ANKARA YILDIRIM BEYAZIT ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAZ İSTASYONLARINDA RİSK DEĞERLENDİRMESİ

Yüksek Lisans Tezi

Muhammed Resul Kozan

İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü

Temmuz, 2021

ANKARA

BAZ İSTASYONLARINDA RİSK DEĞERLENDİRMESİ

Yüksek Lisans Tezi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi

İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü

Yazar

Muhammed Resul KOZAN

Temmuz, 2021

ANKARA

YÜKSEK LİSANS TEZ SINAVI SONUÇ FORMU

MUHAMMED RESUL KOZAN tarafından **DANIŞMANI** gözetiminde tamamlanan **"BAZ İSTASYONLARINDA RİSK DEĞERLENDİRMESİ"** konulu tezi okuduk. **PROF. DR. ERGÜN ERASLAN** ve bizce, Yüksek Lisans derecesi için bir tez olarak, kapsam ve kalite bakımından tamamen yeterli olduğunu onaylıyoruz.

Prof. Dr. Ergün Eraslan

Danışman

Doç. Dr. Babek Erdebilli

Jüri Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi Yavuz Selim Özdemir

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Ergün Eraslan

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzuna uygun olarak hazırlanan bu tezde;

- Tüm veri, bilgi ve belgeler akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde edilmiş,
- Tüm bilgi, belge ve değerlendirmeler bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunulmuş,
- Kullanılan tüm malzemeler tam olarak belirtilmiş ve referans verilmiş,
- Kullanılan malzemeler üzerinde herhangi bir değişiklik yapılmamış,
- Sunulan tüm eserler orjinal,

ve yukarıdaki ifadelerin aksine bir durumda, tüm yasal haklarımdan vazgeçmeyi kabul ediyorum.

Gün: 24.06.2021 **İmza: ……..**

İsim & Soyisim: Muhammed Resul Kozan

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam sırasında kıymetli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile bana yol gösterici ve destek olan değerli danışman hocam sayın Prof. Dr. Ergün ERASLAN' a sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Çalışmalarım boyunca maddi manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan aileme de teşekkür ederim.

Temmuz, 2021 **Muhammed Resul KOZAN**

BAZ İSTASYONLARINDA RİSK DEĞERLENDİRMESİ

ÖZ

Dünya genelinde iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulmaması sebebiyle yılda binlerce insan hayatını kaybederken, doğrudan ve dolaylı olarak ciddi maddi kayıplar ile karşılaşılmaktadır. İş sağlığı ve güvenliği; çalışanların, işletmenin ve üretimin korunması için proaktif yaklaşım ile geliştirilen bir güvenlik kültürüdür. Proaktif yaklaşımın en temel hedeflerinden birisi ise risk değerlendirmesidir.

Bu çalışmada, baz istasyonlarının kurulum ve bakım işlerinde karşılaşılan, iş sağlığı ve güvenliği açısından tehlikelerin belirlenmesi, bu tehlikelerin riske dönüşmesine yol açan faktörler ile tehlikelerden kaynaklanan risklerin analiz edilerek derecelendirilmesi yapılmıştır. Literatürde yer alan risk değerlendirmesinde en fazla kullanılan yöntem ve teknikler verilmiştir. Ancak bu çalışmada sık kullanılan risk değerlendirmesi yöntemlerinin dışında çok ölçütlü bir karar verme yöntemi olan bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi uygulanmıştır.

Uygulanan yöntemde Analitik Hiyerarşi Prosesi' nin algoritmik adımları verilmiştir. İlk olarak risk faktörlerinden ve risk derecelerinden oluşan hiyerarşi oluşturularak riskler yapılandırılmıştır. Daha sonra konuyla ilgili 5 kişilik uzman ekibin yaptığı çalıştay sonucunda ortak kararla ve risk faktörlerinin birbirlerinden bağımsız olduğu kabul edilerek kendi aralarında ve her bir alt faktör risk dereceleriyle değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler sonucunda elde edilen ikili karşılaştırma matrislerinde Analitik Hiyerarşi Prosesi algoritmik adımları uygulanarak risk faktörlerinin ve risk derecelerinin ağırlıkları elde edilmiştir. Belirlenen ağırlıklara göre riskler sınıflandırılarak, önem derecesine göre sıralanmışlardır.

Anahtar Kelimeler: İş sağlığı ve güvenliği, güvenlik kültürü, risk değerlendirmesi, baz istasyonu, analitik hiyerarşi prosesi, risk faktörleri.

RISK ASSESSMENT IN BASE STATIONS

ABSTRACT

Thousands of people die every year due to failure to comply with occupational health and safety rules, and serious financial losses are encountered directly and indirectly. Occupational health and Safety; It is a safety culture developed with a proactive approach to protect employees, business and production. One of the main objectives of the proactive approach is risk assessment.

In this study, the dangers in terms of occupational health and safety encountered in the installation and maintenance works of base stations were determined, the factors causing these hazards to turn into risks and the risks arising from the dangers were analyzed and graded. The most commonly used methods and techniques in risk assessment in the literature are given. However, in this study, fuzzy Analytical Hierarchy Process, which is a multi-criteria decision making method, was used in addition to the frequently used risk assessment methods.

In the applied method, the algorithmic steps of the Analytical Hierarchy Process are given. First, the risks were structured by creating a hierarchy consisting of risk factors and risk degrees. Afterwards, as a result of the workshop held by a team of 5 experts on the subject, it was considered that the risk factors are independent from each other, and each sub-factor was evaluated with their risk degrees. The weights of risk factors and risk degrees were obtained by applying the Analytical Hierarchy Process algorithmic steps in the paired comparison matrices obtained as a result of these evaluations. Risks are classified according to the determined weights and listed in order of importance.

Keywords: Occupational health and safety, safety culture, risk assessment, base station, analytical hierarchy process, risk factors.

İÇİNDEKİLER

YÜKSEK LİSANS TEZ SINAVI SONUÇ FORMU ii
ETİK BEYAN FORMU iii
TEŞEKKÜR iv
ÖZ v
ABSTRACT vi
TABLOLAR LİSTESİ x
ŞEKİLLER LİSTESİ xiii

BÖLÜM 1 - GİRİŞ 1

1.1 İş Sağlığı ve Güvenliğinin Tarihsel Süreci 1
1.2 İş Sağlığı ve Güvenliğinin Önemi ve Hedefleri 3
1.3 İş Kazası 4
1.3.1 İş Kazası, Tanımı ve Oluşum Teorileri 4
1.3.1.1 Domino teorisi 6
1.3.1.2 Kaza – olay teorisi 8
1.3.1.3 Epidemiyoloji teorisi 9
1.3.1.4 Sistem teorisi 10
1.3.1.5 Kombinasyon teorisi 11
1.3.1.6 İnsan faktörleri teorisi 11
1.3.2 İş Kazalarının Oluşum Faktörleri 12
1.3.2.1 Psikolojik faktörler 12
1.3.2.2 Sosyolojik faktörler 17
1.3.2.3 Fizyolojik faktörler 18
1.3.2.4 Teknik faktörler 20
1.3.3 İş Kazalarının Önlenmesi 22
1.3.3.1 Görülen zararlar 23
1.3.3.2 Görülmeyen zararlar 23
1.4 Meslek Hastalıkları 24
1.4.1 Meslek Hastalıklarının Sınıflandırılması 25

1.5 İş Kazaları ve Meslek Hastalıklarının Maliyeti 27

BÖLÜM 2 – RİSK DEĞERLENDİRMESİ 29

2.1 Risk Değerlendirmesi ve Kriterleri 29
2.1.1 Riskin Gerçekleşme Olasılığı 29
2.1.2 Risk Şiddeti 30
2.1.3 Faaliyetin Yapılma Sıklığı 30
2.2 Risk Değerlendirmesinde Reaktif ve Proaktif Yaklaşımlar 31
2.3 Risk Değerlendirmesi ve Yönetiminin Yararları 32
2.4 Risk Yönetim Prosesi 33
2.4.1 Tehlike Tanımlanma 35
2.4.2 Risk Tahmin Etme 35
2.4.3 Riskleri Değerlendirme 36
2.4.4 Kontrol Önlemlerini Tespit Etme 36
2.4.5 Kontrol Önlemlerini Yerine Getirme 38
2.4.6 İzleme ve Gözden Geçirme 39
2.4.7 İletişim ve Danışma 39
2.5 Risk Değerlendirme Metotları 39
2.5.1 Matris Metodu 40
2.5.2 Kontrol Listeleri Metodu (Çeklist) 40
2.5.3 Olası Hata Türleri ve Etki Analizi (FMEA) 40
2.5.4 Hata Ağacı Analizi (FTA) 41
2.5.5 Tehlike ve Çalışabilirlik Analizi (HAZOP) 41
2.5.6 Fine – Kinney Metodu 42

BÖLÜM 3 – BAZ İSTASYONLARI 43

3.1 Haberleşme Sisteminin Gelişimi 43
3.2 Baz İstasyonları 44
3.3 Baz İstasyonlarının Yapısı ve Kurulumu 45
3.3.1 Hücre Yapısı 46
3.3.1.1 Makro hücreler 46
3.3.1.2 Mikro hücreler 47

3.3.1.3 Piko hücreler 48
3.3.1.4 Baz istasyonu kurulum lokasyonları 49
3.4 Baz İstasyonlarının Elektromanyetik Yoğunluk Durumu 49
3.5 Cep Telefonları ve Yaydıkları Elektromanyetik Radyasyon (V/m) 50
3.6 Elektromanyetik Dalgalar 51
3.6.1 Baz İstasyonundan Yayılan Elektromanyetik Dalgalar ve Etkileri 55
3.7 Elektromanyetik Dalgalar Konusunda Alınabilecek İhtiyati Tedbirler 56
3.8 Baz İstasyonlarının Sağlık, Sosyal ve Psikolojik Etkileri 57

BÖLÜM 4 – ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ YÖNTEMİ İLE BAZ İSTASYONLARINDA RİSK DEĞERLENDİRMESİ 63

4.1 Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) 63
4.2 AHP Yöntemiyle Baz İstasyonlarının Bakım ve Kurulum İşlerinde Risk Değerlendirmesi Uygulaması 69
4.3 Baz İstasyonlarında Karşılaşılan Riskler 70

BÖLÜM 5 - SONUÇLAR 93

KAYNAKLAR 95
ÖZGEÇMİŞ 99

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1 Meslek hastalıklarının etkilediği organlar ve sebep olan etkenler 26

Tablo 1.2 Meslek hastalıkları sınıflandırması 26

Tablo 2.1 Riskin gerçekleşme olasılığı 30

Tablo 2.2 Risk şiddeti 30

Tablo 2.3 Faaliyetin yapılma sıklığı 31

Tablo 2.4 Kontrol önlemlerinin hiyerarşisi 37

Tablo 3.1 Evde kullanılan bazı cihazların sebep olduğu elektrik alan şiddeti değerleri 53

Tablo 4.1 AHP Karşılaştırma ölçeği 65

Tablo 4.2 Karşılaştırma matrislerinin boyutlarına göre RI değerleri 67

Tablo 4.3 AHP literatür taraması 68

Tablo 4.4 Risk faktörleri 71

Tablo 4.5 Baz istasyonlarında risk faktörleri ve açıklamaları 73

Tablo 4.6 Ana risk gruplarının karşılaştırma matrisi 74

Tablo 4.7 Ana risk gruplarının normalize matrisi 74

Tablo 4.8 Ana risk gruplarının öncelik vektörü 75

Tablo 4.9 İkili karşılaştırma matrisi x risk ağırlığı 75

Tablo 4.10 Toplam / risk ağırlığı 76

Tablo 4.11 Lamda hesaplama 76

Tablo 4.12 Alt faktörlerin EAÇ' ye göre değerlendirilmesi 77

Tablo 4.13 Alt faktörlerin YÇ' ye göre değerlendirilmesi 78

Tablo 4.14 Alt faktörlerin KÇ' ye göre değerlendirilmesi 78

Tablo 4.15 Alt faktörlerin AK' ye göre değerlendirilmesi 78

Tablo 4.16 Alt faktörlerin BÇ' ye göre değerlendirilmesi 79

Tablo 4.17 Alt faktörlerin OFÇ' ye göre değerlendirilmesi..... 79

Tablo 4.18 Uygun olmayan ekipman kullanımına göre risk seviyesinin değerlendirilmesi..... 79

