği İSG'nin temel konularındandır. İş ile ilgili kayıpları en aza indirmek amacıyla, işletmenin sürdürülebilir bir verimlilik anlayışı "İş Güvenliği" terimi içinde toplanmaktadır. İnsan merkezli bir yapı işletmenin fonksiyonlarından çok insan hayatını ilgilendiren konuları ön plana çıkartması yanında İSG, işletmeyi bir bütün olarak ele alarak tüm fonksiyonlarının ve çalışanlarının her türlü kayıplarının en aza indirilmesini hedeflemektedir.

Bu araştırma genel olarak pozitivist bilim yaklaşımını izlemektedir. Bu yaklaşımın temel özelliği, insan ve çevre davranışlarının keskin ampirik gözlemlerini ile tümden gelimsel mantıkla birleştirerek, insan ve çevre aktivitelerinin genel örüntüsünü ve bu örüntülerde yer alan olası nedensellikleri keşfetmektir [67]. Araştırmada, pozitivist bilim yaklaşımı ışığında iş hayatında KOBİ'lerin İSG - RD ve ilgili konulardaki etkileşiminin genel bir örüntüsünün ortaya çıkarılmasına küçük bir örnek amaçlanmaktadır.

Hedef kitlesine göre düşünüldüğünde araştırma uygulamalı bir betimsel ve açıklayıcı araştırma özelliği taşımaktadır. Betimsel araştırmalarda tek değişkenli ve çok değişkenli örneklem özelliklerinin derinlemesine betimlemesi yapılır. Ek olarak, var olduğu varsayılan ve hakkında az bilinen istatistiksel ilişkilerin de ortaya çıkarılması ile açıklayıcı hipotezlerin üretilmesi bu tür araştırmaların belirleyici özelliklerindedir.

Araştırmanın genel veri toplama tekniği korelasyonel model araştırmasıdır. Korelasyonel model araştırmaları değişkenler arasındaki ilişkilerin betimlenmesi, açıklanması ve açıklanması üzerinde vurgu yapar. Bu tür araştırmalarda, betimleme, açıklama ya da açıklama süreçleri beraberce kullanılacağı gibi, sadece birisi de kullanılabilir [77].

Bir model araştırması olarak bu araştırma da daha çok betimleme ve açıklama amacı bulunmaktadır. Model araştırmalarının başka bir özelliği, olabildiğince çok sayıda değişken için veri toplanarak istatistiksel kontrol yolu ile alternatif açıklamaları elemeye çalışmaktır [1]. Ancak uygulamalı araştırmalarda akademik kuramsal ilgilere daha çok

destekleyicinin (KOSGEB - KVT - KOBİ) öncelikleri öncelikli olduğundan, akademik ilgilerle uygulama önceliklerinin bağdaştırılması gerekmektedir. Uygulamalı araştırmalarda, bulgular, destekleyici tarafından araşsal kullanılmaktadır. Bu tür araştırmalarda, bulguların destekleyici tarafından nasıl kullanılacağı, araştırmayı yürütenlerin üzerinde olan bir konudur ve yürütücüler bu konuda sorumluluk sahibi değildir.

Araştırmanın evrenini KOSGEB ' KVT'de bulunan firmaların tümünü oluşturmaktadır. KVT'de geçen her bir başlık çalışma hayatına ait her konu sınıflandırılmış ve bütün çevreler araştırma evreninde dâhil edilmiştir. Araştırmanın örnekleme bulunmamakla beraber, KVT'de bulunan ve İSG-RD'ye doğrudan etkisi olan başlıklar ele alınmıştır. Ayrıca hesaplama zorlukları ve veri setini işletebilecek süper performanslı hesaplayıcı gereksinimi de göz önünde bulundurularak modelde kullanılacak kriter sayısı azaltılmıştır. Model araştırmasının bütün evrene uygulanması ile tam sayım yapılması planlanmıştır. Ancak, araştırma bazı verilerin standartlar dışında olduğu gerekçesiyle çıkartılmıştır (eleme-eliminasyon). Evren unsurlarının hemen hemen yüzde sekseni araştırmaya katılmıştır. KVT'deki firma isimleri KOSGEB'de mahfuz olmak üzere idare tarafından veri setinde numaralandırılarak tarafıma teslim edilmiştir. Bunun sebebi etik ilkelerden olan anonimlik ve gizliliğin korunmasıdır. Soru formları KOBİ'lerin tümüne ulaştırılmış ve belli bir süre içinde tamamlanarak anonimlik ve gizlilikle, olağan bir şekilde, araştırmalarda uyulması gereken etik ilkelerin gereği idarece yürütülmüştür.

Araştırmada tam sayım yapılması hedeflendiğinden, çıkarımsal istatistiklerin kullanılması planlanmamıştır. Evrenin araştırmaya katılan kısmı göz önünde bulundurulduğunda, çıkarımsal istatistik testlerinin yapılması düşünülebilir, ancak rastlantısal örneklem seçilmediği için çıkarımsal istatistiklerin kullanılması en iyi durumda yanlış sonuçların ortaya çıkmasına neden olacaktır. Araştırmaya katılmayan KOBİ bilgilerinin veri setine katmama sebebinin sistematik mi yoksa geliş güzel mi olduğu bilinmediğinden, rastlantısal süreçlerin işlediği varsayımını yapmak yanlıştır. Bu yüzden evrenin betimsel özellikleri ile ilgili bulguların sunulması genel strateji olarak benimsenmiştir.

Araştırmanın Önemi

İnsanoğlu yapmakta olduğu işlerde sürekli bir kayıp içerisindedir. Hareket ederken enerji tüketir, alet kullanırken hem vücudu üstelik de kullandığı iş alet ve edevatı aşındırır,

ilişkilerini sürekli zedeler. İşin devamı ve ilerlemesi bu ve benzeri konularda aşındırıldığı, yıpratıldığı, yok ettiği şeylerin yerine konması ve yapıcı unsurlara verdiği önemle doğru orantılıdır. İş hayatını bir bütün olarak değerlendirip tehdit eden her unsurun hedefe ulaşmada kat ettiği yolda bir yara açacağı hesap edilmelidir. Bu yaraların oluşturduğu tehdit ve riskler uzun vadede iş dünyasını olumsuz yönde etkilememesi için en başta gerekli tedbirlerin alınması elzemdir. Bu önlemlerin alınmaması hedefe ulaşmayı engelleyip başarısızlığı getireceği gibi alınması gereken tedbirlerin de inkâr edilmesine cesaret verebilir. Küçük bir önlem ile büyük işlerin olumsuz etkilerini ortadan kaldırma olanağını kullanmama sonucunda felaketler tamiri mümkün olmayan topyekûn batışa (ruin) yol açabilir. Bu durum kurulu düzene şikâyet ve isyanı da beraberinde getirecektir. Bu ve benzeri konularda oluşturulacak bir modelle olası durumlar test edilerek sonuçlarına yönelik tedbirlerin alınması gerekir.

İş dünyası ve iş hayatı çeşitli riskler ve bu risklerin meydana gelmesi halinde oluşan kayıplarla devam etmek zorundadır. Riskleri ile ilgili konularda gerekli tedbirler alınır, hastalıklar ortadan kaldırılırsa; yapılan işler olgunlaşır, devamlılık sağlanır, ilerleme kaydedilir, sonuç alınır, gelişme olur ve hedefe ulaşılır. Bunlar yapılmaz iş hayatı karşılaştığı arızalarla devam eder hasta yatağından kalkmaya çalışmazsa; sağlıklı ve güvenli bir ortamdan çok, yok oluşa (ruin) daha yakın bir durum oluşur.

"Felaket zamanı uzundur" sözü insanların kabul ettiği şekliyle yaşama süresinin uzunluğunu değil sonuçları ve verdiği zarar itibariyle ele alınmalıdır. Uzun uğraş ve çabalar sonucunda elde edilenler, üç beş dakikalık bir ihmal veya doğal felaketler neticesinde yerle bir olması ve birçok zarara neden olması; elde edilen tecrübe açısından değerlendirilmelidir. Bu durumda kazanılan tecrübe çok uzun seneler sonucu kazanılan tecrübeye eşit olabilir.

Her bir felaketin acı tarafı yaşandığından hafızalarımızda olayın izi kendisi kadar kötü değildir. Bu anılarla barışık olmalı ve gelecek için ders çıkarmalıdır. Risklere karşı tedbirli davranmanın en temel gerekçesi budur. Gelecekte oluşabilecek tehlikelerin olumsuz etkileri ile sıkıntı çekmek yerine gerekli önlemler için çaba sarf etmek daha akılcı bir yoldur. Geçmiş günlerin üzüntü ve acı sonuçlarını hatırlamaktansa; geleceğe dönük yaşayarak bunlardan ders çıkartıp daha büyük felaketlerin önüne geçerek iş hayatında ilerleme kaydedilmelidir. İş hayatını asil zedeleyecek konuların başında ülkelerdeki istikrar ortamı, barışın ve huzurun ortadan kalkmasıdır. Bunun dışındaki İş Sağlığı ve Güvenliğini tehdit eden tüm konular ufak

tefek arızalar olarak düşünölmeli ve süreçlerin daha iyi işlemesine yönelik birer fırsat olarak değeriendirilmelidir. Bu algı büyük kayıpların önüne geçmek için önemli bir yaklaşımdır. Elini sobaya süren bir kimsenin sinir hücrelerinin kendisini uyarması sonucunda bundan sonra elini soba gibi sıcak cisimlere direkt olarak vurmaması büyük bir felaketi önleyen şükürlük bir durumdur.

Sinir sisteminin felçli olması halinde elinin yandığını fark edemeyen kişi belki de elini kaybedecek ve bu olaydan ders alamadığı için ise diğeri uzuvları da zarar görebilecektir. Burada kimse eli yandığı ve yara oluştuğı için sinir sistemimize bir suç atfedemez. Eldeki sınırlar sayesinde kurtulan insan iş hayatında da benzer kontrol ve uyarı mekanizmaları geliştirmek zorundadır. Süreçlerin ve yapılan işlerin daha düzgün ve verimli sürdürölmesi için kontrol ve önleme mekanizmalarının dikkatlice kurulması, bu mekanizmaların sürekli geliştirilerek her zaman iyi işler halde bulunması iş hayatının Sağığı ve Güvenliğı açısından son derece önemlidir. Felaketler büyük göröldükçe büyür, küçük göröldükçe küçölür. Bu nedenle motivasyon unsuru, "iş güdü", çok önemlidir. Bu tür konulara yaklaşım bilimsel olmalı ve olayları büyüterek değil, gerekli önlemlerin zamanında alınması yoluyla küçölterek yaklaşılmalıdır.

Süreçlerin işleyişinde aynı anda felaket ve iyilik hali bir arada bulunamaz. Bu kuraldan hareketle düzenin devamı için her zaman felaketlerin sistemden uzak durması ve durdurulmaya çalışılması, sürekli yenileştirme ve iyileştirme faaliyetleri içinde bulunulması gerekir. Aynı şekilde bir bahçedeki evcil hayvanları korumak için onları tel örgü içinde hapsedilmesi buradaki canlıların özgürlüklerini kısıtlamak değildir. Yapılan için evcil hayvanları doğa ve doğadaki tehlikelere karşı bir güvence altına alma, emniyetlerini sağlama ve sağlıklı bir yaşam sürmeleri için tüm tedbirleri almayı hedeflemektedir. Bunların yapılmaması burada yaşayan canlıların yaşamlarına mal olacak bir durumdur.

Kurumsal risk yönetimi uygulamalarının şirketler ve ülke açısından önemli yararları bulunmaktadır. Konuya bu açıdan bakıldığında, yüksek rekabet gücüne sahip olma, kurumsal risk yönetiminin kaliteyi artırması; düşük sermaye maliyeti, finansman imkânları ve çalışma hayatının büyümesi, krizlerin daha kolay atılması ve iyi yönetilen şirketlerin İş Sağığı ve Güvenliğı süreçlerinden faydalanmaya devam etmesi anlamına gelmektedir. Konuya ülke açısından baktığımızda ise; ülkenin imajının yükselmesi, sermaye kaçışının önlenmesi, dahası yabancı sermaye yatırımlarının artması, İş Sağığı ve Güvenliğı

uygulamalarının olumlu sonuçları ile ekonomik büyüme, sürdürülebilirlik, rekabet gücünün artması, krizlerin daha az zararlarla atılması, kaynakların daha etkin bir şekilde kullanımı ve refahın sağlanması anlamına gelmektedir. Burada yüksek rekabet gücü her açıdan ön planda çıkmaktadır. *Risk yönetimi uygulamalarının kurumlar ve ülke açısından önemli yararları bulunmaktadır.* İş Sağlığı ve Güvenliği sürecinin niteliğine göre risk yönetimi farklılaşsa da; kurumsal risk yönetiminin temel unsurları Şekil 1.1 görüldüğü üzere; "eşitlik", "şeffaflık", "hesap verebilirlik" ve "sorumluluk" tur. Risk yönetimi ile pay ve menfaat sahiplerine eşit davranarak olası çıkar çatışmalarının önüne geçilmesini ifade eder. Ticari sır niteliğindeki ve henüz kamuya açıklanmamış bilgiler hariç olmak üzere, şirket ile ilgili bilgilerin, zamanında, doğru, eksiksiz, anlaşılabilir, yorumlanabilir, düşük maliyetle kolay erişilebilir bir şekilde kamuya duyurulması doğru bir yaklaşımdır. Yönetiminin dolayısıyla risk yönetiminin menfaat sahiplerine karşı olan hesap verme zorunluluğunu ve tüm faaliyetlerinin mevzuata, ana sözleşmeye ve şirket içi düzenlemelere uygunluğunu ve bunun denetlenmesi yukarıda sözü edilen unsurların gereğidir.



Şekil 1.1 Risk Yönetiminde Temel Unsurları

Risk yönetimi uygulamalarının şirketler ve ülke açısından önemli yararları bulunmaktadır. Rekabet gücü, kalite, verimlilik, sermaye, finans, kriz yönetimi, imaj gibi konuların yanında; sermaye kaçışını önleme ve yabancı sermaye çekme, refahın ve sürdürülebilirlik gibi birçok faydası mevcuttur. Risk yönetiminin temel unsurları; eşitlik, şeffaflık, hesap verebilirlik ve sorumluluktur. Risk yönetiminin paydaşlara eşit olması ve olası çıkar çatışmalarının önüne geçilmesi; sır niteliğindeki bilgiler hariç olmak üzere, kurum ile ilgili bilgilerin, zamanında, doğru, eksiksiz, anlaşılabilir, yorumlanabilir, düşük maliyetle kolay erişilebilir bir şekilde şeffaf olma; yönetiminin paydaşlara hesap verme zorunluluğunu ve son olarak tüm faaliyetlerinin mevzuata, esas sözleşmeye ve şirket içi düzenlemelere uygunluğunu ve bundan sorumlu tutulmayı ifade eder.

Menfaat sahibi, işletmelerin faaliyetlerinde herhangi bir ilgisi olan kişi, kurum, kuruluş veya çıkar grubudur. Ortaklar, çalışanlar, alacaklılar, müşteriler, tedarikçiler, sendikalar, çeşitli sivil toplum kuruluşları, devleti ve hatta şirkete yatırım yapmayı düşünebilecek potansiyel tasarruf sahipleri de bu grup içindedir. Kurum ve kuruluşların yapısı içinde pay sahibi sermayedar olarak ekonomik anlamda şirket mal varlığının mülkiyetine sahiptir. Bunun bir sonucu olarak mal varlıksal hakları olduğu kadar, mal varlıksal haklarının kullanımını sağlamak bakımından yönetsel hakları da bulunmaktadır. Ülkemiz açısından konuya bakıldığında, ortakların haklarını kullanmakta etkin olamadıkları, şirket yönetimi ile yeterli düzeyde iletişim ve etkileşim içinde bulunamadıkları, ortakların hakları ile ilgili düzenlemelerde çeşitli eksiklikler olduğu hususunda da giriş birliği bulunmaktadır. Şirket, menfaat sahipleri ile işbirliği içerisinde olmanın uzun dönemde kendi menfaatine olacağını dikkate alarak, menfaat sahiplerinin mevzuat, karşılıklı anlaşma ve sözleşmelerle elde ettikleri haklarına saygı duymalı ve bu hakları korumalıdır. Bu hakların korunması esnasında, şirket ile menfaat sahipleri ve menfaat sahiplerinin kendi arasında oluşabilecek çıkar çatışmalarının en aza indirilebilmesini temin, dengeli yaklaşımlar içerisinde olmalı ve bu haklar, birbirinden bağımsız olarak değerlendirilmelidir. Ülkemiz mevzuatında olduğu gibi, çeşitli ülkelerde de menfaat sahiplerinin haklarının genellikle Ticaret Kanunu, Borçlar Kanunu, İcra-İflas Kanunu, İş Kanunu gibi düzenlemelerle korunduğu açıktır.

Risk yönetimi, ortakların kendisine vermiş olduğu yetki doğrultusunda, mevzuat, ana sözleşme, şirket içi düzenlemeler ve politikalar çerçevesinde yetki ve sorumluluklarını kullanır. Risk yönetimi bir şirketin risk ile ilgili stratejik karar alma ve yürütme (yönetim) organıdır. Kararlarını alırken ve bunları uygularken, şirketin her türlü değerinin mümkün olan en üst seviyeye çıkarılmasını, menfaat sahiplerinin uzun vadeli ve sürekli bir fayda sağlamasını temin ederek; her türlü çıkar çatışmasından ve etkiden uzak, karar alma, yürütme ve temsil görevlerini bağımsız bir şekilde yerine getirir. Risk yönetimi ve yöneticiler, şirketin misyonu ve vizyonu çerçevesinde şirketin belirlemiş olduğu hedeflere ulaşmasında esas sorumludur. Bu itibarla, risk yönetimi ve yöneticiler şeffaf bir şekilde performans Değerlendirmesine tabi tutulmalıdır.

Varsayımlar/Sayıtlar

KOSGEB KVT tespit - soru formunun birincil analize yönelik kısmını, soyut kavramlar ya da kurgular ve bu kurguların değişik yönlerini yansıttığı düşünülen göstergeler

oluşturmuştur. Soyut kurgular, var olduğu varsayılan ancak doğrudan gözlenemeyen, ancak göstergeleri aracılığı ile dolaylı olarak gözlenen değişkenler olarak tanımlanabilir. Genellikle pozitif bilimlerde soyut kurgular aynı zamanda karmaşıktır. Bu nedenle kurguların değişik yönlerine değinen göstergelerin geliştirilmesi önem kazanmaktadır. Ayrıca, soyut kurguların analizi sırasında hata yapılabilmesi olasılığı ve bu hataların minimize edilmesi için çoklu göstergelerin kullanılmasını gerektirmektedir. Araştırmada kurgu geçerliliğinin sağlanmasına özellikle dikkat edilmiştir. Bu ölçütü sağlamak pozitif bilimlerde kavramların karmaşık olmasından dolayı oldukça zor olmakla beraber, bazı teknik prosedürler yolu ile en azından göstergeler arasında tutarlılık sağlanmaya çalışılmıştır. Kurgu geçerliliğinin sağlanabilmesi için tek boyutluluk testleri uzman yardımıyla yapılmış ve tek boyutlu yapıyı kuramsal ve ampirik olarak bozan gösterge değişkenleri, kurgularla ilgili analizlerden çıkarılmıştır. Analizden bazı veri satırlarının çıkartılmasının en büyük nedeni de bu konu olmuştur. Analiz aracının ikinci kısmı modelde kullanılan 27 adet kurgu temelinde organize edilmiş ölçeklerden oluşmuştur. Analizlerde her bir kurguya özel bir kod verilmiş ve kurgu göstergeleri kurgu koduna ek olarak ölçek içindeki sırasına göre numara verilerek kodlanmıştır. Çizelge 3.5.'de kurgular, kurgu göstergeleri ile ilgili kodlamalar ve indeks hesaplamalarında kullanılan kurgu geçerliliğini sağladığı düşünülen göstergeler sunulmuştur. Bu göstergelerin çıkarılmasında yararlanılan anket formu (YDTF) [113] ölçme aracı olarak da kullanılmıştır.

Verinin değişken merkezli betimlenmesi için, araştırma amacına uygun olarak tek değişkenli sıklık dağılımları, çapraz tablolama süreci sonucunda oluşturulan olumsuzluk tabloları (contingency tables), aritmetik ortalamalar, gibi özet betimsel istatistikler yanında, öz-değer, öz-vektör, lineer dönüşüm gibi cebirsel teknikler de çoğunlukla kullanılmıştır. Bunların yanı sıra faktör analizi gibi çok değişkenli teknikler gösterge ağırlıklarının hesaplanmasında uygulanmıştır. Yukarıda belirtildiği gibi, ikili karşılaştırma indeks hesaplamaları için hiyerarşik kümeleme kullanılmıştır. Hiyerarşik kümeleme, faktör skoru hesaplamakta kullanılmış olup, komposit değişkenlerin çoklu göstergeler aracılığı ile ölçülmesine olanak tanımaktadır [78]. İlk defa Jöreskog (1971) [39] tarafından önerilen bu modelin analiz ölçüm ve güvenilirliğin maksimize edilmesi bakımlarından çok fazla kullanımı bulunmaktadır.

Özellikle YSA aşamasında kaba ağırlıklar, 0-1 arasında orantısal yeniden ölçeklendirilerek her bir gösterge kendi ağırlığı ile çarpılır ve her göstergenin bu çarpım sonucunda elde edilen skorları toplanarak faktör skoru elde edilir. Alışıl gelmiş faktör skoru hesaplamalarında faktör skorları ortalaması 0 standart sapması 1 olacak şekilde standardize edilirken,

hiyerarşik kümeleme prosedüründe, göstergelerim orijinal metriği faktör değişkeni için korunmaktadır. Analizler için geliştirilen SPSS macro programında ve YSA'da faktör çıkartım yöntemi için geliştirilen programda asal eksen (RS) çıkartımı uygulanmıştır.

Analizlerde çok değişkenli çapraz tabloların oluşturulması ile ağırlıkların oluşturulmasında ExpertChoice [21] ve IBM SPSS 22 istatistik paket programı [35], gizli profil analizlerinin yapılmasında ise, çalışmaya özel paket program olmadığından YSA için C++'da hazırlanmış makro kodlar ile gizli değişken modelleme programı kullanılmıştır. SPSS macro program kodları ve sentaks (syntax) komutları ile diğer yazılan programlar bu dokümanın ekinde (Ek A) verilmiştir.

Sınırlılıklar

Bir işletme faaliyetlerinin güvenli ve sağlıklı yürümesi; risk değerlendirme metodu, karar alma-verme süreçleri ve bunlarla ilgili ortaya konulacak modelle çok yakından ilintilidir. Risk Değerlendirme süreci çok kapsamlı ve birçok parametrenin bir arada değerlendirilebileceği nitelikte olmalıdır. Sadece maliyet, kalite, güvenlik, sağlık vb. temel kriterlerin kullanılması yeterli değildir. Uygun Risk Değerlendirme ayrıntılı biçimde tespit edilmiş konulara ait birçok kriterin değerlendirilmesi ile nitel ve nicel anlamda kapsayıcı bir yapıyı gerekli kılmaktadır. Ancak bu çalışmada zaman, teknik, malzeme, donanım vb. kaynakların kıtlığından kriterlerin küçük bir kısmını değerlendirmeye alarak örnek bir model tasarlandı.

Risk Değerlendirme karar modeli kurulması esnasında her kriterle ilgili uzmanların veya teknik personelin (karar grubu) fikirlerine ihtiyaç vardır. Ancak kriterlerde, riskler ve Risk Değerlendirmeyi etkileyen şartlarda meydana gelen her değişiklikte, uzman kişileri toplama gücü her zaman karşılaşılabilen bir durumdur ve bu durum karar verme aşamasında problemlere neden olmaktadır. Bu tür durumların meydana getireceği karar verme zorluğunu ortadan kaldırmak amacıyla, Risk Değerlendirme metodu seçiminde uzman kişilerin görüşlerini yansıtan verileri, YSA modellerinde kullanılmış ve modeller eğitilmiştir. Bu sayede her karar değişikliğinde veya yeni bir olay oluştuğunda, uzmanlara danışma zorunluluğuna gerek kalmadan sonuç alınabilecektir.

Karar verme ve problem çözme teknikleri belirsizliğin temel karakteristikleri arasındadır ve karar verme-alma modelleri de karar vericilerin belirsizliğe karşı bakış açısına göre değişir. Nitel olaylarla ilgili hesap yapabilme zorluğu, problemdeki ikili karşılaştırma değerlerinin bir belirsizlik derecesiyle ifade edilmesi ile çözülür. Asıl amaç; kısa dönemli amaçları bir araya getirerek gerekli aşamalardan sonra ana hedef için uzun dönemli sonuçlara ulaşmaktır. Amacı önceliklendirme alt hedeflerin kendi aralarında ağırlıklandırma, bunları karşılaştırma, puanlama, seçme, sıralama yapma kullanılan araçlardandır.

İSG RD konusunun tüm parametreleri, tüm girdi-çıktıları ve bunların ölçme tekniklerinin ortaya konması kısıtlı zaman, personel ve donanımsal gerçeklerden dolayı olası değildir. KOSGEB KVT verilerinden iş ve iş yeri ile ilgili bilgilerin modelde uygulanması da aynı sebeplerle mümkün olmamıştır. Bunun için her şeyden önce kurum ve kuruluşlarca oluşturulmuş veri bankaları amaçlarına uygun yapılandırılmış olması gerekmektedir. Ayrıca konu ile ilgili yapılan denetimler bu kriterlerle yapılmamakta ve sonuçları değerlendirilmemektedir.

Tanımlar

Aktivasyon: Aktivasyon bir nöronun değişim durumudur. Nöronların girdi değerlerine yönelik reaksiyonları aktivasyon durumuna bağlıdır. Aktivasyon durumu bir nöronun aktivasyon etkisini gösterir ve kısaca aktivasyon olarak adlandırılır. Aktivasyon fonksiyonunun biçimsel tanımı şu şekildedir. Aktivasyon durumu/genel olarak aktivasyon: j bir nöron olsun, j nöronuna atanan aktivasyon durumu, a_j , aktivasyon fonksiyonu ile oluşmuştur. Nöronlar ağ girişi, eşik değerini aşarsa aktif olurlar. Bir nöronun aktivasyon fonksiyonu, eşik değeri civarında hassas tepki verir.

Aktivasyon fonksiyonu: j bir nöron olsun, Aktivasyon fonksiyonu eşitlik $a_j(t) = f_{act}net_j(t), a_j(t - 1), (\theta)_j$ şekilde tanımlanır.

Eşik değer (Bias - threshold): Bir sürecin doğasındaki, belli bir neticenin oluşması lehine olan eğilime eşik değer denir. Yapay sinir ağlarında bilimsel gözlemlerdeki sistemik hata ile paralellik arzeder. Nöronlar aktif olmak için bir eşik değerine (threshold - bias) sahiptir. Dizgisel hata olarak da isimlendirebileceğimiz eşik değer araştırılan bir özelliğin gerçek

değeri ile saptanan değeri arasında oluşan ve yöntemsel hataların birikiminden kaynaklanan farktır. İstemsiz oluşur, dolaylı veya doğrudan ortaya çıkar ve temelde araştırmanın yöntemibilimine bağlıdır. Bağımlı değişken (veya değişkenlerin) bağımsız değişkenler (parametreler-kriterler) tarafından açıklanamayan varyansına (kendi kendine kovaryansına) eşik değer (bias), kesişim nodüllerine (intersept) denilmektedir.

Çıktı fonksiyonu: j bir nöron olsun. Çıktı fonksiyonu $f_{out}(a_j) = o_j$, j nöronuna ait aktivasyon durumu a_j çıktı değere θ_j tanımlar. Genel olarak, çıktı fonksiyonu global olarak tanımlanır ve genelde aktivasyon durumu a_j ile aynı çıktıyı verir: $f_{out}(a_j) = a_j \Rightarrow o_j = a_j$. Aksi belirtilmedikçe çıktı fonksiyonu nöronun aktivasyon değeri ile aynı değere sahiptir.

Eşik değeri: Eşik değeri aktivasyon fonksiyonunun tanımına dahil olsa da genel tanımı şöyledir: Genel anlamı ile eşik değeri için kullanılan tanım için; j bir nöron olsun. Eşik (threshold) değer, θ_j , sadece ve sadece j 'ye atanan ve aktivasyon fonksiyonunun maksimum eğilim pozisyonunu belirler. Aktivasyon fonksiyonu ağ girişi ve eşik değerine bağlı olarak nöronun aktivasyonunu belirler. a_j , j nöronunun aktivasyonu; aktivasyon durumu ve nörona etki eden verilere bağlıdır.

Genel öğrenme kuralı: Öğrenme stratejisi ağı belirli bir giriş için istenen çıktıyı üretmek üzere yapay sinir ağını değiştirmek ve eğitmek için kullanılan bir algoritmadır.

Katman: Ağırlıklandırılmış şekilde birbirlerine bağlanmış birçok işlem biriminden (nöronlar) oluşan matematiksel sistemlerin bütününe katman denmektedir. Bir ağ içinde birbirlerine bağlı yapıları ifade eder. Bu yapıların tamamı da sinir ağlarını oluşturmaktadır.

Kriter: Oluşturulan ağ veya küme içindeki her bir parametre.

İş dünyasında İSG: Güvenli ve sağlıklı çalışma ortamını oluşturmak için alınması gereken tedbirler dizisine "İş Sağlığı ve Güvenliği" denir. Bir işin icrasında fiziki, çevresel, personel açısından maruz kalınan tüm risklerin ortadan kaldırılması veya azaltılması ile ilgilenen bilim dalıdır.

Yapay Sinir Ağları: YSA; $\{N, V, w\}$ şeklinde üçlü ile gösterilir. N nöronlar, V bağlantılar kümesini ve w fonksiyonu nöronlar arasındaki ağırlık olarak tanımlanmıştır. V kümesi $\{(i, j) \mid i, j \in N\}$ 'nin elemanları i ve j nöronları arasındaki bağlantıdır (connection). $w(i, j) : w : v \rightarrow \mathcal{R}$ fonksiyonu, kısaca $w_{\{i,j\}}$, i ve j nöronları arasındaki bağlantının ağırlığıdır. Bu ağırlık bağlantı yoksa tanımsız veya 0 (sıfır) olarak da gösterilebilir. Ağırlıklar ya kare ağırlık matrisi W ile ya da ağırlık vektörü (weight vector) W ile gösterilir. Burada satır numarası bağlantının nerede başladığını, sütun numarası ise nerede bittiğini (hedef-target) göstermektedir. Bu durumda 0 bağlantının olmadığını gösterir. Bu matrisin diğer ismi ise Hinton şemasıdır (Hinton diagram). Nöronlar arasında bilgi aktarımı ağırlıklı bağlantılar sayesinde oluşmaktadır.

Yayılm fonksiyonları ve ağ girdisi: Nöronlar kümesini $I = \{i_1, i_2, \dots, i_n\}$, $\forall z \in \{1, 2, \dots, n\} \mid \exists w_{\{i,z\}}$ gösterebiliriz. Bu durumda j 'ye ait ağ girdileri, net_j , yayılım fonksiyonu (propagation function) $f_{\{prop\}}$ şu şekildedir: $net_j = f_{\{prop\}}(o_{\{i_1\}}, \dots, o_{\{i_n\}}, w_{\{i_1j\}}, \dots, w_{\{i_nj\}})$. Burada ağırlıklı toplama her nöron i 'nin çıktısı ile $w_{\{ij\}}$ çarpılarak sonuçları toplama: $net_j = \sum_{i \in I} (o_i \cdot w_{\{ij\}})$ şeklinde olur.

YSA'da zaman kavramı: YSA'da zaman belirli aşamalarla tanımlanır: (t) şu anı, bir sonraki adımı $(t + 1)$ \$, (t) 'nin bir öncesini ise $(t-1)$ tanımlar. Diğer tüm adımlar benzer şekilde tanımlanır ve değişkenler için de aynı şekilde kullanılır. Örneğin a_j 'nin belirli zamanlardaki değerleri için gösterim $a_j(t - 1)$ veya $a_j(t)$ 'dir [43].

2. İSG'DE RİSK DEĞERLENDİRME: YÖNTEM, YAKLAŞIM VE TEKNİKLER

Bu bölümde araştırmanın üzerine oturduğu yöntem bilimsel yaklaşım ve örneklem seçimi, araştırmada kullanılan istatistiksel ve bilimsel teknikler, analiz araçları hakkında bilgiler yer almaktadır. Araştırma uygulamalı araştırma türünde olduğundan, destekleyicinin (sponsorun - KOSGEB KVT - KOBİ) öncelikleri ve istekleri ön planda tutulmuştur. KOBİ'lerin RD ve ilişkili diğer konular üzerinde veri toplamak ve analiz yapmak için bir soru formu (questionnaire) idarece geliştirilmiştir. Soru formu ölçme araçları çoğunlukla yapılandırılmış kapalı uçlu sorulardan oluşmakta ve formlar katılımcının kendisi tarafından doldurulmaktadır [69]. Araştırmanın amacına göre, idare tarafından uygulanan yapılandırılmış görüşme planı (structured interview schedule) ya da katılımcının kendisinin doldurduğu görüşme formunun ölçme aracı olarak kullanılması değişebilmektedir. Her iki alternatifin de kendine göre avantaj ve dezavantajları bulunabilir. Bu araştırmanın amacına uygun düşüğü düşünülerek ölçme aracı olarak idare tarafından geliştirilen görüşme formu seçilmiştir.

Soru formunda ele alınanlar üç kısımda toplanmıştır. Birinci kısımda, 'Genel Performans' kümesi, KOBİ'lerin Yönetim unsurları, kullandığı Teknoloji ve Finansal durumları gibi başlıkların değerlendirildiği değişkenlere yer verilmiştir. İkinci kısımda, 'Süreçler, Verimlilik ve Güvenlik' kümesi, çoklu göstergeli kurgu ya da kavramlar temelinde geliştirilmiş ölçekler yer almaktadır. Üçüncü kısımda ise, 'Tehlike Kaynakları', KOBİ'lerin üretim ve kullandıkları kaynaklara yönelik olumlu ve olumsuz özellikleri ile istenilen yapısal olanaklarla ilgili bölümü oluşturmaktadır.

Amacın belirlenmesi ve incelikli hedeflerin belirlenerek tek bir amaç haline getirmek için çeşitli teknikler kullanılmaktadır. Bir gerçel fonksiyonu minimize ya da maksimize etmek amacı ile gerçek ya da tamsayı değerlerini tanımlı bir aralıkta seçip fonksiyona yerleştirerek sistematik olarak bir problemi incelemek ya da çözmek için kullanılan;

Optimizasyon; hedef programlama, doğrusal programlama, dinamik programlama gibi birçok alt dallarla çalışır. Determinist algoritmalar geliştirilerek, yakınsayan ve dışbükey olmayan ifadeleri bir zaman aralığında gerçek bir optimal ifadeye ayrıştırabilen uygulamalı matematik ve numerik analiz modellemeleri yapabilir.

Ağ modelleri; Analitik Ağ Süreci (Analytic Network Process - ANP), Bulanık Kavram Haritası (Fuzzy Cognitive Map - FCM), Etki Analizi (Cross Impact Analysis - CIA), PERT diyagram,

Karar Ağacı yaklaşımı: Analitik Hiyerarşi Prosesi (Analytic Hierarchy Process - AHP) gibi ağaç yapısı,

Sıralama metodolojileri; sıralama yöntemleri, karar vericilerin inceliklerine göre alternatiflerin sıralanması algoritmasıdır.

Karar problemleri, üstteki parametrelerin alt düzeydeki kriterlere bağlı ve karşılıklı etkileşim içinde olduklarından bir hiyerarşiden çok ağ modeli ile modellenmesi gerekmektedir.

Thomas L. Saaty' nin Analitik Ağ Süreci (AAS, The Analytic Network Process-ANP) ile karar verme problemini bir şebeke yapısı ile modelleyen, faktörler arasındaki etkileşimleri geri bildirimler ve iç bağımlılıkları da dikkate alarak çözmeye çalışan YSA'nın birlikte kullanımı çözümlenme yapmak için yeni bir metot olacaktır.

Bu ağ modelini oluşturmak için benzer nitelikteki parametrelerin bulunduğu kümeler ile kriter, amaç, alternatif gibi elemanlar belirlendikten sonra, tüm elemanlar arasındaki ikili ilişkiler tespit edilir. Kümelerdeki parametrelerin (küme elemanı) ilişkileri üzerindeki etkilerinin ve Ağırlıklarının belirlenmesi için "küme karşılaştırmaları" yapılır. Ayrıca tüm parametreler arasındaki ilişkiler her bir küme elemanı bazında diğer parametrelerin bu belirli eleman üzerindeki etkileri derecelendirilerek ikili karşılaştırma matrisleri oluşturularak öz-vektörler oluşturulur.

Özdeğer ve öz-vektör kavramları "vektör ve doğrusal dönüşüm (vectors and linear transformation)" kavramları ile ilintilidir. Vektörler, yönü ve uzunluğu olan gösterimler olarak düşünürsek öz-vektör (eigenvector - karakteristik vektörler) orijinal (birim) vektörlere paralel vektörlerdir. A bir kare matris, v sıfır olmayan bir vektör ise skaler bir λ (lambda) A'nın öz-değeridir denir. $Av = \lambda v$, v vektörü skalar λ (lambda) öz-değeri ile A kare matrisinin öz-vektörüdür. Aynı öz-değerlere sahip öz-vektörlerin tamamı öz-uzayları oluşturur. Sıfır vektörü bir öz-vektör değildir. Faktörler ve alternatifler, ilişkili oldukları tüm faktörlerle ve alternatiflerle ikili karşılaştırılır. "Eleman karşılaştırmaları" ile her bir eleman

bazında ikili karşılaştırmaların yapılması başta kendisi olmak üzere en az iki parametreden etkilenmesi anlamına gelir. Herhangi bir faktörle etkileşim içinde bulunmayan faktörün katkısı matriste sıfır değeri verilerek gösterilir. Böylece faktörlerin önceliklerini barındıran öz-vektörler elde edilir. Öz-vektörler bir matrisin sütunlarına yerleştirilerek ağırlıklandırılmamış süper-matris oluşturulur. İkili karşılaştırmalarda, her bir matrisin tutarlılığı kontrol edilmelidir ve tutarlılık indeksi 0,01'den küçük olmamalıdır.

İç ve dış bağımlılığın ölçülmesi parametrelerin diğer kümelerdeki elemanlara ya da aynı kümedeki diğer parametrelere etkisinin ölçülmesi amacıyla vektörler süper-matris adı verilen bir matrise sütun olarak yerleştirilirler. Her süper-matriksteki nispi öncelikler, kümelerinin önceliğiyle çarpılarak ağırlıklandırılmış süper-matris elde edilir: Ağırlıklandırılmamış süper-matriksteki değerlerin ait oldukları kümenin ağırlıklarıyla çarpılması sonucu yeni bir matris elde edilir. Bu matrise ağırlıklandırılmış süper-matris denir.

Ağırlıklandırılmış süper-matrisin sütunları toplamı bire eşit değilse (stokastik ya darassal olmama) sütun toplamı bire eşit olacak şekilde normalleştirilerek matris stokastik hale getirilir. Öncelikleri bir noktada eşitlemek için; süper-matrisin büyük dereceden kuvveti alınır. Kuvvet alma işlemi matrisin satırları durağanlaştırılarak; yani herhangi bir satırdaki tüm elemanlar aynı değeri alıncaya kadar yapılır. "Limit süper-matris" adı verilen bu matriksteki her sütunun normalleştirilmesiyle en yüksek ağırlığa sahip olan en iyi alternatif olarak seçilir. Küme elemanların limit matriksteki değerleri toplanır, sonra her bir değer ait olduğu kümenin değerler toplamına bölünür. Böylece hem faktörlerin hem de alternatiflerin öncelikleri belirlenmiş olur.

2.1. Risk Modeli: Risk Değerlendirme İçin Bir "Karar Modeli"

Risk Değerlendirme problemi birçok firma veya organizasyon için incelikli bir konudur. Bilgi eksikliğinden veya üzerinde çalışılmadan verilecek yanlış bir karar telaısı mümkün olmayan sonuçlara sebep olabilir. Risk Değerlendirme için geliştirilen Risk Modeli bu bölümde detaylı olarak ele alınmıştır.

Bir işletmenin faaliyetlerini sürdürebilmesi için; riskleri açısından, gerekli tüm fonksiyonları göz önünde bulundurularak değerlendirilmesi zorunludur (Şekil: 2.1). İşletmelerde, risk

yönetiminin tamamından bir birimin sorumlu olması gerekmektedir. Risk Değerlendirme Metodu seçiminde; Risk Değerlendirme fonksiyonu, yeterli parametreler kullanılarak, uygun maliyetleri gözeterek, uygulanabilen süreç ve yöntemleri içermelidir.

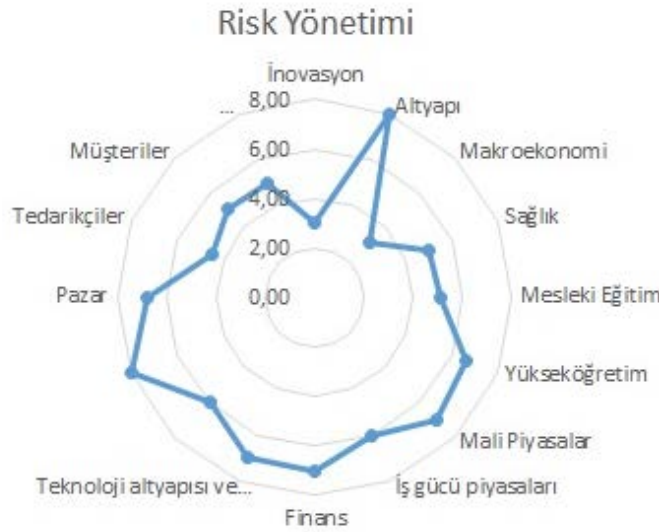
Risk yönetimi için firma veya organizasyonların yukarıdaki gereksinimleri karşılama amacıyla Risk Değerlendirme Metodu seçme ve değerlendirme çalışmalarının çok dikkatli yapılması gereklidir. Müşteriler, çalışanlar ve organizasyonun diğer bağımlıları, kaliteli ürün ve hizmet talep etmesi sonucu, işletmelerin risk değerlendirme fonksiyonuna bakışı da değişme göstermiştir. Risk yönetimini sadece bir masraf kapısı olarak görmemek, risk yönetimiyle olan ilişkileri; işletmenin temel fonksiyonlarından yeni ürün hizmet geliştirme aşamasına kadar her seviyede kullanarak, teknoloji, yenilik ve verimlilik ilkeleriyle birleştirilerek, kurumların sağlıklı ve güvenli sürdürülebilir büyümeleri kolaylaştırır.

Risk yönetimi;

- Ülkenin içinde bulunduğu genel şartlar,
- İş hayatının gelişmişlik düzeyi,
- Şirket uygulamaları gibi birçok parametre tarafından kontrol edilmektedir.

İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) önemli ve hızlı gelişmelerle rekabet gücünün uyum kabiliyeti yönünden ön plana çıkan bir konudur. Küreselleşme ve rekabet koşulları, sürdürülebilirlik bir dizi uyum çalışmaları ve bunları düzenli uygulamayı zorunlu kılmaktadır. Krizlerin ve şirket batışlarının ardındaki önemli nedenlerden biri de kötü risk yönetimleridir. Kurumsal risk yönetimi; ülkenin içinde bulunduğu genel şartlar, iş hayatının gelişmişlik düzeyi ve şirket uygulamalarından oluşur.

Ülke ile ilgili faktörler; genel ekonomi, iş kanunları, rekabet, izleme denetleme sistemleri, mülkiyet hakları ve benzerinden oluşur. Çalışma yaşamına ilişkin düzenlemeler ve çalışma yaşamının alt yapısı, sürdürülebilir, yatırımcı ve girişimciler ile uluslararası İSG standartların uygulanma düzeyi şirketlerle ilgili faktörlerdir. Şirket uygulamalarında İSG açısından öne çıkan konular ise; finans, ortaklar, risk yönetimi uygulamaları, risk yönetiminin bağımsız değerlendirilmesi, sermaye yapısı, halka açıklık, menfaat sahiplerinin alınan kararlara katılım düzeyi, şirketin çevreye duyarlılığı ve sosyal sorumluluk düzeyidir. Bu parametreler Şekil 2.1'de gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Risk yönetiminin parametrik dağılımı

İSG ve RD için de en önemli konular arasında bulunan Risk Yönetimi direkt ve dolaylı birçok konunun karıştığı bir konu haline gelmiştir. Risk Yönetiminde riskler ölçülebilir ve değerlendirilebilir nitelik kazanması için parametrik olarak tanımlanır. Risk yönetimi ile maliyet odaklı ilişki yerine; uzun dönemli stratejik düşünerek, işletmelerin ve organizasyonların refakat gücünü ve pazar konumunu güçlendirici esaslar üzerinde durulmalıdır. Riskleri yönetmek, uygun risklerle çalışmak, işletmenin sürdürülebilirliği dolayısıyla pazar paylarını önemli ölçüde etkilemektedir. Risk Değerlendirmede yapılacak yanlışlıklar İSG konusunda geriye dönüşü olmayan hasarlara ve kalitesiz hizmet - üretime, sipariş iptallerine veya zaman sorunlarına, üretim bandı veya hizmet sunumu aksaklıklarına ve sonuç olarak başta maliyetler olmak üzere çeşitli sorunların artması kaçınılmaz olur. Ayrıca bu aşamada bile üretim sürecinin sürekli artan karmaşıklık da Risk Değerlendirmenin önemini artırmaktadır. Risk yönetimi amacının, işletmelerin ihtiyaç duyduğu hizmet veya ürünleri, sürekli ve sorunsuz olarak temin edecek en nitelikli metotların tespit edilmesi olduğu olarak ifade etmek yerindedir.

Risk Değerlendirmede ve seçilen metotların değerlendirilmesinde ortak değerlendirme kriterleri kullanmasına rağmen, yöntemlerde işletmelerin ihtiyaç ve isteklerinin değişmesi nedeniyle farklılıklar görülebilir. Risk yönetiminde, seçimi etkileyen çok sayıda unsurun olması, risk seçim kararını zorlaştırmaktadır. Kararı etkileyen unsurlardan bazıları şunlardır:

Risk yönetimi kararının stratejik bir karar olması: Risk yönetimi kararı, işletmenin farklı birimlerinin birlikte çalışmalarını isteyen bir karardır. İşletmenin doğru seçim kararı vermesi, uzun dönemde işletmenin performansını etkileyecektir. Risk yönetimi, hayati öneme sahip olması nedeniyle, işletmelerin stratejileriyle de uyumlu olmalıdır.

Risk Değerlendirmeyin çok sayıda alternatif arasından yapılması: Üretim olanaklarının artması ve sermayenin küreselleşmesi sonucu Risk sayısı artmaktadır. Risk Değerlendirmede çok sayıda kriterin dikkate alınması: Karar vericiler Risk Değerlendirme yaparken çok sayıda kritere göre değerlendirme yaparlar. Risk Değerlendirmede sayısal (nicel- ölçülebilir) kriterlerle, sayısal olmayan (nitel-ölçülemeyen) kriterler birlikte kullanılmaktadır. Sayısal olmayan kriterlerin ifade edilmeleri, net bir ölçüm yapılamaması nedeniyle oldukça güçtür. Risk Değerlendirmede kullanılan kriterlerin sayısı, ürün ve hizmet durumunun özelliklerine bağlı olarak farklılık gösterebilir.

Risk Değerlendirme performansının kriterlere göre değişmesi: Risk Değerlendirmede farklı kriterler için farklı performans göstermeleri, Risk Değerlendirmeyi karmaşık hale getiren bir başka nedendir. Kalite kriterini karşılama yüzdesi çok iyi olan bir değerlendirmenin, maliyet kriteri iyi olmayabilir. Risk Değerlendirme sürecine çok sayıda karar vericinin katılımının gerekmesi: Risk yönetimi kararı, işletmenin farklı ve tüm bilimlerini ilgilendirmektedir. Ayrıca Risk Değerlendirme Metodu Seçimi kriterlerinin belirlenmesinde, ilgili departmanların uzman görüşlerine ihtiyaç vardır. Bu durum, sürece birden fazla karar vericinin katılımını zorunlu kılar. Karar vericiler, kendi bölüm ve hizmetlerini göz önüne alarak seçim yapmak zorundadır.

Risk Modelinde kullanılan temel ifade; riskin oluşma ihtimali (olasılık (P)) ile ağırlıklarının çarpımı şeklinde Risk = P * w (Risk = (likelihood) * (impact)), R = $\sum_{n=1}^k \{p\}_{\{n\}} * \{w\}_{\{n\}} , 0 < p_i < 1$ ve $\sum_{n=1}^k p_n = 1$ şeklindeki eşitlikle tanımlanmıştır.

2.2. Risk Değerlendirmede Bütüncül Yaklaşım İçin AHP ve YSA'nın Birarada Kullanımı

İSG iş dünyası için en önemli konular arasında yer almaktadır. Bütün iş kollarında İSG'yi etkileyen etmenlerden fiziksel, ruhsal ve sosyo-ekonomik sağlığın en üst düzeye çıkararak sürekliliğinin sağlanması, çalışma hayatına zarar verecek her şeyi engellemek İSG'nin temel

hedefidir. Şekil 2.2'de de ifade edildiği gibi; iş hayatı çeşitli riskler sonucu oluşabilecek kayıplarla devam etmek zorundadır. Felaketleri Sistemden Uzak Tutma ve Sürekli iyileştirme çabası gerekir. Süreçlerin işleyişinde aynı anda felaket ve iyilik hali bir arada bulunamaz. Gerekli tedbirlerle; devamlılık ve ilerleme sağlanır, sonuca ulaşılır. Risk Değerlendirme ile top yekûn bir iyileştirme çabası içinde olunmalıdır. İş Sağlığı ve Güvenliğinin (İSG) geçmişten günümüze kadar olan süreç içerisindeki en önemli değişimlerinden birisi reaktif (düzeltici) yaklaşımın yerini proaktif (önleyici) yaklaşıma bırakmasıdır. Proaktif olmayan çalışmaların İSG alanının geliştirilmesine bir katkı yapamayacağı konu ile ilgili tüm kesimler tarafından kabul gören bir gerçektir. Proaktif yaklaşımın temelini ise Risk Değerlendirme çalışmaları oluşturmaktadır.



Şekil 2.2. İSG'ni etkileyen etmenler

İş hayatının en önemli konular arasında yer alan İSG'ni etkileyen etmenler arasında bulunan fiziksel, ruhsal ve sosyo-ekonomik sağlığın en üst düzeye çıkararak sürekliliğinin sağlanması, çalışma hayatına zarar verecek her şeyi engellemek temel hedeftir. İş hayatı sistemide tehlike ve risklerin belirlenmesini takip eden en kritik adım; sisteme uygun bir Risk Değerlendirme tekniği ile risklerin analiz edilmesidir. Literatürde bu amaçla kullanılan farklı teknikler bulunmaktadır. Bu tekniklerin bir kısmı değerlendirme sürecinde dilsel değerler kullanan ve temel olarak kontrol listesi mantığına dayanan kalitatif tekniklerdir.

Diğer grup ise değerlendirme sürecinde sayısal veriler kullanan kantitatif tekniklerdir. Bu tekniklerden hiçbirinin tüm sistemlerde kullanılabilir nitelikte olduğunu söylemek mümkün değildir. Ayrıca etkili bir risk analiz süreci bu yöntemlerin bir arada kullanılması ile mümkün olur. Şekil 2.3’da da görüldüğü gibi YSA’da kullanmak üzere RS elde etmek için Kriter ve Altkriterler Kümeleri oluşturmaktadır.

Çalışmada işletmelerde İSG Risklerinin belirlenmesi amacıyla kullanılabilecek farklı bir model üzerinde çalışılmıştır. Geliştirilen modelde riski belirlemek için sadece operasyonla ilgili faaliyetlere ilişkin kriterler değil, idari boyuttaki kriterler de kullanılmıştır. Hesaplamalar içerisinde farklı yöntemlerden faydalanılmış ve sonuç olarak işletmelerin kullanabileceği bir risk skoru belirlenmiştir.



Şekil 2.3. Risk Skorunda Kriter ve Altkriter Kümeleri

Geliştirilen modelde AHP ve YSA sistemleri bir arada kullanılmıştır. AHP'den elde edilen RS kriterleri daha önce belirlenen ve bilgileri derlenen işletmeler için kullanıma hazır hale getirilen KOSGEB - KVT verisi, YSA proseslerinde kullanılmak üzere öncelikle Analitik Hiyerarşi Prosesi yöntemi kullanılarak, belirlenen kriterler doğrultusunda firmalara ait RS kriterleri bulunmuştur (Şekil 2.3). Bu işlem sonrasında YSA ile KVT'de bulunan işletmelere ait bilgilerle, her bir işletmenin kriterleri kullanılarak model oluşturulmuştur. Böylece işletmeler arasında özelliklerine göre risk değerlendirme için bir derecelendirme yapılmıştır.

2.3. Doğrusal Dönüşüm, Öz Değer ve Öz Vektör

Doğrusal dönüşüm; doğrusal harita, lineer haritalama, lineer dönüşüm veya lineer operatör (ayrıca doğrusal fonksiyon) olarak da adlandırılan vektör toplama ve skaler çarpım işlemleri koruyan, iki vektör uzayları arasındaki işlemlerdir. V ve W aynı K alanında vektör uzayları

olsun. K üzerinde $f: V \rightarrow W$ bir fonksiyon, x ve y , V uzayında iki vektör ve α , K üzerinde bir skaler olsun. Aşağıdaki iki koşulun sağlanması halinde $f: V \rightarrow W$ uzaylarında doğrusal bir dönüşüm olduğu söylenir. $f(\vec{x} + \vec{y}) = f(\vec{x}) + f(\vec{y})$ toplanabilirlik, $f(\alpha \vec{x}) = \alpha f(\vec{x})$ 1. dereceden homojenlik olarak tanımlanır.

Herhangi $x_1, \dots, x_m \in V$ vektör ve $a_1, \dots, a_m \in K$ skaler olmak üzere vektörlerin doğrusal kombinasyonu için de aynı gereklilik sağlanmalıdır. $f(a_1 \vec{x}_1 + \dots + a_m \vec{x}_m) = a_1 f(\vec{x}_1) + \dots + a_m f(\vec{x}_m)$.

Sıfır vektörü $\vec{0}$ ile gösterilir, $f(\vec{0}) = \vec{0}$ olduğu kabul edilir, çünkü; $\alpha = 0$ 1. dereceden homojenlik sağlanır, dolayısıyla $f(\vec{0}) = f(0 \cdot \vec{0}) = 0 \cdot f(\vec{0}) = \vec{0}$ olarak yazılabilir. Reel sayılarda, vektörler $R^n \rightarrow R^m$ uzayında tanımlıdır. Matrisler de doğrusal dönüşüm örneklerindedir; A bir reel $m \times n$ matris olsun, $f(x) = Ax$ $R^n \rightarrow R^m$ üzerine bir doğrusal dönüşümdür. $\vec{v}_1, \dots, \vec{v}_n$, R^n Uzayının bileşenleri (koordinatları) olsun. R^n 'de tanımlı herhangi bir v vektörü c_1, \dots, c_n katsayıları kullanılarak; $c_1 \vec{v}_1 + \dots + c_n \vec{v}_n$ şeklinde gösterilir. $\vec{w}_1, \dots, \vec{w}_m$ R^m , uzayının koordinatları olsun. $f(\vec{v}_j)$ 'nin değerlerini; $f(\vec{v}_j) = a_{\{1j\}} \vec{w}_1 + \dots + a_{\{mj\}} \vec{w}_m$ şeklinde gösterebiliriz. f fonksiyonu $a_{\{i,j\}}$ değerleri ile gösterilir. Bu değerler $m \times n$ boyutlu M matrisinin değerleri olarak yazılırsa R^n uzayındaki herhangi bir vektörün f fonksiyonundaki değerini hesaplanır. c_1, \dots, c_n değerlerini $n \times 1$ C matrisine yerleştirmek suretiyle $MC = m \times 1$ boyutlu bir matris elde ederiz. Bu matrisin i . elemanı $f(v)$ sonucunun \vec{w}_i koordinatının katsayısıdır.

2.4. Analitik Hiyerarşi Proses

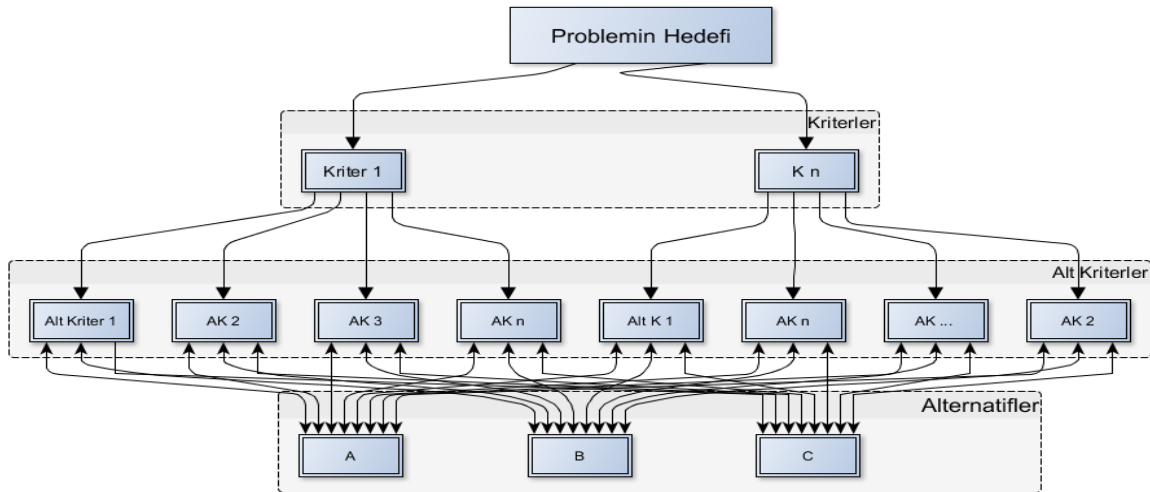
AHP, ilk olarak 1968 yılında Myers ve Alpert ikilisi tarafından ortaya atılmıştır. Karar vermede nitel ve nicel faktörleri birleştirme olanağı veren, güçlü ve kolay anlaşılır Nitelikli Karar Verme yöntemi olan Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), Thomas L. Saaty tarafından 1977 de model olarak geliştirilerek karar verme problemlerinin çözümünde kullanılabilir hale getirilmiştir. AHP, karar hiyerarşisinin tanımlanabilmesi durumunda kullanılan, kararı etkileyen faktörler açısından karar bileşenlerinin yüzde dağılımlarını veren bir karar verme ve tahminleme yöntemidir. AHP bir hiyerarşi ile tanımlanmış bir karşılaştırma skalası sayesinde, kararı etkileyen faktörler ve bu faktörlerin önem değerlerini birebir karşılaştırır. Sonuçta önem farklılıkları, karar üzerinde yüzdeye dönüşmektedir. AHP etkili bir karar

verme yöntemidir ve özelliklerinin başında karar verme problemini hiyerarşik bir yapıya dönüştürebilmesidir.

Karar vericilerin deneyim ve bilgilerine önem verilir. AHP gerçek hayatta çok amaçlı kararları etkileyecek kriterler kümesini ve bu kriterlerin verilecek karardaki göreceli önemlerini, uzmanların değerlendirmelerine dayanarak belirler. Böylece sistematik bir yaklaşımla sayısal performans ölçümleri, subjektif değerlendirmeler ile birleştirilerek sağlıklı sonuçlar elde edilir [103].

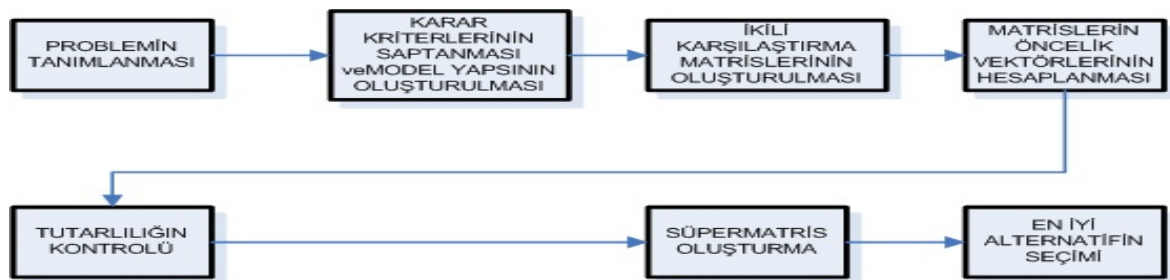
AHP, gerçek dünyadaki karmaşık karar problemlerinin hedefini etkileyen faktörler, alt faktörler ve alternatifler arasında karşılıklı etkileşimler ve geri bildirimleri hiyerarşik olarak modellemesi problemin çözümü için yeterli değildir. Çözüm için modelin ağ halinde yapılandırılması gerekir. Ağ temelli modellerde sadece faktör alternatiflerin önemini belirlemez; alternatif de faktörlerin önemini belirleyebilir [87,84]. Başka bir ifadeyle; 'karmaşık ve yapısal olmayan bir durumu temel parçalarına ayırmak veya bu parçaları ya da değişkenleri etkileşimli bir düzen içine oturtmak, her bir değişken için yapılan bağlantılı belirsiz değerlendirmeleri (ilişkiler) sayısal değerlere çevirmek, bu değerlendirmeleri de değişkenlerden hangilerinin söz konusu durumun sonuçlarını etkileyeceğini ve en yüksek önceliğe sahip olduğunu saptayabilmek amacıyla, inceleme işlevlerini içeren bir karar verme yöntemi' olarak belirtilebilir [86]. AHP'ye ait basit bir yapı Şekil 2.4'da gösterilmiştir.

Kriter AHP'de kullanılan bir faktörü temsil eder ve alt kriterlere sahip olabilir. Aynı kategoride değerlendirilen kriterler ise kümeyi oluştururlar. Mesela finansla ilgili tüm kriterler finans kümesini oluşturur. Kümeler arasındaki oklar etkileşimi göstermektedir. Şekil 2.4'deki okların yönü, etkileşimin yönünü belirtmektedir. Kümelerin arasındaki okların ifade ettiği anlam 'dış bağımlılık' olarak adlandırılırken, kümenin içindeki kriterler arasındaki etkileşimde 'iç bağımlılık' olarak adlandırılır. İç bağımlılık, grubun kendisinden çıkıp tekrar kendisine dönen bir okla gösterilir. Bir gruptaki öğelerin tümünün bir başka gruptaki öğeyi etkilemesi zorunlu değildir.



Şekil 2.4. AHP temel yapısı

Kriterler veya alt kriterlerin kendi aralarında bir etkileşim yok ise etkileşim olmayan öğelerin değeri sıfır kabul edilir [85]. AHP, özel bir toplamsal ağırlıklandırma prosedürüdür [84]. Aynı zamanda nitelikli karar problemleri için bir yapılandırma, ölçüm ve sentezleme yöntemidir [86]. Bununla birlikte AHP'nin pratik doğası gereği; finansal tahmin, yazılım seçimi, performans yönetimi, üretim planlama ve kontrol, personel seçimi, ürün alımı vb. çok çeşitli alanlardaki çalışmalarda da yöntemi kullanılmıştır. Şekil 2.5'de de görüldüğü gibi AHP yedi temel adımdan oluşmaktadır.



Şekil 2.5. AHP çözüm aşamaları: Saaty (1996)'den adapte edilmiştir [84]

2.4.1. AHP işleyiş süreçleri

AHP'nin işleyişinde aşağıdaki adımlar uygulanır:

Adım 1 ve 2 problemin tanımlanması ve yapının oluşturulması: Karar verme probleminin tanımlanması, iki aşamasından birincisi karar bileşenlerinin saptanmasıdır. Karar; kaç sonuç üzerinden değerlendirilecekse, belirlendikten sonra faktörler saptanır. Problemin ayrıştırılarak AHP oluşturulması yöntemin ilk aşamasıdır.

Analiz için gerekli olan kriter, alt kriter ve alternatiflerin sayısı, bunların birbiri ile ilişkileri ve karşılaştırmalarının, karar vericilerce anlaşılabilmesini sağlamaktır. Bunun için, sistem daha küçük alt sistemlere ayrılır; örneğin bir organizasyon şematik olarak alt sistemlere ayrılabilir ve her alt sistemin de kendine ait bir ağı tasarlanabilir [82,84]. Ayrıntılı bir AHP modeli tasarımı için belirlenmesi gereken noktalar şunlardır [84]:

- Karar vericinin, amacını gerçekleştirmede kullanacağı kriterlerin belirlenmesi,
- Her bir kriterin alt kriterlerinin belirlenmesi,
- Konuyla ilgili karar verici veya karar vericilerin belirlenmesi,
- Sonuçların ya da alternatiflerin belirlenmesi,
- En fazla tercih edilen sonucu veren kararın verilmesinin veya verilmemesinin getireceği yararın karşılaştırılması.

Kriter ve alt kriterlerin miktarı problemin yapısına göre değişebilir. AHP yapısının oluşturulması esnasında kriterlerin ve alt kriterlerin belirlenmesinde anket çalışmasına veya bu konuda uzman kişilerin görüşlerine başvurulabilir [14]. Problemin özelliğine göre karar seçenekleri tek kritere göre değerlendirilebileceği gibi daha fazla kriter de söz konusu olabilir.

Adım 3 kriterlere göre ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması: Faktörler arası karşılaştırma matrisi, $n \times n$ boyutlu bir kare matristir. $\{a\}_{ij}$, i. özellik ile j. özelliğin ikili karşılaştırma değeri olarak gösterilecek olursa, $\{a\}_{ji} = \frac{1}{\{a\}_{ij}}$ eşitliğinden elde edilir. Bu özelliğe, karşılık olma özelliği denir [82]. Bu matrisin köşegeni üzerindeki matris bileşenleri 1 değerini alır. Karşılaştırma matrisi Çizelge 2.1 ve Şekil 2.2'de gösterilmiştir.

Karşılaştırma matrisinin köşegen üzerindeki bileşenler, 1 değerini alır. Çünkü ilgili faktör kendisi ile karşılaştırılmaktadır. Faktörlerin karşılaştırılması, birbirlerine göre sahip oldukları önem değerlerine göre birebir ve karşılıklı yapılıdır. Faktörlerin birebir karşılıklı karşılaştırılmasında Çizelge 2.3'deki önem skalası kullanılır. Problem için elde edilen veriler sayısal değilse, problemi sayısal hale getirebilmek için de bu gösterge çizelgesi kullanılır. Örneğin birinci faktör üçüncü faktöre göre daha önemliyse matrisinin birinci satır üçüncü sütun bileşeni ($i=1, j=3$) 3 aksi halde $1/3$ olur. Eşit öneme durumda bileşen 1 değerini alacaktır.

Çizelge 2.1. İkili karşılaştırma matrisinin oluşumu

	Eleman1	Eleman2	Eleman3	...	Eleman'n''
Eleman1	1	a_{12}	a_{13}	...	a_{1n}
Eleman2	$a_{21} = 1/a_{12}$	1	a_{23}	...	a_{2n}
Eleman3	$a_{31} = 1/a_{13}$	$a_{32} = 1/a_{23}$	1	...	...
Eleman...	...	...	...	1	$a_{n-1,n}$
Eleman'n''	$a_{n1} = 1/a_{1n}$	$a_{n2} = 1/a_{2n}$	$a_{n3} = 1/a_{3n}$	...	1

Çizelge 2.2. İkili karşılaştırma matrisi bileşenleri

1	$a_{1,2}$	...	$a_{1,n}$
$\frac{1}{a_{2,1}}$	1	...	$\frac{1}{a_{2,n}}$
\vdots	\vdots	\ddots	\vdots
$\frac{1}{n}$	$\frac{1}{a_{n,1}}$	...	1

Karşılaştırmalar, matrisin köşegeninin üstünde kalan değerler için yapılır. Köşegenin altında kalan bileşenler için; $a_{ij} = 1/a_{ji}$ formülünü kullanmak yeterlidir. Alternatifler, kriter ve alt kriterler tespit edildikten sonra kriterlerin ve alt kriterlerin kendi aralarındaki önem derecelerinin belirlenmesi için, ikili karşılaştırma matrislerinden temel amaç, kriterlerin ve alt kriterlerin göreceli önemlerinin tespiti ve bu önemlerin, alternatiflerin seçimine olan etkisinin belirlenmesidir. Bu kriter ve alt kriterlerin önceliğini veren ikili karşılaştırma matrisini oluşturmada uygulanır. Bu matrisin öz-değerleri ise kriterlerin önceliklerine esastır [82,84]. Elemanların, Çizelge 2.3'de gösterildiği gibi ikili karşılaştırmaları yapılarak, matrisler elde edilir. Matrislerde a_{ij} i'nci özellik ile j'nci özelliğin ikili karşılaştırma değeri olarak gösterilecek olursa, a_{ij} değeri $a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}$ ile elde edilir [82]. Öz-vektörle ilgili olarak; eğer a_{ji} , i alternatifinin j alternatif üzerindeki önemini, a_{jk} da j alternatifinin k alternatif üzerindeki önemini belirtir ise a_{ik} ; i alternatifinin k alternatif üzerindeki önemini belirtir. Bu durumda i alternatifinin k alternatif üzerindeki önemi $a_{ij} * a_{jk}$ olur.

Çizelge 2.3. Önem değer ve tanımları Saaty (1996)'den adapte edilmiştir [84]

Önem Değerleri	Değer Tanımları
1	Her iki faktörün eşit öneme sahip olması durumu
3	1. Faktörün 2. faktörden daha önemli olması durumu
5	1. Faktörün 2. faktörden çok önemli olması durumu
7	1. Faktörün 2. faktöre göre çok güçlü bir öneme sahip olması
9	1. Faktörün 2. faktöre nazaran mutlak üstün bir öneme sahip olması
2-4-6-8	Ara değerler

Adım 4 matrislerin öncelik vektörlerinin hesaplanması: Faktörlerin Yüzde Önem Dağılımları Belirlenir. Matrislerin ikili karşılaştırmaları tamamlandıktan sonra, karşılaştırılan her elemanın önceliğinin (görelî öneminin) hesaplanması safhasına geçilir. Karşılaştırma matrisi, faktörlerin birbirlerine göre önem seviyelerini belirli bir mantık içerisinde gösterir. Ancak bu faktörlerin bütün içerisindeki ağırlıklarını, diğer bir deyişle yüzde önem dağılımlarını belirlemek için, karşılaştırma matrisini oluşturan sütun vektörlerinden yararlanılır ve n adet ve n bileşenli B sütun vektörü oluşturulur. Matrislerin öncelik vektörlerinin belirlenmesinde en büyük öz-değer ve bu öz-değere karşılık gelen öz-vektörün hesaplanmasını ve normalize edilmesini içermektedir [82]. Lokal öncelik vektörünü bulmak için $A \times w = \lambda_{\{env\}} \times w$ 'denklemleri kullanılarak elde edilir. Örneğin değerlendirme faktörlerinin birbirleriyle karşılaştırılmalarını gösteren A karşılaştırma matrisi aşağıdaki gibi tanımlanmışsa ve vektörü hesaplanmak isteniyorsa, $A =$

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ \frac{1}{2} & 1 & 4 \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{4} & 1 \end{bmatrix} \text{ B sütun vektörleri } b_{\{ij\}} = \frac{a_{\{ij\}}}{\sum_{\{n=1\}}^n a_{\{ij\}}} \text{ ile hesaplanır. Sütun vektörünün}$$

bileşenlerinin toplamı her zaman 1'dir. $B_i = \begin{bmatrix} b_{\{11\}} \\ b_{\{21\}} \\ \vdots \\ b_{\{n1\}} \end{bmatrix} \Rightarrow B_1 = \begin{bmatrix} 0,55 \\ 0,27 \\ 0,18 \end{bmatrix}, B_2 =$

$$\begin{bmatrix} 0,62 \\ 0,31 \\ 0,08 \end{bmatrix}, B_3 = \begin{bmatrix} 0,38 \\ 0,50 \\ 0,13 \end{bmatrix} \text{ n adet B sütun vektörü, bir matris formatında bir araya}$$

getirildiğinde ise aşağıda gösterilen C matrisi oluşturulacaktır. Yani 3 adet B sütun vektörü,

matris formatında C matrisi $C = \begin{bmatrix} c_{\{1,1\}} & c_{\{1,2\}} & \dots & c_{\{1,n\}} \\ c_{\{2,1\}} & c_{\{2,2\}} & \dots & c_{\{2,n\}} \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ c_{\{n,1\}} & c_{\{n,2\}} & \dots & c_{\{n,n\}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,55 & 0,62 & 0,38 \\ 0,27 & 0,31 & 0,50 \\ 0,18 & 0,08 & 0,13 \end{bmatrix}$

oluşturmuştur.

C matrisinden yararlanarak, faktörlerin birbirlerine göre önem değerlerini gösteren yüzde önem dağılımları $\lambda_{\{enb\}}$ 'de gösterildiği gibi C matrisini oluşturan satır bileşenlerinin aritmetik ortalaması alınarak ve Öncelik Vektörü olarak adlandırılan W sütun vektörü elde edilir. $w_i = \frac{\{\sum_{j=1}^n c_{\{ij\}}\}}{n}$ formülünde olduğu şekilde C matrisini oluşturan satır bileşenlerinin aritmetik ortalaması alınır ve *Öncelik Vektörü* olarak adlandırılan W sütun vektörü elde

edilir. $W = \begin{bmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} \Rightarrow W = \begin{bmatrix} 0,51 \\ 0,36 \\ 0,13 \end{bmatrix}$ olur. Bu durumda üç faktör değerlendirildiğinde; birinci faktör %51, ikincisi %36 ve diğeri %13 öneme sahiptir.

Öncelik vektörlerinin kurulması lineer cebirden faydalanılarak yapılmaktadır. Matrislerin öncelik vektörlerinin belirlenmesi aşaması, en büyük öz-değer ve bu öz-değere karşılık gelen öz-vektörün hesaplanmasını ve bunların normalize edilmesini içermektedir [82]. Sonuçta $A * w = \lambda_{enb} * w$ denklemi elde edilir. Denklem kullanılarak yukarıdaki yerel öncelik vektörü bulunur.