Tablo 4.19 Hasarlı kablo, bağlantı ve ekipmanlarının kullanımına göre risk seviyesinin değerlendirilmesi..... 80

Tablo 4.20 Titreşime maruziyete göre risk seviyesinin değerlendirilmesi..... 80

Tablo 4.21 Yangına göre risk seviyesinin değerlendirilmesi 80

Tablo 4.22 Yüksekte çalışmada sağlık durumundan dolayı elverişli olmamaya göre risk seviyesinin değerlendirilmesi..... 81

Tablo 4.23 Eğitimsizliğe göre risk seviyesinin değerlendirilmesi 81

Tablo 4.24 Uygun olmayan KKD kullanımına göre risk seviyesinin değerlendirilmesi..... 81

Tablo 4.25 KKD kullanmamaya göre risk seviyesinin değerlendirilmesi 82

Tablo 4.26 Gözcü bulunmamasına göre risk seviyesinin değerlendirilmesi..... 82

Tablo 4.27 Toprak altında kalmaya göre risk seviyesinin değerlendirilmesi..... 82

Tablo 4.28 Uygun olmayan iş makinesi kullanımına göre risk seviyesinin değerlendirilmesi..... 83

Tablo 4.29 Toprak altındaki hatlara zarar vermeye göre risk seviyesinin değerlendirilmesi..... 83

Tablo 4.30 Yetkin olmayan kişi tarafından iş makinesi kullanımına göre risk seviyesinin değerlendirilmesi..... 83

Tablo 4.31 Alkollü, ilaç veya uyuşturucu etkisi altında araç kullanmaya göre risk seviyesinin değerlendirilmesi..... 84

Tablo 4.32 Trafik kurallarına uymamaya göre risk seviyesinin değerlendirilmesi... 84

Tablo 4.33 Araç sürmeye sağlık durumundan elverişli olmamaya göre risk seviyesinin değerlendirilmesi 84
Tablo 4.34 Yük ile yolcu bölümünün ayrılmamasına göre risk seviyesinin değerlendirilmesi 85
Tablo 4.35 Beton mikserine göre risk seviyesinin değerlendirilmesi 85
Tablo 4.36 Beton pompasına göre risk seviyesinin değerlendirilmesi 85
Tablo 4.37 Havai enerji hattına göre risk seviyesinin değerlendirilmesi 86
Tablo 4.38 Ekranlı araçlarla çalışmaya göre risk seviyesinin değerlendirilmesi 86
Tablo 4.39 Ergonomiye göre risk seviyesinin değerlendirilmesi 86
Tablo 4.40 Takılma, kayma ve düşmeye göre risk seviyesinin değerlendirilmesi 87
Tablo 4.41 Sivri kenarlara çarpmaya göre risk seviyesinin değerlendirilmesi 87
Tablo 4.42 Global ağırlıkların hesaplanması 88
Tablo 4.43 Global öncelik ağırlıklarının birleştirilmesi 89
Tablo 4.44 Yüksek riskli işlerin sınıflandırılması 91
Tablo 4.45 Orta riskli işlerin sınıflandırılması 92
Tablo 4.46 Düşük riskli işlerin sınıflandırılması 92

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1 Kaza sebep teorileri 6

Şekil 1.2 Kaza sebeplendirmede katkısı olan faktörler modeli..... 14

Şekil 1.3 Gürültü iş kazasının davetçisidir 22

Şekil 2.1 Risk yönetim prosesi akım şeması..... 34

Şekil 2.2 Risk yönetim prosesine genel bakış..... 35

Şekil 3.1 Yönlü antenler için örnek ışıma örüntüsü..... 45

Şekil 3.2 Makro hücre örnekleri; kule (a) ve bina üstü (b)..... 47

Şekil 3.3 Mikro hücre ve montaj yer örneği 48

Şekil 3.4 Piko hücre montaj yer örneği..... 48

Şekil 3.5 Dünya Sağlık Örgütü Cenevre merkez binasına kurulan baz istasyonu..... 49

Şekil 3.6 Hücresel telsiz şebekesi örneği..... 51

Şekil 3.7 Elektromanyetik spektrum..... 54

Şekil 3.8 Çevreye uyum kapsamında; ağaç (a), baca (b) ve reklam panosu (c) şeklinde kurulan baz istasyonları 61

Şekil 4.1 AHP risk değerlendirmesi modelinin hiyerarşisi..... 72

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1 İş Sağlığı ve Güvenliğinin Tarihsel Süreci

İş sağlığı ve güvenliği, insanlık tarihi ile başlayan geçmişe sahip bir alandır. İyi bir hekim ve aynı zamanda ilk yapılan basamaklı piramidin mimarı olan İmhotep, tıbbın babası olarak kabul edilen Hipokrat' dan yüzyıllar önce modern tıbbı kullanmış, mezarı hala bulunamamış olmasına rağmen tedavilerinde revir olarak kullandığı oda bulunmuş ve modern tıbbı kullandığı kanıtlanmıştır. İmhotep piramitlerin yapımında meydana gelen kazalarda çok sayıda kişinin öldüğü ve çalışanlarda sıklıkla bel sorunları görüldüğü tespitlerinde bulunmuştur [1].

M.Ö. 2000' li yıllarda Babil İmparatorluğu' nun kurucusu Hammurabi tarafından formüle edilen Hammurabi yasasının iş güvenliği ile ilgili düzenlemeler içerdiği ve güvenlik önlemlerine uymadan yapılan inşaatlarda bazı yaptırımlar uyguladığı görülmektedir.

Hepimizin bildiği gibi, eski Yunanistan' da iş sağlığı ve güvenliğini geliştirmek için bazı önlemler alınmıştır. Örneğin modern tıbbın babası olarak bilinen Hipokrat (M.Ö. 460-370) ilk olarak "Corpus Hippocraticum" (Hipokrat' ın Toplu Yapıtları) kitabında meslek hastalıklarının nedenlerinden bahsetmiştir. Kurşunun maden işçilerinin sağlığı ve kurşun zehirlenmesi üzerindeki etkisini değerlendirmiştir [1].

Roman Plinius' un (MS 23-79) eserleri arasında, insanlık tarihinin ilk ansiklopedisi olan "Doğa Tarihi" (Naturalis Historia) olarak adlandırılan ve tozlu ortamda kurşun ve kükürt çalışmasının toksisitesini ve riskini doğrulayan toplam 37 kitap bulunmaktadır. M.S. 2. yüzyılda Yunan hekim Galen, kurşun zehirlenmesi patolojisini ve bakır fırınlarında asit buharının etkilerini incelemiştir. Orta çağda bu tür araştırmalar sona ererek Rönesans dönemi meslek hastalıklarına odaklanılan bir dönem olmuştur.

Alman Doktor Paracelsus (1493-1541) maden şirketlerinde doktor olarak çalışmış ve dünyanın ilk işyeri tıbbi kitabını "Madenlerde Morbidite" (De Morbis Metallicis)

yazmıştır. Madencilerde akciğer hastalığının semptomlarını anlatmış, zehirin kimyasal yapısını, doz ile organizma arasındaki ilişkiyi belirlemek için önemli araştırmalar yapmış ve madendeki kurşun ve cıva zehirlenmesini anlatmıştır [1].

İş sağlığı ve güvenliği kavramının kurucusu İtalyan tıp profesörü Bernardino Ramazzini (1633-1714) hastaların mesleklerini ve ayrıntılı araştırma hikâyelerini sorarak “iş ve sağlık” ilişkisini belirlemeye çalışmıştır. "Çalışanların Hastalıkları" (De Morbis Artificum Diatriba) adlı kitabında, kimyasalların, tozlu ortamların, ağır metallerin, tekrarlanan ve yorucu egzersizlerin, duruş hatalarının ve patojenik maddelerin sağlığa zararlarından sistematik olarak meslek hastalıklarını ele almıştır [1].

1700' lü yılların ikinci yarısında buharlı makinelerin üretimi ile fabrikalar kurulmaya başlanmıştır. Fabrika sayısının hızla artmasının ardından daha önce tarım alanında çalışmış birçok kişi fabrikalarda çalışmaya başlamıştır. Sanayileşmenin gelişmesiyle birlikte, sanayi bölgesine insan akını olmuş ve konaklamaları sağlıksız bir duruma sokmuştur. Yetersiz beslenme, uzun süreli çalışma, aşırı yorgunluk ve elverişsiz çevre koşulları salgınlara, çalışan sağlığının bozulmasına, sakatlık ve ölümü kaçınılmaz hale getirmiştir. Bu süreç iş sağlığı ve güvenliğine insanların dikkatini çekmiş ve sosyal bir mesele haline gelmiştir.

Sanayideki gelişmeyle birlikte ağır sanayiye sahip ülkeler iş sağlığı ve güvenliğiyle ilgili yasal düzenlemeler gerçekleştirmiştir. İlk kişisel koruyucu donanım olarak Goldschmied tarafından 1746 yılında dikiş dikenlerin parmağına iğne batmasını önlemek amacıyla yüksük geliştirilmiştir. 1970 yılında Amerika Birleşik Devletleri' n de "Occupational Safety and Health Act" (OSHA) adıyla ilk defa İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu yürürlüğe girmiştir. 1972 yılında Almanya' da İş Sağlığı ve Güvenliği ve Kaza Araştırma Merkezi (Bundesanstalt für Arbeitsschutz Undfalforschung-BAU) kurulmuş; 1973 yılında da iş sağlığı ve güvenliği alanında, işyeri hekimi ve işyeri sağlık ve güvenlik çalışanı istihdam zorunluluğu getiren kanun kabul edilmiştir. İngiltere' de ise 1974 yılında "Health and Safety at Work Act" adlı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu yürürlüğe girmiştir. 1996 yılında ise Almanya' da İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu (Arbeitsschutzgesetz-ArbSchG) kabul edilmiştir [1].

Çalışma hayatındaki gelişmelerin neden olduğu sağlık ve güvenlik sorunlarının ele alınması, işyerinde sağlık ve güvenliğin gelişmesine katkıda bulunmuştur. Bu kapsamda iş sağlığı ve güvenliği alanında faaliyet gösteren uluslararası kuruluşlar kurulmuştur. Bunlardan ilk olarak akla Uluslararası Çalışma Örgütü, Dünya Sağlık Örgütü ve Avrupa İş Sağlığı ve Güvenliği Ajansı gelmektedir. [1].

1.2 İş Sağlığı ve Güvenliğinin Önemi ve Hedefleri

İş sağlığı ve güvenliği, işin yürütülmesi sırasında çeşitli nedenlerle sağlığa zararlı olabilecek koşullara karşı işyerini korumak için yapılan düzenli ve bilimsel çalışmalardır. Genel olarak işyerinde sağlık ve güvenlik; henüz tehlike olmadığında bile ortaya çıkabilecek tehlike ve riskler, kabul edilebilir olup olmadıklarını değerlendirmek için çalışmaları beraberinde getirir. 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, eski geleneksel “reaktif” yaklaşımları yeni bir “proaktif” yaklaşımla değiştirmiştir. Geleneksel yaklaşımda, kazaların ve sistem arızalarına bakmak çok önemlidir. Olay sonrası inceleme ve işin yeniden düzenlenmesi amaçtır. Çağdaş emniyet yaklaşımı ise sistem arızasından ziyade emniyet yönetim sistemine bakarak, risk değerlendirmesi ve emniyet kültürünü oluşturmak esastır. Olay meydana gelmeden önce çalışanların, üretimin ve şirketin güvenliğini dikkate almaktadır [2].