Adım 5 tutarlılığın kontrolü: Karar verici kriter karşılaştırmaları yaparken kullandığı parametrelerin kıyaslamalarını yaparak; kurgunun tutarlı olup olmadığını görmek üzere her bir matris için "tutarlılık oranı" bulur. Bulunan bu tutarlılık oranınının 0,10 veya daha düşük olması yeterlidir [82]. AHP kendi içinde tutarlı sistematiğe sahipse de sonuçların gerçekçiliği, karar vericinin faktörler arasında yaptığı karşılaştırmadaki tutarlılığa bağlıdır. Tutarlılığın ölçülmesi için; Tutarlılık Oranı (CR) ile bulunan öncelik vektörünün ve dolayısı ile faktör karşılaştırmaların tutarlılığın test edilebilmesi imkân ını sağlamaktadır. AHP, CR hesaplamasının özünü, faktör sayısı ile Temel Değer adı verilen λ katsayısının karşılaştırılmasına dayandırmaktadır. λ veya λ_{env} 'nin hesaplanması için öncelikle A karşılaştırma matrisi ile W öncelik vektörünün matris çarpımından D sütun vektörü elde

edilir. $D = \begin{bmatrix} a_{\{1,1\}} & a_{\{1,2\}} & \dots & a_{\{1,n\}} \\ a_{\{2,1\}} & a_{\{2,2\}} & \dots & a_{\{2,n\}} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{\{n,1\}} & a_{\{n,2\}} & \dots & a_{\{n,n\}} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix}$. $E_i = \frac{\{a_{ij}\}}{\{w_i\}}$ de tanımlandığı gibi, D sütun vektörü

ile W sütun vektörünün karşılıklı elemanlarının bölümünden her bir değerlendirme faktörüne ilişkin temel değer E elde edilir. Bu değerlerin aritmetik ortalaması $\lambda = \frac{\{\sum_{i=1}^n E_i\}}{\{n\}}$ ise karşılaştırmaya ilişkin temel λ değerini verir. λ hesaplandıktan sonra Tutarlılık Göstergesi (CI veya TG); $CI = \frac{\{\lambda - n\}}{\{n - 1\}}$ ifadesi ile hesaplanır. Son olarak CI, Random Gösterge (RI veya RG) olarak adlandırılan ve Çizelge 2.4'de gösterilen standart düzeltme değerine bölünerek Tutarlılık Oranı (CR) elde edilir. Çizelge 2.4'den faktör sayısına (matris boyutu) karşılık gelen değer seçilir. Örneğin 3 faktörlü bir karşılaştırmada kullanılabilecek RI değeri 0.58 olacaktır. Karar vericinin kriterler arasında karşılaştırmaları yaparken tutarlı olup olmadığını görmek üzere her bir matris için "tutarlılık oranı" 0,10 veya daha düşük ise bu durum yeterli görülmektedir [82].

Özetlersek; ikili karşılaştırmalar matrisi ile bu matrise ait öncelik vektörü çarpıldıktan sonra elde edilen vektöre, ağırlıklandırılmış toplam vektörü denir. Elde edilen ağırlıklandırılmış toplam vektörünün her bir elemanı buna karşılık gelen öncelik vektörüne bölünür. Elde edilen değerlerin ortalaması alınır ve buna en büyük öz-değer denir. Bu değer λ_{env} simgesi ile gösterilir. Tutarlılık Göstergesi $CI = \frac{\{\lambda - n\}}{\{n - 1\}}$, n burada karşılaştırılan eleman sayısını ifade eder. Tutarlılık Oranı $CR = CI/RI$ değerleri Çizelge 2.4'de verilmiştir. Hesaplanan CR değerinin 0,10 dan küçük olması karar vericinin yaptığı karşılaştırmaların tutarlı olduğunu aksi halde ya AHP'deki bir hesaplama hatası ya da karar vericinin karşılaştırmalarındaki tutarsızlığını gösterir. Karar vericilerin parametreleri karşılaştırırken her bir matris için "tutarlılık oranı" 0,10 veya daha düşük ise bu durum yeterli görülmektedir [82].

Çizelge 2.4. Rassallık İndeksi veya Göstergesi (RI veya RG)

Matris Boyutu	1	2	3	4	5	6	7	8
Tesadüfilik göstergesi	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41
Matris Boyutu	9	10	11	12	13	14	15	
Tesadüfilik göstergesi	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59	

Adım 6 limit süpermatris, faktörlerin karar bileşenlerindeki yüzde dağılımları: Ağırlıklandırılmamış süpermatrisin oluşturulması limit süpermatrisi için ilk adımdır. Süpermatris yapısı Markov Zinciri Prosesine benzer [84]. Birbirine bağımlı etkilerin bulunduğu bir sistemde küresel öncelikler için yerel öncelik vektörleri ağırlıklandırılmamış (unweighted) süpermatris olarak bilinen matrisin sütunlarına yazılır. Süpermatris, yapısı nedeniyle parçalı bir matristir ve yapıdaki her bir matris bölümü, sistem içindeki iki faktör arasındaki ilişkiyi gösterir [84]. Her bir parameter karar bileşen yüzde önem dağılımlarını belirlemek üzere; ikili karşılaştırmalar ve matris işlemleri faktör sayısı kadar (n kez) tekrarlanır. Her bir faktör karar bileşenlerinde kullanılacak G karşılaştırma matrislerinin boyutu $m \times m$ olacaktır. Her karşılaştırma sonrası değerlendirilen faktörün karar bileşenlerine

göre yüzde dağılımları S , $S_i = \begin{bmatrix} S_{\{11\}} \\ S_{\{21\}} \\ \vdots \\ S_{\{m1\}} \end{bmatrix}$ sütun vektörleri ile elde edilir. Sonraki işlem

ağırlıklandırılmış süpermatris oluşturmaktır. Sütun toplamları birden büyük olan bu matris stokastik değildir. Süpermatrisin sütun toplamlarının bire eşitleyerek stokastik olmasını sağlamak için bileşenler, her bir sütun üzerindeki etkilerine göre ağırlıklandırılır. Yani sıfırdan farklı elemanlara sahip satır bileşenleri, o sütundaki bileşen üzerindeki etkilerine göre karşılaştırılır. Daha sonra her bir blok, o satırdaki bileşenlere karşılık gelen öz-vektör katsayısı ile çarpılarak, ağırlıklandırılmış (weighted) süpermatris elde edilir. Süpermatrisin her bir sütun toplamı bire eşit olacaktır. Ağırlıklarının eşitlenmesini sağlamak için süpermatrisin $(2k + 1)$ kuvveti alınarak limit süpermatris elde edilir. k rasgele seçilmiş büyük bir sayıdır [84]. Böylece n tane $m \times 1$ boyutlu S sütun vektöründen meydana gelen ve $m \times n$

boyutlu K karar matrisi, $K = \begin{bmatrix} S_{\{1,1\}} & S_{\{1,2\}} & \dots & S_{\{1,n\}} \\ S_{\{2,1\}} & S_{\{2,2\}} & \dots & S_{\{2,n\}} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ S_{\{m,1\}} & S_{\{m,2\}} & \dots & S_{\{m,n\}} \end{bmatrix}$ oluşur.

Adım 7 En iyi alternatif: Seçim problemlerinde en yüksek ağırlığa sahip olan alternatif, en iyi alternatiftir. Limit süpermatris ile alternatiflere veya faktörlere ilişkin ağırlıklar belirdikten sonra en yüksek ağırlığa sahip parametre de ortaya çıkmış olacaktır. Kriterlerin değerlendirildiği ağırlıklandırma probleminde en yüksek önem ağırlığına sahip olan kriter,

karar sürecini etkileyen en önemli faktördür. $L = \begin{bmatrix} S_{\{1,1\}} & S_{\{1,2\}} & \dots & S_{\{1,n\}} \\ S_{\{2,1\}} & S_{\{2,2\}} & \dots & S_{\{2,n\}} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ S_{\{m,1\}} & S_{\{m,2\}} & \dots & S_{\{m,n\}} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} =$

$$\begin{bmatrix} l_{\{11\}} \\ l_{\{21\}} \\ \vdots \\ l_{\{m1\}} \end{bmatrix}$$
 W öncelik vektörü ile K çarpıldığında ise m x 1 L sütun vektörü yani; karar

bileşenlerinin yüzde dağılımı ortaya çıkar. L vektörünün sütun toplamı 1 olması dağılımın aynı zamanda karar bileşenlerinin önem sırasını da gösterir.

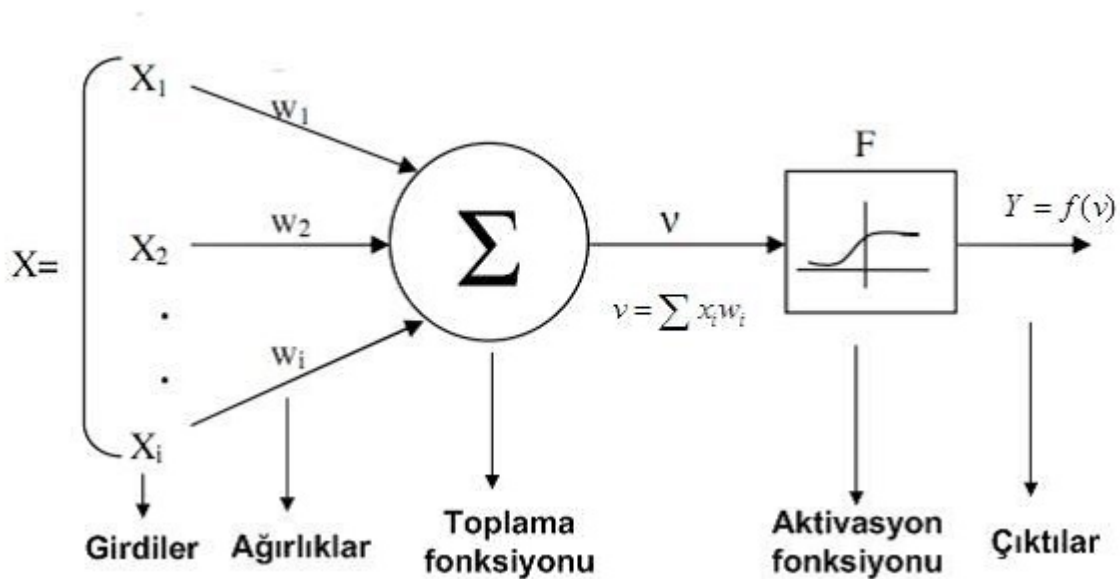
2.5. Yapay Sinir Ağları

Yapay Sinir Ağları (YSA), insandaki sinir sisteminden esinlenerek [58], insan beyninin en önemli özelliklerinden olan öğrenme yolu ile yeni bilgileri analiz etme ve yeni bilgiler türetme işini dışardan yardım almadan gerçekleştirmeyi hedefleyen bir metodolojidir. Kısaca; insan beyninin 'tecrübelerini kullanarak problem çözme' yeteneğini ve yapısını modellemeye çalışan bir sistemdir. Parametersi ve bileşeni çok olan ve modellenmesi çok zor veya mümkün olmayan olaylar için geliştirilmiş, adaptif bilgi işleme ile ilgilenen bir hesaplama yöntemidir. Birbirleri ile paralel bağlantılı çok sayıda işlem elemanından oluşan ve gerçek hayattaki örneklerle etkileşim kuran hiyerarşik bir yapıdaki [44] YSA; beyne iki yönüyle benzer. Birincisi, bilgiyi öğrenerek elde eder ve nöronlar (sinir hücresi) arası ağırlıklar; veriyi saklamak için kullanılır [33]. YSA'ların sahip olduğu öğrenme kabiliyeti, kolaylıkla farklı problemlere uyarlanabilirliği, öğrenmeden sonra problemin sonucuna ulaşmada daha az bilgiye gereksinim duyması, genelleme yapabilme yeteneği, paralel yapılarından dolayı hızlı işlem yapabilmeleri ve zor matematiksel modelleri oldukça hızlı çözebilmeleri gibi özellikleri; birçok farklı alanda, örüntü tanıma [89], soya fasulyesi üretimi çalışması [18], veri madenciliği [52] v.b çalışma alanlarında başarıyla uygulanmıştır.

Mc Cullogh - Pitts (1943) tarafından geliştirilen yapay sinir hücreleri (nöron), YSA'nın çalışmasının temelini oluşturan en küçük bilgi işleme birimidir [58]. Şekil 2.6'de görülen bu operatörün birçok giriş verisi ve bir çıkış verisi bulunmaktadır. Mc Cullogh - Pitts yapay nöronu; girdiler, ağırlıklar, toplama fonksiyonu, aktivasyon fonksiyonu ve çıktılar olmak üzere toplam beş bileşenden oluşur.

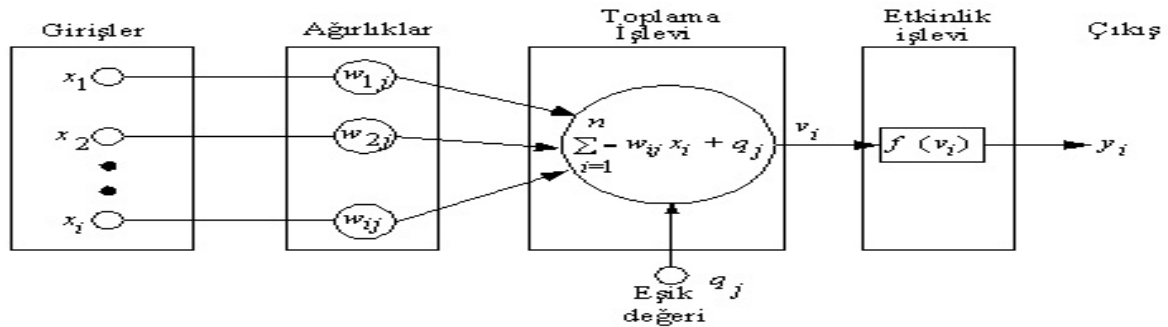
Yapay nöron tarafından bu veriler üzerinde iki temel işlem gerçekleştirilir. İlk işlem, girdi verilerinin ağırlık eklenmiş toplamının bulunmasıdır. Elde edilen bu değere fonksiyonel transform (dönüşüm) uygulanarak, toplam çıkış verisine gönderilir. Sonraki işlemde ise

toplama fonksiyonunun çıktısı aktivasyon fonksiyonuna gönderilir. Bu fonksiyon, aldığı değeri bir algoritma ile gerçek bir çıktıya dönüştürür. Yapay Sinir Ağları (YSA), insandaki sinir sisteminden esinlenerek geliştirilmiştir ve insan beyninin en önemli özelliklerinden olan öğrenme yolu ile yeni bilgiler türetebilme, öğrendiği bilgileri kullanarak yeni bilgiler oluşturabilme ve keşfedebilme gibi yetenekleri herhangi bir yardım almadan otomatik olarak gerçekleştirmek amacı ile geliştirilmiş bir metodolojidir [58]. Kısaca YSA, insan beyninin 'tecrübelerini kullanarak problem çözme' yeteneğini ve yapısını modellemeye çalışan bir sistemdir [92]. Geleneksel programlama yöntemleri ile öğrenme ve öğrenilen bilgileri kullanma işlemini gerçekleştirmek oldukça zor veya mümkün değildir. Bu nedenle YSA'nın, programlanması çok zor veya imkânsız olaylar için geliştirilmiş, adaptif bilgi işleme ile ilgilenen bir hesaplama yöntemi olduğu söylenebilir. Bunlar birbirine paralel bağlı çok sayıda basit işlemciler olarak da düşünülebilir. YSA; dağıtılan hesaplama, mevcut veriden öğrenme yeteneği, öğrendiklerinden genelleme yapması, her türlü veri bilgiye uyum, doğal bağlamsal bilgi işleme özelliği, hata toleransı ve düşük enerji tüketimi ile farklı bir biyolojik sinir sistemi mimarisidir. Çok sayıda basit işlemci ile paralel hesaplama tarzı büyük hesaplamaları günümüz teknolojisini kullanarak nöro-ızyoloji, bilişim, psikoloji, fizik (istatistik - mekanik), kontrol teorisi, yapay zekâ, matematik / istatistik, örüntü tanıma, paralel işlemci ve donanım (analog / dijital / bu disiplinlerin ortak kullanımı / optik) gibi disiplinleri bir arada kullanmaya çalışır. Bu disiplinler arasındaki iletişimi de teşvik edilmektedir [2].



Şekil 2.6. Yapay nöron [57]

YSA, birbirleri ile paralel bağlantılı çok sayıda işlem elemanından oluşan ve gerçek hayattaki örneklerle etkileşim kuran hiyerarşik bir yapıdadır. YSA beyne iki yönüyle benzemektedir. Birincisi, bilgiyi öğrenerek elde eder. İkincisi ise nöronlar (sinir hücresi) arası ağırlıklar; bilgiyi saklamak için kullanılır [33]. YSA öğrenme işleminden sonra genelleme yapabilme özelliği sayesinde farklı problemlere uyarlandığı gibi geleceğe dönük tahmin ve öngörüler için de kullanılır. YSA, insan sinir sistemi modellenerek geliştirilmiş bilgisayar programlarıdır. Kendi kendine öğrenme düzenekleri olan YSA, bilgiler arasında ilişkiler oluşturarak; sınıflandırılması, tahmin, en uygun değeri bulma ve veri sınıflandırılması gibi işlerde başarılıdır. Bağlantı ağırlıkları öğrenme algoritmalar sayısıyla belirlenmektedir. Öğrenme algoritmalarında genel olarak geri yayımlı öğrenme ve çabuk yayımlı veya esnek yayımlı öğrenme kullanılmaktadır [19]. Werbos 1970 yılında geri yayımlı YSA algoritmasını geliştirmiştir. 1980'li yılların başında Hopfield geriye yayımlı ağların eğitimi için Hopfield modelini ortaya koymuştur. Kosko, Hopfield ve Grosberg'e ait fikirlerden yararlanarak uyarlanabilir iki yönlü ilişkili hafıza modeli geliştirmiştir [25]. YSA, birbirine bağlı çok sayıda işlem elemanlarının paralel işleyen yapılarıdır. Bir YSA, birbirleriyle bağlantılı, çok sayıda düğümlerinden (işlem elemanı) oluşur. Şekil 2.7'de bir yapay sinir görülmektedir.



Şekil 2.7. Bir Yapay sinir (düğüm)

YSA, gerçek örneklerle girdi-çıkı (sebe - sonuç) ilişkisini öğrenerek örneklere ait bilgiyi paralel çalıştırmak suretiyle yeni sonuçlara ulaşır. Sinirlerin (nöron) eş-zamanlı çalışması ve aktivasyon fonksiyonu sayesinde ağdaki herhangi bir nöronun işlev dışı kalması ağın üretimini etkilemez. Yani; YSA'ların genelleme yeteneği vardır. Ağ yapısı, eğitim esnasında kullanılan numerik bilgilerden, eşleştirme sırasında kullanılan bilgileri çıkarır ve bu sayede eğitim esnasında kullanılmayan girdiler için de anlamlı sonuçlar üretir [33]. Bir başka özellik ise ağ fonksiyonunun doğrusal olmama (non-linear) özelliğidir. YSA'lar, öğrenebilme

yetenekleri sayesinde doğrusal olmayan problemlerin çözümünde klasik yöneylem metotlarından daha hızlı ve etkin çözümler sunar. Yapay sinir ağlarının karakteristik özellikleri, uygulanan ağ modeline göre değişmekle birlikte en temel özellikler şunlardır:

Yapay sinir ağları, makine öğrenmesi gerçekleştirirler ve kendisine verilen veriyi saklarlar. Örnek veriyi kullanarak öğrenirler. YSA, nitel ve nicel verilerin birlikte kullanılabilmesine veya bu verilerle işlem yapılabilmesine imkân verir. Doğru sonuçlara ulaşıldığından emin olmak için önce eğitilmeleri ve performanslarının test edilmesi gerekmektedir [60]. Genelleme özelliği ile YSA veri hakkında bilgi üretebilir ve model eksik veriyle de çalışabilir. YSA'ya uygulanan girişler, diğer katmanlar boyunca paralel olarak işlenebilir. Bu özelliğinden dolayı YSA'lar klasik yöntemlere göre daha kısa sürede işlemleri gerçekleştirebilirler [40]. Matematik uygulamaları büyük ölçüde bilimselliğe bağlıdır. Bilim ölçümü ölçeklendirmeye, özellikle de oran ölçeğine bağlıdır. Oranı ölçek çeşitli fiziksel özellikleri ölçmede kullanılan ve bir uygulama olup uygulama boyunca tek düze kullanılan ve sıfır değeri de alabilen ve farklı bir oran ölçeklerle birleştirilir.

Formüller doğal yapısal değişkenleri ve aralarındaki ilişkileri içeren ağlar içinde geçerlidir. Sonucun anlamı ve kullanımını uzman kararına göre yorumlanır. Bilim nesnel sonuçlar türetir, ancak bunların subjektif yorumları ile ortaya çıkar. Karar verme konusunda her bir karar için önceden belirlenmiş olan yazılı kurallar yoktur. Anlamak her şeyden önce problemin öz-niteliklerini yapılandırmak daha sonra da niceleyici sonuçlar elde etmek için gerekli olan nicel unsurları birleştiren ve farklı faktörleri bir arada eğiterek bir yargıya ulaşım, değerlendirme işidir. Kararlarının sayısal temsilleri ile öncelikli ölçekler kompozisyonda daha önce tespit edilen kurallar çerçevesinde türetilir ve analizi yapılır. Karar alma sürecinde bilimselliğin aksine olayların gelişmesi ile elde edilen subjektif yorumlar objektif olarak değerlendirilebilir [88]. Esasen YSA burada devreye girmekte ve gerçek hayatta yaşanan unsurları karmaşık karar vermede uygulamaktadır. Burada yapılmak istenen bilinmeyen bir durumu kehanetle haber vermek değil, bir başlangıcı takip ederek olayları terkip etme vasıtasıyla tahmin yürütmek ve genellemelere ulaşmaktır.

Yapay sinir ağları, ağın yapısına göre;

- İleri beslemeli (feed-forward) ve
 - Geri beslemeli (feed-back) olarak ikiye,
- öğrenme kuralına göre;
- Hebb

- Hopfield, - Delta ve
- Kohonen olmak üzere dörde,
öğrenme algoritmasına göre;
- Danışmanlı
- Danışmansız ve
- Takviyeli olmak üzere üçe,
uygulamaya göre ise;
- Çevrim dışı (off-line) ve
- Çevrim içi (on-line) olmak üzere ikiye ayrılır [24].

YSA'da hücreler birbirleriyle değişik şekillerde bağlanabilir ve eğitim sırasında kullanılan öğrenme ve genelleme kuralları farklılık gösterebilir. Bunun yanında YSA'da kullanılan toplama ve transfer fonksiyonlarına göre YSA çeşitli yapıda olabilirler [33].

2.5.1. YSA'nın özellikleri ve bölümleri

YSA, beynin çalışma fonksiyonları ve yapısından hareketle veriler ile girdi-çıkı ilişkisini öğrenen bir sistemdir. YSA, verilere ait bilgiyi saklama ve kullanma özelliği olan, paralel çalışma özeliğine sahip bir bilgi işlemcidir. Sistemi oluşturan sinirler (nöron) eşzamanlı olarak çalışır ve fonksiyonun sonucu, çok sayıda nöron aktivitesinin bir araya gelmesi ile oluşur. YSA'nın sahip olduğu bu özelliğin en önemli faydası, zaman içerisinde ağ yapısındaki herhangi bir nöronun işlev dışı kalması durumunda dahi, ağın ürettiği sonuçların neredeyse hiç etkilenmeyecek olmasıdır [33].

YSA'da oluşturulan sistem ile genelleme yeteneği oluşur. Ağ yapısı, eğitim esnasında kullanılan numerik verilerden, eşleştirme esnasında kullanılan bilgileri çıkarır ve bu sayede eğitim esnasında kullanılmayan girdiler için de anlamlı sonuçlar üretir. YSA'nın bir başka özelliği ise ağ fonksiyonunun doğrusal olmama (non-linear) özelliğidir. YSA, öğrenebilme yetenekleri sayesinde non-linear problemlerin çözümünde klasik yöntem metotlarından daha hızlı ve etkin çözümler sunar. Yapay sinir ağlarının karakteristik özellikleri, uygulanan ağ modeline göre değişmekle birlikte en temel özellikler şunlardır:

Yapay sinir ağları, makine öğrenmesi gerçekleştirir ve kendisine verilen veriyi korur. YSA modeline gösterilen örnek veriyi kullanarak öğrenirler. YSA, nitel ve nicel verilerin birlikte

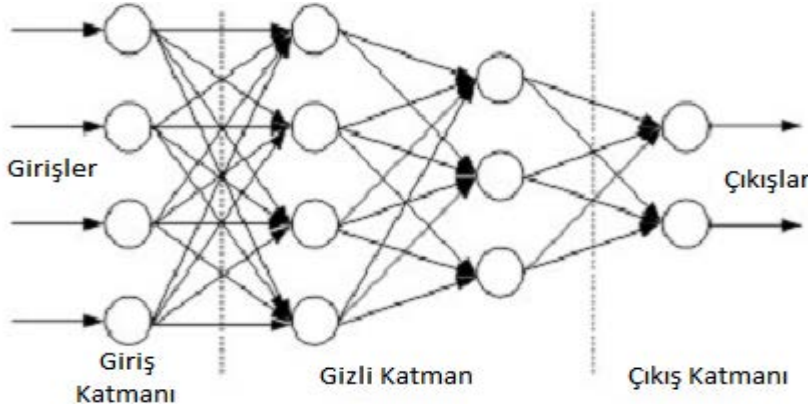
kullanılabilmesine veya bu verilerle işlem yapılabilmesine imkân verir [60]. Doğru sonuçlara ulaşıldığından emin olmak için; önce eğitilmeleri ve performanslarının test edilmesi gerekmektedir. Genelleme özelliği sayesinde YSA modeli, kendisine gösterilmemiş örnek veri hakkında bilgi üretebilir. Modele eksik veri girilse dahi çalışabilir. YSA'ya uygulanan girişler, diğer katmanlar boyunca paralel olarak işlenebilir. Bu özelliğinden dolayı YSA'lar klasik yöntemlere göre daha kısa sürede işlemleri gerçekleştirebilirler [66]. YSA, kapalı bir kurgu olarak sonuca hangi değişkenin, ne kadar etki ettiği ve çözümün en iyi çözüm olup olmadığının bilinmemesine neden olur. YSA her modele veya sisteme uyarlanabilme özelliği yoktur. Örneklerin belirlenmesinde herhangi bir kural söz konusu değildir.

Bulunan çözümün de en uygun çözüm olduğunu söylemek mümkün değildir. YSA girişleri; ağın öğrenmesi istenen örnekler tarafından belirlenir. Giriş verileri, dış ortamdaki girilen bilgiler olabildiği gibi başka veri-tabanları veya kendi kendisinden de bilgiler olabilir. Veriyi önceki sınırlardan veya dış dünyadan bilgi olarak gelişi güzel alır.

YSA tarafından alınan her bir giriş üzerine girişlerin sınır üzerindeki etkisini belirleyen uygun katsayılar ağırlık olarak isimlendirilir. Ağırlık değeri; girdinin YSA ile olan bağımlı ya da önemini belirler. Ağırlıklar, bilginin önemini ve etkisini gösterir ve her bir giriş kendine ait bir ağırlığa sahiptir. Ağırlıklar pozitif, negatif, sıfır, sabit veya değişken değerler olabilir.

Toplama işlevi; girdinin kendi ağırlıkları ile çarpımının toplamlarını eşik değerinin eklenmesi ile oluşturulur. Dolayısıyla bir hücreye gelen net girişi değişik fonksiyonlar kullanarak hesaplar. Toplama işlevinin sonucu, etkinlik (aktivasyon) işlevinden geçirilip çıkışa iletilir. Etkinlik işlevinin kullanım amacı, toplama işlevinin çıktı vermesini sağlamaktır. Bir yapay sinir ağı, sinir olarak adlandırılan çok sayıda işlem elemanının sıralı bir şekilde art arda bağlanmasından oluşur. Giriş katmanına gelen bilgi sinirler arasındaki bağlantılar yoluyla diğer katmanlara iletilir ve son katman olan çıkış katmanına kadar devam eder. Bilgi ilk katman olan giriş katmanından ağın içinde ileriye doğru yayılır. Her düğümde önceki katmandaki düğümlerden gelen girişlere izin verirken kendisine asla bağlanmaz. Son katman çıkış verilerinin içerir. Geri beslemeli veya tekrarlı ağlarda bir düğümün geriye yayıldığı bir dönüş bağlantısının bulunduğu geri besleme yolları mevcuttur. Bu tür ağların tasarımları ve davranışları oldukça karmaşıktır [19].

Gizli katman olmayan, sadece giriş ve çıkış katmanı olan ağlar, karmaşık işlevleri hesaplayamaz. Bu nedenle karmaşık hesaplamalar için oluşturulan ağlarda en az bir gizli katman olmalıdır. YSA'da gizli katman sayesinde öğrenme sağlanır. Şekil 2.8'de iki gizli katmana sahip dört katmanlı bir YSA görülmektedir.



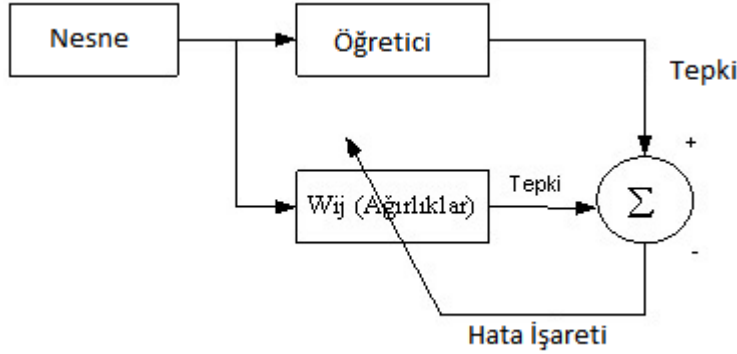
Şekil 2.8. Dört katmanlı bir YSA

Katmandaki her bir sinir, bir sonraki katmanın bütün sinirleri ile bağlantılı ancak aynı katmandaki sinirler arasında veya geri-besleme şeklinde bağlantı yoktur. Girdi bilgileri, giriş ve gizli katman arasındaki ağırlıklar ile çarpılarak gizli katmana geçer. Toplanan sinirler bir fonksiyon yardımıyla gizli ve çıkış katmanı ağırlıkları ile çarpılarak çıkış katmanına iletilir. Çıkış katmanında bu girişleri toplayarak uygun çıkışlar üretir. Dikkat edilecek olursa girişten çıkışa; gizli katmanlar üzerinden tek yönlü bir iletişim vardır [19].

YSA'da istenen sonucun elde edilmesi uygun ağırlıklar ve doğru bağlantılarla ağın sistemin davranışlarını öğrenmeli ya da kendi kendini örgütlemelidir. YSA'nın bir parçası olan öğrenme; kalıcı yenilenmeler için gözlemleme olarak tanımlanabilir. Öğrenme; girdi değerlerine veya bu girişlerin çıkışlarına bağlı olarak ağın ağırlıklarını değiştiren veya ayarlayan kurallar ile gerçekleştirilir. YSA'da bilgi, ağdaki düğümlerin ağırlıklarında depolanır; öğrenme, istenen işlevin oluşması için ağırlıkların yeniden düzenlenmesi sürecidir. Ağırlıklar, belirli bir yöntem (öğrenme kuralları) uyarınca dinamik olarak değiştirilebiliyorsa ağlar eğitilebilir demektir. Eğitilebilen ağlar, yeni durumu tanıyabilir veya verilen bir girişin hangi sınıfa ait olduğuna karar verebilir [19].

Danışmanlı öğrenmede YSA giriş bilgisine göre üretilen çıktılar, bir referans değerle karşılaştırıldığında; aradaki fark hata değeri önceden belirlenen değerden küçük oluncaya

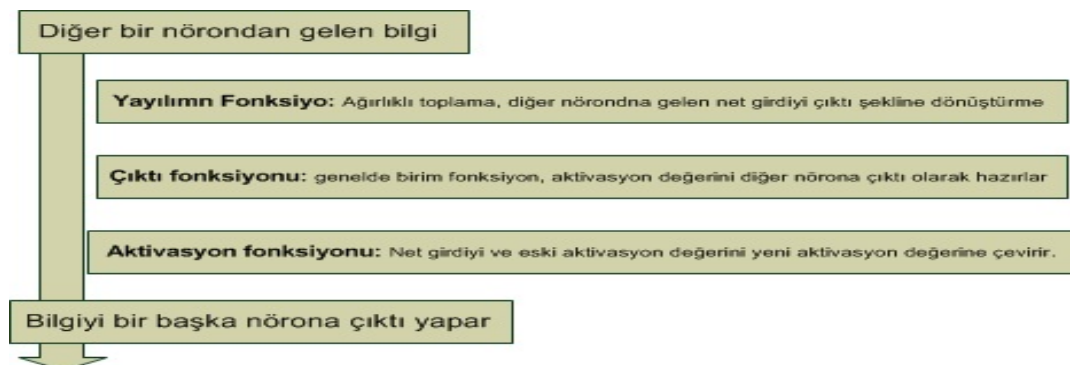
dek ağırlıkların ayarlanmasına devam edilir. Fark hata değeri istenen değerin altına düştüğünde tüm ağırlıklar sabitlenir ve eğitim işlemi sonlandırılır [19]. Danışmanlı öğrenme Şekil 2.9'de gösterilmiştir. YSA nöron denilen işleme ünitesi ve iki nöron arasındaki yön ve büyüklüğü belli olan iletişim kanalından oluşur. i ve j nöronları arasındaki iletişim $w_{i,j}$ ile gösterilir.



Şekil 2.9. Danışmanlı öğrenme hata değeri belirlenen değerin altına düşene kadar işleme devam eder

Nörondan gelen bilgi yayılım fonksiyonu sayesinde ağırlıkların toplanması ile gelen girdiyi net bir çıktıya çevirme yani Şekil 2.10'da da görüldüğü gibi bilgiyi diğer bir nörona çıktı yapmaktadır.

Yayılım fonksiyonu sayesinde vektör girdileri, sayısal (scalar) ağ girdilerine çevrilir. Fakat j . nörona hangi nöronun çıktı verdiği bilinmemektedir. Yayılım fonksiyonu j . Nörona bağlı $i_1; i_2; \dots; i_n$ nöronları için $o_{i1}; \dots; o_{in}$ çıktıları alır, ağırlıklarını w_{ij} değerlendirerek aktivasyon fonksiyonunun şekillendirmesi için ağ (network) girdileri şekline (net_j) sokar ve ağ girdisi yayılım fonksiyonu sayesinde gerçekleşir [43].



Şekil 2.10. Nöronun bilgi işlemesi

YSA ileri beslemeli (feed-forward) ve geri beslemeli (feed-back) olarak ikiye ayrılırlar. Öğrenme kurallarına göre; Hebb, Hopfield, Delta ve Kohonen olmak üzere dört yönde sınıflandırılmıştır. Algoritması açısından ise; danışmanlı, danışmansız ve takviyeli olmak üzere üç grup vardır. Uygulamada off-line ve on-line şeklindedir [43,19]. YSA'larda hücreler birbirleriyle değişik şekillerde bağlanabilir ve eğitim sırasında kullanılan öğrenme ve genelleme kuralları farklılık gösterebilir. Bunun yanında kullanılan toplama ve transfer fonksiyonları da çeşitli yapıdadır [33].

2.6. YSA'da Öğrenme ve Aktivasyon Fonksiyonu

YSA işletilmek üzere kendisine verilen verileri örnek verilerle eğiterek benzer problemleri çözebilir. Eğitim, kabul edilebilir bir hata ile yapılarak ağda öğrenme, ağırlık matrisindeki değişme olarak düşünülür. Öğreticili ve eğitimsiz olmak üzere iki şekilde sınıflandırılır [33].

Öğreticili öğrenmede, giriş vektörlerinin veri setini ve ağı eğitmek için çıkış vektörlerinin sonucu kullanır. Ağırlık matrisi, toplam ağ hatasının kabul edilebilir hatadan daha büyük olması durumunda güncelleştirilir. Çıkış değeri ile ağ çıkış değeri karşılaştırılarak ağın hatası bulunur. Bu hata kabul edilebilir dereceye gelinceye kadar, nöronlar arasındaki ağırlıkları değiştirerek işleve devam edilir. Ağın eğitilmesinde kullanılan veri setine 'eğitim seti' denir.

Öğretici-siz öğrenmede ise ağa sadece giriş değerleri verilir, çıkış verilmez. Ağ, veri grubuna uygun çıkış değeri üretecek ve uygun ağırlıklarla yeniden bu ağırlıkları hesaplaması istenir. Kendi kendine öğrenme veya adaptasyon da denen bu teknik daha yaygın kullanılmamaktadır. Çocuğa sadece bisiklet verilerek sürmeyi kendi öğrenmesi, bir öğreticisiz öğrenmedir [33].

İleri Yayılım Tekniği: İleri beslemeli ağlara Çok Katmanlı Algılayıcılar da (Multi-layer Perception) denmektedir [43]. Nöronların, yalnızca bir sonraki katman ile bağlantıları olup önceki katmanlar veya aynı katmanda bağlantı bulunmamaktadır. Bu tür yapılar snaptik (nörona ait) ağırlıklar ile sebep - sonuç (girdi - çıktı) ilişkisini öğrenir. Nöronlar hiyerarşik bir yapı içinde daha geridekilere girdi oluşturduğundan bir geri besleme söz konusu değildir. Bu teknik Hopfield, Elman ve Jordan ağlarında uygulanır [117,33]. İleri beslemeli ağda giriş ve çıkış katmanları arasına eklenen bir veya daha fazla gizli katman sayesinde, iki katmanlı

YSA'daki doğrusal olmayan problemlerin çözümü rahatça gerçekleşir. İleri beslemeli ağda giriş, gizli ve çıkış katmanı olmak üzere en az üç katman bulunur.

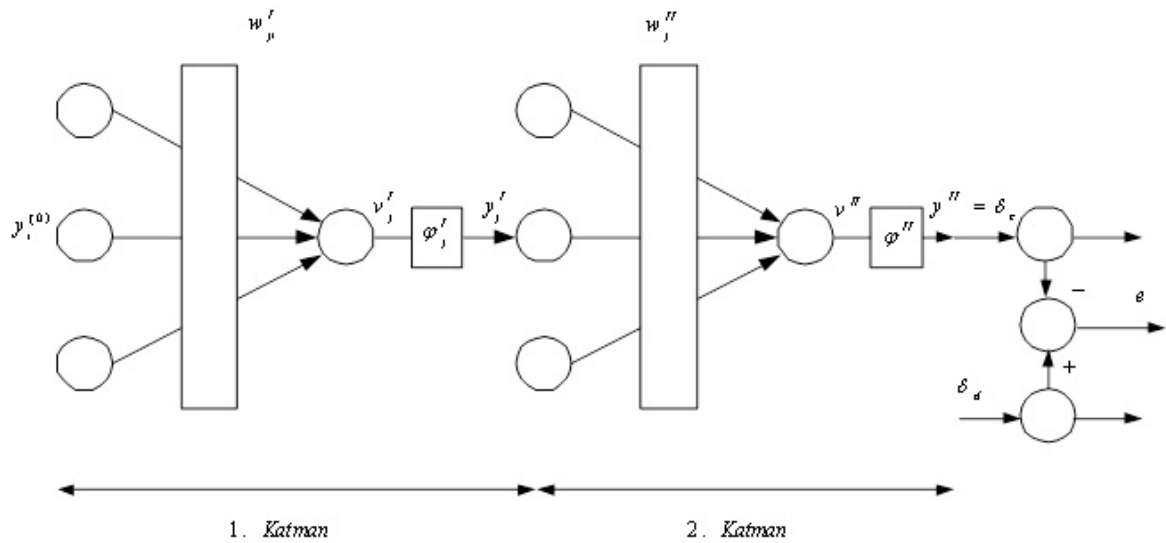
Giriş katmanında veriler ağa sunulur ve bu aşamada nöron sayısı, veri sayısına eşittir. Nöron ve veri arasında birebir eşleme mevcuttur. Veri, bir sonraki katmana, yani gizli katmana yollar. Gizli katmanda (veya katmanlarda) YSA temel işlevini gerçekleştirir. Bu aşamada giriş katmanının aksine nöron sayısı sabit değildir. Probleme, ağın tasarımına ve tecrübeye göre nöron ve ilişki sayısı değişebilir. Girdi katmanından gelen ağırlıklandırılmış veri uygun bir fonksiyonla işleyerek bir sonraki aşamaya gönderilir. Gizli katmanda gereğinden az sayıda nöron kullanılması, daha az hassas çıkış elde edilmesine, gerektiğinden fazlalık ise; ağda veri işleme zorlukları ortaya çıkarır [33]. İleri beslemeli YSA'nın gizli katman sayısı, uygulanacak yöntemi etkilemez ve birden fazla kullanılan gizli katmanda da aynı hesaplamalar yapılır. Doğal olarak n . hata değeri ile $(n - 1)$. hata değeri arasındaki farkta uygun değer (optimum hata payı) aranır [43].

Çıkış katmanı ağın son katmanı olarak aldığı veriyi aktivasyon fonksiyonu sayesinde çıktı verir. Nöron sayısı, ağa giren her verinin çıkış sayısı kadardır ve elde edilen değerler, problemin sonuç değerleridir [33].

İleri beslemeli ağın gizli katmanında yeterli sayıda nöron olması şartıyla; herhangi bir sürekli fonksiyon YSA'nın sağlıklı işlemesi için engel değildir. Aktivasyon fonksiyonları, ağın çıkış genliğini, istenilen değerlerle sınırlar. Bu değerler sırasıyla 0 ve 1 ile -1 ve 1 dahil olmak üzere $(0,1)$ veya $(-1,1)$ aralıklarındadır. Ayrıca, yapay sinir ağına bir kutuplama (bias) değeri uygulayarak, aktivasyon fonksiyonunun etkinliği artırılabilir [43].

Geri Yayılım Tekniği: Geri beslemeli ağlar diğerinin tersine nöron sadece sonrakine girdi sağlamaz, kendinden önceki veya kendi katmanında bulunan herhangi bir nörona girdi olarak bağlanabilir. Bu yapısı ile geri yayılım tekniği doğrusal olmayan ve dinamik bir davranış ile en az bir nöronun çıktısı, kendisine ya da diğerlerine girdi olur. Genellikle geri besleme bir geciktirme elemanı üzerinden yapılmaktadır. Ağdaki dinamik hafızaya sayesinde herhangi bir zamandaki sonuç (çıkış) hem o andaki hem de daha önceki girdileri yansıtır. Karmaşık bir çalışma sistemine sahip olan geri beslemeli yapay sinir ağları farklı uygulamalarda başarılı sonuçlar verirler [33].

Geri besleme; hiyerarşik bir yapıdan çok, aralarında seviye farkını gözetmeksizin parçaları ve elemanları bir havuz içinde birbiri ile yatay döngüler yapar. Ayrıca, bu yapı kaynak ve havuzlara sahiptir. Kaynak düğümü bir çıkış olup sonuca bir etkisi (önem) olmasına karşın asla bir sonuç değildir. Havuz düğümleri ise son noktaya etki eden fakat bu düğümlerin kökeninde olmayan nodlardır. Bir ağda kaynak düğümleri vardır, kökenden gelen yollarda döngü üzerinde ara düğümler havuza düşerler ve havuz düğümü haline gelirler. Bazı ağlarda sadece kaynak ve havuz düğümleri bulunur. Bazıları ise sadece kaynak ve döngü düğümleri, döngü ve havuz düğümleri veya sadece döngü içerebilir. Karar verme problemleri genelde uygulamadan geri besleme alırlar. Ağın tanımladığı forma göre tavır takınırlar. Burada yapılması gereken ağ içinde hangi elemanların öncelikli olduğu, özelde karar için hangi alternatiflerin varlığı ve sonucun geçerliliğinin kuvvetidir. Geri beslemeler sonlu bir döngü içerisinde oluşmakta olduğundan, yapılan işlemlerde önceliklerin belirlenmesi hiyerarşiden daha fazla talep edilmektedir [88]. Geri yayılım tekniği, sinir ağlarının ağırlıklarının ayarlanmasında çok güçlü bir metottur. Şekil 2.11'de tek çıkışlı iki-katmanlı geri yayımlı bir YSA modeli görülmektedir.



Şekil 2.11. Tek çıkışlı iki-katmanlı geri yayımlı YSA

Tek çıkışlı iki katmanlı YSA'daki ağırlıklar aşağıdaki eşitliklere göre her adımında güncelleştirilir [19].

I. katmandaki ağırlık değeri $w_{ji}^I(k) = w_{ji}^I(k-1) + \Delta w_{ji}^I(k)$ ile bulunur. II. katmandaki ağırlık değeri ise $w_{ji}^{II}(k) = w_{ji}^{II}(k-1) + \Delta w_{ji}^{II}(k)$ ile hesaplanır. Bu iki eşitliklerdeki $\Delta w_{ji}^I(k)$ ve $\Delta w_{ji}^{II}(k)$ ağırlık değişimleri:

$e = e(t)$ istenen hata değeri $\delta_d = \delta_d(t)$ ile gerçek hata değeri $\delta_c = \delta_c(t)$ arasındaki farkla bulunur. Hata değeri $e(t) = \delta_d(t) - \delta_c(t)$ eşitliği ile hesaplanır. Performans indeksi E ; $E = \frac{1}{2}e^2 = \frac{1}{2}(\delta_d - \delta_c)^2$ eşitliğinde ifade edilir. Hatanın geriye yayılım algoritmasında, performans indeksinin (E) minimize edilir.

$y'' = \delta_c$ sinir ağının çıktısı, y_j^I ise ikinci katmanın girişi, birinci katmanın çıkışıdır. Çıkış katmanında performans indeksi $\frac{\partial E}{\partial w_j''} = \frac{\partial E}{\partial e} \frac{\partial e}{\partial y''} \frac{\partial y''}{\partial v''} \frac{\partial v''}{\partial w_j''}$ ile ifade edilir. $y_j^I = \frac{\partial v''}{\partial w_j''}$

Bir önceki eşitlikte yerine koyarsak $\frac{\partial E}{\partial w_j''} = \frac{\partial E}{\partial e} \frac{\partial e}{\partial y''} \frac{\partial y''}{\partial v''} \cdot y_j^I$, ve eşitliğin sağ tarafı δ''

değişkeni konursa, geri kalan kısım; $\delta'' = \frac{\partial E}{\partial e} \frac{\partial e}{\partial y''} \frac{\partial y''}{\partial v''}$ eşitliğine dönüşür. Burada

$\frac{\partial E}{\partial w_j''} = \frac{\partial E}{\partial e} \frac{\partial e}{\partial y''} \frac{\partial y''}{\partial v''} \cdot y_j^I$ tekrar düzenlendiğinde $\frac{\partial E}{\partial w_j''} = \delta'' y_j^I$ 'nin elde edildiği

görülmektedir. Hata değeri ile II. katmanın çıkışı (ağın gerçek çıkışı) arasındaki türevin sonucu $\frac{\partial e}{\partial y''} = -1$ verilmiştir. Ayrıca performans indeksi ile hata arasındaki türevin sonucu

$\frac{\partial E}{\partial e} = e$ 'dir. Elde edilen bu değerler $\delta'' = \frac{\partial E}{\partial e} \frac{\partial e}{\partial y''} \frac{\partial y''}{\partial v''}$ 'de yerine konulursa

$\delta'' = -e \varphi''(v'')$ ve $\varphi''(v'') = \frac{\partial y''}{\partial v''}$ oluşur. II. katmanın ağırlık değişimi ($\Delta w_j''$), öğrenme

katsayısı (λ'') ile orantılıdır ve için $\frac{\partial E}{\partial w_j''}$ yukarıda elde edile uygulanırsa

$\Delta w_j''(k) = \lambda'' \frac{\partial E}{\partial w_j''}(k)$ ve bundan da; $\Delta w_j''(k) = \lambda'' \delta''(k) y_j^I(k)$ ortaya çıkar.

Eşitlik $\Delta w_j''(k) = \lambda'' \delta''(k) y_j^I(k)$ 'de elde edilen ağırlık değişimi yukarıda geçen eşitlik

$w_j''(k) = w_j''(k-1) + \Delta w_j''(k)$ 'de yerine konularak II. Katmanın ağırlık değerleri yenilenir.

II. katman için yapılan tüm ağırlık ayarlamaları I. Katman için de yapılacaktır.

Eşitlik $\frac{\partial E}{\partial w_{ji}^I} = \frac{\partial E}{\partial y_j^I} \frac{\partial y_j^I}{\partial v_j^I} \frac{\partial v_j^I}{\partial w_{ji}^I}$ 'in en sağ tarafındaki türevli kısım (p_i) ile $p_i = \frac{\partial v_j^I}{\partial w_{ji}^I}$ ve

$\delta_j^I = \frac{\partial E}{\partial y_j^I} \frac{\partial y_j^I}{\partial v_j^I}$ değişkenlerle ifade edilirse; $\frac{\partial E}{\partial w_{ji}^I} = \delta_j^I p_i \rightarrow \frac{\partial E}{\partial w_{ji}^I} = \frac{\partial E}{\partial y_j^I} \frac{\partial y_j^I}{\partial v_j^I} p_i$ oluşacaktır.

Burada; I. katman içinde delta kuralı (Δ) uygulanırsa ağırlık değişim değerlerinin; eşitlik

$\Delta w_{ji}^I = \lambda^I \frac{\partial E}{\partial w_{ji}^I}$ olduğu görülecektir. Yukarıda elde edilen $\frac{\partial E}{\partial w_{ji}^I} = \delta_j^I p_i$ ifadesi ile

$\Delta w_{ji}^I = \lambda^I \delta_j^I p_i$ ortaya çıkar.

$\Delta w_{ji}^I = \lambda^I \delta_j^I p_i$ ve $\Delta w_j^II(k) = \lambda^{II} \delta^II(k) y_j^I(k)$ 'de olduğu gibi II. Katman için yapılan ağırlık ayarlamasına benzerdir. Burada λ^I değişkeni I. katman için kullanılan öğrenme sabitidir.

Daha önce verilmiş olan $\delta_j^I = \frac{\partial E}{\partial y_j^I} \frac{\partial y_j^I}{\partial v_j^I} = [\delta^{II} w_j^{II}] [\varphi'^I(v_j^I)]$ ve

$\frac{\partial E}{\partial y_j^I} = \frac{\partial E}{\partial e} \frac{\partial e}{\partial y^{II}} \frac{\partial y^{II}}{\partial v_j^{II}} \frac{\partial v_j^{II}}{\partial y_j^I} = \delta^{II} w_j^{II}$ ifadeler $\delta_j^I = \frac{\partial E}{\partial y_j^I} \frac{\partial y_j^I}{\partial v_j^I}$ 'de yerine konulursa:

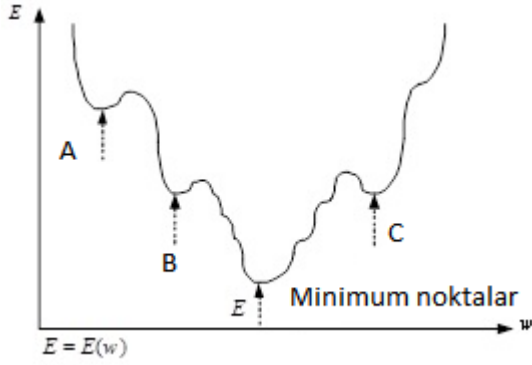
$\delta_j^I = \frac{\partial E}{\partial y_j^I} \frac{\partial y_j^I}{\partial v_j^I} = [\delta^{II} w_j^{II}] [\varphi'^I(v_j^I)]$ eşitliği görülecektir. $\frac{\partial E}{\partial y_j^I}$ ifadesindeki; yukarıda geçen

eşitlik $\delta^{II} = -e \varphi''(v^{II})$ ve $w_j^{II} = \frac{\partial v_j^{II}}{\partial y_j^I}$ verilmiştir.

Her bir katmandaki λ^I ve λ^{II} öğrenme katsayıları değişkendir. Ayrıca yerel minimum noktasını yakalamak içinde momentum katsayısı μ değişkeni kullanılır. Bu değişken $0 < \mu < 1$ aralığında seçilmelidir. Her bir katmanın ağırlık ayarlamaları için momentum katsayısı aşağıdaki gibi kullanılır:

$$w_{ji}^I(k+1) = w_{ji}^I(k) + \mu^I [w_{ji}^I(k) - w_{ji}^I(k-1)], \quad w_j^{II}(k+1) = w_j^{II}(k) + \mu^{II} [w_j^{II}(k) - w_j^{II}(k-1)]$$

Ağırlık vektörü ile performans indeksi arasındaki değişim Şekil 2.12'de gösterilmektedir. Şekilde görüldüğü gibi değişik yerel minimum noktalar (A, B, C) vardır. Öğrenme ve momentum katsayıları öyle ayarlanmalıdır ki gerçek minimum noktası elde edilebilsin.



Şekil 2.12. Yerel minimum noktalar

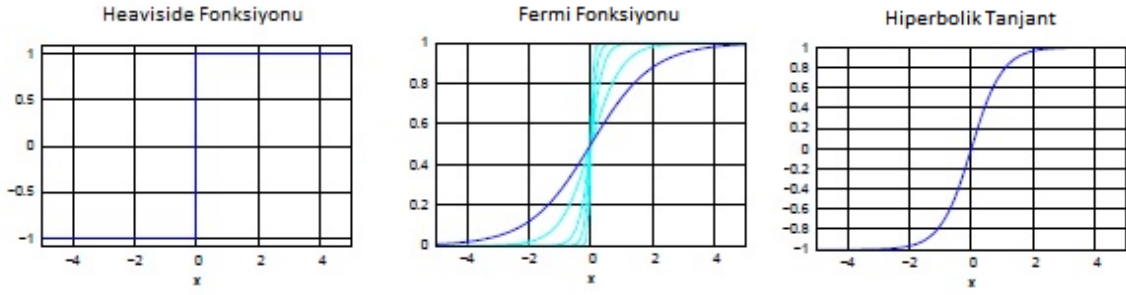
YSA'da kullanılacak olan aktivasyon fonksiyonların türevi alınabilir, ancak bu fonksiyonların süreklilik arz etmesi gerekmektedir. Girdilere karşılık gelen ağırlık değerleriyle (w) girdilerin (x_i) çarpımlarının toplamı; $net = \sum_{i=1}^n x_i w_i$ şeklinde hesaplanır. Toplama fonksiyonu bir nörona gelen net girdiyi hesaplamada kullanılır. Ağırlıklar ve giriş vektörünün doğrusal toplamlarıyla nöronun toplam potansiyeli (net) bulunur; $net =$

$$\sum_{i=1}^n x_i * w_i = w_1, w_2, \dots, w_i \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_i \end{bmatrix} = W * X^T. \text{ Nöronun toplam potansiyeli (net) bir çıktı}$$

değeri (Y) üretmek üzere (f) aktivasyon fonksiyonundan geçirilir. Aktivasyon fonksiyonu toplam fonksiyonunu kullanarak hücrenin bu girdiye karşılık üreteceği çıktıyı belirler. Aktivasyon fonksiyonu genellikle doğrusal olmayan bir fonksiyondur. En çok kullanılan aktivasyon fonksiyonları Sigmoid, Hiperbolik ve Tanjant fonksiyonlarıdır [117, 33].

Aktivasyon fonksiyonu tanımlar kısmından da görüldüğü gibi ağ girdisi, net_j ve eşik değeri ile birlikte bir önceki aktivasyon durumu olan $a_j(t-1)$ 'i yeni bir duruma $a_j(t)$ atar. Her bir nöron için eşik değerin farklı olması ve gerçek notasyonun $\theta_i(t)$ olmalıdır. Aktivasyon fonksiyonunun diğer ifade biçimi ise transfer fonksiyonudur (linear transfer function).

Aktivasyon fonksiyonlarına bazı örnekler: Şekil 2.13 soldan sağa: Heaviside veya ikili (binary) eşik fonksiyonu, Fermi fonksiyonu, hiperbolik tanjant fonksiyonlarının grafikleri görülmektedir.



Şekil 2.13. Çeşitli aktivasyon fonksiyonları

En basit aktivasyon fonksiyonu sadece iki değer alan ikili (binary) eşik fonksiyonu olarak da adlandırılır. Giriş değeri belirli bir eşik üzerinde ise, fonksiyon bunu farklı değerlere aksi halde türev 0 olacaktır. Buna bağlı olarak, geri yayılım öğrenme imkân sızdır. Buradaki

Fermi: $\frac{\{1\}}{\{1+e^{-x}\}}$ veya Lojistik fonksiyonun (Fermi veya logistic fonksiyon) alabileceği

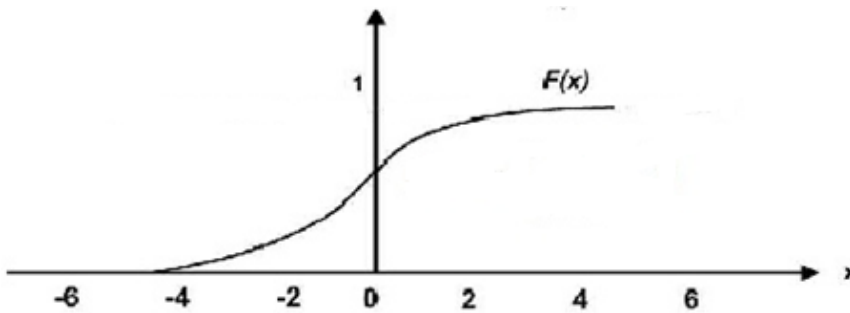
değerler (0,1) olacaktır. Yine Şekil 2.14.'deki hiperbolik tanjantı (-1, 1) arasındaki değerleri

alacaktır. Her iki işlev de türevlenebilir. Fermi fonksiyonu içine bir sıcaklık parametresi τ eklenirse, fonksiyon $\frac{\{1\}}{\{1+e^{-\frac{x}{\tau}}\}}$ şekle dönüşür; Fermi fonksiyonun literatürde diğer bir ismi

ise; Sigmoid fonksiyonudur. Rahatça türevi alınabilen, sürekli ve doğrusal olmayan bir fonksiyon özelliği nedeni ile doğrusal olmayan problemlerin çözümünde kullanılan YSA

için tercih edilir. Sigmoid (tanh) fonksiyonu $f(net) = \frac{1}{\{1+e^{-\lambda*net}\}}$ eşitliğinde ve grafiği ise

Şekil 2.14'de verilmiştir.



Şekil 2.14. Sigmoid (tanh) aktivasyon fonksiyonu

Fonksiyondaki 's' şeklindeki eğrinin ayarlanması için kullanılan parametresi geçiş alanındaki Sigmoid fonksiyonunu grafiğinin şeklini belirler. Parametre büyüdükçe sigmoid grafiği

lineer eşik fonksiyonelliğe yaklaşır. 1 değerine yaklaştıkça fonksiyonun grafiği düz bir çizgi halini alır. Kısaca parametresi, fonksiyonun eğimini ifade etmektedir. $f(\text{net})$ fonksiyonu ise $[0; 1]$ aralığında bir değer alır. Sigmoid fonksiyonu, daha doğru hata ölçümü sağlayan sürekli bir fonksiyondur [30]. Çıktı fonksiyonu için aktivasyon işlevi tekrar kullanılır. Nöron j 'nin çıktı fonksiyonu j 'e bağlı nörona hangi değer transfer edileceğini hesaplar.

2.7. YSA Avantajları ve Model Yapısı

YSA çeşitli yöntemlere göre sınıflandırılabilirler. Bu yöntemlerden biri de ağ mimarisine göre sınıflandırmadır [117]. Bu yönteme göre YSA'lar 4 ayrı mimari altında incelenebilir.

- Birincisi; tek katmanlı ileri beslemeli ağlar doğrusal ilişkili hafızalarda olduğu gibi, bir girdi ve çıktı katmanından oluşur.
- Ağ mimarilerinin ikinci tipi; çok katmanlı ileri beslemeli ağ yapısında bir giriş katmanı, bir veya daha fazla gizli (ara) katman ve bir çıkış katmanı bulunur. Birden fazla gizli katmanın kullanılması, özellikle giriş katmanındaki düğümlerin çok olduğu durumlarda, daha doğru sonuç üretilmesini sağlar.
- Üçüncü tip; yinelemeli ağ yapısı en az bir geri besleme gözü olduğundan dolayı ileri beslemeli ağlardan farklıdır. Yinelemeli ağda gizli katman kullanılabilir ve yineleme ağın öğrenme kapasitesi ve performansında önemli bir etkiye sahiptir.
- Dördüncü tip ağ yapısı ise kafes (matris) tipi ağdır. Bir kafes, bir, iki veya daha fazla ölçekli düğüm dizilerinden oluşur. Bu düğüm dizilerinin her biri bir giriş düğüm dizisine karşılık gelir. Kafes tipi bir ağ, çıkış katmanının satır ve sütunlar halinde düzenlenmesiyle gerçekte ileri beslemeli bir yapıdır [90].

YSA'daki düğümlerin oluşumu, eğitiminde kullanılan öğrenme algoritmasıyla ilişkilidir. Bu yüzden YSA'lar öğrenme algoritmalarına göre de sınıflandırılabilirler [90]. Sık kullanılan öğrenme algoritmaları; hata düzeltmeli öğrenme, Hebbian öğrenme (tekrar beslemeli), yarışmacı öğrenme ve Boltzman öğrenmedir [73]. Hata düzeltmeli öğrenme, ağdaki toplam hatanın değerini en aza indirmeye çalışır. Hebbian öğrenme, asal bileşen analizi kullanılarak gerçekleştirilir. Yarışmacı öğrenmede, çıkış düğümleri herhangi bir zamanda sadece tek bir

çıkış düğümü aktif oluncaya dek birbirleriyle yarışır. Hebbian ve yarışmacı öğrenme tiplerinin her ikisi de danışmansız öğrenme modelleri olarak bilinirler [30]. Bunun anlamı, ağa öğrenmenin başarılı bir şekilde tamamlanıp tamamlandığını söyleyecek bir öğretmenin olmayışıdır. Dördüncü öğrenme algoritması Boltzman'dır. Bu model, bilgi teorisi temelli olasılıksal öğrenme modelidir. Hata düzeltmeli ve Boltzman öğrenme modelleri danışmanlı öğrenme olarak bilinirler. Danışmanlı öğrenmede bir 'öğretmen' eğitim süreci boyunca kılavuzluk eder. YSA'nın sinirsel bir hesaplama tekniğinin olması, paralel hesaplama ve genelleştirme yeteneği ve gün geçtikçe gelişmekte olan bir teknoloji olduğudur. Diğer taraftan YSA algılayıcı gözlemleri ve algılayıcıların istatistiksel dağılımı hakkında herhangi bir bilgiyi gerektirmez. Öğrenme kabiliyetinden dolayı, YSA'lar sistem değişkenlerindeki değişimlere uyum sağlayabilirler. Bu yüzden sistemin matematiksel modeline ihtiyaç duyulmaz. Ayrıca YSA'nın paralel hesaplama yapısı uygulamada da kolaylık sağlamaktadır.

YSA'nın diğer sistemlere göre üstünlükleri arasında şunlar vardır [90].

Doğrusal olmama: YSA bu özeliğinden dolayı doğadaki hemen hemen her probleme uygulanabilmesini sağlamaktadır.

Öğrenme: YSA'larını diğer yaklaşımlardan ayıran temel bir özelliktir. YSA'ları bir problemi öğrenebilmesi için problemin giriş ve çıkış verilerine karşılık gelen çıkış verilerinin veya sadece verilerinin sağlanması gerekir.

Genelleme yapma: Eğitim sürecinin ardından YSA eğitim kümesi dışındaki veriler için de çıkışlar üretir. YSA'nın ürettiği çıkışların kabul edilebilir düzeyde olup olmadığı, test verilerinin bilinen sistem çıkışı ile YSA'nın çıkış değerleri karşılaştırılarak yapılabilir. Bu uygulama genellemenin testi olarak bilinir.

- Adaptasyon: YSA tanımını ya da parametreleri değişen probleme veya sisteme uygun çözümler sağlamak için tekrar tekrar eğitilebilir. Eğitim gerçek zamanda gerçekleştirilir.
- Veri İşleme: Biyolojik sistemlerde veri dağınık yapıda saklanır. YSA'da ise, ağırlıklar üzerine paralel olarak dağıtılmış şekilde temsil edilmekte, korunmakta ve işlenmektedir. Ağırlıklar herhangi bir anda YSA'nın problemle ilgili olarak sahip olduğu bilgiyi ifade eder.

- Hataya (gürültüye) karşı duyarlılık ve tolerans: YSA'nın genelleme yeteneği gerçekleştirilen testlerle sınanır. Genelleme, yeterli seviyede ise giriş vektörünü tanımlayan parametrelerden bazılarının verilmemesi veya sağlanmaması durumunda ya da ağırlıklarından bazılarının bozulmaması veya kullanılamaz duruma gelmesi halinde de giriş vektörünü karşılayan çıkış verilerinin YSA tarafından kabul edilebilir doğrulukta üretebilmesidir.
- Donanım: YSA'lar paralel yapısı nedeniyle büyük ölçekli bütünleşmiş (entegre devre) VLSI teknolojisi ile gerçekleştirilebilir. Bu özellik, YSA'nın hızlı bilgi işleme yeteneğini ve örnek tanıma, işaret işleme, sistem kimliklendirme ve denetim gibi gerçek zaman uygulamalarında kullanımı artırır.

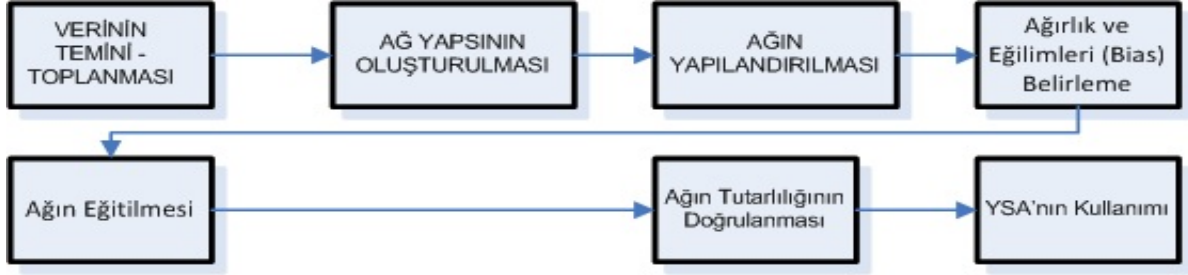
İstatistik ile İSG arasındaki ilişki sürekli gelişmekte istatistiksel yöntemlerin kullanımı giderek artmaktadır. İSG'de teorik ilişkilerin ölçülmesi ve kanıtlanmasından politika oluşturmaya yönelik tahmin ve öngörülerin yapılmasına kadar pek çok konuda istatistiksel araçlar kullanılmalıdır. Özellikle, son dönemde zaman serileri alanında kaydedilen gelişmeler sayesinde bu ilişki ivme kazanmıştır. Özellikle, bu çalışmanın da konusunu oluşturan, İSG'ye ait değişkenlerin modellenmesi ve tahmin edilmesi konusu İSG alanı için oldukça önem taşımaktadır ve genellikle istatistiksel yöntemlerin kullanımını gerektirmektedir. Bu ilişkinin öneminin giderek artması istatistik alanındaki, özellikle de zaman serileri alanındaki gelişmelerin itici güçlerinden birini oluşturmaktadır. Durağanlık, bütünleşme (co-integration) ve vektör otoregresyon (Vector Autoregression - VAR) gibi son dönemde zaman serileri alanında ortaya çıkan yeni kavramlar, ağırlıklı olarak bu ilişkinin getirileri olarak ortaya çıkmıştır ve günümüzde bu kavramlar sıkça kullanılmaktadır. İstatistik alanında yaşanan bu gelişmelerin yanında, başka alanlarda da hızlı bir gelişme süreci görülmektedir. Yapay sinir ağları alanı da gelişme gösteren diğer alanlar içinde en belirgin ve potansiyele sahip olanlardan biridir. YSA'lar, günümüzde, diğer birçok alanda olduğu gibi İSG'de de yoğun bir şekilde kullanılmaktadırlar. İstatistik dağılımların belirlenmesinde, YSA ise İSG alanında öngörü amaçlı olarak başarılı bir şekilde kullanılmaktadırlar. Özellikle, zaman serilerinin tahmin edilmesi ve öngörüsü konusunda sıklıkla kullanılıyor olması nedeniyle, YSA'larla İstatistik ve dolayısıyla İSG arasında bir ilişki vardır. Yapay Sinir Ağları ve İstatistik alanları arasında önemli sayılabilecek bir kesişim kümesi vardır. İstatistik, veri analizi ile uğraşan bir alandır. Benzer şekilde, hatalı (noisy) veriden öğrenerek genelleştirme yeteneği, istatistiksel çıkarım (statistical inference) ile aynı anlamı taşımaktadır. Dolayısıyla, yapay sinir ağları da genelde veri analizi

içermektedir. Fakat bazı sinir ağları veri analizi ile ilgilenmezler ve bu yüzden istatistik alanı ile ilişkileri kısıtlıdır. Örneğin, bazı ağlar öğrenme işlemi içermezler ki Hopfield ve Kohonen ağlar bunlardandır. Bununla beraber, YSA hatalı veriden genelleme yapabilmeyi öğrenebilmektedir ve bu sayede istatistiksel yöntemlerle benzer oldukları söylenebilir.

Mesela, gizli katman içermeyen ileri beslemeli ağlar temel olarak geliştirilmiş lineer modellere karşılık gelirler. Bir gizli katman içeren ileri beslemeli ağlar ise yansıtım amaçlı regresyon (projection pursuit regression) ile yakındır. Örnekleri artırmak gerekirse, olasılıklı ağlar temel fark analizine (kernel discriminant analysis) karşılık gelirken, Hebbian öğrenme temel bileşen analizi (principal component analysis) ile oldukça ilişkilidir. İleri beslemeli ağlar, doğrusal olmayan regresyon ve ayırıştırma (discrimination) modellerinin bir alt kümesidir. Doğrusal olmayan istatistiksel modellerden elde edilen birçok sonuç ileri beslemeli ağlara uygulanmaktadır. Ayrıca, doğrusal olmayan modeller için kullanılan yöntemler, örneğin Levenberg-Marquardt, ileri beslemeli ağları eğitmek için kullanılmaktadır.

YSA, algoritmaları veya uygulamalarına göre sınıflandırılırken, istatistiksel yöntemler sonuçlara göre sınıflandırılırlar. Örneğin, aritmetik ortalama basit bir geri yayılma ağı içinde formülün kullanılmasıyla kolayca hesaplanabilir. Sonuçta, hesaplanma şekli ne olursa olsun, çıktı olarak aritmetik ortalama elde edilir. İstatistik aynı model için değişik algoritmalar kullanabilir ve değişik eğitme kriterlerini değişik özelliklere sahip farklı tahmin yöntemleri olarak görür.

YSA da istatistiksel modeller gibi dağılıma yönelik varsayımlara ihtiyaç duymaktadır. Fakat istatistik bu varsayımların sonuçları ve önem derecesi ile de ilgilenirken, YSA olayın bu yönünü göz ardı eder ve öngörülerde bulunur. YSA ile istatistik arasında sıkı etkileşim YSA'nın birçok alanda olduğu gibi İSG'de de kolayca uygulama sahası bulur. Bu çalışmada kullanılan YSA modeli Şekil 2.15'de gösterilmiştir.



Şekil 2.15. Çalışmada kullanılan YSA modelinin temel basamakları

3. ARAŞTIRMA BULGULARI, KAVRAM VE UYGULAMA

Risk değerlendirme konusunun iş dñnyasına, ÷lke ve topluma; sosyok÷lt÷rel, politik ve genel altyapıyı oluşturan etkin ve kilit parametrelerini ortaya koyarak bunları bir arada kullanmaktır. Var olan başarılı modellerden hareketle, aynı amaçlar doğrultusunda daha kapsamlı bir modeli ortaya koymak, konuyla ilgili çözümleri sunmaktır.

RD'nin işverenler açasından başlıca faydaları; tehlike ve riskleri önceden görebilme, ilişkide bulunan saygınlık ve geçerlilik, proaktif yaklaşımla acil durumlar için her an hazırlıklı olma, istenmeyen durumların önlenmesi ile kayıpların maddi ve manevi olarak azaltılması, sorumlulukların ve görevlerin belirlenmesi ve paylaşımı, güvenli teknoloji seçimi ile güvenli çalışma ortamı temini olarak sıralayabiliriz.

İSG mevzuatı gereği iş-verenler iş yerlerinde risklerden özel olarak etkilenecek işçi gruplarının durumlarını da kapsayacak şekilde sağlık ve güvenlik yönünden risk değerlendirmesi yapmak, RD sonucuna göre, alınması gereken koruyucu önlemlere ve kullanılması gereken koruyucu ekipmana karar vermek, iş ekipmanlarını güvenli olarak temin etmekle, gerekli bakımlarını yaptırmakla, belirli periyotlarla kontrol ve deneylerini yaptırmakla, operatör ve bakımcıları eğitmekle, işçilerin sağlığını ve güvenliğini korumak için, mesleki risklerin önlenmesi, eğitim ve bilgi verilmesi, gerekli her türlü önlemlerin alınması ve acil durum organizasyonlarının yapılması, araç ve gereçlerin sağlanması ile yükümlüdür.

Başta tñmdengelim yöntemi kullanılarak, ihtiyaç duyulan çalışma sahaları ve temel esaslar araştırılmış, akabinde; tümevarım yöntemiyle de çözümler ortaya konulur.

Çalışmada, alana özgü literatür tarama, kütüphane - İnternet araştırma usulleri kullanılmıştır. Başlıca kaynaklar uluslararası temel eserler, vakıf, dernek, diğer resmi kurumlar ve konuyla ilgili konferans raporları ve makalelerdir. KOSGEB'in 108 bin KOBİ'ye uyguladığı 350 soruluk 'Yararlanıcı Durum Tespit Formu' (YDTF) kitapçığı, KOSGEB KVT verileri için uygulamada kullanılmış olup, yukarıda sayılan kriterler çerçevesinde bu kitapçığın ilgili sütunlarından örnek olarak alınanlar kriterler, parametre olarak kullanılmıştır. Bu çalışmada kurulan model örneği, RD modelin kurumun her türlü faaliyetlerinde oluşacak değişikliği

hesaba katan ve farklılaşacak risk değerlendirme kriterleri göz önüne alınarak tasarlanabileceğini göstermektedir. Organizasyonların Risk Yönetimi konusunda bir kısım kriterleri, bilerek veya bilmeyerek, önceden vakıf olduğu ve uyguladığı varsayımı ile değerlendirilmektedir. KOBİ'lerde karar kriterleri kısa süreli ele alındığından, çalışma bir dinamik risk değerlendirme problemidir. Riskin takibi, zaman ve kaynak kullanımı, maliyet vb. konular çok kaynaklı risk yönetim kullanımının avantajlarıdır. Çalışmada yer alan problem dolayısı ile çok kaynaklı Risk Değerlendirme Metodu Seçimi problemidir ve “kurum faaliyetleri değişikliği” konusu ışığında ele alınmıştır. Oluşturulan Model RD'nin içine neler katılabileceğini ile ilgili ortaya örnek koyan bir modeldir. Bu modelin yaklaşımı sayesinde çalışma alanı ile ilgili oluşabilecek tüm riskler değerlendirileceği gibi, oluşturulan veri-tabanı risklerle doğrudan veya dolaylı parametreleri hesaba katacaktır. Değerlendirmeye hesap edebilecek büyüklükte işlemci bulunması halinde, sınırsız sayıda kriter eklenebilir. Yani; parametreyi çoğaltmak sadece kullanılan hesaplayıcı gücüne bağlıdır. Ne kadar çok kriter kurulan *modelin* içinde kullanılırsa, RD'nin için o derece sonuç elde edilir. Sonuç olarak bu çalışmada ele alınan Risk Değerlendirme Metodu Seçimi; dinamik, çok kaynaklı ve kurum faaliyetleri değiştirme problemidir.