İş sağlığı ve güvenliği, tüm meslek gruplarında çalışanların fiziksel, ruhsal ve sosyal refahını en üst düzeye çıkarmak, onları bu seviyede tutmak ve iş nedeniyle işçi sağlığının bozulmasını önlemek amacıyla yapılan çalışmaları ifade etmektedir. Dünya Sağlık Örgütü sağlığı; "sadece hastalık ve sakatlığın yokluğu değil, aynı zamanda tam bir fiziksel, zihinsel ve sosyal iyilik hali" olarak tanımlamaktadır. İnsan Hakları Evrensel Beyannamesi' nin 3. maddesinde “kişinin yaşamı, özgürlüğü ve güvenliği herkesin hakkıdır” denilmektedir [3].

İş sağlığı ve güvenliğinin üç temel kriteri vardır:

1) Çalışanların korunması

- Sağlıklı ve güvenli çalışma ortamı oluşturmak,

- Çalışanları çalışma ortamından kaynaklanan sağlık ve güvenlik risklerine karşı korumak,
- Çalışanların sağlık, güvenlik ve refahını sağlamak ve iyileştirmek,

2) İşletmenin korunması

- Kaza veya istenmeyen olayları önceden belirleyip gerekli önlemleri alarak, oluşabilecek doğrudan veya dolaylı maddi veya fiziksel zararları önlemek,

3) Üretimin korunması

- Üretimin devamlılığını sağlamak,
- Verimi artırmaktır.

İnsanın en temel hakkı olan yaşama hakkını tehdit eden ve karşımıza iş kazaları ve meslek hastalıkları olarak çıkan tehlikelerden insanları korumak, uygun olmayan ortamı ve davranışı ortadan kaldırmak veya en az düzeye indirmek, tehlikelerin zamanında tespit edilmesini sağlamak, önlenmesi mümkün olmayan durumların sonuçlarının en aza indirilmesi için çaba göstermek, kısacası daha güvenli bir çalışma ortamı sağlamaktır [3].

1.3 İş Kazası

1.3.1 İş Kazası, Tanımı ve Oluşum Teorileri

Toplumsal bir oluşum içinde planlanmamış, bilinmeyen, kontrolden çıkmış ve çevresine zarar verebilecek durumlara "kaza" denir. Hasar vermesi muhtemel her olay, kazanın kabulü için yeterlidir. Bir olayın kanun anlamında kaza olarak kabul edilebilmesi için, olay sırasında herhangi bir zararın meydana gelmesi gerekmektedir.

Kelimenin tam anlamıyla kazalar, beklenmedik bir zamanda yaralanmaya veya ölüme ve mal kaybına neden olan olaylardır.

İş kazası, Uluslararası Çalışma Örgütü tarafından "belirli bir zarara veya yaralanmaya neden olan beklenmedik veya planlanmamış bir olay" olarak tanımlanmaktadır.

Dünya Sağlık Örgütü ise; "genellikle kişisel yaralanmaya, makine, ekipman ve tesislerde hasara yol açan ve üretimi bir süre durduran planlanmamış bir olay" olarak tanımlamıştır.

Bir olayın kaza olarak nitelendirilebilmesi için aşağıdakilere sahip olması beklenir;

- Beklenebilirlik
- Kaçınılabilirlik
- Kasıt

Diğer bir ifadeyle, kazalar istenmeyen, kaçınılmaz ve çevre ile istem dışı etkileşimlerdir. Bir olayda yukarıdakiler ne kadar fazla bulunursa, olayın kaza olarak kabul edilmesi o kadar muhtemeldir.

İş kazası ise, işyerinde ya da işveren tarafından işyeri dışında verilen iş sırasında meydana gelen ve işçinin fiziksel ya da psikolojik olarak zarar gördüğü bir olaydır. İşyerinde meydana gelen bir kaza sonucunda bu, insanlara ve makinelere zarar verebileceği gibi, şirketteki işlerin de durdurulmasına veya başka kazalara da neden olabilir.

Sosyal Sigortalar Kanununa göre İş kazası, aşağıdaki hal ve durumlardan birinde meydana gelen ve sigortalıyı hemen veya sonradan fiziksel ve ruhsal zarara uğratan olaydır [4].

- Sigortalının iş yerinde bulunduğu sırada,
- İşveren tarafından yürütülmekte olan iş nedeniyle,
- Sigortalının, işveren tarafından görev ile başka bir yere gönderilmesi esnasında

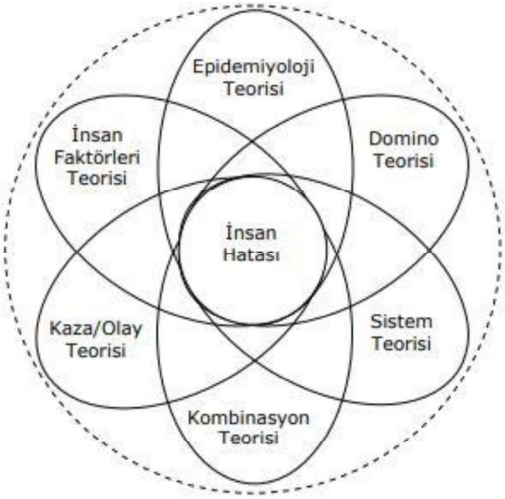
asıl işini yapmaksızın geçen zamanlarda,

- Emziren kadın sigortalının çocuğuna süt vermek için ayrılan zamanlarda,
- Sigortalının, işverence sağlanan bir taşıtla işin yapıldığı yere toplu olarak götürülüp getirilmesi sırasında.

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununda ise iş kazası, “İşyerinde veya işin yürütümü nedeniyle meydana gelen, ölüme sebebiyet veren veya vücut bütünlüğünü ruhen ya da bedenen özre uğratan olay.” olarak tanımlanmaktadır [2].

Kaza Oluşum Teorileri:

Kaza sebeplerini açıklamak için geliştirilen en genel kuramlar şunlardır: Domino Teorisi, Kaza - Olay Teorisi, Epidemiyoloji Teorisi, Sistem Teorisi, Kombinasyon Teorisi ve İnsan Faktörleri Teorisidir (Şekil 1.1).



Şekil 1.1 Kaza sebep teorileri

1.3.1.1 Domino teorisi

Kaza önleme ve endüstriyel güvenlik alanında ilk öncü, Travelers Insurance Company' de bir yetkili olan Herbert W. Heinrich' tir. Heinrich, 1920' lerin sonunda 75.000 endüstriyel kaza raporu üzerinde çalıştıktan sonra;

- ✓ Sanayi kazalarının %88’ ine iş arkadaşları tarafından ortaya konan güvenli olmayan hareketlerin (emniyetsiz hareketler) neden olduğunu,
- ✓ Sanayi kazalarının %10’ una güvenli olmayan koşulların (emniyetsiz durumlar) neden olduğunu,
- ✓ Sanayi kazalarının %2’ sinin engellenemez olduğunu ortaya koymuştur [4].

Heinrich' in çalışması, "Sanayi Güvenliği Gerçekleri" nin ve daha sonra Domino Teorisi olarak bilinen kazaların nedenleri teorisinin temelini oluşturmaktadır. Heinrich' in teorisinin çoğu son çalışmalarla değiştirilmiş ve bu nedenle geçersiz kabul edilmektedir.

Heinrich, güvenlik ve sağlık konusunda karar vericilerin endüstriyel kazalar hakkında bilmeleri gerekenleri özetlemiş ve "Endüstriyel Güvenlik Üzerine Gerçekler" adını verdiği Domino Teorisinin On Beyanını sunmuştur

1. Yaralanmalar bir dizi tamamlanmış faktörlerden meydana gelmekte ve bunlardan biri de kazanın kendisidir.
2. Bir kaza sadece bir kişi ve/veya bir fiziki veya mekanik tehlikenin meydana getirdiği güvenli olmayan hareketin sonucu olarak ortaya çıkabilir.
3. Birçok kaza insanların güvenli olmayan hareketleri nedeniyle meydana gelmektedir.
4. Bir kişi tarafından yapılan ve güvenli olamayan davranış veya güvenli olmayan bir durum her zaman ve hemen bir kazaya/yaralanmaya neden olmaz.
5. İnsanların güvenli olmayan davranışları yapmalarının nedenleri, doğru eylemleri seçmede yardımcı rehber olarak işe yarayabilir.
6. Bir kazanın şiddeti büyük oranda tesadüfîdir ve buna neden olan kaza büyük oranda engellenebilir.
7. En iyi kaza önleme teknikleri en iyi kalitede ve verimli tekniklerle benzerlik gösteren tekniklerdir.
8. Yönetim güvenlik için sorumluluk almalıdır, çünkü sonuçları elde etmek için bu en iyi durumdur.
9. Müfettiş sanayi kazalarının önlenmesinde kilit şahıstır.
10. Bir kazanın doğrudan masraflarına (örneğin tazminat, sorumluluk iddiaları, tıbbi masraflar ve hastane vb) ek olarak gizli ve dolaylı masrafları da vardır [4].

Heinrich' e göre bunlar, kazaların önlenmesinden sorumlu karar vericiler tarafından kavranması gereken temel bilgi yapısını içermektedir. On olgunun tümünü dikkate alan herhangi bir yaralanma önleme programı, bir veya daha fazla olguyu dışlayan bir programdan daha etkili olabilir.

Heinrich' e göre bir kazaya neden olan olayların dizisinde beş neden vardır. Bu nedenler (kaza zinciri) şöyle özetlenebilir:

1. Kalıtsal ve sosyal çevre: Olumsuz özellikler, insanların sosyal çevrenin bir sonucu olarak tehlikeli, kalıtımsal veya edinilmiş davranmasına neden olabilir.
2. İnsan ihmali: dikkatsizlik, sinirlilik, önem vermeme ve ihmal kazaların ikinci nedenidir. Bu kişilerin zayıf yönleri eğitim ve disiplin yoluyla kısmen düzeltilebilir. Bu olumsuz kişilik özelliği, ister kalıtsal ister edinilmiş olsun, insanların neden güvensiz davranışlar sergilediğini ve tehlikeli koşulların varlığını ortaya koymaktadır.
3. Güvenli olmayan hareketler ve koşullar: güvenli olmayan davranışlar ve insanın neden olduğu mekanik veya fiziksel tehlikeler, kazaların doğrudan nedenleridir. Kişisel bir engel mutlaka bir kazaya yol açmaz.
4. Kazalar: Genel olarak, hareketli bir nesneye düşmek veya çarpmak kişisel yaralanmaya neden olabilir. Yukarıda belirtilen üç faktörün sürekliliği bir kazaya neden olmak için yeterli değildir. Ayrıca zarar verebilecek planlanmamış ve bilinmeyen olaylar da olmalıdır. Bu durumda, yaralanmanın veya hasarın meydana gelmesi için, yani kazanın tüm unsurlarında bir kaza olayı meydana gelmelidir.
5. Yaralanmalar: Genel olarak kaza sonucu yaralanmalar, incinmeleri ve kırılmaları içerir.

Heinrich' e göre her kaza (yaralanma, hasar) yukarıda belirtilen beş ana nedenden dolayı meydana gelir. Bu durumlardan biri gerçekleşmedikçe, bir sonraki durum meydana gelmeyecek ve sekans tamamlanmadıkça herhangi bir kaza veya yaralanma meydana gelmeyecektir.

Heinrich’ in teorisinin iki merkez noktası vardır: Önceden meydana gelen faktörlerin ve merkez faktörünün ortadan kaldırılmasının neden olduğu kazalar, önceki nedenlerin hareketini reddeder ve bunu yaparak da kazaları ve yaralanmaları engeller.

1.3.1.2 Kaza - olay teorisi

Kaza/olay teorisi, insan faktörleri teorisinin bir parçasıdır. Dan Petersen tarafından geliştirilmiştir ve aynı zamanda Petersen kaza/olay teorisi olarak da bilinir. Petersen,

insan faktörleri teorisinin çoğu yerinde ergonomik tuzaklar, hata tespiti ve sistem hataları gibi yeni faktörler ortaya koymuştur.

Bu modelde aşırı çalışma, ergonomik tuzaklar ve/veya yanlış kararlar insan hatasına bağlıdır. Hataları belirlemek kasıtlı, mantıklı veya bilinçsiz olabilir. Son tarih, gözetlenme baskısı ve bütçe faktörlerinin izlenmesi ve diğer baskılar güvenli olmayan davranışlara yol açabilir. Kararı etkileyecek bir diğer faktör ise "Bu bana olmaz!" sendromudur.

Sistem hatası bileşenleri Peterson' un teorisine önemli bir katkı yapmıştır. Birincisi, idari karar/idari davranış ile güvenlik arasındaki nedensel ilişki potansiyelini göstermektedir. İkinci olarak, kazaların önlenmesinde yönetimin rolünü ve işyerinde daha geniş güvenlik ve sağlık kavramını belirlemektedir.

Aşağıdakiler, Petersen teorisine göre sistemin başarısız olabileceği nedenlerden bazılarıdır:

- ✓ İdare, makul bir güvenlik politikası oluşturmaz.
- ✓ Güvenliği dikkate alan sorumluluk ve yetki açıkça tanımlanmamıştır.
- ✓ Ölçüm, inceleme, düzeltme ve soruşturma gibi güvenlik prosedürleri göz ardı edilir veya bunlara yeterince önem verilmez.
- ✓ İşçiler, uygun bir oryantasyona tabi tutulmaz.
- ✓ İşçilere yeterli güvenlik eğitimi verilmez.

1.3.1.3 Epidemiyoloji teorisi

Geleneksel güvenlik teorisi yalnızca kazalara odaklanmıştır. Bununla birlikte, mevcut eğilimler, endüstriyel hijyen konuları da dahil olmak üzere çok çeşitli görüşler ile tutarlıdır. Endüstriyel hijyen, hastalığa, rahatsızlığa veya diğer sağlık hasarlarına neden olan çevresel faktörleri içermektedir.

Epidemiyolojik teorisi, araştırma için modelleri muhafaza eder ve bu ilişkilerin tanımı, kazalar veya hastalıklar ile çevresel faktörler arasındaki nedensel ilişkiyi araştırmak için de kullanılabilir.

Epidemiyolojik teorideki anahtar kelimeler yetenek ve statü özellikleridir. Bu birleşik işlevler, kazalara neden olan veya bunları önleyen durumlara yol açabilir.

Örneğin, bir çalışan baskı altında özellikle savunmasızsa ve yardımcı işçilere operasyonlarını hızlandırmaları için baskı yapılırsa, kaza olasılığı sonunda artacaktır.

1.3.1.4 Sistem teorisi

Bu sistem, bir bütün oluşturan, doğru şekilde ve birbiriyle etkileşime giren bir grup bileşendir. Bu tanım, kaza sistemi teorisinin temelidir. Bu teori, bir kazanın meydana geldiği durumu aşağıdaki bileşenleri içeren bir sistem olarak gösterir: Kişi, makine ve çevre. Bir kazanın benzerliği, bu bileşenlerin birbirleriyle nasıl etkileşime girdiğiyle tanımlanır. Etkileşim örneklerindeki değişiklikler kaza olasılığıyla artabilir veya azalabilir.

Sistem modelinin temel bileşenleri; insanlar, makineler, çevre, bilgi, kararlar, riskler ve yapılacak görevlerdir. Her bileşenin kaza olasılığı üzerinde etkisi vardır. Sistem teorisine göre, bir kişi bir ortamdaki bir makineyle etkileşime girerse, yapılacak iş ile sistem arasında üç olay meydana gelecektir. Bir şeyi her yapmanız gerektiğinde, kaza riski vardır. Bazen risk büyük, bazen risk azdır. Burada bilgi toplamak ve karar vermek gerekir.

Kişi, mevcut koşulları not ederek ve gözlemleyerek elde ettiği bilgilere dayanarak riskleri tartar ve mevcut koşullarda çalışıp çalışmayacağına karar verir. Örneğin, acil bir sipariş üzerinde çalışan bir makine operatörü programın gerisindedir. Makinasındaki önemli bir güvenlik cihazı arızalanmıştır. Basitçe kaldırmak çalışmanızı sadece beş dakika içinde kesecektir, ancak bu kaza olasılığını artırır. Operatör güvenlik muhafazasını çıkarıp programa devam etmeli mi yoksa zamanını değiştirerek mi harcamalı? Moderatör ve danışmanı durumu değerlendirir, riski değerlendirir ve devam etmek için bir karar verir. Aldıkları bilgiler doğruysa ve risk değerlendirmeleri doğruysa program kaza yapmadan tamamlanabilir.

Bununla birlikte, makine operatörünün çalıştığı ortam alışılmadık derecede telaşlıdır ve gecikmiş bir siparişi tamamlamak için hissedilen baskı son derece yoğundur. Bu faktörler, bilgi toplama, risk değerlendirme ve karar vermede yargıya gölge düşüren stres unsurlarıdır. Bu nedenle Frenzie, bilgi toplamaya, risk değerlendirmesine ve karar vermeye başlamadan önce beş faktörün dikkate alınmasını tavsiye etmektedir:

- ✓ İş gereksinimleri
- ✓ İşçilerin yetenek ve sınırları
- ✓ Eğer iş başarılı bir biçimde tamamlanırsa elde edilecek kazanç
- ✓ İşe kalkışmak fakat başarısız olmak durumundaki kayıp
- ✓ Eğer işe kalkışılmazsa gelecek olan kayıp

Bu faktörler, kişinin bilgi toplamadan, riskleri değerlendirmeden ve karar vermeden önce doğru perspektifi edinmesine yardımcı olabilir. Gürültü, zaman sınırları veya bir danışmanın baskısı gibi stres faktörleri kişinin yargısını etkileyebiliyorsa, bu faktörleri dikkate almak özellikle önemlidir.

1.3.1.5 Kombinasyon teorisi

Gerçek teori ile kazaya neden olan teori arasında genellikle derece farklılıkları vardır. Bu bölümde ilgili teorilerle birlikte sunulan çeşitli modeller, kazaların neden meydana geldiğini açıklamaya çalışmaktadır. Bazı hatalar için model oldukça doğru olabilir. Bir kazanın nedeni genellikle tek bir model/teori ile doğru bir şekilde açıklanamaz. Kombinasyon teorisine göre, temel neden modelin birkaç farklı parçasını birleştirebilir. Güvenlik personeli bu teorileri hem kaza önleme hem de kaza incelemesinde uygun şekilde kullanabilir. Bununla birlikte, tüm kazalar için tek bir modelin kullanımından da kaçınılmalıdır.

1.3.1.6 İnsan faktörleri teorisi

Bu teori nihayetinde kazaları insan hatasından kaynaklanan bir olaylar zincirine bağlar. Teori, insan hatasına yol açan üç önemli faktörü içerir: aşırı yük, uygunsuz davranış ve uygunsuz aktivite.
İnsan faktörleri teorisi sonunda insan hatasından kaynaklanan bir dizi olay ve kazaya atıfta bulunur. Bu, insan hatasına neden olan aşağıdaki üç genel faktörü içermektedir:

1. Aşırı Yükleme: Aşırı yükleme bir kişinin verilen herhangi bir zamanda kapasitesi ile o kişinin verilen durumda taşıdığı yük arasında dengesizlik olayıdır. Bir kişinin kapasitesi, onun doğal yeteneği, eğitimi, fikir yapısı, yorgunluğu, stresi ve fiziki durumu gibi faktörlerin ürünüdür. Bir kişinin

taşıdığı yük kendisinin sorumlu olduğu görevleri ve çevre faktörlerinden, kişisel faktörlerden ve durumsal faktörlerden meydana gelen ilave edilmiş yükleri kapsar.

2. Uygun Olmayan Davranış/Uyumsuzluk: Belli bazı durumlarda kişinin tepkisi kazayı engelleyebilir ya da kazaya neden olabilir. Eğer kişi tehlike durumunu saptamışsa ama bunu düzeltecek bir şey yapmamışsa, uygun olmayan şekilde tepki göstermiştir. Eğer kişi oluşturulan güvenlik prosedürünü dikkate almıyorsa, uygun olmayan şekilde tepki göstermektedir. Bu tür tepkiler kazalara neden olmaktadır. Uygun olmayan tepkilere ek olarak bu bölüm, çalışma istasyonunun uygun olmamasını da içermektedir. Kişinin çalışma istasyonunun boyutunu, gücünü, uzanımını, hissini ve benzer faktörlerini dikkate alan uyumsuzluk, kazalara ve yaralanmalara yol açabilir.
3. Uygun Olmayan Faaliyetler: İnsan hatası, uygun olmayan faaliyetlerden kaynaklanabilir. Uygun olmayan faaliyete bir örnek, verilen bir görevde risk derecesini göz ardı eden ve dikkatsizlikle iş yapan kişidir. Bu tür uygun olmayan faaliyetler kazalara ve yaralanmalara yol açabilir.

1.3.2 İş Kazalarının Oluşum Faktörleri

İş kazasını oluşturan faktörler hakkındaki literatürdeki yaklaşımlar kategorilere ayrılırsa, genel başlıklar halinde: psikolojik, sosyolojik, fizyolojik ve teknik faktörler olarak dört sınıfta incelenebilir.

1.3.2.1 Psikolojik faktörler

İşle ilgili yaralanmalarda kişilik eğilimleri ve bilişsel özellikler gibi psikolojik faktörler, geçen yüzyılın başından beri kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Çalışmalarda işe bağlı yaralanmalarla ilgili bireysel değişkenler genellikle çalışanın kişiliği, yaralanmalara yatkınlığı, kazaya hazırlık, cehalet, ilgisizlik, umursamazlık, stres, dikkatsizlik, duygusal durum, yaş ve deneyimdir.

Kişilik:

Bu bağlamda Newbold, araştırması sonucunda gençlik, deneyimsizlik ve sağlık sorunlarının kazaların meydana gelmesiyle ilişkili olduğunu vurgulamıştır. İş kazalarında insan faktörünü teşhis etmeye çalışan Turbiaux, çalışmasında zekâ, hassasiyet ve kişilik sorunlarına vurgu yapmıştır. Öte yandan, iş kazalarına işçinin bireysel özellikleri açısından yaklaşan Hopins ve Palser, kazaların dört temel faktörüne işaret ettiler: kaza eğilimi, cehalet ve dikkatsizlik, umursamazlık ve yalancı hastalık.