3.1. Veri Elde Etme ve Veri Hazırlama

Bir organizasyon doğar, yaşar ve faaliyetlerini sonlandırır. Faaliyetlerinin sonlanması organizasyonun ortamdaki çekilmesi anlamına gelmez. İşletmeler kuruluşlarından itibaren çeşitli fonksiyonlar içeren birçok faaliyetlerde bulunur. Üretim yapar, hizmet sunar, ticarete bulunur, personel istihdam eder, belgelendirme ve kontrol işlemleri ile uğraşır, analizler yapar, raporlar hazırlar, teklifler verir, bazen finansal krizlere girebilir, bunlardan kurtulur, geleceğe dönük planlar kurar ve daha yüzlerce iş yapar, yüzlerce konuma girer. İşte İSG ve RD bu durumların her birinde bir fonksiyon icra etmeli ve kurumsallığını pekiştirmelidir. Birde kurum ve kuruluşların kendi dışında cereyan eden olaylar vardır. Bu hadiselerden dolaylı olarak etkilenmektedir. Finansal daralmalar ve dalgalanmalar, yangın, sel gibi bütün doğal afetler, doğrudan organizasyona zarar vermemiş olsa da, yine zarar ve ziyan içerir, telafi edilmesi gerekir, çeşitli tedbirlerin alınmaması halinde toptan yok oluşa bile neden olabilir. Bir işletmede, o işletmeyi işleten insan ve işletmenin devamını sağlayan mal varlığı unsuru olarak, başlıca iki unsur vardır. Bu unsurlar Risk Değerlendirme konusunda temel kümeleri oluşturacak başlıklardır. Türk Ticaret Kanunu Madde 11/2'de mal varlığı unsurları sayılmıştır. Ticari işletmenin insan unsurunu, ticaret hukukunun öznesini oluşturan tacir

oluşturur. Mal varlığı unsuru ise Maddi Unsurlar ve Gayri-maddi Unsurlar olmak üzere ikiye ayrılır. *Maddi unsurlar*, ticari işletmenin faaliyetini sürdürebilmesi için, işletmenin ayrılmaz nitelikteki unsurlarıdır. Bu unsurların olmaması halinde işletme faaliyetini gerçekleştiremez. Tesisat içerisinde menkul ve gayri-menkul işletme tesisatı girer. Gayri-menkul işletme tesisatı işletmenin taşınmaz mal varlığını oluşturur. Örneğin, işletme binası. Menkul işletme tesisatı ise, faaliyetin sürdürülmesi için gerekli olan taşınır mal varlığıdır. Örneğin, alet, makine, cihaz, kamyon, araba, depo vb. Maddi unsurların bir diğeri de hammadde. Hammadde olmadan, işletme faaliyetini sürdüremez. Örneğin, buğday fabrikasının işleyeceği buğday, un fabrikasının işleyeceği un, vb. Mülkün dışında bir mekanda faaliyet sürdürme "Borçlar Kanunu ve Gayrimenkul Kiraları Hakkındaki Kanun" gereğince, kiracılık hakkı hükümleri uygulanır. Peştamaliye (goodwill), genel olarak ticaret hayatında hava parası olarak da anılmaktadır. Bir işletmenin faaliyette bulunduğu süreç boyunca müşterilerinden ve iş çevresinden görmüş olduğu rağbettir. İşletmenin en önemli unsurlarından birisidir. Son olarak, işletmenin sahip olduğu sınai haklar oldukça kapsamlı düzenlenmiştir. Sınai hakların içerisinde; fikri haklar, ticaret unvanı, işletme adı, patent, marka, model vb. sayılabilir.

3.1.1. Kavramsal analiz, kriter ve parametreler

Toplumlar, insan süreçleri etrafında organize olmuştur ve bu süreçlerin yapısını, üretim, güç ve tecrübe arasındaki tarihsel ilişkiler teşkil eder. Üretim, insanlığın hammadde üzerindeki bir faaliyeti olup, bu faaliyetle hammaddeyi kendi faydası için dönüştürür, bir kısmını tüketir ve geri kalan üretim fazlasını da hedefleri doğrultusunda yatırıma yönlendirir. İş sürecinde üretim araçlarının enerji ve bilgiyi kullanarak hammadde üzerinde etki sağlaması yani; emek ile hammadde arasındaki ilişki çok karmaşıktır. Teknoloji ise, üretimde, iş gücü ve hammadde arasında kurulu olan ilişkiyle ilgilidir. Teknolojik değerler dizisinin bilimsel ve teknolojik özünü mikro-elektronik teşkil etmektedir. Önce 1947'de transistor buluşu, arkasından 1957'de bütünleşmiş devrelerin geliştirilmesi, 1959 da düzlemsel işlemcinin ve 1971'de de mikro işlemcilerin bulunması bir yandan bilgisayarların kapasitesini geometrik olarak artırmış, bir yandan da birim fiyatlarını düşürmüştür. Mikro elektronik temelli teknolojilerin uygulamaları fabrika ve ofislerde CAD/CAM (Bilgisayar destekli tasarım /bilgisayar destekli üretim) ve Esnek Entegre Üretimi gündeme getirmiştir. Bilgi teknolojilerinin üzerine buluşlar bina edilmiş, paralel işlemcilerle çok yüksek kapasitede bilginin işlenmesi ve depolanması olası hale gelmiş ve genetik mühendisliğinde de

teknolojik devrimlere yol açmıştır. Bir tür IT teknolojisi olan biyo-teknolojinin temelleri atılmış, yaşayan organizmalarda saklı bilginin çözülmesi ve yeniden programlanması gibi bilimsel gelişmeler başarılabilmiştir [17]. İşte bu teknolojilerin eş-zamanlı olarak ortaya çıkması ve kendi aralarındaki etkileşimlerinden ortaya çıkan görevdeşlik, teknolojilerin hızla yayılmasına ve de her bağımsız teknoloji potansiyelinin artmasına yol açarak yeni teknolojik değerler dizisinin geniş çapta kabulüne yol açmıştır [37].

Yeni teknolojik değer iki çarpıcı özelliği ile göze çarpmaktadır; Birincisi, temeli (özü) bilgi işleme kavramı üzerine oturmuştur [61]. Yeni teknolojilerin ikinci önemli karakteristiği ise bütün kayda değer teknolojik devrimler içinde geçerlidir[62]. Bu buluşların asıl etkisini ürünlerden çok süreçlerde göstermesidir. Ürün çeşitliliği ekonominin itici gücü olmasıyla birlikte, buluşların önemli yönü süreçlerin değişimi (yenilik) ile ortaya çıkmıştır. Elektrik ve buhar motorunun buluşunda enerji asıl eksen unsur olmakla beraber; üretimin, lojistiğin, nakliyenin ve yönetimin tüm aşamalarına girerek, ekonomiyi ve toplumu dönüştürmüştür. Bu dönüşüm yeni ürün ve hizmet çeşitlerinin ortaya atılmasından ziyade, üretim ve dağıtım sürecinin yeni metotlarla yapılması anlamına gelir.

Bilgi devriminde, bilgi teknolojileri ilk planda süreçle ilgilidir. Teknolojik devrimler aslında nihai ürünü 'süreçler' (processes) olan bir dizi buluşlardan ibarettir. Bilgi teknolojileri değerlerinin bu iki önemli karakteristiğinin toplum üzerindeki etkileri radikal olmuştur [8] . Çünkü süreç, ürünlerin tersine, insan faaliyetleriyle bütünüyle ilişkilidir, teknolojide oluşan değişim ve yenilik, var olan bilgi akışı üzerine odaklanmaya, bu ise; bütün organizasyonların materyal temelinin değiştirme gereksinimini ortaya çıkarmıştır. Böylece, bilgi teknolojileri üretim, tüketim, yönetim, yaşam ve hatta ölüm tarzını, davranışları ve farklı örgütlenmelere etki edecek bir dizi etmenler arasında bir aracı rolü oynayarak, değiştirecektir. Bilgi temelli teknolojilerin süreç-yoğun karakteristiği, organizasyonlar üzerinde etkili olacak teknolojik değerler dizisinin üçüncü temel etkisini ortaya çıkarmaktadır: Esneklik. Aslında bu, şekillenmekte olan yeni sistemin temel bir karakteristiği olarak ortaya çıkmaktadır [80]. Teknolojik değer karakteristiklerinin özellikli mantığına bağlı olarak radikal sonuçlara neden olmuştur. Fakat teknoloji - daha geniş bir üretim ve organizasyon sistemine eklemlenmiştir [75]. Geçiş aşamasında ana süreç mallardan hizmetlere geçiş şeklinde değil, iki önemli 'post-endustrial toplum' [55] teorisyenlerden, Alain Touraine 1969'ta ve Daniel Bell'in 1973'te önerdiği gibi, bilgi işleme sürecinin bir temel, öz olarak ortaya çıkmasıdır. Bilgi işleme (information processing) üretim, dağıtım, tüketim ve yönetim süreçlerinin

verimliliğini ve etkinliğini doğrudan doğruya değiştirmiştir. Tüketim alanında, iki paralel süreç bilginin rolünü vurgulamaktadır. Bir yandan, yığın pazarların (mass market) meydana getirilmesi ve alıcı ve satıcı arasındaki mesafenin artması, firmaların özel pazarlama teknikleri ve etkin dağıtım kanalları geliştirmesi gereksinimini ortaya çıkarmış, böylece bilgi toplama sistemleri ile bilgi dağıtım kanalları arasında bir bağlantı ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Sistemin en temel amaçlarını gerçekleştirecek şekilde ekonomik örgütlenme modelinde yatırımın motoru özel sektör girişimlerinin karlılığını artırmak, bunun için de hem var olan pazarların derinliğini artırmak hem de yeni bölgelere uyum ancak yeni verimli tekniklerin uygulanması ile olasıdır. Üretim sürecinden elde edilen fazlanın yeni yatırımlara yönlendirilmesi ancak İSG başta olmak üzere kullanılan çeşitli tekniklerle hem üretimde artış sağlayarak hem de kaynakları verimli kullanmakla sağlanabilir. Teknolojik gelişmelerden faydalanılarak yüksek üretkenliği gerçekleştirmek, teknik donanımlı eğitilmiş iş gücü ile daha az korumacı çalışma koşulları (İSG ve RD sorumlulukları doğrudan uygulayıcılara yüklediğinden iş dünyasını yönetenlere ait yükümlülükleri azaltmaktadır) üretimin birim başına daha düşük maliyetlere ve daha gevşek çalışma şartlarının bulunduğu ülkelere ve bölgelere doğru kaydırılması, kayıt dışı ekonominin artışı, işçileri koruyan yasaların azaltılması, azınlıklar ve göçmenler gibi ucuz işçilerin pazara çekilmesi işletme-işgücü arasındaki ilişkilerde yeni bir dönemin başlangıcını oluşturmuştur. Dünya devletlerinde işi olanlar kaçınılmaz bir bürokrasi ve zaman alıcı ve sıkıcı bir süreçle karşı karşıya kalırlar [108]. Dış odaklar genel idarenin yasalara dayalı yönlendirme gücü şeklinde veya şirketlerde merkez karar biriminin talimatları şeklinde olabilir. Stratejik yönetim ticari firmalarda ne kadar önemli ise iş hayatında da aynı derecede önemlidir [38].

Her ne kadar Johnson ve Scholes iş hayatında strateji belirleme aşamasında siyasi etkilerin önemini kabul etseler de, bu alanda stratejik yönetimin önemi konusunda ısrar etmektedirler; İş hayatında, rekabet kavramı kendi birimine merkezden daha fazla kaynak temin etme şeklinde ortaya çıkar ve genellikle politik bir arenada cereyan eder. Temin edilen ödenekler sonucunda ortaya çıkan üretimin verimliliği (value for money) gittikçe önem kazanmaktadır. İş hayatındaki yönetim pratiklerindeki gelişmelerin çoğu, iç pazarlardaki değişiklikler, performans göstergeleri, rekabete dayalı açık artırma gibi uygulamalar parasal verimlilik konusundaki yönelimleri cesaretlendirici örneklerdir. Kamu sektörü bile artık dış dünyadaki sürekli gelişim ve değişim rüzgârına direnemeyecektir; yöneticiler de değişim dalgalarına karşı uyanık olmak zorundadırlar, aksi takdirde bu dalgaların altında boğulma riskleri vardır [12].

İnternet 1990'lardan itibaren günlük hayatımızın bir parçası haline gelmiştir. Bu gelişmeler iş hayatında bir kültürel devrimin yaşanması gerekli kılmıştır. Bilgi çağında kâğıtlı bürolar ortadan kalkarak, bilgisayar ve haberleşme teknolojileri bunların yerini almaktadır. Kişilerin bankalarından (internet bankacılığı) ve kredi kartı şirketlerinin 24 saat müşteri desteği aldığı, sigorta ile ilgili çok karışık taleplerin bir telefonla halledildiği bir çağda, vatandaşlar ister istemez aynı duyarlılığı kamu kurumlarından da istemektedirler. Böylece refah Devleti anlayışının ortaya çıkmasından sonra ilk defa devleti yeniden keşfetmek ve onu mükemmelleştirmek için altın bir fırsat önümüze çıkmıştır [70]. Yine, eğitimin kitleselleşmesi, yaşam ve iş hayatından yüksek standartlar bekleyen insan sayısını arttırmıştır. Niteliksel iyileşmeler, taleplerin doğmasına yol açar. Bilinç düzeyi istemeyi ve almayı tetikler. Stratejik yönetim ise yönetime katılmanın bir aşamasıdır. Hayat gittikçe karmaşık bir hal alırken, muhtelif problemlerle uğraşmak zorunda kalan her birim de karmaşık bir hal almaktadır. Üstelik toplumun beklentileri modern sanayi sonrasında daha da artmıştır [71]. İş çevresi genellikle bilgi sistemi yönetiminin (MIS) başarısının temel belirleyicisidir. Bu yargı hem söz konusu birimler içinde hem de bu birimlerle yakın ilişkide olan ve siyasi otoritenin sınırlamaları altında çalışan kurumlar açısından geçerlidir. İnternet temelli teknoloji topluma daha kaliteli hizmet sunmak konusunda itici güç ve bürokratik gecikmelere karşı bir çare olabilir. Bozeman ve Strausman'ında işaret ettiği gibi; 'Bilgi Sistemleri Yönetimi'nin birincil amacı bilgiyi toplamak değil yaymaktır. Elbette, Bilgi, kamu kurumları arasında veya herhangi bir organizasyon içinde güce ulaşmak için bir araçtır. Ancak Bilgi sistemleri yönetimi yansız bir araçtır. Bununla birlikte, çalışanların daha doğru karar vermeleri ve sunulan hizmetin kalitesini artırmaları konusunda bir fırsat tanıyabilir. Zaman ve mesafe sorunlarını ortadan kaldırarak topluma istedikleri zaman ve yerde bilgi ve hizmeti sunabilir [71]. Kaliteli bir servisin bilgiye ulaşım olanak veren bir servis olduğu bir gerçektir. Türkiye internetle 1993 yılında tanışmıştır. Üniversitelerden ülkeye yayılan internet kullanımı, üniversite öğrencilerinin yoğun ilgisine karşın büyük kentlerdeki orta-üst ve üst gelir grubundan kullanıcılarla ve kamu ve özel sektörlerdeki sayılı kurumla sınırlı kalmıştır. Gazetelerin, finans kurumlarının, üniversitelerin, az sayıda kamu kuruluşunun ve hatta elektronik ticaret yapan firmaların bile bulunduğu Türkiye interneti yine gelişmiş olmaktan uzaktır. 1999 itibariyle Türkiye'de internete bağlı 55 bin bilgisayar, 8 bin civarında Web sayfası, 300 - 400 bin kullanıcı olduğu tahmin edilmektedir. Türkiye'de internetin gelişmemesinin başlıca nedenleri, yasal düzenlemelerin yetersizliği, internet ile ilgili sorunlara muhatap olacak örgütsel yapının olmayışı, erişim güclüğü ve yetişmiş insan

ve bilgi altyapısı yetersizliği olarak özetlenebilir. ABD'de her 100 kişiye 48 bilgisayar düşerken Türkiye'de bu sayı ikidir [63].

Kurumsal davranış, bir KOBİ içinde çalışan çalışanların davranışlarını anlamaya, geleceğe dönük tahminler yapmaya ve çalışanların davranışlarını kontrol etmeye ilişkin bir disiplin olup, çalışan doğası ile kurumun yapısının etrafına çevrelemiş olan bir takım temel kavramları kapsar. Çalışanlarda, davranışlarının yapılarında benzerlikler gözlemlenmekle birlikte dünyada her çalışan iş gören olarak farklıdır. Görüşleri birbirinden ayrı olduğu gibi, birbirinden farklı olan birçok değişik amaçlara ulaşmak için ayrı yollardan giderler [74]. İş göreliliğin oluşmasında çalışanın doğuştan gelen (kalıtsal) özellikleri ve içinde yer aldığı çevrenin etkisini bir arada görmelidir. Çevre etkisini dikkate alarak, iş göreliliğin sadece bireye özgü özellikleri değil, belirli ölçüde içinde yaşanılan çalışan topluluğunun, belirli ölçüde de tüm çalışanlarda ortak bazı özellikleri yansıttığı sonucu çıkarılabilir [104]. Bir kurum olarak basit bir KOBİ tanımını yapmak zordur. Çalışanlar; okullar, dernekler, kulüpler, çevresel şirketler, çeşitli kamu kurumları, siyasi partiler, hastaneler gibi çeşitli ağlar (networkler) KOBİ ile iç içe yaşarlar [95]. Genel olarak KOBİ denildiğinde, iki veya daha fazla çalışanın, ortak bir amacı gerçekleştirmek için, davranışlarını biçimsel kurallara göre düzenlediği yapı anlaşılmaktadır. Çağımızda çalışanlar yaşantılarının önemli bir bölümünü çeşitli kurumlarda geçirmektedirler. KOBİ, iş görenlerin yalnız çalışma saatleri ile sınırlı yaşantılarını değil, tüm yaşamlarını etkiler. Belirli bir genetik yapı ile dünyaya gelen birey, sosyal çevresi ile karşılıklı etkileşimden oluşan "sosyalleşme" veya "toplumsallaşma" süreci içerisinde, kendisine toplum içinde rol üstlenmeyi olanaklı kılacak bazı yetenekler, beceriler, güdüler, tutum ve görüşler, sosyal değer ve normlar oluşturmaktadır. Aile ve okuldan sonra bir diğer üçüncü sosyalleşme yeri ise, bireyin çalıştığı iş yeridir. Mesleki sosyalleşme ile iş gören bir yandan okul yaşamından devraldığı kişiliğinin ayrıntılarını belirlemeyi sürdürmekte, diğer yandan uzun süreli etkiler sonucu, iş hayatına yönelik özelliklerinde değişikliklere yol açabilmektedir [105].

KOBİ amaçlarına, çalışanlar tarafından gerçekleştirilen eylemlerle ulaşır, etkinliğinin ön koşulu çalışan gücüdür. KOBİ çalışanların varlığı ile anlamlıdır. KOBİ bireylerin sınırlı fakat farklı yeteneklerinden yararlanır ve bireysel yetenekleri artıran bir araçtır. Aynı zamanda kişisel amaçların gerçekleştirme aracıdır [3]. Öte yandan KOBİ, yalnız içindeki süreçlerle sınırlı kapalı bir sistem değil, çevre ile sürekli etkileşimde bulunan açık bir sistemdir [20]. Kurumsal davranış bilimcileri iş görenlerin oto kontrol, başarıya yönelim,

otoriter kişilik, Makyavelizm, kendine güven, kendini yansıtma ve risk alma eğilimi gibi davranışlarını etkileyen temel özellikler üzerinde durmaktadırlar [72]. Burada konu edilenlerin İSG"de önemli rolleri bulunmaktadır.

KOSGEB'in hazırladığı Yararlanıcı Durum Tespit Formu (YDTF) kapsamında bugüne kadar yaklaşık 110.000 işletme taranmış olup KOBİ Analizi; Sistemler ve Süreçler, İşletme Performansı ve İşletmenin Geleceğe Dönük İhtiyaçları açısından güçlü ve zayıf yönler değerlendirilmiştir. Veri-tabanından alınan parametreler, risk değerlendirme açısından bir organizasyon veya şirketin unsurları göz önünde bulundurularak seçilmiştir. Bu veri tabanının oluşturulmasında aşağıdaki 6 konu başlığı belirlenmiştir:

- Yönetim ve organizasyon
- Üretim ve teknoloji
- Pazarlama ve satış
- Finans ve muhasebe
- İnsan kaynakları
- Bilgi yönetimi

Bir iş yerinde, risk değerlendirmesi başta çalışanlar olmak üzere; firma sahipleri, müşteriler, tedarikçiler ve tüm çevrenin sağlık ve güvenliğini etkileyebilecek ve işin verimliliğine etki edecek unsurları içermelidir. Yeni bir makine veya donanım alınması, yeni tekniklerin geliştirilmesi, iş organizasyonunda veya iş akışında değişiklikler yapılması, yeni hammadde ve/veya yarı mamul maddelerin üretim sürecine girmesi, yeni bir mevzuatın yürürlüğe girmesi veya mevcut mevzuatta değişiklik yapılması, iş kazası veya meslek hastalığı meydana gelmesi, iş kazası veya meslek hastalığı ile sonuçlanmasa bile yangın, parlama veya patlama gibi iş yerindeki iş sağlığı ve güvenliğini ciddi şekilde etkileyen olayların ortaya çıkmasını önlemek risk değerlendirme ile mümkündür.

Yönetim Ve Organizasyon İhtiyacının Ölçümlenmesi; İşletmede Güçlü ve Zayıf Yönleri Analizi (SWOT), Eğitim ve Geliştirme Uygulamaları, Periyodik Müşteri Memnuniyeti, Üretim Verimliliği, Kapasite Kullanım Oranı ve Rekabet Gücü artıp, durağan veya azalıyor olup olmadığına bakılmıştır. Bunların sonucunda İSG açısından işletmenin yeniden yapılanmasına, nitelikli ilave yöneticiye, yönetim danışmanlığına, yönetici eğitimine gereksinim duyup duymayacağına karar verilebilir.

Üretim Ve Teknoloji İhtiyacının Ölçümlenmesi; yeni ürün geliştirme çalışması, istatistiksel kalite kontrolü, istatistiksel süreç kontrolü, atık kontrolü, teknoloji araştırma geliştirme, ürün iadeleri, fire, kayıplar, makine parkı, ürün çeşitliliği, üretim miktarı ve ürün maliyetlerinin artıp, durağan veya azalıyor olup olmadığına bakılmıştır. İSG bakış açısı ile kalitenin iyileştirilmesi, yeni bir alana girme, yeni ürün geliştirme kararı, maliyet düşürme, teknoloji iyileştirme ve planlı bakım sistemine ihtiyaç olup olmadığı değerlendirilmesi yapılabilecektir. Pazarlama Ve Satış İhtiyacının Ölçümlenmesi; sistemli pazar araştırma, yurtiçi / yurtdışı fuarlara katılım, talep tahmini, satışlar, müşteri sayısı, satış yapılan ülke sayısı ve ihracat / ithalatın artıp, durağan veya azalıyor olup olmadığına bakılmaktadır. Bu sayede dış / iç pazarda büyüme, markalaşma ve dağıtım kanalı ihtiyacının olup olmadığı ortaya çıkacak bunlarla ilgili risk değerlendirmesi yapılabilecektir.

Finans ve Muhasebe İhtiyacının Ölçümlenmesi; ürün bazında maliyet ve kar analizi, başa-başnoktası analizi, maliyet muhasebesi, işletme sermayesi, borç miktarı, vergiler, karlılık ve kar paylarının artıp, durağan veya azalıyor olup olmadığı incelenmektedir. İSG yatırımları için ek finans ve işletme sermayesi veya yurtiçi / yurtdışı ortaklık ihtiyacının olup olmadığı ortaya konulacaktır.

İnsan Kaynakları İhtiyacının Ölçümlenmesi başlığında ise; Kritik Personel Yedeklenmesi, performans yönetimi, çalışanların memnuniyet ölçümü ve etkin kullanımın durumu incelenmektedir. Bu sayede risk değerlendirme açısından nitelikli uzman personel temini ile teknoloji ve temel beceri eğitimleri ile ilgili karar verilebilecektir.

Bilgi Yönetimi İhtiyacının Ölçümlenmesi; bilgisayarlı üretim ve satış planlaması, yıllık plan ve bütçeleme ve aylık kontrol, malzeme planlaması, sevkiyat ve nakliye, hammadde, yarı mamul ve mamul stoklarının artıp, durağan veya azalıyor olup olmadığına bakılmaktadır. Bu sayede elektronik ticaret, bilgi sistemlerinde yeni teknoloji ve otomasyona ihtiyacının olup olmadığı ortaya konularak İSG ve risk değerlendirme politikaları yeniden düzenlenebilecektir.

3.2. Analiz Örnekleri

Aşağıda; Olasılığa Dayalı Örnek Oluşturma Yöntemleri içinde tanımlanan evrendeki her elemanın 'eşit ve bağımsız' seçilme şansına sahip olmasına dayanan 'Tesadüfi Örneklem Yöntemi' uygulanarak seçilen işletmelerde yapılan analizler verilmiştir.

KOBİ 1974 yılında kurulmuş olup Küçük Sanayi Sitesi içinde yer alan bir aile işletmesidir. İşletmede 5 kişi çalışmakta 'ilave dingil, makas kulakla ve şase' imalatında bulunmaktadır. İşletme ürünlerini 'Sanayi Girdisi' olarak üretmekte olup 'Makine Parkı ve Cihazları' açısından ileri teknoloji cihazlara sahip değildir. Ortalama kapasite kullanım oranı %32'dir. Üretim yer alanı işletmenin kendi mülküdür. İşletmenin 'Bilişim Alt Yapısı' hiç yoktur. İşletme ihracat yapmamakta iç piyasaya 2003 yılında 30 000 000 000 TL satış yapmış bulunmaktadır ve ihracat yapmama nedenini önem sırasına göre 'dış pazarları tanımama ve bilgi eksikliği', 'Kaynak yetersizliği (sermaye, teknoloji, malzeme vb.)' ve 'Aracı işletme bulmadaki zorluk' olarak sıralamıştır. Ürünleri iç pazarda kendi markası ile perakende kanalı ile satmaktadır. Sahip olduğu belge ve sertifika, tescilli marka ve patent veya faydalı modeli bulunmamaktadır. 200 000 000 000 TL yeni yatırım yapmayı planladığını belirtmektedir. İşletme yeni yatırımının *üretim* üzerine olacağını vurgulamıştır. KOBİ; üretim ve teknoloji akımından yetersiz, satışları düşük ve yaygın değildir. İSG Risk değerlendirme açısından düşük profilli bir firmadır.

İşletme 1998 yılında kurulmuş; 44 kişi çalıştıran 'kâğıt hamuru, kâğıt ve kâğıt ürünleri' imalatında bulunmaktadır. İşletme ürünlerini 'Sanayi Girdisi' olarak üretmekte olup Makine Parkı ve Cihazları açısından ileri teknoloji cihazı olarak 6 adet programlanabilir kontrolcüye sahiptir. Üretim yer alanı kira olup İşletme 'Bilişim Alt Yapısı' açısından 3 adet bilgisayar, internet ve ağ (network) bağlantısı mevcuttur. Ancak E-ticaret (satış ve tedarik) mevcut değildir. İşletme kendi markası ile sadece Yunanistan'a ihracat yapmaktadır. 2003 yılında İç pazarda 3 000 000 000 000 TL satış gerçekleştirmiştir. Ürünleri iç pazarda kendi markası ile kendisi satmakta olup, herhangi bir belge, sertifika, tescilli marka ve patent veya faydalı modeli bulunmamaktadır. İşletme yeni yatırım yapmayı planladığını belirtmiş ancak hangi konuda olacağını işaretlenmemiştir. İşletme pazarlama satış konularını geliştirmeli, 'İnsan Kaynakları' - 'Pazarlama Satış' ve 'Üretim Teknolojisi' konularında son derece eksikleri bulunmaktadır. Söz konusu 3 konuya olan talep sıralamasına göre işletme en çok Pazarlama

Satış konusunun eksikliğinin bilincindedir. Bu işletme riski yüksek bilinçli bir işletme denilebilir.

1994 yılında kurulmuş olan KOBİ; 41 kişi çalıştıran 'diğer ulaşım araçları' kodu altında imalatta bulunmaktadır. Makine Parkı ve Cihazları açısından ileri teknoloji cihazı olarak 1 adet 'Programlanabilir Kontrolcü ve 1 adet CNC 'ye sahiptir. Üretim yer alanı işletmenin kendi mülkü olup 'Bilişim Alt Yapısı' açısından 5 adet bilgisayar, internet bağlantısı mevcuttur. Ancak E-ticaret (satış ve tedarik) mevcut değildir. İşletme kendi markası ile KKTC ve İran'a dolaylı ihracat yapmaktadır. İşletme ürünlerini iç pazarda kendi markası ile kendisi satmaktadır. İşletme ISO 9000, TSE'ye sahip olup tescilli marka ve patent veya faydalı modeli bulunmamaktadır. İşletme yeni yatırım yapmayı planlamaktadır. Çalışan 37 kişinin 4'ü büroda 37'si üretimde çalışmakta olup Üniversite ve Yüksekokul mezunu hiç kimse istihdam edilmemiştir. Bu KOBİ: 'İnsan Kaynakları', 'Pazarlama Satış' ve 'Yönetim Organizasyon' konularında riski eşit olmasına rağmen İnsan Kaynaklarındaki ihtiyaç talebi işletmenin bilinçli olduğunu göstermektedir.

KOBİ: 1972 yılında kurulmuş, 4 ilkokul mezunu personel ile 'Ana Metal Sanayii' kodu altında 'pencere ve pvc'imalatında bulunmaktadır. İşletme ürünlerini tüketim malı olarak üretmekte olup 'Makine Parkı ve Cihazları' açısından ileri teknoloji cihazlarının hiç birine sahip değildir. Üretim yer alanı işletmenin kendi mülkü olup 'Bilişim Alt Yapısı' açısından zayıftır. İşletme ihracat yapmamakta olup ürünlerini iç pazarda satmaktadır. Belge, sertifika ile tescilli marka ve patent veya faydalı modeli bulunmamaktadır. Yeni yatırım yapmayı planlamaktadır. KOBİ; pazarlama ve satış konularında eksikleri bulunmaktadır. Riski yüksek işletme olarak değerlendirilebilir.

İşletme 1998 yılında kurulmuş; 10 kişi çalıştırmakta 'Mobilya imalatı; başka yerde sınıflandırılmamış diğer imalatlar' kodu altında 'ahşap merdiven, kapı, masa, sehpa, yatak odası ve yemek odası' imalatında bulunmaktadır. İşletme ürünlerini tüketim malı olarak üretmektedir. Üretim yer alanı kira olup 'Bilişim Alt Yapısı' açısından 2 adet bilgisayar, internet bağlantısı ve ağa (network) sahiptir. İşletme aracı firma ile müşterinin istediği markayla İtalya'ya ihracat yapmakta olup ürünlerini iç pazarda kendi markası ile perakende kanalıyla satmaktadır. İşletmenin belge ve sertifika ile tescilli marka ve patent veya faydalı modeli bulunmamaktadır. İşletme üretim, tasarım ve Ar-Ge konusunda yeni yatırım yapmayı planlamaktadır. Çalışan 10 kişinin 2 si yüksekokul, 3'ü teknik ve endüstri meslek lisesi 2'si

lise diğer 3'ü de ıracık okulu mezunudur. KOBİ en çok 'Bilgi Yönetimi' konusunda eksiktir. İşletme bilinçli ve orta risk düzeyine sahip bir işletme denilebilir.

1984 yılında kurulmuş olan KOBİ; 42 kişi çalıştırmakta ve 'hidrolik baskı' imalatında bulunmaktadır. İşletme ürünlerini sanayi girdisi olarak üretmektedir. Üretim yer alanı kira olup 'Bilişim Alt Yapısı' açısından 8 adet bilgisayara internet bağlantısına sahiptir. İşletme müşteriye doğrudan kendi markası ile İsrail, Suriye, Suudi Arabistan ve Cezayir'e ihracat yapmakta olup ürünlerini iç pazarda yine kendi markası ile kendisi satmaktadır. İşletmenin ISO 9000, 1 tescilli marka, 3 patent ve 3 faydalı modeli bulunmaktadır. İşletme üretim, bilgi işlem, tasarım ve Ar-Ge konusunda yeni yatırım yapmayı planlamaktadır. alışan 42 kişinin 3'ü üniversite, 1'i yüksekokul, 13'ü teknik ve endüstri meslek lisesi 15'i lise 5'i ıracık okulu, 3 ilköğretim mezunu olup 2'si okuryazar değildir. İşletme ileri teknoloji hiçbir cihaza sahip değildir. Bu işletmede 'Finans Muhasebe' konusunda eksiklikler vardır ve riski düşük olmasına karşın bilinçli bir işletme değildir.

1988 yılında kurulmuş; 24 kişi çalıştıran 'başka yerde sınıflandırılmamış makine teçhizat' kodu altında imalatında bulunmakta olan KOBİ, ürünlerini tüketim malı ve sanayi girdisi olarak üretmektedir. Üretim yer alanı kira olup 'Bilişim Alt Yapısı' açısından 5 adet bilgisayarı internet bağlantısı ve ağa sahiptir. İşletme Komisyoncu / Mümessil firma ile kendi markası ile Rusya, Gürcistan ve Azerbeycan'a ihracat yapmakta olup ürünlerini iç pazarda yine kendi markası ile kendisi, komisyoncu, perakende kanalıyla ve ihale usulü ile satmaktadır. Makine Parkı ve Cihazları açısından işletme zayıf konumdadır. İşletmenin ISO 9000, TSE belgesi mevcut olup tescilli marka ve patent veya faydalı modeli bulunmamaktadır. İşletme üretim, tasarım ve Ar-Ge konusunda yeni yatırım yapmayı planlamaktadır. alışan 24 kişinin 4'ü üniversite, 10'u lise, 5'i ıracık okulu, 5'i ilköğretim mezunudur. Bu işletme en çok 'İnsan Kaynakları' ve 'Bilgi Yönetimi' konularında eksiği olmasına karşın bu durumdan haberdar değildir. Bu işletme için bilinci olmayan yüksek riskli denilebilir.

KOBİ 1993 yılında kurulmuş; 24 kişi çalıştırmakta mermer imalatında bulunmaktadır. İşletme ürünlerini sanayi girdisi olarak üretmektedir. Üretim yer alanı kendi mülkü olup 'Bilişim Alt Yapısı' açısından 2 adet bilgisayarı internet bağlantısı ağ ve web tanıtım sayfası mevcuttur. İşletme dolaylı ve müşteriye doğrudan olmak üzere Suudi Arabistan, Hollanda, İngiltere, Amerika ve İspanya'ya ihracat yapmakta olup ürünlerini iç pazarda kendi markası

ile kendisi satmaktadır. Makine Parkı ve Cihazları açısından işletme zayıf konumdadır. İşletmenin belge ve sertifika, tescilli marka ve patent veya faydalı modeli bulunmamaktadır. İşletme üretim ve Ar-Ge konusunda yeni yatırım yapmayı planlamaktadır. Çalışan 24 kişinin 2'si üniversite, 1'i yüksekokul, 1'i lise, 20'si ilköğretim mezunudur. En çok ihtiyaç duyduğu konu 'İnsan Kaynakları' olup riski orta, bilinçli bir işletmedir.

İşletme 1987 yılında kurulmuş; 146 kişi çalıştırmakta ve Tekstil Ürünleri imalatında bulunmaktadır. İşletme ürünlerini hem tüketim malı hem de sanayi girdisi olarak üretmektedir. Üretim yer alanı kendi mülkü olup 'Bilişim Alt Yapısı' açısından 14 adet bilgisayar ve internet bağlantısı ağ ve web tanıtım sayfası mevcuttur. İşletme komisyoncu / mümessil firma ile ve müşteriye doğrudan olmak üzere Almanya, Avusturya, İsveç, İsviçre, Fransa ve Rusya'ya ihracat yapmakta olup ürünlerini iç pazarda kendi markası ve müşterinin istediği etiketle ile kendisi ve perakende kanalı ile satmaktadır. Makine Parkı ve Cihazları açısından 24 adet programlanabilir kontrolcü (PLC)'ye sahiptir. İşletmenin TSE ve 1 tescilli markası bulunmaktadır. İşletme üretim konusunda yeni yatırım yapmayı planlamaktadır. Çalışan 146 kişinin 1'i üniversite, 3'ü yüksekokul, 30'u lise, 112'si ilköğretim mezunudur. 'Bilgi Yönetimi' konularında eksikliği olan firma bilinçli ve diğerleri ile kıyaslandığında riski düşüktür.

İşletme 2000 yılında kurulmuş olup 10 kişi çalıştırmakta ve hazır giyim üzerine imalat yapmaktadır. İşletme ürünlerini kiraladığı alanda tüketim malı olarak üretmektedir. 'Bilişim Alt Yapısı' açısından 2 adet bilgisayar ve internet bağlantısı mevcuttur. İşletme kendi markası ile yurtdışında direkt ve müşterinin istediği marka ile Fransa, Avusturya ve Belçika'ya ihracat yapmaktadır. Makine Parkı ve Cihazları açısından ileri teknolojiye sahip değildir. İşletmenin sahip olduğu belge sertifika, tescilli marka, patent veya faydalı modeli bulunmamaktadır. İşletme üretim ve pazarlama konusunda yeni yatırım yapmayı planlamaktadır. Çalışan 10 kişinin 2'si yüksekokul, 6'sı lise, 2'si ilköğretim mezunudur. Riski yüksek bilinçsiz bir firmadır.