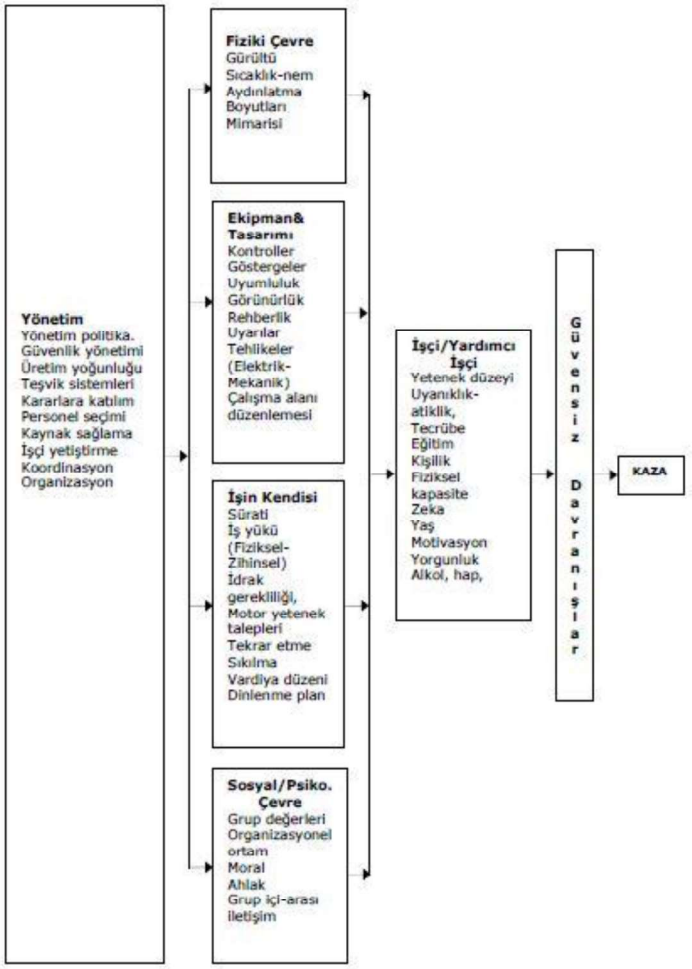
Kazaya Yatkınlık:

Kaza duyarlılık teorisi, kaza nedenlerinin en eski ve muhtemelen en etkili teorisidir. Bu teori basitçe, bazı insanların belirli yapısal özellikler nedeniyle diğerlerine göre çarpışmaya daha yatkın olduğunu savunuyor. Algılama ve tepki hızının uyumsuzluğu da bir kaza sebebidir. İş kazalarına yatkın kişilerde, reflekslerin hızı genellikle algılama hızından daha yüksektir. Yani algıdan daha hızlı reflekslere sahip insanlar daha fazla çarpışma eğilimindedir.

Kazaya eğilimli yaklaşım, bazı insanların doğal olarak işyerinde kazalara daha yatkın olduğunu savunmaktadır. Bu görüşe göre araştırmacılar, kazaların sıklığı ve belirli özelliklere sahip kişiler, yaş, cinsiyet, etnik köken, kişilik vb. gibi bir takım özellikler aramaktadırlar. Bu teoriye destek, kazaların işçi sayısı arasında dağılımından ve kaza ile beklenen kazalar arasında istatistiksel karşılaştırmalardan gelmektedir. Araştırmalar, beklenenden daha fazla insanın birden fazla kazaya maruz kaldığı sonucuna varmıştır.

Farmer ve Chambers tarafından insan kazasına yatkınlık üzerine yapılan bir dizi çalışma sonucunda, bu teorinin savunucuları, kazaya yatkınlığın sadece bir teori olmadığını, gerçek bir durum olduğunu ve kazaya yatkınlık ile kazaya yatkınlık arasında ayrım yapmanın mümkün olduğunu göstermişlerdir. Uygun kişilik testleri kullanan tesadüfi olmayan kişilikler. Daha sonraki araştırmacılardan McKenna, bu istatistiksel çalışmalar için kazalara yatkınlığı kabul etmek için "işçi popülasyonundaki herkesin aynı işe ve çevresel tehlikelere maruz kaldığı" varsayıldığını vurgulamaktadır. Ona göre, daha fazla insanın şanstan daha fazla kaza geçirmesi, sadece bazı insanların diğerlerinden daha fazla tehlikeyle karşı karşıya olduğunun bir işaretidir. Öte yandan Porter, kazaya yatkınlık biçimine dayanarak,

geçici kaza yatkınlığı olasılığını kabul etse de, bu davranış biçiminde süreklilik varsa, davranışın en az 18 ay sürebileceğini kabul ediyor. Porter, çalışmalarında kazaya duyarlılığın, dikkat gibi çalışma koşullarının diğer faktörlerinde yeteneğe bağlı olduğunu göstermiştir. Günümüzde hakim olan görüş, kaza eğilimi olduğu, ancak bunun birey için kalıcı ve değişmez bir durum olmadığı yönündedir. (Şekil 1.2).



Şekil 1.2 Kaza sebeplendirmede katkısı olan faktörler modeli

Kaza İstidadı:

Kaza zafiyetine ilişkin daha sınırlı ama daha gerçekçi bir bakış açısı, insanların belirli koşullar altında kazaya az ya da çok eğilimli oldukları ve bu zafiyetin kalıcı olmadığı, zamanla değiştiği şeklindedir. Buna çarpışma yeteneği teorisi denir.

Yaş ile deneyim ve kazalar arasındaki ilişkinin bu teoriyi desteklediği gösterilmiştir. Araştırmacılar iş deneyimi ile yaş ve yaralanma arasındaki ilişkiyi incelediklerinde, bu iki faktörün etkilerine ayrı ayrı baktıklarında bazen her ikisinin de etkili olduğunu belirlemişlerdir. Genel sonuçlar, genç işçilerin yaşlı işçilere göre daha yüksek kaza oranına sahip olduğunu göstermektedir.

Yaygın görüş, gençler arasındaki yüksek kaza oranının genellikle daha az deneyime atfedildiği yönündeyken, Lampert, 1974' teki çalışmasında çeşitli faktörleri dikkate alarak gençler arasındaki bu yüksek kaza oranlarını gözden geçirmiştir.

Yaş ile ilgili çalışmalar, gençler arasında farklılık göstermektedir. Kaza oranının yaşlarından mı yoksa bilgi ve iş deneyimi eksikliğinden mi kaynaklandığını bilinememektedir. Bu konuda Denning, kazaya neden olan durumun bu iki faktörün etkileşiminden kaynaklandığını söylemiştir.

Genç işçilerde kaza hallerinin yüksek olasılığını ihmal, disiplinsizlik, ilgisizlik, kayıtsızlık, zayıf karar verme, aşırı kapasite, gurur ve öz saygıya, aile sorumluluklarının eksikliğine bağlamıştır. Tüm bu unsurlar belirli koşullar altında geçerlidir ve yazarlar da bunu kabul etmişlerdir.

Murrell, genç işçilerin bu tür engelleri varken, yaşlı işçilerin kapasitelerinin zamanla azaldığını ve derin anlayış ve anlayış gerektiren bazı işlerin yaşlı insanlar tarafından halledilemeyeceği halde hıza da ihtiyaç duyduklarını savunmuştur.

Holland ve Rabbitt ise, yaşlıların zihinsel bilişsel bozukluklara işaret edildiğinde tehlikeli durumlardan kaçınmak için aktif adımlar attığını ve bu nedenle kaza oranlarının düştüğünü göstermiştir.

Diğer araştırmalar, nitelik gerektirmeyen işlerdeki mağdurların çoğunun en az deneyimli çalışanlar arasında olduğunu göstermektedir. Ayrıca yaralı işçilerle ilgili yapılan diğer çalışmalarda kaza geçirenlerin yaşamayan işçilere göre daha az tecrübeli olduğu görülmüştür.

Oborne, bu konudaki görüşünü şu şekilde ifade etti: "Yaralanma, işten çıkarma ya da kendi isteğiyle işten ayrılma olasılığı arttığında kaza oranı yüksek olan genç işçiler zaten sistemden dışlanıyor. Yaşla birlikte kaza oranlarının belli bir oranda düşmesi bu durumu açıklamaktadır."

Cehalet:

İş kazalarında kullanılan en yaygın açıklamalardan biri bilgisizlik, ilgisizlik, dikkatsizlik, umursamazlık veya kısaca "cehalet" tir. Bu faktör kazanın nedeni olarak düşünüldüğünde, her birinin kendi başına kaza oranı üzerinde çok az etkisi vardır. Aslında hiçbiri kazaları önlemek veya azaltmak için yeterli değildir. Bu faktörler tek başına düşünüldüğünde, işveren eğitim programları düzenlemek, güvenli çalışma için toplantılar yapmak gibi akıllıca ama ucuz önlemler kazaları önlemek için yeterli değildir.

Endüstriyel kazaların "pervasızlık teorisinde", bazı çalışanların işi güvence altına alma çabasını bir "kadınca bir uğraşı" olarak gördükleri ve bu nedenle güvenlik önlemlerine uyulmamasından dolayı kazalara konu oldukları öne sürülmektedir. Kuşkusuz iş güvenliği kurallarına uymayan işçilerin kaza riski daha yüksektir. Ancak bunun nedeni her zaman normların dışında "umursamaz bir adamın hayatını yaşama" arzusu kadar basit değildir. Bunda daha karmaşık ve çok yönlü nedenlerin rol oynadığı iyi bilinmektedir.

Stres:

Günümüzde stresin sağlık ve davranış üzerindeki etkileri belirgindir. Whitlock, Stoll ve Rekhdahl, 17-65 yaşlarındaki yaralı işçileri yaş, cinsiyet ve medeni durum gibi yaşam deneyimleriyle karşılaştırmış ve son altı ayda rastgele yaralanan hastaların yaşamlarında daha fazla değişiklik gözlemlenmektedir.

İşçinin kişisel sorunları dikkat dağınıklığına neden olmakta ve ayrıca genel olarak işten ve çalışma hayatından kovulmasına neden olmaktadır. Huzursuz evlilikler, tatsız meslekler, yerine getirilmeyen hayaller bu grubun örnekleridir. Yoksulluk ve mali sıkıntı, iş kaybı ve işsizlik kaygısı, stresin ana kaynakları olarak kabul edilmektedir. Benzer nedenler insanları sinirli davranmaya itmektedir. Stresin fiziksel hastalıklar olarak çalışanlar üzerindeki olumsuz etkileri; sırt, kaslar, baş ağrıları, kramplar, hazımsızlık vb. yanı sıra akıl hastalığı; ayrıca yorgunluk, gerginlik, depresif düşünme tarzı, kaygı, konsantre olamama, davranış bozuklukları gibi; ani öfke nöbetleri, duygusal davranış, sigara vb. bu bağımlılık şeklinde görülmektedir.

Oborne, yaşam stresinin diyabet, hipertansiyon ve depresyona neden olduğunu ve bu nedenle bu rahatsızlıklarda kullanılan ilaçların kazaları etkileyebileceği ihtimalinin de göz ardı edilmemesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Duygusal Durum:
İş kazalarında ani heyecan, sinirlilik, korku, üzüntü ve depresyon gibi duygusal durumlar büyük önem taşımaktadır. Herkesin duygusal durumu her zaman aynı değildir, sürekli değişmektedir. En olumsuz duygu durumunun "manik depresif psikoz" olarak adlandırıldığı nokta, bu noktaya gelmeden önce pek çok belirti bulunmaktadır.
Ayrıca "benlik saygısı" ve "üstünlüğünü gösterme" çabaları da bazı kişiliklerde kazalara yol açmaktadır.

İşten Kaytarma:
Bu konudaki diğer bir açıklama “yalancı hastalık teorisi” olarak kavramlaşmıştır. Bu tip yaklaşımlarda işçilerin tazminat almak için ya kasıtlı olarak kendilerini yaraladıkları ya da işten kaçmak için kazayı abarttıkları düşünülmektedir.

1.3.2.2 Sosyolojik faktörler

Bu konuyla ilgili bazı çalışmalar, dönemler içerisinde üretimdeki sosyal ilişkileri incelemeyi amaçlamaktadır. Teoriye göre iş kazaları sosyal ilişkilerden kaynaklanmaktadır.
Kazaların nedenleri arasında bireysel düzeyde kişilerin dikkatsizliği ve farklı bilişsel kapasiteleri önemli görülürken, bu nedenler çok az sayıda kazanın nedeni olarak kabul edilmektedir. İş kazalarını sosyolojik açıdan ele alan araştırmalar; endüstriyel toplumlardaki çıkar çatışmalarının işçileri riske attığına dikkat çekmektedir. Bu konuda meslek, gelir, eğitim ve yaşam ortamı dikkate alınarak belirlenen ekonomik sınıf değişkeninin oluşturduğu gruplar arasında çok fazla araştırma yapılmıştır.
Sektörde iş kazalarının oluşumunda sosyal ilişkilere yapılan vurgu, işyerinde kontrol mekanizmaları, otoriterlik, ekonomik teşvikler vb. ve çalışanlar arası iletişim gibi konuların dikkate alınmasına yol açmıştır. Dwyer ve Raftery’ nin bu konudaki

çalışmaları özellikle dikkat çekmektedir. İşle ilgili sosyal ilişkileri sosyoloji anlamında ödül, zorunluluk, örgütsel ve kişisel olmak üzere dört düzeyde kavramsallaştırarak iş kazalarının nedenleri hakkında genel bir model oluşturmaktadır.

Nejman ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada, bu alanda işçiler arasında yaygın kazalar ile sağlık ve ekonomik sınıf arasındaki ilişkinin incelenmesi amaçlanmıştır. Ancak, hangi işçilerin iddialarının işe bağlı olduğunun belirlenmesindeki zorluk, konunun tam olarak açıklanmasını engellemiştir.

Öte yandan toplum psikiyatrisinin gelişimi, iş kazalarının bazı nedenlerinin işyeri dışında arandığını öne sürmüştür. Bu tür çalışmalarda, bir işçinin işyeri dışında kaza yapma eğilimini artıran belirli koşulların ortaya çıkabileceği ileri sürülmüştür. İşçilerin sosyal uyumu ile ilgili araştırmalar, bir kazaya karışan işçilerin çoğunun sosyopati, kanunsuzluk, suçluluk, işlerinde anlaşmazlık, aile, başkalarıyla anlaşmazlık, düşmanlık ve kızgınlık, sorumsuzluk ve içme alışkanlıkları olduğunu göstermiştir.

1.3.2.3 Fizyolojik faktörler

Fizyolojik teoriler, kazaların, işçinin vücudunun işin talepleriyle baş edememesinden kaynaklandığını savunmaktadır. Bu anlamda, sağırlık, körlük veya herhangi bir kas gücünün olmaması kaza nedeni olabilir.

Fiziksel eksiklikler, istenmeyen, istenmeyen ama kaçınılmaz bir şekilde kazalara neden olabilir. Göz bozuklukları ve görme bozuklukları, sinir bozuklukları ve huzursuz davranışlar, önceki bazı hastalıklar, ameliyatlar ve yaralanmaların tam olarak iyileşmemesinden kaynaklanan fiziksel sorunlar kazalara neden olabilir. Kalp sorunları, kan ve akciğer dolaşımı, boy ve kilo dengesizliği, işitme kaybı, yaşlanma ve fiziksel bozukluklar gibi faktörler kazara davranışlara neden olabilir. Uykusuzluk, tehlikeli davranışlara yol açan önemli fizyolojik nedenlerden biridir. Uykusuzluk fiziksel engellerden farklıdır. Çünkü kalıcı bir faktör değildir. Dinlendirici bir uyku bu olumsuz faktörü hemen ortadan kaldırabilir. Ancak uykusuzluk çok önemli bir şekilde dikkate alınması gereken bir faktördür. Çünkü en dikkatli, deneyimli ve tedbirli insanlar bile uykudan mahrum bırakıldıklarında kazalara eğilimli hale

gelebilmektedir. Çünkü uykusuzluk insanların gücünü ve dayanıklılığını azaltır, dikkatlerini dağıtır ve kendilerini kontrol etmelerini engellemektedir. Yorgunluk, belki de en yaygın fizyolojik neden türüdür. Genellikle yorgunluk uykusuzluk faktörü ile değerlendirilmektedir. Ancak bu değerlendirme biraz yanıltmaktadır. Çünkü uykusuzluğun neden olduğu yorgunluk çok yaygın bir durumdur. Bununla birlikte, tüm yorgunluğun nedeni uykusuzluk değildir. Çok uzun çalışma süresi, çok hızlı tempo, sıkı çalışma ve zor koşullar kişilerde yorgunluğa neden olmaktadır. Yorgun insanlarda, azalmış refleksler, dikkat dağınıklığı ve azalan etki şeklindeki değişiklikler, bir anlamda meydana gelebilecek kazaların habercisidir. İnsan verimliliği ve performansında günlük değişimler uzun zamandır gözlemlenmektedir. Vücudun işlevleri, günlükleri "dairesel ritimler" ve en uzunları "bioritimler" olan bir dizi ritmik düzenlenmiş sistemden oluşur. Biorhythm teorisinde fiziksel, duygusal ve entelektüel performansı yönlendiren 23, 28 ve 33 günlük periyotlar belirlenir. Burada her periyot, pozitif faz ve negatif faza sahip olan ve doğum anında pozitif bir periyotla başlayan bir sinüs eğrisi ile ifade edilir. Pozitif aşama performansların en iyi olduğu dönemlere, olumsuz aşama ise performansların daha az iyi olduğu dönemlere ve performansların puanlarına tekabül etmektedir. kesişim, kritik olarak tanımlanan devrelere karşılık gelmektedir. Bu kritik devrenin uzunluğu genellikle 24 saat olarak kabul edilmektedir. Bu ritimler ve çarpışmalar arasındaki ilişkiyi incelerken Colquhoun, çarpışmalara neden olma potansiyelini insan ritmindeki değişikliklere bağlamaktadır. Bu bağlamda Colquhoun, Rutenfranz ile 1979' da yaptığı bir başka çalışmada, Kraepelin' in tezini, yani "işçinin performansı genellikle öğlen artıyor, öğleden sonra düşüyor" şeklinde savunmaktadır. Bu bakış açısına ek olarak, gece saatleri de eklendiğinde, işçi performansında çok daha büyük değişiklikler meydana gelebileceğini söylemektedir. Ancak Wolcott ve arkadaşları, kazaların meydana gelmesi ile bioritm arasında istatistiksel olarak açık bir bağlantı olmadığını iddia etmektedir [4].

1.3.2.4 Teknik faktörler

Yönetim:

İş yerinde kazalara neden olan psikolojik, sosyolojik ve fizyolojik faktörlerin yanı sıra, işyerlerinin organizasyon yapısından kaynaklanan ve iş kazalarında artışa neden olan fazla mesai, mantıksız iş yönetimi, sürekli gece vardiyaları gibi sorunlar da bulunmaktadır.

Bu konuyla ilgili özellikle, vardiya işçilerinin vardiyaya dayanıklılığı konusundaki yeni araştırmalar önemlidir. Değişimin vardiyalı çalışanlar için bir risk faktörü olduğu kanıtlanmıştır. Bu risk faktörü, diğer iş faktörlerinin bileşenleri ile çalışanların kazasına neden olabilmektedir.

Perrow ve Rogers gibi birçok araştırmacı, çalışmalarında organizasyon eksikliğinin kazalarda önemli bir faktör olduğuna dikkat çekmektedir. Örneğin, kuruluş düzenli değilse, işçiler eğitim almadıkları alanlarda çalıştırılabilmektedir. Bir çalışmada; bu durumun iş kazaları üzerindeki etkisi, çalışma süresinin %5' i için eğitim almadıkları bir işte çalışan işçiler için %60' tır.

Yönetim ve organizasyon hataları, oldukça sanayileşmiş ülkelerde çoğu iş kazasının nedeni olarak gösterilmektedir. Bu bakış açısına göre, rutin çalışmalardan kaynaklanan monotonluk ve can sıkıntısı, kazaların meydana gelmesinde önemli bir faktördür. Bu bağlamda, tekdüze çalışmalarda iş rotasyonlarının ve yeni düzenleyici stratejilerin kazaları azaltacağı ileri sürülmektedir.

"Uzatılmış saatler", "fazla mesai" ve "ikramiyeler ve teşvikler" diğer ilgili ilişkilerdir. Ancak bunların hiçbirinin tek başına bir kazaya yol açmayacağını söylemek mümkün değildir. Sektöre, yapılan işe ve tesise göre değişiklik gösterebilir. Örneğin, Manson' un Kanada' da ki çalışması, parasal teşviklerle kazalar arasında bir ilişki olmadığını göstermektedir. Ancak, bu çalışmanın sonuçları İsveç madenlerinde yapılan bir çalışmayla çelişmektedir. Bu araştırmada ikramiye sisteminin kaldırılmasının ardından iş kazalarının %30 azalarak %95' e düştüğü görülmüştür.

Ayrıca, insanlar kendileri için güvenli olmayan uzun saatler çalışırsa veya bu çalışma saatleri fiziksel kapasitelerini aşarsa, kaza olasılıkları artıracaktır. Ancak iş beklentileri sektörden sektöre farklılık gösterdiği için çalışanlar da uzun çalışma

kapasiteleri açısından birbirlerinden farklılık göstermektedir. Bu konuda 1976 yılında yapılan bir çalışmada, iş günündeki saatlik artış metal işleme sektöründe iş kazalarında %30' luk bir artışa neden olurken, inşaat ve giyim sektöründe önemli bir artış gözlenmemiştir.

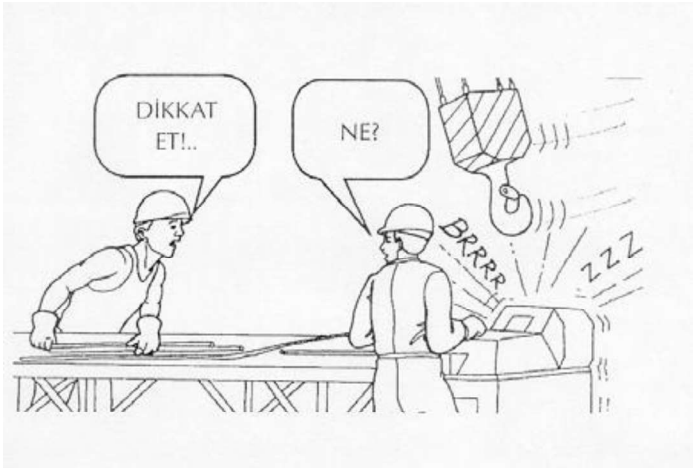
Mühendislik bilgisi yeterli olmadığında, yerden tasarruf etmek ve aynı alanda olabileceğinden daha fazla makine ve insan kurmak için, kabul edilebilir boyutların üzerindeki sıkışık yerler de bir kaza faktörü olarak kabul edilmektedir. Ergonomik olarak uygun olmayan oturma, çalışma ve seyahat koşulları çalışanları gereğinden fazla yoruyorsa, insan yapısına uygun olmayan bu tip çalışma düzeni kaza riskini artırmaktadır.

Ayrıca ergonomik olmayan işçi alımları, yani yapılacak iş için gereken tecrübe, eğitim ve beceri düzeyinde olmayan kişilerin işe alınmaları yönetimce kazaların artmasında rol oynayan diğer bir husustur. Yani dikkat, refleks gerektiren işlere dalgın ve ağırkanlı işçilerin verilmesi, sakin ve soğukkanlı kişiler tarafından yapılması gereken işlerde ise aceleci, heyecanlı, çabuk paniğe kapılan işçilerin çalıştırılması gibi yanlışlıklar kaza riskini artırır [4].

Makine, Malzeme ve Çevre:

Makine ve malzemelerin iş kazalarının oluşumundaki etkisine bakıldığında kazalara, teknoloji yanlışı yapılmış makinelerden, bakım ve onarımı yapılmamış veya uygun koruyucularla donatılmamış makinelerden, makinelerin kendi çalışma kapasitesi ve temposunda çalıştırılmamasından, iyi seçilmeyen ve kullanılmayan kişisel koruyucu ve taşıma araçlarından, elektrikli araçların topraklanmaması ve izole edilmemesinden, zehirli, sıcak ve basınçlı gaz ve sıvıların iyi depo edilmemesinden, yorgun malzeme kullanımından veya kötü bir fabrika ve iş planından kaynaklanabilecektir.