KOBİ 1965 yılında kurulmuş, 6 kişi çalıştırmakta olup mobilya üzerine imalat da bulunmaktadır. İşletme ürünlerini tüketim malı olarak üretmektedir. Üretim yer alanı kendi mülkü olup 'Bilişim Alt Yapısı' açısından hiçbir şeye sahip değildir. İşletme müşteriye doğrudan, komisyoncu / mümessil firma ile ve dolaylı ihracat yolu ile ihracat yapmakta ve iç pazarda kendi markası ile kendisi pazarlama sistemini çalıştırmaktadır. Makine Parkı ve

Cihazları açısından programlanabilir, CNC ve Robota sahiptir. İşletmenin sahip olduğu belge sertifika, tescilli marka, patent veya faydalı modeli bulunmamaktadır. İşletme üretim konusunda yeni yatırım yapmayı planlamaktadır. Çalışan 6 kişinin 5'i teknik lise mezunu olup 1'i okuryazar değildir. Bu işletme en çok Bilgi Yönetimi konusunda eksiği mevcuttur. Bilinçli ve riski orta düzeydedir.

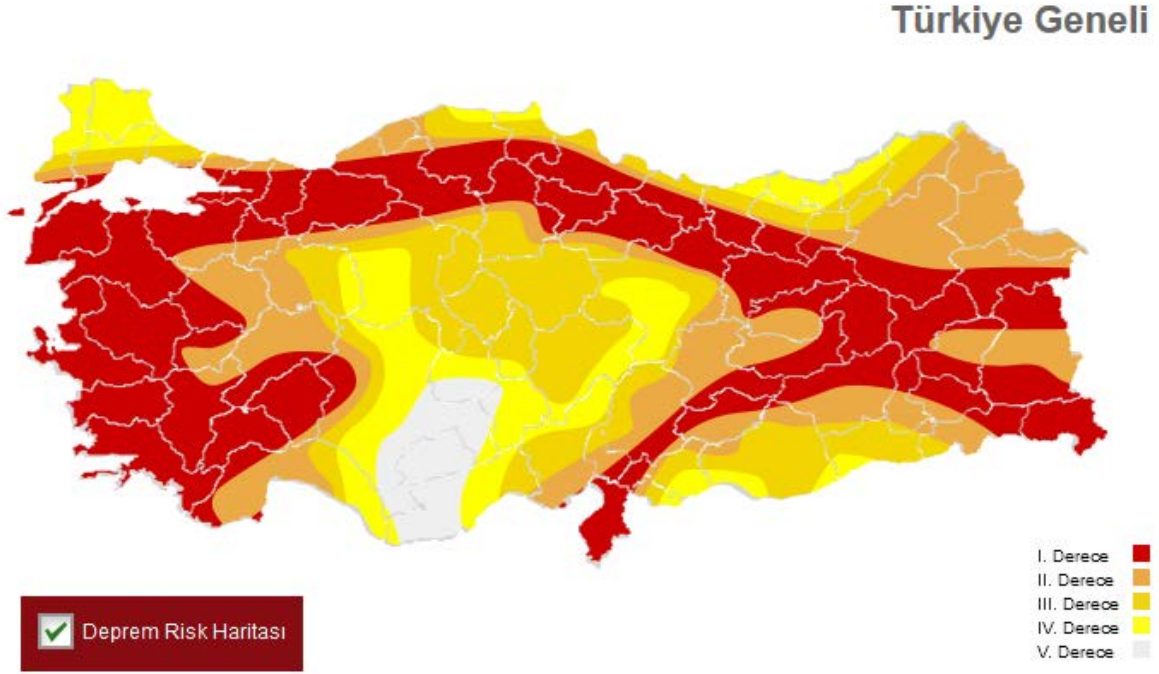
YDTF anketindeki sorular ve bu ankete bağlı olan veri tabanındaki parametreler değerlendirilirken aşağıdaki unsurlar dikkate alınmıştır [113].

İşletme yöneticisinin ve çalışanların eğitim - öğrenim durumu: İşletme yöneticisinin ve çalışanların eğitim / öğrenim durumu ve bildiği yabancı diller İSG risk değerlendirme açısından olumlu değerlendirilmektedir. Eğitim düzeyinin artışı ve yabancı dil unsuru işletmenin bilinç düzeyini artırıcı ve konu ile ilgili daha büyük kaynaklara ulaşmasını sağlayan dolayısı ile risk unsurunu azaltmaktadır. Ankara Ticaret Odasının (ATO) yaptığı bir araştırmaya göre Türkiye'de insan ömrü ortalaması 72, şirket yaş ortalaması 12 senedir. Buna karşılık uluslararası şirketlerin ortalama yaşı 40-50 sene. Türkiye'de şirket iflaslarının üç temel nedeni; sermaye azlığı, iş modelinin ve değer önerilerinin farklılık yaratacak şekilde tasarlanmaması, üçüncüsü de kötü yönetimdir, Şirket tipi ve kuruluş yılı da risk değerlendirmede birçok ipucu verir.

Teknoloji kullanımı: Makine parkı ve cihazların (CNC, PLC, Robot gibi) varlığı risk değerlendirme en aza indirgenmesi riski açısından son derece önemlidir. İleri teknoloji ve otomasyon riski azaltıcı bir unsur olup, işletmede otomasyonun ilerlemesi ve ağır sanayide insan unsurunun ve hatalarının indirgenmesi riski azaltan, verimliliği ve güvenliği artıran unsurlar arasındadır.

İşletmeye yönelik bilgiler: İl bazında firmaların buldukları yerler risk değerlendirme açısından son derece önemlidir. Doğal afetler sanayi ve ticareti doğrudan ilgilendirdiğinden DASK kurumunun risk haritası bu başlık için en önemli kaynak durumundadır. Şekil 3.1'de görüldüğü gibi; riskliden daha az riskliliğe 1'den 5'e kadar derecelendirme yapılarak başta deprem olmak üzere firmanın bulunduğu ilin risk değerlendirmedeki etkisi hesaba katılmıştır. İşletmenin üretim yerinin kira oluşu riski artırıcı unsur olarak düşünülmektedir. Üretim yeri mülkiyeti firmanın sermaye olarak gücünü ve üretim yerinin sağlık ve güvenliği

için uzun vadeli yatırımları yapma olasılığını artırmakta ve dolayısı ile riski azaltmaktadır. Ayrıca; işletmelerde vardiya sayısı riski ve verimliliği artıran unsurlar arasındadır.



Şekil 3.1. Türkiye’de deprem açısından risk haritası

Bilişim altyapısının kullanımı ve amacı: İşletmenin bilişim altyapısı, kişi başına düşen bilgisayar sayısı, bilgisayarların birbirleri ile bağlantılı olup olmadığı, internet ve e-ticaret, üretim, muhasebe, finans, tasarım, ARGE, satış ve tedarik sistemlerinde bilişim sistemlerinden faydalanıp faydalanmadığı risk değerlendirme açısından önemli konulardır. Bu tür konuların kendilerine has risk tanımlamaları olmasına karşın bilişim sistemlerinin kullanılması İSG açısından riski azaltan unsurlar olarak düşünülmektedir.

Belge, patent, Marka ve faydalı model: İşletmenin sahip olduğu belge, marka, patent ve faydalı modeller (CE ISO9000, ISO 14000, ISO16949, HACCP, TSE ve diğer) işletmenin belgelerin gereği olan standartlara göre işlem yapmasını gerektirmektedir. Bu da İSG için olumlu konulardır. Belgelerin çokluğu riskin azalacağını göstermektedir. Marka, patent ve modeller işletmenin üzerine titrediği, kaynak ayırarak disiplinli ve programlı çalışmalar sonucu elde ettiği ve korumak için özel gayret sarf ettiği unsurlardır. Bu özellikler İSG’nin olumlu yönde etkilemektedir ve bu özellikleri korumak isteyen firmaların riskleri daha düşük olacaktır.

Yatırım, sermaye, finans, kredi ve kredi limitleri: İşletmenin sahip olduğu sermaye ve kredi limitleri finansal açıdan gücünü göstermektedir. İSG açısından finansal güç olumlu bir unsurdur. Bundan dolayı riski azaltıcı bir etkiye sahiptir. İşletmenin yeni yatırım yapıp yapmayacağı ve yatırımlarını hangi amaçlar (kapasite artırımı, kalite ya da teknoloji geliştirme veya ürün geliştirme) için ve hangi alanlarda kullandığı (Ar-Ge, tasarım, üretim, pazarlama, bilgi işlem, yeni alan vb.) İSG ve risk açısından önemlidir. Büyüme hedefleyen ve büyüyen bir firma risk alanlarına daha çok önem vermek zorundadır. Bu nedenle bu başlıktaki konulan risk değerlendirmeye olumlu katkı sağlayan unsurlardır.

Laboratuvar: İşletmenin bünyesinde laboratuvara sahip olması, İSG açısından olumlu ve verimliliği artırıcı unsurlar içermesine rağmen; riski artırıcı parametrelerin bulunması nedeniyle ifade edilen risk değerlendirme bakışı farklı şekilde düşünülebilir. Bu nedenle firmanın sahip olduğu laboratuvarlar riski artırıcıdır, ancak; dış laboratuvar kullanımını hem İSG hem de risk değerlendirmeye göre olumlu değerlendirilmiştir.

Sistemler ve süreçler: İşletmenin uygulamakta olduğu ve süreçler; pazar araştırması, yeni ürün geliştirme çabası, yurt içi / yurt dışı fuarlara katılım, güçlü ve zayıf yönleri analizi (SWOT), bilgisayarlı üretim ve satış planlaması, kritik personelin yedeklenmesi, plan ve bütçeleme, performans yönetimi, maliyet ' kar analizi, kalite kontrolü, süreç kontrolü, atık kontrolü, eğitim ve geliştirme uygulamaları, teknoloji araştırma ' geliştirme, malzeme ihtiyaç planlaması (MRP), müşteri memnuniyeti ölçümü, çalışanların memnuniyet ölçümü, maliyet muhasebesi gibi süreç, yöntem ve süreçlerin tamamı riski azaltıcı etkiye sahiptir.

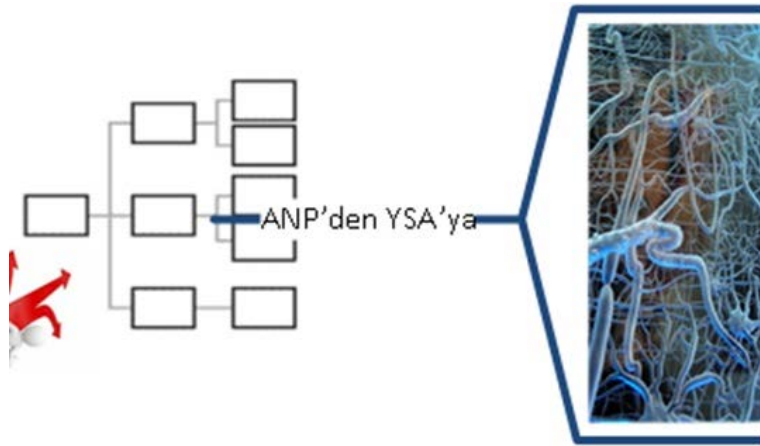
3.3. Kriter Öncelikleri ve Karşılaştırma Tabloları

Birçok karar ve problem çözme teknikleri, bulanıklığın ve belirsizliğin temel karakteristikleri arasında karar vericilerin bakış açısına göre değişir. Nitel olaylar; problemdeki ikili karşılaştırmalarla, bir belirsizlik derecesiyle çözülür. Pek çok karar problemi, üst düzeydeki elemanların alt düzeydeki elemanlarla ilintili olduklarından, aralarındaki bu ilişki bir hiyerarşiden çok ağ modeli ile modellenmesi gerekmektedir.

Karar verme problemini bir şebeke yapısı ile modelleyen Saaty'nin Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP, Analytic Hierarchy Process) ile faktörler arasındaki etkileşimleri geri bildirimler ve iç bağımlılıkları da dikkate alarak çözmeye çalışan Yapay Sinir Ağlarının (YSA) birlikte

kullanımı yeni bir metot olacaktır, bu metod Şekil 3.2’de verilmiştir. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP, Analytic Hierarchy Process) ile Faktörler arasındaki etkileşimleri geri bildirimler ve iç bağımlılıkları da dikkate alarak çözmeye çalışan Yapay Sinir Ağlarının (YSA) birlikte kullanımı için kriterlerin ikili olarak ele alınıp, önceliklerinin değerlendirilmesi gerekmektedir.

AHP'nin de gereği olan bu aşamada ExperChoice adlı program marifetiyle ikili karşılaştırmalar uzman görüşleri ışığında yapılmıştır. Genel Performans, Süreçler Verimlilik ve Güvenlik, Tehlike Kaynakları ile ilgili ikili karşılaştırmaların yapıldığı tablo ve bunlara düşen ağırlıklar Şekil 3.3’de görülmektedir. Risk Skor taban alınarak bu kriterlerden hangisinin ne kadar öneme sahip olduğu görülebilir. Kullanılan yazılımın çıktısı sebebi ile İngilizce alanlar değiştirilememiştir. Diğer karşılaştırma tabloları bu çalışmanın sonunda bulunmaktadır.

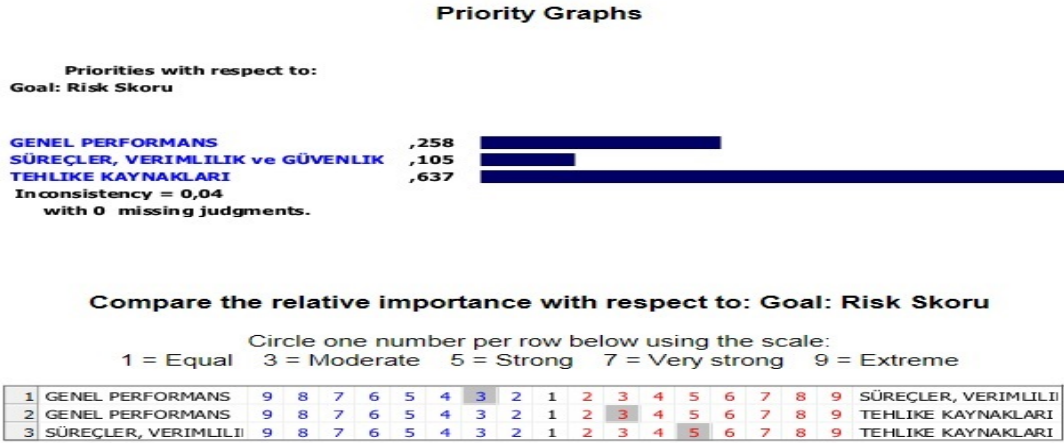


Şekil 3.2. Analitik hiyerarşi süreci ve yapay sinir ağlarının birlikte kullanımı

AHP kullanılarak ağırlıkların belirlenmesi: pek çok karar problemi, üst düzeydeki elemanların alt düzeydeki elemanlarla ilişkili olduklarından, aralarındaki bu ilişki bir hiyerarşiden çok, bir ağ modeli ile modellenmesi gerekmektedir. Karar verme problemini bir şebeke yapısı ile modelleyen Saaty'nin AHP'si ile faktörler arasındaki etkileşimleri geri bildirimler ve iç bağımlılıkları da dikkate alarak çözmeye çalışan YSA'nın birlikte kullanımı; çözümleme yapmak için yeni bir metot olacaktır.

Çizelge 3.1’de Exper Choice programı yardımıyla hazırlanan Küme, Kriter ve Alt Kriterlere ait ikili karşılaştırmalar, bunlara ait ağırlıklarla küresel değerlerin çarpımından oluşan

ağırlıklar ve kriterler için kullanılan kısaltmalar verilmiştir. Ayrıca Şekil 3.3’de örnek olarak “Genel Performans, Süreçler Verimlilik ve Güvenlik, Tehlike Kaynaklarının” ilgili ikili karşılaştırmaların yapıldığı tablo ve bunlara düşen ağırlıklar verilmiştir. Diğer ikilli karşılaştırmalar dökümanın ekinde EK B).



Şekil 3.3. Genel performans, süreçler verimlilik ve güvenlik, tehlike kaynaklarının ikili karşılaştırmaları

İkili karşılaştırma, temel ölçüm, öz-vektörler, tutarlılık ve homojenlik gibi ifadeler üzerinde durulması gereken terimlerdir. AHP için en önemli konuların başında niceleyici değerleri ölçmek gelmektedir. Genel işleyişin ve ayrıntıların kullanılacağı modelde önce önceliklerin uygulanması gerekir. AHP birden çok boyutlu problemi bir boyutlu duruma azaltır. En iyi karar tek sayıdaki en iyi sonuç ile veya olası sonuçlar değerlendiren bir sıralı öncelikler vektörü tarafından belirlenir. Karar veya nihai seçim, tek bir sonuç üzerinde işbirliği yapmak isteyen bir grup ile anlaşma elde edildiğinde oluşur [88].

Bütün ikili karşılaştırmalar, önceliklerin derecelendirilmesinde göreceli bir değer alacaktır. Kararlardaki kaçınılmaz tutarsızlıklar ve ağırlıklarının değişmezliği nedeniyle, ikili karşılaştırmalar matrisinin öz-değer vektörlerinin bulunması önemlidir. Eğer A, B'nin 5 katı ve B, C 'den 3 kat daha büyük olduğunda AHP ikili karşılaştırmalarında A, C'den 15 kat daha büyüktür ve C; 15'de biridir denir. Bu ilişkinin ağırlık ve sonuçları bulmak için matris, cebir, dönüşüm ve öz-vektörler kullanılır. Farklı kriterlere göre bir karar alternatiflerin ağırlıkları oluşturmak için, her bir kriter göre alternatifin ağırlığı ile o kriterin ağırlığı

Çizelge 3.1. İkili karşılaştırmaların ExperChoice programından sonraki ağırlıkları. Küme, Kriter ve Alt Kriterlerin ikili karşılaştırmalarından elde edilen ağırlık değerleri (Kullanılan kısaltmalar kriterlerin sonunda yazılmıştır. L: Ağırlık Değeri)

KÜME	GENEL PERFORMANS (L: ,258) GP
	Yönetim YNT (L: ,188)
	KURULUSYILI (L: ,188) KY
alt kriter	Kurulus_Sekli (L: ,081) KŞ
	YONETICIEGITIMI (L: ,731) YE
KRİTLER	Teknoloji TE (L: ,731)
	BILGISAYARSAYISI (L: ,105) BS
alt kriter	BILGISAYARKULLANIM_URETİM (L: ,637) BK_Ü
	BILGISAYARKULLANIM_TASARIM (L: ,258) BK_T
	Finanssal Durum FNS (L: ,081)
	KARLILIK (L: ,674) KAR
alt kriter	YATIRILMISISLETMESERMAYESI (L: ,226) YİS
	KULLANILANKREDITURU_ISLETME (L: ,101) KKİV
KÜME	SÜREÇLER, VERİMLİLİK ve GÜVENLİK (L: ,105) SVG
	Belgeler BL (L: ,055)
	BELGEVESERTIFIKALAR_ISO14000 (L: ,258) B14
alt kriter	BELGEVESERTIFIKALAR_ISO9000 (L: ,637) B90
	BELGEVESERTIFIKALAR_HACCP (L: ,105) BHA
KRİTLER	Verimlilik ve Güvenlik (L: ,655) VG
	LABTEST_METAL (L: ,287) L_M
alt kriter	LABTEST_KAUCUKPLASTIK (L: ,078) L_K
	LABTEST_TEKSTIL (L: ,635) L_T
	ARGE-Yenilik AY (L: ,290)
	TEKNOLOJIARASTIRMAGELISTIRME (L: ,105) TAR
alt kriter	YENIURUNGELISTIRME (L: ,637) YÜGE
	MALIYETDUSURME (L: ,258) MAD
KÜME	TEHLİKE KAYNAKLARI TK (L: ,637)
	Ürün ve Hizmet ÜH (L: ,558)
	NACE1 (L: ,674) NC1
alt kriter	ISLETMEURETIMI_URUN (L: ,226) İÜ_Ü
	ISLETMEURETIMI_HIZMET (L: ,101) İÜ_H
KRİTLER	STOKLAR-STK (L: ,320)
	URUNCESITLILIGI (L: ,731) ÜÇ
alt kriter	HAMHAMMADDESTOKLARI (L: ,081) HMS
	YARIMAMULSTOKLAR (L: ,188) YMS
	ALANLAR ALN (L: ,122)
	URETIMALANI_TOPLAM (L: ,195) ÜA_T
alt kriter	URETIMALANI_KAPALIALAN (L: ,717) ÜA_K
	URETIMYERIMULKIYETI (L: ,088) ÜM
	RİSK SKOR 0,986848

çarpılır ve bütün kriterlerin ağırlığına eklenir. Ağırlıklar, (oluşturulan karşılaştırma matrislerinin her satırının toplamının tüm satırların toplamına bölünmesiyle oluşan sonuç) oluşan tablonun sonucudur [88].

Birçok amaç ve kriterleri arasından dezavantajları ayıklama işi genellikle niteldir ve sayısal olarak ifade edilebilir. Bunu yapmak için, kişilerin sübjektif puanlamaları yerine daha dikkatle tasarlanmış bilimsel gerçeklerle karşılıklı ikili karşılaştırmalar yapmak gerekir. İkili karşılaştırmada, daha küçük eleman birim olacak şekilde kriterin ortak özelliğine göre daha büyük eleman birimin katları olarak alınır. Bu şekilde ölçüm atamaya göre daha bilimseldir. İkili karşılaştırmalar ile birbirinden farklı çok sayıdaki parametreyi gruplandırarak, bunlardaki ortak elemanı kullanarak gruptaki ilişkiler oluşturulur. Değişen ebatlardaki kum taneleri gruplarını karşılaştırarak, bunlar küçük çakıl taşları ve büyük kayalara dönüştürülür. İşlem düzgün bir şekilde yapılmaya devam edildiğinde bir gruptaki en büyük öge sonraki grubun en küçüğü olarak kullanılır ve en sonunda her grup ayrı ayrı karşılaştırılarak ölçüm kombine edilmiştir [88].

Modelde kullandığımız kriterler ve bu kriterlere ait uzman görüşlerinin ExperChoice adlı program marifetiyle ulaşılan ağırlıklar Çizelge 3.1'de belirtilmektedir.

Kriterlere ait ağırlık değerleri parantezler içinde verilmiş olup, satır sonlarındaki kısaltmalar kriter isimleri yerine kullanılacaktır.

3.3.1. AHP 'den sonra RS elde etme

AHP'de kriterlerin önceliklendirilmesi sonucu; kullanılan parametreler ve bu elemanların ağırlıkları ile SPSS programı kullanılarak ve Ek A'deki kod işletilerek Risk Skor elde edilmiştir. Sonuçlar ile ilgili istatistiksel veriler Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Bu ağ modelini oluşturmak için benzer nitelikteki elemanların bulunduğu küme, kriter, amaç, alternatif gibi elemanlar belirlendikten sonra, ikili ilişkiler tespit edilir. Elemanların ilişkileri üzerindeki etki ve ağırlıklarının belirlenmesi için "küme karşılaştırmaları" yapılır. Ayrıca elemanlar arasındaki ilişkiler diğer elemanların belirli eleman üzerindeki etkileri derecelendirilerek ikili karşılaştırma matrisleri ile öz-vektörler oluşturulur. Herbir elemanın ikili karşılaştırılmasında başta kendisi olmak üzere (bu etkileşim 1 ile ifade edilir) en az iki

elemandan etkilenmesi anlamına gelir. Etkileşim yoksa değer matriste sıfır olur. İkili karşılaştırmalarda her bir matrisin tutarlılığı kontrol edilmelidir. Tutarlılık indeksi 0,01'den küçük olmamalıdır. Böylece faktörlerin önceliklerini barındıran öz-vektörler elde edilir.

Çizelge 3.2. RS ile ilgili SPSS programının kullanılması sonucu ulaşılan değerlere ait istatistiksel bilgiler. Betimleyici İstatistikler (Descriptive Statistics)

	<i>Kayıt (N)</i>	<i>Dağılım (Range)</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maksimum</i>	<i>(Orta değer) Mean</i>	<i>Std Sapma (Std.Deviation)</i>	<i>Değişiklik (Variance)</i>
<i>RISK_SKOR</i>	42556	0,66	0,14	0,80	0,4639	0,10275	0,011
<i>RS_T24000</i>	42556	0,97	0,00	0,97	0,0436	0,12880	0,017
<i>Geçerli Kayıt (Valid N)</i>	42556						

Öz-vektörler bir matrisin sütunlarına yerleştirilerek ağırlıklandırılmamış süper-matris oluşturulur. Dış ve iç bağımlılığın ölçülmesi için öz-vektörler süper-matris adı verilen bir matrise sütun olarak yerleştirilir. Kümelerinin ağırlıkları ilgili süper-matris bloklarını ağırlıklandırmada kullanılır. Her süper-matris deki nispi öncelikler kümelerinin önceliğiyle çarpılarak ağırlıklandırılmış süper-matris elde edilir. Ağırlıklandırılmamış süper-matris deki değerlerin ait oldukları kümenin ağırlıklarıyla çarpılması sonucu yeni bir matris elde edilir. Bu matrise ağırlıklandırılmış süper-matris denir. Ağırlıklandırılmış süper-matrisin sütunları toplamı bire eşit değilse (stokastik ya da rassal olmama) sütun toplamı bire eşit olacak şekilde normalleştirilerek matris stokastik hale getirilir. Öncelikleri bir noktada eşitlemek için süper-matrisin büyük dereceden kuvveti alınır. Kuvvet alma işlemi matrisin herhangi bir satırındaki tüm elemanlar aynı değeri alıncaya kadar yapılır. Elemanların birbiri üzerindeki uzun dönemli nispi etkileri süper-matrisin satır ve sütunları durağanlaşacağı ana kadar yüksek bir kuvveti alınarak belirlenir. "Limit süper-matris" adı verilen bu matriste her sütunun normalleştirilmesiyle en yüksek ağırlığa sahip olan değer en iyi alternatif olarak seçilir. Küme elemanların limit matriste ki değerleri toplanır, sonra her bir değer ait olduğu kümenin değerler toplamına bölünür. Böylece hem faktörlerin hem de alternatiflerin öncelikleri belirlenmiş olur.

3.3.2. AHP ve RS çıktılarının YSA için hazırlanması

KOSGEB 110 bin satırlık veri tabanındaki verilerin aykırı olanlar (outlier decomposition) SPSS ve MsExcell yardımıyla ayıklanmıştır.

Çizelge 3.3. KVT'de örnek alınan parametreler için kullanılan ve kullanılacak değerler için yapılan düzenlemeye ait örnek veri tablosu.

	Mod	StdSapma	Varyans	Dağılım	Min	Maks
Kuruluş Yılı (KY)	2004	9,381	88,009	89	1920	2009
1/(2010-KY)	0,17	0,11529	0,013	0,99	0,01	1
KY/2010	0,17	0,11529	0,013	0,99	0,01	1
YİS	96	654732,2	4,29E+11	4,9mily	0	4,9mily
1/(MaxYİS-YİS)	1	0,13095	0,017	0,98	0,02	1
KŞ	1	0,522	0,273	3	1	4
1/KŞ	0,25	0,13062	0,017	0,75	0,25	1
BS	1	5,446	29,656	95	0	95
BS/95	0,01	0,05732	0,003	1	0	1
KAR	2	0,767	0,588	2	1	3
KAR/3	0,67	0,25568	0,065	0,67	0,33	1
NACE1	15,81	10,04573	100,917	95,02	0,01	95,03
NC1/95,03	0,17	0,10571	0,011	1	0	1
ÜÇ	3	0,497	0,247	2	1	3
ÜÇ/3	1	0,16571	0,027	0,67	0,33	1
HMS	2	0,605	0,366	2	1	3
HMS/3	0,67	0,20166	0,041	0,67	0,33	1
YMS	2	0,559	0,312	2	1	3
YMS/3	0,67	0,18627	0,035	0,67	0,33	1
ÜA_T	200	8012,126	64194167	99889	0	99889
ÜA_T/10000	0	0,08012	0,006	1	0	1
ÜA_K	99	2373,998	5635867	29000	0	29000
ÜA_K/30000	0	0,07913	0,006	0,97	0	0,97
ÜM	2	0,494	0,244	1	1	2
ÜM/2	1	0,247	0,061	0,5	0,5	1
RS	125,3179	3091,143	9555165	23216,69	20,5915	23237,28
RS/24000	0,01	0,1288	0,017	0,97	0	0,97

Yaklaşık 65 bin verinin elimine edildiği veri tabanında çok fazla sapan durumlar (case) satır olarak silinerek 42 556 satıra düşmüştür. Verilerin standart hale getirilmesi YSA algoritmasının hızlı ve güvenilir çalışması için elzemdi. Yine SPSS programı kullanılarak verilerin tersi veya en büyük veriye (maximum) bölünerek 1-0 aralığında tek dizelik elde edilmiştir. Yeni durumlara ilgili bilgiler aşağıdaki 3.3 referanslı Çizelgede bulunmaktadır.

Çizelge 3.4. 4 000 adet verinin test verisi olarak ayrılması sonucu oluşan bazı istatistikler. (Descriptive statistics) Geçerli kayıt (Valid N (listwise)) 38 557

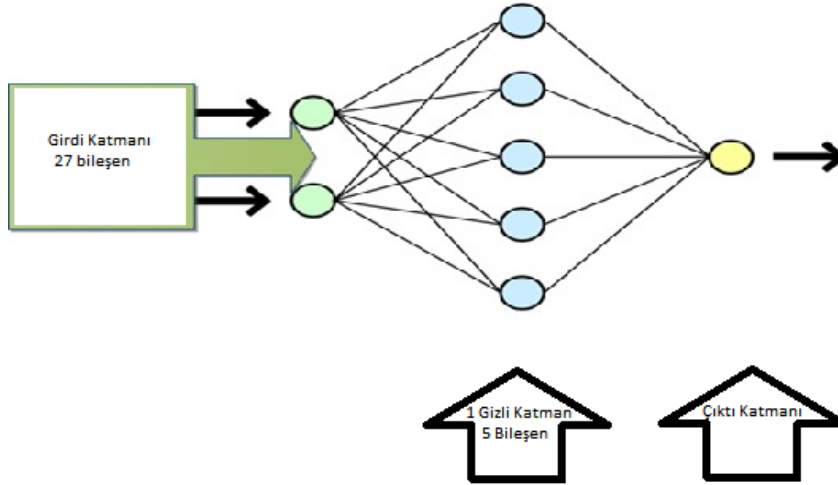
	Kayıt S.	Dağılım	Minimum	Maksimum	Orta D.	Std. Sapma
Y_EST	38557	0,9673620	0,0008580	0,9682200	0,046652065	0,1348683042

42 556 sonucun içinden 4 bin adet test verisi alınması neticesinde geriye kalan RS çıktılar ile ilgili range, maximum, minimum, ortalama ve standart deviasyon gibi istatistik değerleri Çizelge 3.4'da gösterilmiştir.

3.3.3. YSA kullanılarak ağırlık değerlerinin yeniden elde edilmesi ve RS hesaplama

Kurulan modelde; kriterler üç ana kümede toplanmıştır. Her bir kümenin altında üç adet kriter ve bu kriterlerin her birinin altında üç alt kriter tespit edilmiştir. Bağımsız değişkenlerin yani 27 adet kriter Analitik Hiyerarşi Ağ Prosesi (AHP) ile öncelikleri ikili karşılaştırılmış, veri başlıklarının ağırlıkları belirlenmiş, bu ağırlıklar kullanılarak bir Risk Skor (RS) belirlenmiştir. Şekil 3.4'de gösterildiği gibi kurulan YSA modeli özellikleri:

- İleri besleme
- Geri Yayılım
- Danışmanlı eğitim ve
- Aktivasyon Fonksiyonu Hiperbolik Tanjant olarak kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar, 1 giriş katmanında 27 adet bileşen, 1 gizli katmanda (hidden layer) 5 unsur ve bir çıkış katmanı
- RS olan bir YSA tasarlanmıştır. Her bir katmandan gizli katmanlara başlangıç ağırlıkları atanmıştır. İlk etapta başlangıç eşik - ağırlık değerleri (initial bias) program aracılığı ile geliş güzel oluşturulmuştur (initialise). Ağırlık değerlerinin eğitilmesinde danışmanlı eğitim yöntemi kullanılmış olup; ileri ve geri besleme (back and forward propagation) yöntemleri ile hata payları en aza indirilmeye çalışılmıştır (compout, compwt). Eşik ağırlık (bias) değerleri ileri besleme ve geri yayılım yöntemleri kullanılarak hata değerine göre ağırlıklar ve eşik değerleri (bias) güncellenmiştir. Yeni döngülerde yeni ağırlık ve eşik değerleri okutulmuştur (readwt). Her bir döngüde (iteration) dosyaya çıktılarının hesabı yapılarak yazılmıştır (writewt). Aktivasyon fonksiyonu olarak; hiperbolik tanjant, $f(x) = \frac{(e^x - e^{-x})}{(e^x + e^{-x})}$ fonksiyonu kullanılmıştır.



Şekil 3.4. YSA modelinde ileri besleme, geri yayılım, danışmanlı eğitim ile hiperbolik tanjant aktivasyon fonksiyonu

3.3.4. Model ile ilgili diğer hesaplamalar

Bu çalışma, bir firmanın veya kurumun risk değerlendirme için bir "karar modeli" ortaya koymaktadır. Çalışmanın temel amacı İSG açısından riskleri değerlendirerek diğer risklerle bir kıyaslama yapmaktır. Bu amaçla AHP ve Yapay Sinir Ağları kullanılmıştır. Çok kriterli karar verme problemlerinde sıkça kullanılan AHP, hem objektif hem de subjektif değerlendirme kriterlerini dikkate alan ve yaygın olarak kullanılan bir teknik olmakla birlikte, karar vericinin kararları ile mevcut problemin belirsizliğinin açıklanması ve sayılara dökülmesi konusunda daha iyi yaklaşımlar ortaya koyan YSA, risk değerlendirmede birlikte kullanılmıştır. AHP'de Risk Değerlendirme karar modeli oluşturulurken, ikili karşılaştırmalar yapılması safhasında, uzman görüşüne gereksinim vardır. Ancak kriterlerde, riskler ve risk değerlendirmeyi etkileyen şartlarda meydana gelen her değişiklikte uzman grubun toplanması gerekmekte ve bu neredeyse imkânsız bir durumdur. Bu zorluğu ortadan kaldırmak amacıyla, uzman grubun görüşlerini yansıtan veriler bir defa AHP'de derlenmiş, elde edilen sonuç YSA modelinde kullanılmış ve model eğitilmiştir. Bu sayede ikili karşılaştırma matris değerlerinin değişmesi durumunda veya yeni olayların (case) değerlendirme ihtiyacında uzmanlara danışma zorunluluğuna gerek kalmamaktadır. Risk değerlendirme problemi çözümünde YSA kullanımının bir diğer faydası YSA'ların öğrenme özelliğinin getirdiği kolaylıklardır. Bu model, kriterlerin aynı kalması şartıyla, bir başka problemine uygulandığında, sadece YSA kullanılarak ağırlık değerlerinin elde edilmesine ve bir Risk Skorunun ortaya çıkmasına imkân vermektedir. Modelin sağladığı bir başka kolaylık ise, karar vericilerin ikili karşılaştırma matrisleri üzerinde değişiklik yapmaları

halinde yeni ağırlık değerlerinin YSA tarafından çok daha hızlı bulunmasıdır. Bu durum, karar vericilerin büyük modellerde uzman görüşü ve hesaplama zamanı endişesi taşımadan karar vermelerine imkân tanımaktadır. Algoritmada kullanılacak YSA modeli ise danışmanlı öğrenme olarak belirlenmiştir. Çünkü bu modele sahip bir YSA sisteminde giriş-çıkış verileri zaten mevcut ise, YSA'nın eğitimi yapılabilir ve çıkışta uygun değerler elde edilebilir. Öğrenme oranı ağ performansı üzerinde ters orantılı bir etkiyle, oran küçüldükçe öğrenme daha uzun zaman almaktadır. Adım sayısı arttıkça ağın toplam hatası üzerinde bir iyileştirme meydana getirmektedir [19].

Gizli katmandaki sinir sayılarının artırılması benzetim (simülasyon) sırasında hem hafıza hem de işlemcinin (CPU) yükünü artırmaktadır. Fakat öğrenme işlemi daha hassas tamamlanmaktadır. Gizli katman sinir sayısının düşük tutulması YSA'nın hatırlama yeteneğini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu çalışmada ara katman sinir sayısı, giriş katmanındaki ve çıkış katmanındaki sinir sayıları da gözetilerek deneme yanılma yöntemi ile belirlenmiştir [19].

Hata farkı değişken değeri ya da tolerans, sonuçta istenilen toplam çıkış hatasındaki hassasiyetle ilgilidir. Küçük tolerans değerleri ağdaki toplam çıkış hatasını daha fazla sıfıra doğru yaklaştırarak bağlantı ağırlıklarındaki hassasiyeti de aynı oranda artırmaktadır. Aynı zamanda tolerans değerinin küçülmesi eğitim süresini ve adım sayısını attırmaktadır [19].

3.4. Modelde Oluşan Ağırlıklar

Sütunları analizin daha iyi anlaşılması ve modeldeki her bir boğumu daha iyi açıklaması için Çizelge 3.5 özellikle bu şekilde dizany edilmiştir. Optimizasyonun (minimizasyon) YSA'dan elde edilen hata payı (rms - root mean square) minimuma ulaşması elde edilecek sonuçlar için son derece önemlidir. Bunun gerçekleşmesi için yeterince döngü (iteration) sağlanmıştır. Verielerin tamamının YSA için yazılmış olan makroda günlerce süren hesaplamalar sonuca ulaşılmıştır. Döngü sayısı en az 30 000 adet olarak tespit edilmiştir.