İş kazalarında çevre faktörü ise, iş yerindeki fiziksel, kimyasal, biyolojik, ekonomik ve sosyal koşulları içermektedir. Örneğin iş kazalarında, işyerindeki havalandırma, aydınlatma, nem, gürültü (Şekil 1.3), gaz, toz gibi fiziksel etkenlerin yanı sıra işyerindeki sosyal ilişkilerin ve psikolojik ortamın etkisinin de göz önünde bulundurulması gerekmektedir.



Şekil 1.3 Gürültü iş kazasının davetçisidir [4].

1.3.3 İş Kazalarının Önlenmesi

Kaza önleme faaliyetleri, tanımı gereği, işgücünün performansı, alet-cihaz-makinelerin performansı ve fiziksel çevre üzerinde kontrolün sürdürülmesi anlamına gelmektedir. Kontrol kelimesini kullanmanın amacı; tehlikeli koşulların ve olayların hem önlenmesini hem de iyileştirilmesini içermektedir. Kaza önleme, herhangi bir endüstriyel tesis için hayati önem taşımaktadır.

Kazalar yeterince ele alınmazsa, iş üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olacak ve yaralanmaya, ölüme ve mali kayba neden olmaktadır. Ayrıca kaza önleme çalışmaları; Üretimin veya hizmetin sürekliliği, üretimi artırmak, verimliliği artırmak ve işveren ile çalışanlar arasındaki ilişkileri geliştirmek açısından olumlu ve faydalı sonuçlar getirmektedir. Tüm teknolojik gelişmelere rağmen iş kazalarının önüne geçilememektedir. İş yerinde insan kaynaklı kazaların meydana gelmesindeki ana faktörler arasında tehlikeli davranışlar ve tehlikeli olaylar yer almaktadır. İş kazası için aşağıdaki (1.1) denklem yazılabilir:

$$\text{İş kazası} = \text{Tehlikeli durum} * \text{Tehlikeli hareket} \quad \textbf{(1.1)}$$

Bu denkleme göre işteki kazanın sıfır olması için tehlikeli durumlardan ve tehlikeli hareketlerden birinin sıfır olması veya bu faktörlerin ortadan kaldırılması

gerekmektedir. Sektörün gelişmesiyle birlikte insanların makinelerle çalıştığı ve çevresel ve davranışsal nedenlerin kontrol altına alınması gerektiği düşünüldüğünde bu faktörleri pratikte sıfıra indirmek mümkün görünmemektedir.
İş kazaları değerlendirilirken kazaların nedenleri belirlenmektedir. İş kazası meydana gelmesi durumunda önlem almak, nedenlerini bilmeye bağlıdır. İş kazalarının araştırılması hem işyerinde benzer tipte yeni kazaların önlenmesi hem de kötü ve kusurlu noktaların ortaya çıkarılması açısından önemlidir. İş kazalarının önlenmesi için kazaların istatistiksel olarak değerlendirilmesi, kazanın nedenlerinin belirlenmesi ve bu nedenleri ortadan kaldıracak önlemlerin alınması gerekmektedir. İş kazalarının neden olduğu ekonomik sorunlar, sadece iş göremezlik ödeneği veya tedavi maliyetleri şeklinde ortaya çıkmaz; aynı zamanda üretim kaybı, üretim programının kesintiye uğraması, makineler vb. üretim ekipmanlarının imhası açısından da dolaylı olarak büyük önem taşımaktadır. Ancak tüm bunların arasında yeri doldurulamaz tek şey insan yaşamıdır [4].

1.3.3.1 Görülen zararlar

İş kazalarında doğrudan zararların türünü, maddi zararlar teşkil etmektedir.
Bunlar;

- ✓ İlk yardım masrafları
- ✓ Makine – teçhizat zararları
- ✓ Diğer tıbbi masraflar
- ✓ Tazminat ödemeleri

1.3.3.2 Görülmeyen zararlar

Bazı iş kazalarından kaynaklanan maddi hasar başlangıçta hissedilmeyebilir. Ancak zamanla etkisini işyerinde ve toplumda göstermektedir. Bu tür hasarlar, görünmez hasar olarak ifade edilmektedir.

Görülmeyen kazalar dört gruba ayrılır;

- ✓ Kaybolan İş Günü: Zamanın, üretim dışında herhangi bir şekilde harcanması kaybolan zaman olarak değerlendirilir.
- ✓ Kaybolan İş Gücü: Kazaya uğrayan işçinin ve etrafındaki işçilerin etkilenerek çalışamamaları, kaza ile meşgul olan kişilerin asıl görevlerini aksatmaları, kaza sebebiyle makinelerin geçicide olsa çalışamaması.
- ✓ Üretim Kayıpları: İşin durduğu sürece üretimin yapılmaması, makine ve diğer aletlerde meydana gelen hasar sonucu üretimin azalması, kaza sırasında hasara uğrayan hammadde kaybı.
- ✓ Toplumun Uğradığı Zarar: Kazaya uğrayan kişinin çalışmaması sonucu tüketici durumuna gelmesi, tedavi süresince kazazede ve ailesinin huzursuzluğu, kazadan çevrenin psikolojik olarak etkilenmesi [4].

1.4 Meslek Hastalıkları

Meslek hastalığı, sigortalı kişinin tekrar eden bir sebepten veya işin icra edilme şartlarından dolayı maruz kaldığı geçici veya kalıcı hastalık, bedensel veya ruhsal yetersizliktir. İşle ilgili hastalıklar, karmaşık bir oluşum nedeni olan, çalışma ortamı ve çalışma tarzının oluşumunda ve gelişiminde önemli faktörler olduğu hastalıklardır.

İşyerindeki elverişsiz koşullar meslek hastalıklarına yol açmaktadır. Bu nedenle işyerinde alınacak teknik ve tıbbi tedbirler ile meslek hastalıklarının kontrolü ve önlenmesi sağlanabilmektedir. Meslek hastalıkları alanında yapılan çalışmalar ile hastalıklar arasında ciddi bir ilişki vardır. Örneğin kurşun zehirlenmesi sadece kurşunun kullanıldığı işyerinde çalışanlara özgü bir sağlık sorunudur, çalışanlarda başka yerde görülmemektedir. Örneğin tozlu yerlerde çalışan kişilerde olduğu gibi tozsuz ortamlarda çalışan kişilerde de kronik bronşit görülebilmektedir. Bu durumda meslek hastalıkları yapılan işe özgü olan ve doğrudan doğruya işin yürütümü sırasında ortaya çıkan, nedeni yalnızca işyerinde var olan olumsuz şartların neden olduğu sağlık sorunlarıdır [5].

Meslek hastalıklarında işçi, işverenin talimat ve talimatlarına göre çalışıyorsa ve çalıştığı işyerindeki durum hastalığa neden olmaya uygunsa, uğradığı hastalık meslek hastalığıdır.

Yapılan tanım, meslek hastalıkları ve meslekler arasındaki ilişkiye açık bir vurgu yapmaktadır. İşin niteliğine göre farklı işlerde farklı meslek hastalıkları görülebilmektedir. Meslek hastalığı, kısa süreli maruziyetlerin sonucu değil, genellikle aylar/yıllar boyunca tekrarlanan maruziyetlerin sonucudur. Örneğin bir veya daha fazla ağır kaldırma ameliyatı ile fıtıklaşmış disk hastalığı oluşmaz. İş ortamından kaynaklanan ve işçi sağlığını etkileyen meslek hastalıklarına ilişkin tazminat taleplerinde işverenler ve sigorta şirketleri önemli kayıplara uğradığından, meslek hastalığı kavramlarının yeniden tanımlanması uluslararası kuruluşların gündeminde oluşmaktadır. Bu nedenle Dünya Sağlık Örgütü başta olmak üzere birçok ülkenin yasal tıp kuruluşları engellilik ve meslek hastalıkları kavramlarını netleştirmektedir. Önce hastalık tespit edilir, ardından hastalığın vücutta neden olduğu fonksiyonel problemler belirlenir ve ardından hastalığın mesleki, çevresel ve birey nedenleri incelenmektedir. İşle ilgili olsun ya da olmasın işlev kaybı, kısmi ve tam bir özürlülüğe neden olsun, bu işlev kaybının derecesine göre hafif, orta, ileri düzeyde olabilmektedir [5].

1.4.1 Meslek Hastalıklarının Sınıflandırılması

Bir hastalığın meslek hastalığı olarak kabul edilebilmesi için hastalık ve meslek arasında nedensellik bağının bulunması gerekmektedir. Meslek hastalıklarının tipleri ve sınıflandırılması (Tablo 1.1) nedensellik bağının kurulmasına ve hastalığın işin yürütüm şartlarından kaynaklı olup olmadığının anlaşılmasına yardımcı olması açısından önem taşımaktadır.

Tablo 1.1 Meslek hastalıklarının etkilediği organlar ve sebep olan etkenler

Meslek hastalıklarının etkilediği organlara göre;	Meslek hastalığına sebep olan etkene göre;
• Solunum sistemi • Sindirim sistemi • Hematopoetik sistemi • Kas iskelet sistemi • Boşaltım sistemi • İşitme organı ve sistemi • Çoklu organ etkilenimi	• Kimyasal nedenler • Fiziksel nedenler • Biyolojik nedenler • Tozlar

Ayrıca meslek hastalıkları incelemeleri ve sınıflandırılmasında, etkenin vücuda giriş yolu (deri, solunum ve sindirim), hastalığın görünümü ve gidişatı (akut ve kronik) ve hastalığın etkilediği bölge (lokal ve sistemik) gibi faktörler dikkate alınarak da sınıflandırma yapılabilir (Tablo 1.2) [5].

Tablo 1.2 Meslek hastalıkları sınıflandırması

Gruplar	Alt Grup ve Hastalıklar
A Grubu: Kimyasal maddelerle olan meslek hastalıkları	25 alt grupta 67 hastalık
B Grubu: Mesleki cilt hastalıkları	2 alt grupta Deri Kanseri & Kanser dışı deri hastalıkları
C Grubu: Pnömokonyozlar ve diğer mesleki solunum sistemi hastalıkları	6 alt grupta 9 hastalık
D Grubu: Mesleki Bulaşıcı Hastalıkları	4 alt grupta 30 hastalık
E Grubu: Fiziksel etkenlerle olan meslek hastalıkları	7 alt grupta 12 hastalık

1.5 İş Kazaları ve Meslek Hastalıklarının Maliyeti

İşverenler bu yükümlülüklerini işçileri meslek hastalıklarına karşı sigortalayarak yerine getirirler. İşçilerin sigortalanması, hastalık durumunda tedavi masraflarının karşılanması ve tazminat ödenmesi meslek hastalıklarının hukuki boyutunu oluşturmaktadır.

Bir hastalık oluştuğunda her türlü tedavi Sosyal Güvenlik Kurumu tarafından sağlanmaktadır. Ayrıca hastalık nedeniyle iş göremezlik de oluşmuş ise, sigorta kişiye iş göremezlik ödeneği ödemektedir [6].

İşçilerin tazminat düzeyi, işçinin hastalık nedeniyle malul olma derecesi ile ilgili olduğundan, bu düzeyin hesaplanması meslek hastalıklarının hukuki boyutu ve işçilerin korunması açısından önemli sonuçlar doğurmaktadır. Bu hesaplamada hastalığa bağlı fonksiyon kaybının yanı sıra kişinin yaşı ve mesleği de dikkate alınmaktadır. İşyerinde yapılan denetimler sonucunda işverenin bariz ihmali tespit edildiğinde sigorta, işverenin işçiyi kısmen tazmin etmesini şart koşmaktadır. İş hukukunda "rücu davası" olarak bilinen bu durum, meslek hastalığının hukuki boyutuyla ilgili olarak özel bir yere sahiptir.