Modelde YSA'nın özellikleri arasında bulunan verilerin eğitimi işlemi; ileri besleme, geri yayılım (feed forward back probagation) teknikleri uygulanarak tüm hesaplamalar yapılmıştır.

Öğrenme hatası (learn rms) % 0,016857 (ilk ulaşılan değerlerden biri: 0,024667 – döngü sayısı: 25 000) 'dır.

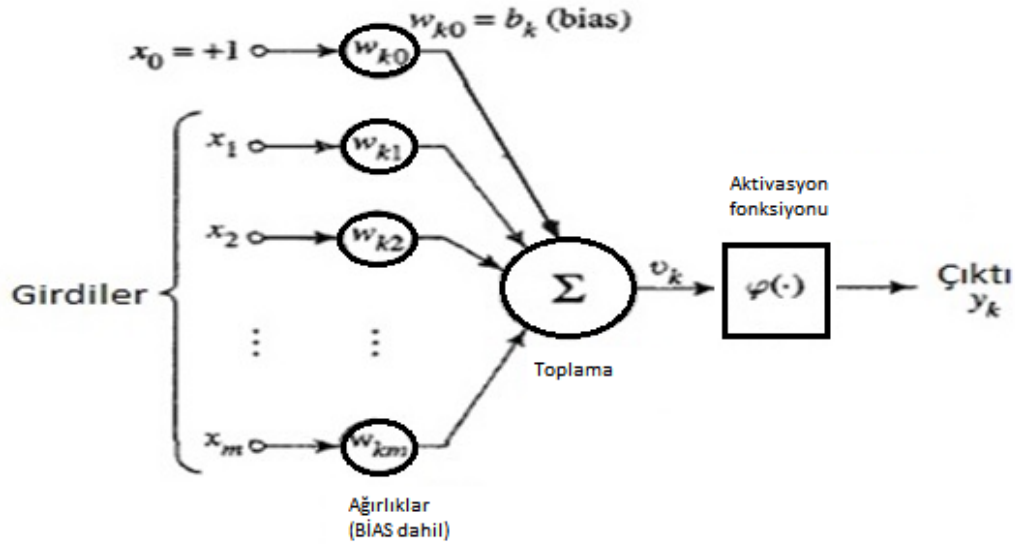
Çizelge 3.5. Eldeki verilerle oluşturulan YSA süreci sonrası modelde oluşan ağırlıklar, modelin katsayıları

Gizli Katmana ait Eşik Değerleri	5 Gizli Katman Bileşenine Giren 27 Etmen ağırlıkları					Çıkış Katmanı Eşik Değeri	Çıkış Katmanına Giren Ağırlıklar
boyut: 5*1	boyut: 5*27					1*1	1*5
0,305742 0,009694 -0,096762 3,123383 -0,040817	-0,058186	0,011402	0,005144	-0,109450	0,004693	1,287625	-0,556877
	-0,115653	-0,168143	-0,052433	-0,303078	-0,282917		0,476623
	-0,081497	0,016181	0,010115	-0,149032	0,007309		-0,366589
	-0,002059	0,001579	-0,000712	-0,005797	0,000144		-1.182.211
	-0,001205	0,001240	-0,000901	-0,004003	0,000238		-0,417769
	-0,005121	0,001629	-0,000499	-0,010935	0,000553		
	-0,001842	-0,000624	0,000432	-0,002515	0,000099		
	-0,032044	0,008653	0,004209	-0,059836	0,003210		
	-0,008222	0,003190	0,001355	-0,015922	0,000857		
	-0,071014	0,015305	0,006317	-0,133949	0,006104		
	-0,006025	0,000903	0,001155	-0,010075	0,000716		
	-0,030388	0,007952	0,002845	-0,058945	0,002248		
	-0,167059	-0,015992	-0,143240	-0,255084	0,148042		
	-0,028597	0,104699	-0,039393	-0,193896	-0,002876		
	-0,004946	0,001720	0,000050	-0,010571	0,000106		
	-0,011513	0,003907	-0,001778	-0,027145	0,000174		
	0,046442	0,035406	-0,033350	0,010469	-0,008388		
	0,008220	0,009712	-0,009435	-0,005630	-0,002421		
	-0,060705	-0,012052	0,018835	-0,074431	0,008746		
	-0,023638	0,004391	0,002525	-0,043634	0,001971		
	-0,402069	0,059349	0,058938	-0,710729	0,035583		
	-0,212880	0,070500	0,007579	-0,444879	0,011658		
	-0,017745	0,012169	-0,002144	-0,046245	0,000194		
	-0,054594	0,016558	-0,002257	-0,114451	0,004634		
	-0,019306	0,007584	-0,002061	-0,044535	0,000872		
	-0,061127	0,038605	-0,009228	-0,156801	0,001539		
	-0,003563	0,006831	-0,003547	-0,017620	-0,001019		

Tüm eşik değer (bias - intersept) ayrı ayrı hesaplanmıştır.

Çıkış katmanından önce aktivasyon fonksiyonu olarak hiperbolik tanjant (tanh) fonksiyonu kullanılmıştır.

YSA modelinde yapılan matematiksel programlama problemi temelde optimizasyonun tersi bir işidir. Yani en üst seviyeye çıkartma, enbüyüklenme (maximisation) değil; determinist algoritmaların gelişimini baz alarak gerçek bir optimal ifadeye ayrıştırabilen bir minimizasyondur. YSA'dan elde edilen çıktı ile gerçek çıktılar arasındaki farkın karesinin yarısı hata payı karekök ortalaması metodu (rms - root mean square) ile ele alınmış ve bu hata payının minimum noktaya ulaşması için olabildiğince fazla döngü (iteration) sağlanmıştır. Hesaplama ile ilgili bilgi Ek: 5'de bulunmaktadır.



Şekil 3.5. Hiperbolik tanjant (tanh) aktivasyon fonksiyonu ile 27 girişli YSA süreci

Şekil 3.5.'de görüldüğü gibi, ağırlıkların bulunduğu 27 girişli YSA sürecinde 5 adet gize katman, aktivasyon prosesi ve çıktı değerleri bulunmaktadır. YSA'da eğitim ileri besleme, geri yayılım, döngü sayısı en az 30 000'dir. Tüm eşik değerler (bias) ayrı hesaplanmış ve çıktılarından hiperbolik tanjant (tanh) aktivasyon fonksiyonu olarak kullanılmıştır.

Hata payı veya tolerans; biriken varyasyonun çalışmaya ilişkin faaliyetler için genel bir terimdir. Geometrik ölçülendirme ve toleransı değerlendirmek amacıyla toleransları analiz eder. İstatistiksel tolerans için en yaygın hesaplama karekök ortalama ya da Monte Carlo yöntemleri gibi mutlak aritmetik hesaplama dayalı maksimum ve minimum değerleri kullanılmıştır.

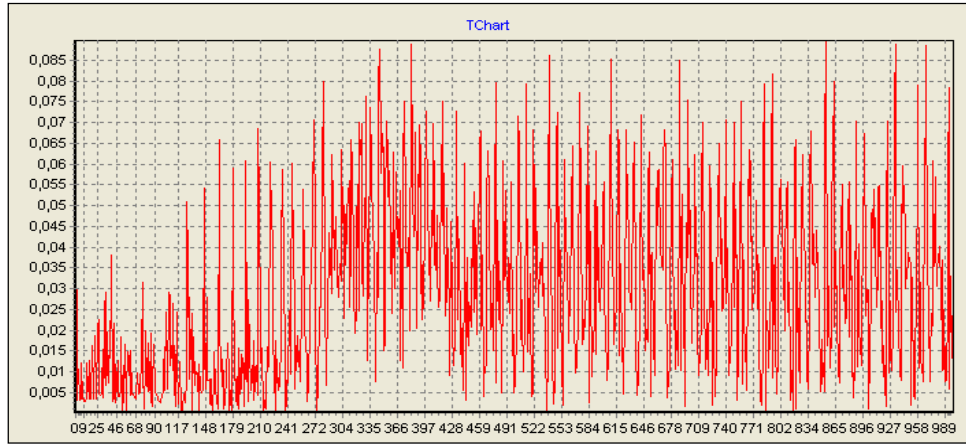
Modelde eğitim ileri besleme, geri yayılım (feed forward back propagation) metodları uygulanmıştır. İleri besleme de hedef amaç fonksiyonu bulmaktır. Bunun için ileri besleme yöntemi; problemin etki alanı hakkındaki verileri kullanarak oluşturulan ima haritası ile amaç fonksiyonu arasındaki hata payını kullanmaktadır. Yaygın olarak kullanıldığı gibi burada da ortalama kare hatalar minimize edilmiştir. Çok katmanlı sistemin eğitimi geri yayılım algoritması ile yeterince döngü oluşturulmuştur. "Hataların geriye yayılması" için kısaca geri yayılım terimi, YSA ileri besleme eğitimin ile birlikte kullanılan ve her bir yenilenmede (iteration) hata oranını azaltma (degrade) fonksiyonuyla en uygun şekilde sokma (optimisation) yönteminin devamı niteliğindedir. Yöntem ağıdaki tüm ağırlıkları bir hata fonksiyonunda toplam toleransını (gradyanını) hesaplar. Hata değerini en aza indirmek için ağırlıkların optimizasyonu bu yöntem ile sağlanır. Geri yayılım; hata oranını azaltma işlevi (degrade) için hedeflenen çıktılara giriş değerleri atar. Yinelemeler sayesinde, zincirleme hesaplarla, her bir katman için geçişleri hesaplayan çok katmanlı ileri beslemeli ağlar genellemelere ulaşır.

Modelimizde öğrenme hatası (learn rms) 0,016857 ve döngü en az 30 000 olarak uygulanmıştır. Bağımlı değişken (veya değişkenlerin) bağımsız değişkenler (parametreler-kriterler) tarafından açıklanamayan varyansına (kendi kendine kovaryansına) eşik değer (bias) kesişim nodüllerine (intersept) denilmektedir. Bu aşamada elde edilen alt kriterlerden gizli katmanlara giden $5 * 27$ 'lik kriterler ağırlık matrisi, gizli katmandaki $5 * 1$ 'lik gizli katman eşik değerleri matrisi, gizli katmandaki her bir üniteden çıkış katmanına giden $1 * 5$ 'lik çıkış katmanı ağırlıkları matrisi ve son olarak çıkış katmanı eşik değeri ayrı ayrı hesaplanmıştır. Bu arada çıkış katmanından önce aktivasyon fonksiyonu olarak hiperbolik tanjant (tanh) fonksiyonu kullanılmıştır.

3.5. Test Aşaması ve Test Analiz Örnekleri

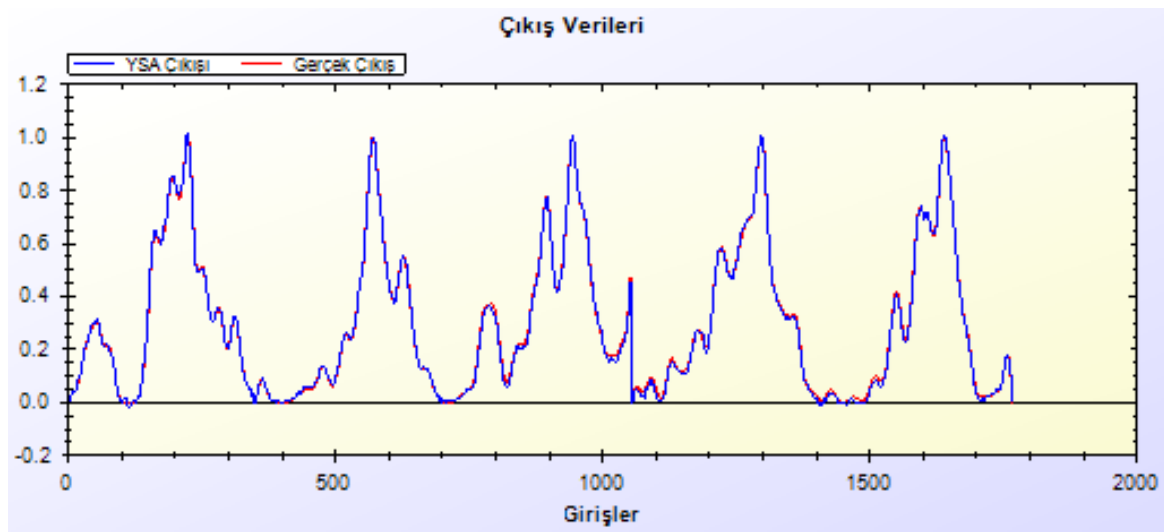
Test verileri ile ilgili yöntem ve teknikler modelde kullanılan yöntem ve tekniklerle birebir örtüşmektedir. YSA ile analiz edilen verilerin değerlendirilmesi sonucunda kurulan modelde: Yeni ağırlıklar, eşik değerleri ve çıkış katmanı ağırlık değerleri elde edilmiştir. Bunlar modelin kurulması için gereken katsayılardır. Elde edilen değerler; ağırlıklar, eşik değerleri ve çıkış katmanı ağırlık değerleri modelin katsayılarıdır.

Veriler üzerinde YSA ile gerekli eğitimlerin yapılması sonucu elde edilen öğrenme, yeni durumlar için uygulanabilir düzeyde olup olmadığı ayrılan 4 000 satır test verilerinin yukarıdaki katsayılar kullanılarak kurulan gerçek modelin çalıştırılması ile test edilmiştir (Şekil 3.6). Test verilerinin çalıştırılması ve RS sonuçlarının elde edilmesi, modelde oluşan ağırlıklarla yapılan makronun SPSS’de işletilmesi ile gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.6. Eğitim yapıldıktan sonraki (%) YSA hataları

Test aşamasında YSA'nın eğitim fonksiyonu uygulanmamıştır, sadece katsayılar model çerçevesinde ileri besleme (compout) yöntemiyle çarpılıp toplanmış ve çıkış elde edilmiştir. Bu aşamada YSA'nın öğrendiği mi, yoksa ezberlediği mi ortaya çıkacaktır.



Şekil 3.7. Gerçek çıkış ve YSA'dan alınan sonuçların (çıkış) karşılaştırılması

Şekil 3.7’de görüldüğü gibi gerçek çıkış eğrisi ve YSA çıkış eğrisi birbirine çok yakındır. Bu durum YSA’nın eğitiminin iyi bir şekilde tamamlandığının ve çıkışta gerçeğe yakın değerler ürettiğinin göstergesidir. Elde edilen bu YSA çıkışları RS değerlerini oluşturur.

YSA’nın öğrenme durumunu görebilmek için eğitime verilen KVT verileri değerleriyle YSA’nın eğitimi sonrası elde edilen çıkış değerleri (YSA’dan alınan çıkışlar) Şekil 3.6.’de gösterildiği gibi karşılaştırılmıştır.

Test verileri modelde uygulanmış, yapılan işlem kısaca şu şekildedir: $5 * 27$ ’lik kriterler ağırlık matrisi, ile 27 adet alt kriter (veri) değerleri çarpılıp toplanmıştır. Elde edilen $5*1$ matrisine eşik değerleri ($5 * 1$) eklenince gizli katmandaki 5 üniteden her birinin değeri hesaplanmıştır. Bu beş değer toplamı aktivasyon fonksiyonunun girdisidir.

Çizelge 3.6. Test verilerinden elde edilen çıktı değerleri arasında rastgele seçilen verilerin YSA değerleri ile karşılaştırılması

<i>AHP</i> <i>Çıktıları</i>	<i>YSA</i> <i>Çıktıları</i>	<i>AHP-YSA</i> <i>Fark</i>	<i>Fark yüzdesi (AHP’ye göre)</i> <i>%</i>
0,4948000000	0,4946700000	0,0001300000	0,00000064324000000009
0,4056900000	0,4057000000	-0,0000100000	-0,00000004056900000004
0,4388600000	0,4388800000	-0,0000200000	-0,00000008777200000009
0,6414400000	0,6414600000	-0,0000200000	-0,00000012828800000013
0,5099600000	0,5097600000	0,0002000000	0,00000101991999999989
0,3235200000	0,3235400000	-0,0000200000	-0,00000006470400000006
0,5998200000	0,5998400000	-0,0000200000	-0,00000011996400000012
0,5674200000	0,5673300000	0,0000900000	0,00000051067800000020
0,4207300000	0,4207900000	-0,0000600000	-0,00000025243800000002
0,6306400000	0,6305600000	0,0000800000	0,00000050451199999980
0,4323200000	0,4321600000	0,0001600000	0,00000069171199999997
0,6220100000	0,6219300000	0,0000800000	0,00000049760799999981
0,2790700000	0,2790100000	0,0000600000	0,00000016744200000001
0,4613000000	0,4612800000	0,0000200000	0,00000009225999999984

Aktivasyon fonksiyonundan sonra çıkış katmanına gelen veri son olarak çıkış katmanı eşik değerinin eklenmesi ile sonuca (RS) ulaşılmıştır. 4 bin satır test verisine ait hata oranları

gösterilmiştir. Ayrıca 'da test verilerinden alınan örneklerden gerçek RS ile YSA'dan elde edilen RS değerleri karşılaştırılmıştır. Şekil 3.7 ve Çizelge 3.6'de de görüleceği gibi test verilerinden elde edilen çıktı değerleri arasında rastgele seçilen verilerin karşılaştırılması yapılmıştır.

YSA'nın AHP'den sapma miktarları ve farkın yüzde değeri de hesaplanarak sütun olarak tabloya eklenmiştir. Tüm AHP ve YSA çıktı farklarının yüzde değerlerinin 1 milyonda birden küçük olduğu gözlenmektedir.

4 bin satır veri arasından rastgele seçilen satırlara ait AHP RS ve YSA RS değerleri karşılaştırılmıştır.

Test verilerinde YSA'nın öğrenme fonksiyonu çalıştırılmadığı göz önünde bulundurulursa, gerçek modelin çalıştırıldığı gözlemlenir. Modelin eldeki test verileri ile çalıştırılması sonucu hata paylarının sıfıra yakın değerlerde olduğu tespit edilmektedir.

3.6. Risk Skor Kategorizasyonu

Risk skorun katagorize edilerek risk haritasının oluşturulmasında kullanılan parametreler aşağı Çizelge 3.7'de görülmektedir. YSA'dan alınan sonuçların minimum, maksimum, ortalama değerleri ile standartsapma ve varyansı standart hale getirilmiştir. Veriler sınıflandırılmak üzere kotegorilerine ayrılmıştır. Toplam geçerli kayıt yani satır sayısı (N) 42 555 dır. Çizelge 3.8'de ise elde edilen veriler tekrar işlenerek 5'li sisteme göre sınıflandırılmıştır. Böylece firmaların risk haritasındaki yerleri belirlenmiş olacaktır.

Çizelge 3.7. YSA'dan alınan sonuçların sınıflandırılma hazırlığı

	Dağılım	Min.	Mak.	Ort.	Std. Sapma	Varians
RS_YSA	0,6614	0,1357	0,7971	0,4639	0,1027346	0,011
RS_std	5	0	5	2,4811	0,77665	0,603
RS_CAT	4	1	5	2,9746	0,83534	0,698

Görüldüğü gibi YSA'dan elde edilen sonuçlarla gerçek (AHP) sonuçlar arasındaki fark oldukça düşüktür. Bu nedenle RS hesaplamalarında verinin ikili karşılaştırmalardan başlayan AHP'le devam eden ve YSA uygulanmak suretiyle kat ettiği uzun uygulama yerine;

verinin eğitilmesiyle elde edilen modelin kullanılması arasında fark önemsenmeyecek değerde ve çok çok azdır.

Elde edilen verilerin derlenerek RS sonuçlarının normalizasyonu verilerin normalizasyonundan bağımsız olarak düzenlenmiştir. İki sayı aralığında doğrusal dönüşüm metodu kullanılarak RS, test verileri ile birlikte, SPSS yardımıyla [0,5] aralığındaki değerlerle standart hale getirilmiştir. Standart hale getirilen veri tekrar kodlanmış ve RS değerleri 1'den 5'e tam sayı değerleri atanmıştır.

Çizelge 3.8. Elde edilen RS'in katagorize edilmesinden sonra ortaya çıkan risk grupları. (categorized vars)

	<i>Frekans (Frequency)</i>	<i>Yüzde (Percent)</i>	<i>Geçerli % (Valid %)</i>	<i>Toplam % (Cumulative %)</i>
Yüksek Risk	35393	91,8	91,8	91,8
Çok Risk	1170	3,0	3,0	94,8
Orta Risk	980	2,5	2,5	97,4
Az Risk	599	1,6	1,6	98,9
Düşük Risk	415	1,1	1,1	100,0
Total	38557	100,0	100,0	

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Konunun kapsamı aşağıdaki sorulara verilecek cevaplar ile sınırlıdır.

- İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) Risk Değerlendirme (RD) konusunun boyutları nelerdir ve nasıl ölçülür?
- İSG RD ile ilgili girdiler ve çıktılar nelerdir ve nasıl ölçülür?
- KOSGEB KVT verilerinden iş ve iş yeri ile ilgili bilgilerin modelde uygulanması, Kanun yönetmelik ve mevzuatla İSG RD ilişkisi nedir?
- Mevzuat yeterlimi? Uluslararası standartlar ve düzenlemelerle uyum gerçekleştirilmiş mi?
- Kurumlarca oluşturulmuş olan veri bankaları amaçlarına uygun yapılandırılmış mıdır?
- İSG RD konusunda yeterli parametre ve veri kullanılmakta mıdır? Kullanılan araç, gereç, takım, donanım, ekipman ve programlar yeterli mi?
- Denetimler hangi kriterlerle yapılmakta ve sonuçları değerlendirilmekte midir?

4857 sayılı İş Kanununun 78. maddesine göre çıkartılmış olan tüm yönetmeliklerdeki yükümlülükler arasında olan Risk Değerlendirme ve modelde uygulanan teknikler karşılaştırılacak ve gerekli düzenlemeleri yapacak kurum ile çalışmalar başlatılmak istenmektedir. Faydalanıcı ve paydaşlar risklerin yönetilmesi için ortaya bir planın konulması ve bu çerçevede bir eylem planı tespit edilmelidir. Tehlike ve riskler organizasyon ve çevresi açısından tanımlanır. Kaza ve kayba neden olabilecek, verimliliği engelleyecek, zaman, insan kaynağı, süreç ve prosedürleri olumsuz etkileyecek her türlü konu bu başlık altında ele alınmalıdır. Böylece çerçevenin belirlenerek mevcut durumun tespiti yapılacaktır. Risk analizi, nicel veya yarı nitel metodolojilerin kullanımı ile gerçekleştirilecektir. Sonrasında olması gereken durumun ne olduğu ile ilgili bir çalışma yapılır, organizasyonların zayıf yönleri ile uğraşmaktansa kaynakların tespiti ile neler yapılabileceği ortaya çıkartılır. Bu yeni durumdan kimlerin nasıl fayda elde edecekleri hesaplanır. Mevzuatın İSG ve RD için yeterli olmayışı, yeterli ve etkili bir oto denetim ve izleme yapılamayışı işletmelerde İSG açısından birçok olumsuzluğu tetiklediği gibi verimliliği de düşürmektedir.

Çizelge 4.1’de bulunan satırlarda RS değerleri 1 ile 5 değerleri arasındaki değerlerle tekrar kodlanmış ve bu sayılara karşılık gelen firma sayıları verilmiştir. Çalışma Risk

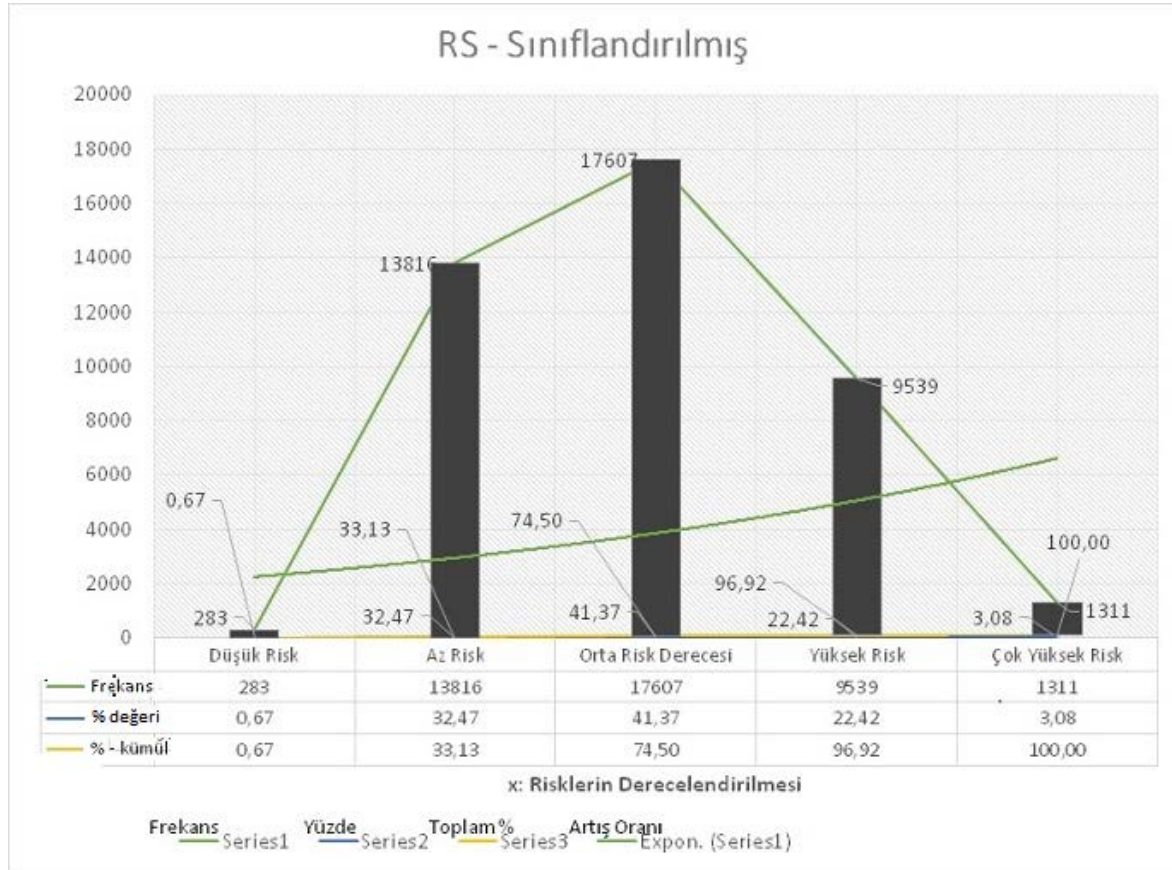
Değerlendirme konusunun iş dünyasına, ülke ve topluma; sosyokültürel, politik ve genel altyapıyı oluşturan etkin ve kilit parametreleri ortaya koyarak bunları model içine katmaktır. Var olan başarılı modellerden hareketle, aynı amaçlar doğrultusunda daha kapsamlı bir modeli ortaya koymak, konuyla ilgili çözüm önerileri sunmaktır.

Çizelge 4.1. Verilerin kategorilerine ayrılması sonucu elde edilen sınıflandırmada orta derece riskli grubun en yüksek paya sahip olduğu gözlemlenmiştir

		<i>Frekans (Frequency)</i>	<i>Geçerli % (Percent Valid)</i>	<i>Toplam % (Cumulative)</i>
1	Düşük Risk	283	0,67	0,67
2	Az Risk	13816	32,47	33,13
3	Orta Risk Derecesi	17607	41,37	74,50
4	Yüksek Risk	9539	22,42	96,92
5	Çok Yüksek Risk	1311	3,08	100,00
	Toplam (Total)	42555		100

İş hayatında karşılaşılan risklere ana hatları ile bir bakacak olursak, risklerin; yapılan işlerden, yürütülen operasyon ve çeşitli süreçlerden, kullanılan maddelerden, her türlü makine ve donanımlardan, iş yeri veya çevresinde bulunan kişilerden, iş yerinde oluşturulan organizasyonlardan, çeşitli unsurların birbirleri ile etkileşmesinden, çevre koşulları ve doğal afetlerden kaynaklandıkları görülür. Risk değerlendirmesi çalışmalarının işverenler açısından başlıca faydaları; tehlike ve riskleri önceden görebilme, ilişkide bulunulan saygınlık ve geçerlilik, proaktif yaklaşımla acil durumlar için her an hazırlıklı olma, istenmeyen durumların önlenmesi ile kayıpların maddi ve manevi olarak azaltılması, sorumlulukların ve görevlerin belirlenmesi ve paylaşımı, güvenli teknoloji seçimi ile güvenli çalışma ortamı temini olarak sıralayabiliriz. İSG mevzuatı gereği işverenler iş yerlerinde risklerden özel olarak etkilenebilecek işçi gruplarının durumunu da kapsayacak şekilde sağlık ve güvenlik yönünden risk değerlendirmesi yapmak, RD sonucuna göre, alınması gereken koruyucu önlemlere ve kullanılması gereken koruyucu ekipmana karar vermek, iş ekipmanlarını güvenli olarak temin etmekle, gerekli bakımlarını yaptırmakla, belirli periyotlarla kontrol ve deneylerini yaptırmakla, operatör ve bakımcıları eğitmekle, işçilerin sağlığını ve güvenliğini korumak için, mesleki risklerin önlenmesi, eğitim ve bilgi verilmesi, gerekli her türlü önlemlerin alınması ve acil durum organizasyonlarının yapılması, araç ve gereçlerin sağlanması ile yükümlüdür. Modelin kullanımı ile RS elde etmek için süreçler değiştirilerek başta harcanan zaman olmak üzere uzman görüşüne de gerek kalmadan sonuca ulaşmak imkânı doğmuştur.

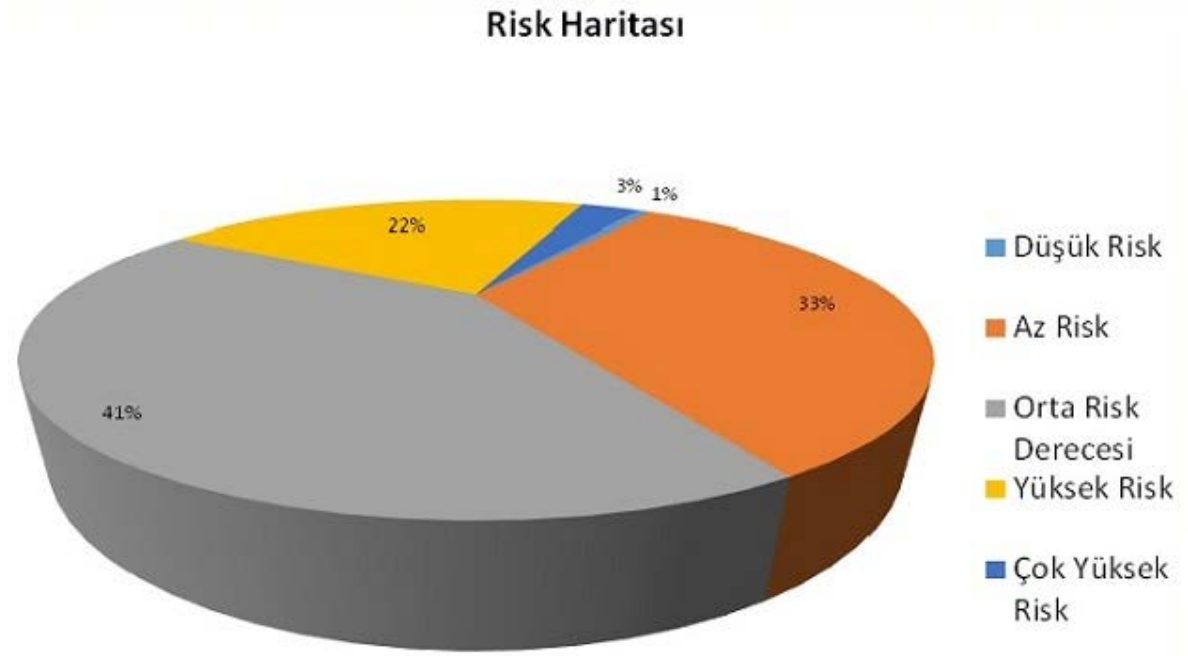
RS elde etmek için eldeki veri seti temel set ve test verisi olmak üzere iki kısma ayrılarak; sonuca (RS) bu karşılaştırmalı veriler ile ulaşıldığından modelin testi için herhangi bir başka yöntemle başvurmaya gerek yoktur.



Şekil 4.1. Çalışılan işletmelerde bulunan risk dereceleri, kriterlere göre işletmelerin riskleri

Şekil 4.1'deki grafikten de görüldüğü gibi bu kriterlere göre işletmelerin yüzde 63,79'u yüksek ve orta dereceli riskle karşı karşıyadır. Bu durumdaki firmaların eldeki kriterlere göre teker teker ele alınıp eksik yönleri giderilmeye çalışılmalıdır. Verinin bu uzun yolculuğu esnasında RS elde etmek için uzman görüşlerine gereksinim kalmamıştır. Elde edilen RS değerleri, işletmelerin İSG açısından mevcut durum analizi veya SWOT analizleri başta olmak üzere birçok tekniğe açık olarak kullanılabilir ve kurumların daha uygun ortamlarda daha verimli çalışmalarını doğrultusunda sonuç odaklı bir şekilde kullanılabilir. İş dünyası; dünyanın ve ülkenin ekonomik ve sosyal durumundan, doğal afetler, çevre şartları ve iklim gibi dış etkiler yanında, işletmelerin işleyişi doğrudan ve dolaylı etkileyen iç etmenlere kadar binlerce parametre üzerinde işlemektedir. İşletmelerin sürdürülebilirliği; gereken tüm unsurların bir arada risk değerlendirme için hesaba katılması ve elde edilen Risk Skoruna göre kararların verilmesi İş Sağlığı ve Güvenliği için en önemli konudur. Bu model ile

kriterler bir araya toplanarak, sebep sonuç ilişkisi kurulması ve nihai hedefe (Risk Skor) yönelik karar mekanizması kurulabilmektedir. Model ile oluşan mekanizmalar sonucu Şekil 4.2'deki risk haritasına ulaşırız.



Şekil 4.2. Çalışılan işletmelerde bulunan risk skoru, modelle oluşan Risk Haritası

Çalışmanın son bölümünün sonuna gelmişken olası sorularla ilgili ortaya çıkabilecek tereddütlerin açığa kavuşması için şu konulara değinilmesi faydalı görülmüştür.

Yazılım güvenilirliği nasıl sağlanmıştır?

Kullanılan algoritma ve kodun doğru çalışıp çalışmadığı, doğru hesaplama yapıp yapmadığını ile ilgili yapılan işlem şu şekildedir; bu veriler içerisinden alınan test verileri R ve SPSS gibi açık kaynak kodlu ve bileşenlerini (component) hakemlerin onayından sonra yayımlayan programların paketleri kullanılarak işletilmiştir. Benzer uygulamaların sonuçları benzer olmuştur. Bunun yanında test verileri, tasarlanan modelde çalıştırıldığında benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Bazı eşik (bias) değerlerinin (özellikle gizli katmandaki bileşenler) yüksek çıktığı gözlenmektedir. Bunun nedeni nedir?

Kesişim nodülleri (intersept) yani eşik değerlere uygulanan bileşenin varyansı ile ilgili bir konudur. Burada bağımlı değişkende bağımsız değişkenler tarafından açıklanamayan varyansını ifade eder. Her bir bağımsız değişkenin her bir verinin ilgili bileşeni için ortalamadan ne kadar saptığı BIAS değeri ile ifade edilmektedir. Ortalama değerden sapmaların toplanması sonucu çıkan 40-50 gibi sayılar 42 bin satır 27 sütunluk bir veride yüksek değildir, bilakis düşüktür.

Veri madenciliği yapmak yerine neden AHP - YSA tercih edilmiştir?

Her şeyden önce verilerimiz doğrusal olmayan niteliktedir. Bu nedenle bir doğrusal olmayan (nonlinear) dönüşüm kullanılmıştır. Skotastik bir sonuç yerine alabildiğine çok sayıda parametrenin etkilediği bir Risk Skor elde etmek istediğimizden özellikle tercih edilmiştir. İleriki çalışmalarımızda aynı işlemleri veri madenciliği yöntemleri ve Büyük Veri İşleme (Big Data Process) gibi daha yeni metodlar ile de yapmayı düşünmekteyiz.

Model kurulurken iki adet deterministik model kullanmanın sakıncaları yok mu?

Esasen AHP deterministik bir model olmasına karşın YSA'da yapılan doğrusal olmayan (nonlinear) regresyon sürecidir. Doğrusal olmayan bir veri setinin önce deterministik bir yöntemle RS'inin belirlenmesi, ardından da deterministik modelden bağımsız olarak doğrusal olmayan bir analiz yapılarak model kurulmuştur.

KAYNAKLAR

1. Agresti, A., Finlay, B. (2009). Statistical methods for the social sciences (4th edition). Upper Saddle River, *Pearson Prentice Hall*, NJ, 303.
2. Anil, K. J., Jianchang, M., Mohiuddin, K. M. (1999). Why Artificial Neural Network, *Michigan State University, ZBMA Zmaden Research Center*, 17.
3. Aydın, M. (1991). Eğitim Yönetimi, *Hatipoğlu Yayınevi*, Ankara, 13.
4. Baccarini, D., Archer R. (2001). The risk ranking of projects: a methodology, *International Journal of Project Management*, 139-145.
5. Barbarasoğlu, G., Yazgaç, T. (1997). An Application of The Analytic Hierarchy Process to The Supplier Selection Problem, *Production and Inventory Management Journal*, 38 (1) 14-21.
6. Beasley, M. S., Clune, R. Hermanson, D. R. (2005). Enterprise risk management: An empirical analysis of factors associated with the extent of implementation, *Journal of Accounting and Public Policy*, 24, 521-531.
7. Bhutta, K. S., Huq, F. (2002). Supplier Selection Problem: a Comparison of The Total Cost of Ownership and Analytic Hierarchy Process Approaches, *Supply Chain Management: An Int. Journal*, 7(3) 126-135.
8. Pere, C. (1983). Structural Change and the Assimilation of New Technologies in the Economic and Social Systems, *Futures*, (15) 357-375.
9. Chapman, C., Ward, S. (1997). Time risk: what it drives and how it is driven, "from the book Wilkens T.M. "Managing and Modelling Complex Projects", *Kluwer Academic Publishers*, 69-88.
10. Chen, M. F., Tzeng, G. H. (2004). Combining grey relation and TOPSIS concepts for selecting an expatriate host country, *Mathematical and Computer Modelling*, 40, 1473-1490.
11. Chen, Y., Boulet, B., Chen, P., Zhao, M. (2007). "Data Fusion based on RBF Neural Network for Error Compensation in Resistance Strain Gauge Force Transducers", *Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking, and Parallel / Distributed Computing*, 3, 86-91.
12. Common, R., Norman, F., Mellon, E. (1992). Managing Public Services. *Oxford: Butterworth-Heinemann Limited.*, 113.
13. Dağdeviren, M., Eren, T. (2001). Tedarikçi Firma Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve 0-1 Hedef Programlama Yöntemlerinin Kullanılması, *Gazi Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 16 (1-2) 41-52.
14. Dağdeviren, M., Akay, D., Kurt, M. (2004). İş Değerlendirme Sürecinde Analitik Hiyerarşi Prosesi Ve Uygulaması, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19 (2) 131-138.

15. Dağdeviren, M., Yüksel, İ., Kurt, M. (2007). A Fuzzy Analytic Network Process Model to Identify Faulty Behavior Risk in Work System, *Safety Science*.
16. De Boer, L., Wegen, L., Telgen, J. (1998). Outranking Methods in Support of Supplier Selection, *European Journal of Purchasing and Supply Management*, 4, 109-118.
17. Edward, I., Sylvester, L., Klotz, C. (1983). *The Gene Age: Genetic Engineering and the Next Industrial Revolution*, Scribner, New York, 7-11.
18. Elizondo, D. A., McClendon, R. W., Hoogenboom, G. (1994). Neural Network Models for Predicting Flowering and Physiological Maturity of Soybean. *Transactions of The Asia*, 37, 981-988.
19. Elmas, Ç. (2003), Yapay Sinir Ağları (Kuram, Mimari, Eğitim, Uygulama), *Seçkin Yayıncılık*, Ankara, 1-120.
20. Ertekin, Y. (1978). 'Örgüt İklimi', *Amme İdaresi dergisi*, Ankara, II, (2), 17.
21. Expert Choice Inc. Released 11-1-3238 2004. Expert Choice program for Windows (Version 11,1), *Expert Choice Inc*.
22. Gang, H., Yi, B. (2007). Wen-song, L. Multi-Sensor Data Fusion in Coal Mine Safety Supervision, *Information Acquisition*, 210-215.
23. Gnanasekaran, S., Velappan, S., Sivasangari, A. (2008). Development of a Supplier Selection System by Combining Analytic Hierarchy Process and Grey Relational Analysis: An Automobile Industry Case Study, *The Icfai University Journal of Supply Chain Management*, V, 4.
24. Gülbağ, A. (2006). Yapay Sinir Ağı Ve Bulanık Mantık Tabanlı Algoritmalar ile Uçucu Organik Bileşiklerin Miktersal Tayini, Doktora Tezi, *Sakarya Üniversitesi*.
25. Güvenç, U. (2006). 'Anahtarlamalı Relüktans Motorun Denetimi', Yüksek lisans tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 25-100
26. Hallock, M. (2007). Ethics and Internal Controls, *United States Business Review*, 8, (1) 7-8.
27. Hamzaçebi, Ç. (2011). Yapay Sinir Ağları Tahmin amaçlı Kullanımı Matlab ve Neurosolutions Uygulamaları, *Ekin Yayıncılık*, Bursa, 1-106.
28. Handfield, R., Walton, S. V., Sroufe, R., Melnyk, S., A. (2002). Applying Environmental Criteria to Supplier Assessment: a Study in the Application of the Analytical Hierarchy Process, *European Journal of Operational Research*, 141, 70-87.
29. Haykin, S. (1994). *Neural Networks: A Comprehensive Foundation*, New York, United State of America, *Macmillan College Publishing Company*.
30. Haykin, S. (1999). *Neural Networks: A Comprehensive Foundation*, *Prentice Hall International*, 51-65.

31. Heragu, S., Kusiak, A. (1990). Machine layout: An optimization and knowledge based approach. *International Journal of Production Research*, 28 (4), 615-635.
32. Hill, R. P., Nydick, R. J. (1992). Using The Analytic Hierarchy Process to Structure The Supplier Selection Procedure, *Journal of Purchasing and Materials Management*, 28 (2) 31-36.
33. Haykin, S. (1994). *Neural Networks: A Comprehensive Foundation*, New York, United State of America, *Macmillan College Publishing Company*, 15-65.
34. Hubbard, D. (2007). *How to Measure Anything: Finding the Value of Intangibles in Business*, *John Wiley and Sons*, 46.
35. IBM Corp. Released 2013. *IBM SPSS Statistics for Windows (Version 22.0)*. Armonk, New York, *IBM Corporation*
36. James, E. K. (2003). Fault Tree Analysis Methods and Applications, Reliability in Product Design and Testing, *University of Washington*, August 18, 1-13.
37. John, S. M. The Evolution of Information Technologies in Guile, *Informational Technologies*, 7-33.
38. Johnson, G., Scholes, K. (1999). *Exploring Corporate Strategy*, Great Britain: *Prentice Hall Europe*, 69.
39. Jöreskog, K. G. (1971). Statistical Analysis of Sets of Congeneric Tests, *Psychometrical*, 36 (2) 109-133.
40. Kaufman, A., Gupta, M. M. (1988). *Fuzzy Mathematical Models in Engineering and Management Science*, *Elsevier Science Publishers*, Amsterdam, the Netherlands.
41. Kaastry, I., Body, M. (2001). A Neural Network Approach for Identification of the Box-Jenkins Model, *Network*, 323-339.
42. Knight, F. H. (1921). *Risk, Uncertainty, and Profit*, *Boston, Houghton Muin*, 20.
43. Kriesel, D. (2007). A Brief Introduction to Neural Networks, *Zeta – En*, Bonn, 33 - 66.
44. Kohonen, T. (2001). *Self-Organizing Maps Third Edition*, London, *Springer*.
45. Kokangul, A., Susuz, Z. (2009). Integrated Analytical Hierarch Process and Mathematical Programming to Supplier Selection Problem With Quantity Discount, *Applied Mathematical Modelling*, 33, 1417-1429.
46. Koopmans, T. C., Beckman, M. (1957). Assignment Problems and the Location of Economic Activities, *Econometrical*, 25, 53-76.
47. Köksalan, M., Sagala, P. N. (1995). An approach to and computational results on testing the form of a decision maker's utility function. *Journal of Multi Objective Optimisation Criteria Decision Analysis* 4, 189-202.

48. Köksalan, M., Ulu, C. (2003). An alternative approach for placing alternatives in preference classes. *European Journal of Operational Research*, 144, 429-439.
49. Kurt, M., Ceylan, H. (2001). İş Güvenliğinde Tehlike Değerlendirme Teknikleri. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 14, (4) 1117- 1130.
50. Kuo, Y., Yang, T., Huang, G. W. (2008). The use of grey relational analysis in solving multiple attribute decision-making problems, *Computers and Industrial Engineering*, 55, 80-93.
51. Leal, R. R., Butler, P., Lane, P., Payne, P. A. (1997). Data fusion and artificial neural Networks for biomass estimation, *Science, Measurement and Technology, Institution of Electrical Engineers Proceedings*, 144 (2) 69-72.
52. Lu, H., Setiono, R., Liu, H. (1997). Effective Data Mining Using Neural Networks, *Institution of Electrical and Electronics Engineers Transactions On Knowledge and Data Engineering*, 8 (2) 957-961.
53. Liu, J., Ding, F. Y., Lall, V. (2000). Using Data Envelopment Analysis to Compare Suppliers for Supplier Selection and Performance Improvement. *Supply Chain Management: An International Journal*, 5 (3) 143-150.
54. Lure, Y. M. F., Chiou, Y. S. P., Yeh, H. Y. M., Grody, N. C. (1992). Hardware based neural network data fusion for classification of Earth surface conditions, *Signals, Systems and Computers, Conference Record of the Twenty-Sixth Asilomar Conference*, 761-765.
55. Manual, C. (1980). The economic Crisis and American Society, *Oxford*, Blackwell, 164-178.
56. Masters, T. (1993). Practical NN Recipes in C++, *Academic Press*, New York, 25-50.
57. McCullough, W. S. (1943). A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity, *Bulletin of Mathematical Biophysics*, 5.
58. McCullough, W. S. (1990). A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity, *Bulletin of Mathematical Biophysics*, 52, 99-115 (reprint from the Bulletin of Mathematical Biophysics, 5).
59. McCullough, W. S., Pitts, W. (1943). A Logical Calculus of The Ideas Immanent In Nervous Activity, *Bulletin of Mathematical Biophysics*, 115-133.
60. Maren, A., Hurston, C., Pap, R. (1990). Handbook of Neural Computing Applications, *Academic Press*, London, ISBN 0-12-471260-6.
61. Kranzberg, M., Carroll, W., Purcell, J. (1967), The Information Age: Evolution or Revolution in Guile, *Information Technologies*, 35-55.
62. Kranzberg, M., Carroll, W., Pursell, J. (1967). Technology in Western Civilization, *Oxford University Press*, New York, 2.

63. Yıldız, M. Yerel Yönetimde Yeri Bir Katılım Kanalı İnternet: ABD'de ve Türkiye'de Elektronik Bilgi Ağları, *Çağdaş Yerel Yönetimler*, 8, 4, 145.
64. Montreuil, B., White, I., Pence, W. (1991). A modelling framework for integrating layout design and flow network design. In: J.A., *Progress in Material Handling and Logistics*, Springer, Verilog, 95-116.
65. Narasimhan, R. (1983). An Analytical Approach to Supplier Selection, *Journal of Purchasing and Materials Management*, 19 (4) 27-32.
66. Narendra, K. S., Parthasarathy, K. (1990). Identification and Control Of Dynamical Systems Using Neural Networks, *Institution of Electrical and Electronics Engineers Transaction On Neural Networks*, 1, (1) 4-26.
67. Neumann, W. L. (2011). Social research methods: Qualitative and quantitative approaches, (7th ed.), *Pearson*, Boston, 95-96.
68. Tobias, O., Partl, H., Hyena, I., Shlegl, E. (2006) The Not So Short Introduction to LaTeX2e, Version 4.20, available at <ftp://tug.ctan.org/pub/tex-archive/info/lshort/english/lshort.pdf>
69. O'Leary, R., Miller, R. (2003). Questionnaire and structured interview Schedule design. In Miller, R. L., Brewer, J. D. *The A-Z of social research: A dictionary of key social science research concepts*, SAGE Publications, London, 249-252.
70. Ögüt, A. (1996), The Use of Information Technology in Public Sector and Its Impacts on the Quality of Public Services, Unpublished Master of Business Administration dissertation. *Universtiy of New Haven*, USA.
71. Ögüt, A. (1998), The Use of Information Technology in Public Sector and Its Impacts on the Quality of Public Services, *Selçuk Üniversitesi Karaman İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 1 (1) 152, 155-156.
72. Özkalp, E., Kirel, Ç. (1998). Örgütsel Davranış, *Anadolu Üniversitesi Yayınları*, 111, Eskişehir, 77.
73. Öztemel, E. (2003). Yapay Sinir Ağları, *Papatya Yayıncılık*, 25.
74. Penjiel, R. (1969). Örgütlerde Başarı Münasebetleri, *Ajans Türk Matbaa*, Ankara, 38.
75. Hall, P., Preston, P. (1988). The Carrier Wave: New Information Technology and the Geography of Innovation, London, *Unwin Hymann*, 1846-2003.
76. Pratt, J.W. (1964). Risk Aversion in the Small and in the Large, *Econometrical*, 32, 122-136.
77. Punch, K.F. (2005). Introduction to social research: Quantitative and qualitative approaches (2. edition), *Sage Publications*, London, 75.
78. Rowe, K. (2006). The measurement of composite variables from multiple indicators: Applications in quality assurance and accreditation systems-childcare, Background paper prepared for *National Childcare Accreditation Council*.

79. Previc, F. H., Ercoline W. R. (2000). The 'outside-in' attitude display concept revisited. *Int. J. Aviat. Psycholo*, 15, 377-401.
80. Boyer, R., Coriat, B (1986). Technical Flexibility and Macro Stabilization, Innovation Delusion konusunda yapılan *Venedik konferansında* sunulan tebliğ, Venedik.
81. Robertson, J. (2001). (Cited 4 June 2010) Information design using card sorting Available via DIALOG.
82. Saaty, T. L. (1980). The Analytic Hierarchy Process, *Mcgraw-Hill*, New York.
83. Saaty, T. L. (1990). The Analytic Hierarchy Process, *RWS Publications*, Pittsburgh.
84. Saaty, T. L. (1996). Decision Making With Dependence and Feedback: The Analytic Network Process, *RWS Publications*, Pittsburgh.
85. Saaty, T. L. (1999). Fundamentals of The Analytic Network Process, *ISAPH Publication*, Kobe - Japan.
86. Saaty, T. L. (2001). "Decision Making for Leaders", *RWS Publications*, Pittsburgh, 5.
87. Saaty, T. L. (2005). The Analytic Hierarchy and Analytic Network Processes for The Measurement of Intangible Criteria and for Decision Making In Figueira, J., Greco, S., Ehrgott, M. Multicriteria Decision Analysis: State of The Art Surveys. *Springer International Series in Operations Research and Management Science*.
88. Saaty, T. L. (2007). The Analytic Hierarchy and Analytic Network Measurement Processes: Applications to Decisions under Risk (Honorary Invited Paper), *European Journal of Pure and Applied Mathematics*, 1, (1), ISSN 1307-5543, University of Pittsburgh, Pittsburgh, 15260, 122-196.
89. Salama, M. M. A., Bartnikas, R. (2002). Determination of Neural-Network Topology for Partial Discharge Pulse Pattern Recognition, *Institution of Electrical and Electronics Engineers Trans. Neural Networks*, 13 (2) 446-456.
90. Sağıroğlu, Ş., Beşdok, E., Erler, M. (2003). Mühendislikte Yapay Zeka Uygulamaları-I, Yapay Sinir Ağları, *Ufuk Yayıncılık*, Kayseri, 40-42.
91. Sahni, S., Gonzalez, T. (1976). P-complete approximation problem, *Journal of Associates Compensation* 23 (3) 555-565.
92. Sağıroğlu, S. (1998). Artificial neural networks in robotic applications. *International Journal of Mathematical and Computational Applications*, 3 (2) 142-148.
93. Sanayei, A., Mousavi, F. S., Abdi, M.R., Mohaghar, A. (2008). An Integrated Group Decision-Making Process for Supplier Selection and Order Allocation Using Multi-Attribute Utility Theory and Linear Programming, *Journal of The Franklin Institute*, 345, 731-747.
94. Sanayei, A., Mousavi, S. F., Yazdankhah, A. (2010). Group Decision Making Process for Supplier Selection with Skor under Fuzzy Environment, *Expert Systems with Applications*, 37, 24-30.

95. Schein, H. E. (1976). Örgütsel Psikoloji, Eskişehir İTİA Yayınları, 167, Eskişehir, 7.
96. Şenol, M. B., Dağdeviren, M., Kurt, M., Çilingir, C. (2009). Evaluation of cockpit design by using quantitative and qualitative Tools, *Institution of Electrical and Electronics Engineers International Conference of Industrial Engenering and Management* 847-851.
97. Şenol, M. B., Dağdeviren, M., Kurt, M., Çilingir, C. (2010). Display panel design of a general utility helicopter by applying quantitative and qualitative approaches, *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing* 20 (1) 73-86.
98. Seumsothabandith, S. (2004). An Examination on Enterprise Risk Management, *Western Illinois University Press*, United State of America.
99. Sharaf, R., Noureldin, A. (2007). Sensor Integration for Satellite-Based Vehicular Navigation Using Neural Networks, *Neural Networks, Institution of Electrical and Electronics Engineers Transactions on*, 18 (2) 589-594.
100. Singer, G. (1999). Filling the Gaps in the Human Factors Certification Net. In: Dekker, S. Hollnagel, E. Coping with Computers in the Cockpit, *Brookfield, Ash gate*, 87-107.
101. Stockdale, R. (2006). Supplier Selection - A Study of the Supplier Selection Process within The Sporting Goods Manufacturing Industry, *Vaxjo University*.
102. Tam, M. C. Y., Tummala, V. M. R. (2006). An Application of the Analitic Hierarachy Process in Vendor Selection of a Telecommunications System, *Omega*, 29 (2) 171-182.
103. Tektaş, A., Hortaçsu, A. (2003). Karar Vermede Etkinliği Artıran Yöntem: Analitik Hiyerarşi Süreci Ve Mağaza Seçimine Uygulanması, *İktisat İşletme ve Finans Dergisi*, 18, 52-61.
104. Tınar, M. Y. (1999). 'Çalışma Yaşamı ve İşgörenlik', *Mercek Dergisi*, MESS, 93.
105. Tınar, M. Y. (1999). 'Çalışma Yaşamı ve İşgörenlik', *Mercek Dergisi*, MESS, 97
106. Tian, W., Li, Q., Jin, Z. (2002). Application of neural networks for sensor fusion in a remote sensing satellite, Intelligent Control, *Proceedings of the 2002 Institution of Electrical and Electronics Engineers International Symposium*, 234-239.
107. Tullis, T., Wood, L. (2004). How many users are enough for a cardsorting study, *Minneapolis*, 9-13.
108. The Next Revolution: e-Government (24 June 2000), *The Economist*, 92.
109. Vahdani, B., Zandieh, M., Alem, A. (2008). Supplier Selection by Balancing and Ranking Method, *Journal of Applied Sciences*, 8 (19) 3467-3472.
110. Xia, W., Wu, Z. (2007). Supplier Selection with Multiple Criteria n Volume Discount Environments, *International Journal of Management Science*, 35, 494-504.
111. Wann, C., Thomopoulos, S. C. A. (1994). Unsupervised learning neural networks with applications to data fusion, *American Control Conference*, 2, 1361-1365.

112. Yan, G., Wu, T., Xu, K. (2006). Estimation of Wrist Force/torque for Robot Gripper using Neural Network, *Robotics and Biomimetics, Institution of Electrical and Electronics Engineers International Conference on*, 1450-1453.
113. KOSGEB, (2004), Yararlanıcı Durum Tespit Anketi ve Saha Tarama Çalışması Anketlerinin Puanlama Sistemi, *Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı*.
114. Zimmermann, H. J. (1994). Fuzzy Set Theory and its Applications, *Kluwer Academic Publishers*, London.
115. Zhang, J., Wu, D., Olson, D. L. (2005). The method of grey related analysis to multiattribute decision making problems with interval numbers, *Mathematical and Computer Modelling*, 42, 991-998.
116. Zhang, J., Wang, K., Yue, Q. (2006). Data Fusion Algorithm based on Functional Link Artificial Neural Networks, *Intelligent Control and Automation, The Sixth World Congress on*, 1, 2806-2810.
117. Zurada, J. M. (1992). Introduction to Artificial Neural Systems, *West St. Paul*, 5-12.

EKLER

EK-1. KOSGEB KOBİ veritabanı kullanım izin belgesi



T.C.
SANAYİ VE TİCARET BAKANLIĞI
Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı

FAKS TEYİDİDİR

02 Ekim 2009

Sayı : B 14 2 KSG 0 77 01 00 -700/ 16496
Konu : İzin Talebi

Sn. Metin BAĞDAT
Kıbrıs cad. 26/8 Kurtuluş / ANKARA
Fax : 0312 2987240

İlgi: 12 Ekim 2009 tarih ve 24681 sayılı dilekçeniz.

İlgi'de kayıtlı dilekçe ile KOSGEB Başkanlık Makamından Kurum Kaynakları ve veritabanından yararlanma talebiniz, 12 Ekim 2009 tarihinde Başkanlık Makamının derkenar notuna istinaden uygun bulunmuştur.

Bilgilerinize sunulur.

Ali Kadir UYAR
Bilgi Sistemleri Daire Başkanı

EK-2.Modelde kullanılan kriterlerin ikili karşılaştırmaları

Priority Graphs

Priorities with respect to:
Goal: Risk Skoru



Compare the relative importance with respect to: Goal: Risk Skoru

Circle one number per row below using the scale:

1 = Equal 3 = Moderate 5 = Strong 7 = Very strong 9 = Extreme

1	GENEL PERFORMANS	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	SÜREÇLER, VERİMLİLİK
2	GENEL PERFORMANS	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	TEHLİKE KAYNAKLARI
3	SÜREÇLER, VERİMLİLİK	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	TEHLİKE KAYNAKLARI

EK-2.(Devam) Modelde kullanılan kriterlerin ikili karşılaştırmaları

Compare the relative importance with respect to: GENEL PERFORMANS (L: ,258)

Circle one number per row below using the scale:
1 = Equal 3 = Moderate 5 = Strong 7 = Very strong 9 = Extreme

1	Yönetim-YNT	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknoloji-TE
2	Yönetim-YNT	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Finanssal Durum-FNS
3	Teknoloji-TE	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Finanssal Durum-FNS

Priority Graphs

Priorities with respect to:
Goal: Risk Skoru
>GENEL PERFORMANS



EK-2.(Devam) Modelde kullanılan kriterlerin ikili karşılaştırmaları

Compare the relative importance with respect to: Yönetim-YNT (L: ,188)

Circle one number per row below using the scale:
1 = Equal 3 = Moderate 5 = Strong 7 = Very strong 9 = Extreme

1	KURULUSYILI	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kurulus_Sekli
2	KURULUSYILI	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	YONETICIEGITIMI
3	Kurulus_Sekli	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	YONETICIEGITIMI

Priority Graphs

Priorities with respect to:

Goal: Risk Skoru

>GENEL PERFORMANS

>Yönetim-YNT

KURULUSYILI

,188

Kurulus_Sekli

,081

YONETICIEGITIMI

,731

Inconsistency = 0,06

with 0 missing judgments.



EK-2.(Devam) Modelde kullanılan kriterlerin ikili karşılaştırmaları

Compare the relative importance with respect to: Teknoloji-TE (L: ,731)

Circle one number per row below using the scale:
1 = Equal 3 = Moderate 5 = Strong 7 = Very strong 9 = Extreme

1	BILGISAYARSAYISI	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	BILGISAYARKULLANIM
2	BILGISAYARSAYISI	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	BILGISAYARKULLANIM
3	BILGISAYARKULLANIM	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	BILGISAYARKULLANIM

Priority Graphs

Priorities with respect to:

Goal: Risk Skoru

>GENEL PERFORMANS

>Teknoloji-TE

BILGISAYARSAYISI ,105

BILGISAYARKULLANIM_URETIM ,637

BILGISAYARKULLANIM_TASARIM ,258

Inconsistency = 0,04

with 0 missing judgments.



EK-2.(Devam) Modelde kullanılan kriterlerin ikili karşılaştırmaları

Compare the relative importance with respect to: Finanssal Durum-FNS (L: ,081)

Circle one number per row below using the scale:
1 = Equal 3 = Moderate 5 = Strong 7 = Very strong 9 = Extreme

1	KARLILIK	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	YATIRILMISISLETMESE
2	KARLILIK	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	KULLANILANKREDITUF
3	YATIRILMISISLETMESE	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	KULLANILANKREDITUF

Priority Graphs

Priorities with respect to:

Goal: Risk Skoru

>GENEL PERFORMANS

>Finanssal Durum-FNS



Inconsistency = 0,08

with 0 missing judgments.

EK-2.(Devam) Modelde kullanılan kriterlerin ikili karşılaştırmaları

Compare the relative importance with respect to: SÜREÇLER, VERİMLİLİK ve GÜVENLİK (L: ,105)

Circle one number per row below using the scale:
1 = Equal 3 = Moderate 5 = Strong 7 = Very strong 9 = Extreme

1	Belgeler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Verimlilik ve Güvenlik
2	Belgeler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ARGE-Yenilik
3	Verimlilik ve Güvenlik	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ARGE-Yenilik

Priority Graphs

Priorities with respect to:
Goal: Risk Skoru
>SÜREÇLER, VERİMLİLİK ve GÜVENLİK



EK-2.(Devam) Modelde kullanılan kriterlerin ikili karşılaştırmaları

Compare the relative importance with respect to: Belgeler (L: ,055)

Circle one number per row below using the scale:
1 = Equal 3 = Moderate 5 = Strong 7 = Very strong 9 = Extreme

1	BELGEVESERTIFIKALAI	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	BELGEVESERTIFIKALAI
2	BELGEVESERTIFIKALAI	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	BELGEVESERTIFIKALAI
3	BELGEVESERTIFIKALAI	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	BELGEVESERTIFIKALAI

Priority Graphs

Priorities with respect to:

Goal: Risk Skoru

>SÜREÇLER, VERİMLİLİK ve GÜVENLİK

>Belgeler

BELGEVESERTIFIKALAR_ISO14000

,258

BELGEVESERTIFIKALAR_ISO9000

,637

BELGEVESERTIFIKALAR_HACCP

,105

Inconsistency = 0,04

with 0 missing judgments.



EK-2.(Devam) Modelde kullanılan kriterlerin ikili karşılaştırmaları

Compare the relative importance with respect to: Verimlilik ve Güvenlik (L: ,655)

Circle one number per row below using the scale:
1 = Equal 3 = Moderate 5 = Strong 7 = Very strong 9 = Extreme

1	LABTEST_METAL	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	LABTEST_KAUCUKPLA:
2	LABTEST_METAL	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	LABTEST_TEKSTIL
3	LABTEST_KAUCUKPLA:	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	LABTEST_TEKSTIL

Priority Graphs

Priorities with respect to:

Goal: Risk Skoru

>SÜREÇLER, VERİMLİLİK ve GÜVENLİK

>Verimlilik ve Güvenlik

LABTEST_METAL

,287

LABTEST_KAUCUKPLASTIK

,078

LABTEST_TEKSTIL

,635

Inconsistency = 0,09

with 0 missing judgments.



EK-2.(Devam) Modelde kullanılan kriterlerin ikili karşılaştırmaları

Compare the relative importance with respect to: ARGE-Yenilik (L: ,290)

Circle one number per row below using the scale:
1 = Equal 3 = Moderate 5 = Strong 7 = Very strong 9 = Extreme

1	TEKNOLOJİARASTIRMA	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	YENİURUNGELİSTİRME
2	TEKNOLOJİARASTIRMA	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	MALİYETDUSURME
3	YENİURUNGELİSTİRME	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	MALİYETDUSURME

Priority Graphs

Priorities with respect to:

Goal: Risk Skoru

>SÜREÇLER, VERİMLİLİK ve GÜVENLİK

>ARGE-Yenilik

TEKNOLOJİARASTIRMA, ,105

YENİURUNGELİSTİRME ,637

MALİYETDUSURME ,258

Inconsistency = 0,04

with 0 missing judgments.



EK-2.(Devam) Modelde kullanılan kriterlerin ikili karşılaştırmaları

Compare the relative importance with respect to: TEHLIKE KAYNAKLARI (L: ,637)

Circle one number per row below using the scale:
1 = Equal 3 = Moderate 5 = Strong 7 = Very strong 9 = Extreme

1	Ürün ve Hizmet-ÜH	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	STOKLAR
2	Ürün ve Hizmet-ÜH	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ALANLAR
3	STOKLAR	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ALANLAR

Priority Graphs

Priorities with respect to:
Goal: Risk Skoru
>TEHLIKE KAYNAKLARI



Inconsistency = 0,02
with 0 missing judgments.

EK-2.(Devam) Modelde kullanılan kriterlerin ikili karşılaştırmaları

Compare the relative importance with respect to: **Ürün ve Hizmet-ÜH (L: ,558)**

Circle one number per row below using the scale:
1 = Equal 3 = Moderate 5 = Strong 7 = Very strong 9 = Extreme

1	NACE1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ISLETMEURETIMI_URL
2	NACE1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ISLETMEURETIMI_HIZ
3	ISLETMEURETIMI_URL	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ISLETMEURETIMI_HIZ

Priority Graphs

Priorities with respect to:

Goal: Risk Skoru

> TEHLIKE KAYNAKLARI

> Ürün ve Hizmet-ÜH

NACE1

,674

ISLETMEURETIMI_URUN

,226

ISLETMEURETIMI_HIZMET

,101

Inconsistency = 0,08

with 0 missing judgments.



EK-2.(Devam) Modelde kullanılan kriterlerin ikili karşılaştırmaları

Compare the relative importance with respect to: STOKLAR (L: ,320)

Circle one number per row below using the scale:
1 = Equal 3 = Moderate 5 = Strong 7 = Very strong 9 = Extreme

1	URUNCESITLILIGI	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	HAMMADESTOKLARI
2	URUNCESITLILIGI	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	YARIMAMULSTOKLAR
3	HAMMADESTOKLARI	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	YARIMAMULSTOKLAR

Priority Graphs

Priorities with respect to:

Goal: Risk Skoru

>TEHLIKE KAYNAKLARI
>STOKLAR

URUNCESITLILIGI

,731

HAMMADESTOKLARI

,081

YARIMAMULSTOKLAR

,188

Inconsistency = 0,06

with 0 missing judgments.



EK-2.(Devam) Modelde kullanılan kriterlerin ikili karşılaştırmaları

Compare the relative importance with respect to: ALANLAR (L: ,122)

Circle one number per row below using the scale:
1 = Equal 3 = Moderate 5 = Strong 7 = Very strong 9 = Extreme

1	URETIMALANI_TOPLAM	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	URETIMALANI_KAPALI
2	URETIMALANI_TOPLAM	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	URETIMYERIMULKIYETI
3	URETIMALANI_KAPALI	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	URETIMYERIMULKIYETI

Priority Graphs

Priorities with respect to:
Goal: Risk Skoru
>TEHLIKE KAYNAKLARI
>ALANLAR



EK-3. RS hesaplamaları için kullanılan yazılım kodları

```

COMPUTE RS_2012Kasım_WoUzman = (KURULUSYILI_2010 * 0.009119) +
(Kurulus_Sekli_T * 0.003929) +
(NACEC_T * 0.226419) +
(ISLETMEURETIMI_URUN * 0.080331) +
(ISLETMEURETIMI_HIZMET * 0.00359) +
(YATIRILMISISLETMESERMAYESI_TERS * 0.004723) +
(URETIMALANI_TOPLAM_T * 0.015154) +
(URETIMALANI_KAPALIALAN_T * 0.055721) +
(URETIMYERIMULKIYETI_T * 0.006839) +
(BILGISAYARSAYISI_T * 0.019803) +
(BILGISAYARKULLANIM_URETIM * 0.120137) +
(BILGISAYARKULLANIM_TASARIM * 0.048281) +
(BELGEVESERTIFIKALAR_ISO9000 * 0.003679) +
(BELGEVESERTIFIKALAR_ISO14000 * 0.00149) +
(BELGEVESERTIFIKALAR_HACCP * 0.000606) +
(KULLANILANKREDITURU_ISLETME * 0.00211) +
(LABTEST_METAL * 0.019738 ) +
(LABTEST_KAUCUKPLASTIK * 0.005364) +
(LABTEST_TEKSTIL * 0.043672) +
(YENIURUNGELISTIRMECABASI * 0.019397) +
(TEKNOLOJIARASTIRMAGELISTIRME * 0.003197) +
(URUNCESITLILIGI_T * 0.149007) +
(HAMMADDESTOKLARI_T * 0.016511) +
(YARIMAMULSTOKLAR_T * 0.038322) +
(KARLILIK_T * 0.014085) +
(MALIYETDUSURME * 0.07856) +
(YONETICIEGITIMI * 0.035456) .
EXECUTE.

```

EK-3. (Devam) RS hesaplamaları için kullanılan yazılım kodları

Ayrıca, kullanılan veri dosyalarının isimleri ile bu veriler için işletilen SPSS makro kodları aşağıdadır.\\

```
GET DATA /TYPE=XLSX

/FILE='C:\backslash$Users$\backslash$SAMSUNG$\backslash$Desktop$\backslash$deneme test verileri{\_}2012{\_}08{\_}30.xlsx'\\

/SHEET=name eğitim veriler gir'i'i'\\

/CELLRANGE=full\\

/READNAMES=on\\

/ASSUMEDSTRWIDTH=32767.\\

EXECUTE.\\

DATASET NAME DataSet1 WINDOW=FRONT.\\

SAVE\\

OUTFILE='C:\backslash$Users$\backslash$SAMSUNG$\backslash$Desktop$\backslash$I
BM{\_}SPSS{\_}19{\_}R$\backslash$DENEME{\_}20120830.sav'\\

/COMPRESSED.\\

SAVE
```

EK- 4.YSA'da kullanılan program kodları

YSA'da verilerin eğitiminden sonra, kriterlere ait bilgiler için kullanılan makro program kodları

YSA kurgu özellikleri ve bunun için veri hazırlamada kullanılan SPSS Kod'ları:\\

*Multilayer Perceptron Network.\\

MLP rs (MLEVEL=S) BY BELGEVESERTIFIKALAR{_}HACCP
LABTEST{_}METAL LABTEST{_}KAUCUKPLASTIK LABTEST{_}TEKSTIL
TEKNOLOJIARASTIRMAGELISTIRME YENIURUNGELISTIRMECABASI
MALIYETDUSURME ISLETMEURETIMI{_}URUN ISLETMEURETIMI{_}HIZMET
KURULUSYILI{_}2010

YATIRILMISISLETMESERMAYESI{_}TERS Kurulus{_}Sekli{_}T
BILGISAYARSAYISI{_}T KARLILIK{_}T NACEC{_}T URUNCESITLILIGI{_}T
HAMMADDESTOKLARI{_}T YARIMAMULSTOKLAR{_}T
URETIMALANI{_}TOPLAM{_}T URETIMALANI{_}KAPALIALAN{_}T
URETIMYERIMULKIYETI{_}T YONETICIEGITIMI
BILGISAYARKULLANIM{_}URETIM

BILGISAYARKULLANIM{_}TASARIM
KULLANILANKREDITURU{_}ISLETME BELGEVESERTIFIKALAR{_}ISO14000
BELGEVESERTIFIKALAR{_}ISO9000\\

/PARTITION TRAINING=7 TESTING=3 HOLDOUT=0\\

/ARCHITECTURE AUTOMATIC=YES (MINUNITS=4 MAXUNITS=5)\\

/CRITERIA TRAINING=BATCH OPTIMIZATION=SCALEDCONJUGATE
LAMBDAINITIAL=0.0000005 SIGMAINITIAL=0.00005 INTERVALCENTER=0
INTERVALOFFSET=0.5 MEMSIZE=1000\\

/PRINT CPS NETWORKINFO SUMMARY SOLUTION\\

/PLOT NETWORK PREDICTED RESIDUAL\\

/STOPPINGRULES ERRORSTEPS= 1 (DATA=AUTO) TRAININGTIMER=ON
(MAXTIME=15) MAXEPOCHS=AUTO ERRORCHANGE=1.0E-4
ERRORRATIO=0.0010\\

/MISSING USERMISSING=EXCLUDE .\\

EK-4. (Devam) YSA'da kullanılan program kodları

Aşağıda RS değerlerinin yeniden sınıflandırmak için; yapılandırmak üzere işletilen kod mevcuttur. Bu sayede RS derecelendirebilir hale getirilmiştir.\\

```
RECODE RS{\_}STANDARD (4 thru 5.999999999999999=5) (6 thru  
7.999999999999999=7) (8 thru Highest=9) (0 thru 1.999999999999999=1) (2 thru  
3.999999999999999=3) INTO RS{\_}CAT.
```

```
VARIABLE LABELS RS{\_}CAT 'categorized vars '.\\
```

```
EXECUTE. \\
```

EK-5. Karekök ortalama hesaplama metodu

Karekök ortalama hesaplanması (RMS) için aşağıdaki ifadelerden faydalanılmıştır:

n sayıdaki değerlerin $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ RMS değeri;

$$x_{rms} = \sqrt{\left\{ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2 \right\}} = \sqrt{\frac{\{x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2\}}{n}}$$

olarak hesaplanır.

$T_1 \leq t \leq T_2$ aralığında sürekli bir $f(t)$ fonksiyonu için karşılık gelen formülü;

$$f_{rms} = \sqrt{\frac{1}{\{T_2 - T_1\}} \left\{ \int_{T_1}^{T_2} [f(t)]^2, dt \right\}}$$

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : BAĞDAT, Metin
 Uyuğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 28.06.1969, Ankara
 Medeni hali : Evli
 Telefon : +90 (312) 432-1442, (505) 571 7775
 Faks : --
 e-mail : metin.bagdat@gazi.edu.tr
 metinbagdat@gmail.com



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Doktora	Gazi Üniversitesi /FBE. KÇTA	2015
Yüksek Lisans	Selçuk Üniversitesi/SBE	2009
Yüksek Lisans	Marmara Üniversitesi/BSE	2010
Lisans	Orta Doğu Teknik Üniversitesi/Matematik	1992
Lise	Ankarar Kurtuluş Lisesi	1987

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
1999-2000	Yurtdışı ABD	Sigorta Danışmanı
2000-2002	Üniversite Hastanesi	Satınalma Müdürü
2002- 2003	MEB - PKM	Öğretmen - Uzman
2003-Halen	KOSGEB	Başkan. Müşaviri
2013-Halen	Hacettepe Üniversitesi	Öğretim Görevlisi

Yabancı Dil

İngilizce

Yayımlar

-

Hobiler

Okuma, Bilgisayar, Robotik ...



GAZİ GELECEKTİR...