Çalışanların iş kazası veya meslek hastalığı geçirmesi durumunda birçok olumsuzluk bir arada yaşanmaktadır. Çalışanların normal tedavilerine ek olarak evde bakılması, tedavi merkezlerine gitme masrafları, çalışamadıkları dönemlerde ücret kaybı, bir kaza veya hastalık bir çalışanın mesleğinde normal çalışmasına engel olması ve terfi alamaması sonucu ücretlerinin kaybedilmesi olasılığı, fiziksel aktivitenin azalması, kaza veya hastalık nedeniyle sosyal hayatındaki yetersizlikler, işçilerin iç dünyasında yaşanan çatışma ve olumsuzluklar, aile bireylerinin moralinin bozulması, iş yerindeki bir değişiklik nedeniyle sosyal ilişkilerin bozulması veya sonraki çalışma tarzları da kişisel ve dolayısıyla toplumsal maliyetler çerçevesinde değerlendirilmesi gereken gerçeklerdir.

Avrupa Birliği' n de 115 milyon işçinin 10 milyondan fazlası her yıl iş kazası veya meslek hastalığına yakalanmaktadır. Ayrıca her yıl 8.000' den fazla işçi iş kazalarından ölmektedir. Diğer bir deyişle, iş kazaları ve meslek hastalıkları, yol açtığı insani sorunların yanında ciddi ekonomik ve sosyal sonuçlara da yol açmaktadır. Burada dikkat edilmesi gereken bir husus, çalışmalardan elde edilen

verilere göre iş kazaları ve meslek hastalıklarından kaynaklanan dolaylı maliyetlerin tazminat ve sigorta tazminatlarının çok üzerinde olmasıdır [6].

Amerika Birleşik Devletleri Çalışma Bakanlığı' nın verilerine göre iş kazalarının önlenmemesinin imalat sanayine maliyeti yıllık 190 milyar dolardır. Yalnızca Birleşik Krallık' ta asbest maruziyetine bağlı meslek hastalıklarından ölenlerin sayısının yakın gelecekte karayolu trafik ölümlerinin sayısını aşacağı tahmin edilmektedir. Yine İngiltere verilerine göre, iyi yönetilen işletmelerde bile, kazaların maliyeti yıllık işletme karının üçte birine ve yıllık işletme maliyetlerinin %5-10' una denk gelmektedir. Yine İngiltere' deki inşaat firmalarında kaza nedeniyle oluşan maliyetin birim fiyatın %10' una kadar çıktığı hesaplanmıştır [7].

Araştırmalar, işyeri güvenlik önlemlerinin maliyetinin, kaza sonrası ortaya çıkan hastalık maliyetinden çok daha düşük olduğunu göstermektedir.

İş sağlığı ve güvenliği konusu ülke ekonomileri için göz ardı edilmemesi gereken bir etkiye sahiptir. Uluslararası Çalışma Örgütü' nün verilerine göre iş kazası ve meslek hastalıklarının ülke ekonomisi üzerindeki yükünün milli gelirin yaklaşık %3-5' i kadar olduğu hesaplanmaktadır. Bu, iş kazalarının ve meslek hastalıklarının en iyi ihtimalle Türkiye büyüklüğündeki bir ülkenin ekonomisine yıllık 30 milyar Türk Lirası yük oluşturduğu anlamına gelmektedir.

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı' n dan yapılan açıklamada, Avrupa Birliği ülkelerinin iş kazaları ve meslek hastalıkları ortalamasının %2,3 olduğu, ülkemizde bu oranın %15,5 olduğu belirtilmektedir. "İş kazalarının tahmini maliyeti yılda 4 milyar lira, 2008' de 1 milyon 865 bin 115 iş günü kayıp yaşandığı" belirtilmektedir [6].

BÖLÜM 2

RİSK DEĞERLENDİRMESİ

2.1 Risk Değerlendirmesi ve Kriterleri

RİSK DEĞERLENDİRMESİ: İşyerinde var olan veya dışarıdan gelebilecek tehlikelerin belirlenmesi, bu tehlikelerin riske dönüşmesine neden olan faktörlerin belirlenmesi ve tehlikelerden kaynaklanan risklerin analizi ve değerlendirilmesi ve kontrol önlemlerine karar vermek için yapılması gereken çalışmalardır.
Risk analizi yapmak için kullanılabilecek birçok farklı yöntem vardır. Bu yöntemler; nitel ve nicel olmak üzere ikiye ayrılır. Kantitatif (nicel) risk analizi yöntemlerinde, risk hesaplanırken sayısal yöntemler kullanılarak hesaplamalar yapılmaktadır. Kalitatif (nitel) risk analizi yöntemlerinde matematiksel risk analizi yerine sözel mantıkla risk analizi yapılmaktadır.
Nitel risk analizi yöntemi olarak temel risk analizi, tehlike ve işletilebilirlik analizi yöntemi (HAZOP), hata türleri ve etkileri analizi (FMEA) yöntemi ve hata ağacı analizi yöntemi yaygın olarak kullanılırken, nicel risk analizinde ise matris yöntemi (3x3 ya da 5x5), Fine – Kinney yöntemi ve risk puanlama yöntemleri yaygın olarak kullanılmaktadır [8].

2.1.1 Riskin Gerçekleşme Olasılığı

Tehlikeli durumun riske dönüşme olasılığıdır. Risklerin gerçekleşme olasılığı o riskin ne kadar yönetilebildiğiyle orantılıdır (Tablo 2.1).

Tablo 2.1 Riskin gerçekleşme olasılığı

Riskin Gerçekleşme Olasılığı	Sayısal Değer
Riski kontrol faaliyetleri çok kötü ise	5
Riski kontrol faaliyetleri kötü ise	4
Riski kontrol faaliyetleri normal ise	3
Riski kontrol faaliyetleri iyi ise	2
Riski kontrol faaliyetleri çok iyi ise	1

2.1.2 Risk Şiddeti

Riske maruz kalan kişilerde oluşan olumsuz etkinin büyüklüğüdür (Tablo 2.2).

Tablo 2.2 Risk şiddeti

Risk Şiddeti	Sayısal Değer
Ölüm	5
Uzuv Kaybı	4
Ciddi Yaralanma	3
Yaralanma	2
Hafif Yaralanma	1

2.1.3 Faaliyetin Yapılma Sıklığı

Faaliyetlerde ortaya çıkabilecek riskler o faaliyetin yapılma sıklığı ile orantılıdır. Yani bir faaliyet ne kadar sık yapılıyorsa o faaliyetlerdeki risklerle yüz yüze gelme olasılığını da arttırmaktadır (Tablo 2.3).

Tablo 2.3 Faaliyetin yapılma sıklığı

Faaliyetin Yapılma Sıklığı	Sayısal Değer
Birkaç yılda bir defa	1
Yılda bir defa	2
Yılda birkaç defa	3
Ayda bir defa	4
Ayda birkaç defa	5
Haftada bir defa	6
Haftada birkaç defa	7
Günde bir defa	8
Günde birkaç defa	9
Sürekli	10

2.2 Risk Değerlendirmesinde Reaktif ve Proaktif Yaklaşımlar

İş sağlığı ve güvenliğinde eski yaklaşım (Reaktif): Bu yaklaşım, bir tespit yaklaşımına dayanmaktadır. Mevcut arızaların tespitine dayanır.

İş sağlığı ve güvenliğinde yeni yaklaşım (Proaktif): Bu yaklaşım risk tabanlıdır. Risk tahmini mantalitesine dayalıdır.

Reaktif yaklaşımda kazaları ve sistem hatalarını araştırmak esastır. Bu nedenle, olay sonrası kontrol ve işin yeniden organizasyonuna odaklanır. Proaktif yaklaşım ise sistem arızasına değil, güvenlik yönetim sistemi, risk değerlendirmesi ve güvenlik kültürünü incelemeye odaklanır. Olay gerçekleşmeden öncesine, çalışanlara ve güvenli olmayan durumlara odaklanır.

Tanım olarak baktığımızda reaktif yaklaşımın ülkemizde kalıcı bir yaklaşım olduğu anlaşılmaktadır. Bu yaklaşım, iş kazası, meslek hastalığı veya olay sonrasında önleyici tedbirlerin alınmasını gerektirmektedir. İş kazası, meslek hastalığı veya olay meydana gelmeden önce alınması gereken önlemleri belirlemek için proaktif bir yaklaşım kullanılmaktadır [9].

2.3 Risk Değerlendirmesi ve Yönetiminin Yararları

Risk analizi ve yönetiminin amacı, kurum içerisinde olabilecek tehlikelere uygun cevap verebilecek, kasıtlı ya da kasıtsız tehditlerin etkisini ve olma ihtimalini azaltacak hazırlıkları, prosedürleri ve kontrolleri teşhis etmektir.
Risk analizi ve yönetimi süreçlerinin yararlarını aşağıdaki gibi açıklayabiliriz:

1. İşyerinin yazılı prosedür ve politikalarının oluşmasını ya da olgunlaşmasını sağlar,
2. İşyeri çalışanlarının iş sağlığı ve güvenliği konularında bilgi sahibi olmalarını ve katılımını sağlar,
3. İşyeri yönetiminin de iş sağlığı ve güvenliği konularında bilgi sahibi olmalarını ve bu konularda karar vermelerini sağlar,
4. Risk analizi sürecinden alınan ilk sonuçlar ile organizasyon ya da işletmedeki olası tehlikeler ve alınacak tedbirler belirlenir,
5. İşletme, organizasyon ya da kurumdaki risklerin büyüklüğünün hesaplanmasına ve riskin tolere edilebilir olup olmadığına karar verilmesini sağlar,
6. İşyerinde yanlış güvenlik tedbirleri alınmış olabilir, ya da insanlarda yanlış güvenlik bilinci oluşmuş olabilir, tüm bu tedbirlerin ve güvenlik bilincinin gözden geçirilmesini sağlar,
7. İşyerinde yasal yükümlülükler ve iş sağlığı ve güvenliği politikası çerçevesinde tahammül edilebilir düzeye indirilmiş risk ile çalışılmasını sağlar,
8. İşyerindeki gerekli düzeltici ve önleyici faaliyetlerin gerçekleştirilmesini sağlayacak verilerin kaydedilmesini, sonuçların izlenmesini ve ölçülmesini sağlar [9].

Risk yönetim gereksinimleri ve kültürü: İş sağlığı ve güvenliği yönetim sisteminin temel amacı, işyerindeki çalışma koşullarından kaynaklanan her türlü tehlike ve sağlık riskini insan sağlığını etkilemeyecek düzeye düşürmektir. İş sağlığı ve güvenliğinin yönetimi için risk yönetim sisteminin kabul edilmesi ve yönetim tarafından izlenmesi gerekmektedir. Her iş biriminde iş güvenliğinin sağlanması için üst yönetimin desteği şarttır.

İş sağlığı ve güvenliği yönetimi sadece üst yönetimin sorumluluğunda olmayıp, şirketin yönetici veya danışmanlarının her birini veya iş sağlığı ve güvenliği uzmanlarını ve tüm çalışanları kapsamaktadır. Örgütsel öncelikleri belirleyen yönetimden, bir kazayı veya olası bir tehlikeyi gözlemleyebilecek çalışana kadar herkesin bağlılığını kapsar ve gerektirir.

Etkili bir risk yönetimi kültürüne sahip olmak, insanların birlikte çalışıp potansiyel sorunları tespit edip zarar oluşmadan önce ortadan kaldırabilecekleri proaktif bir yaklaşıma sahip olmak demektir.

Herkes etkin bir "İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Yönetim Kültürü" ne inanmalıdır. Güvenlik önceliğine ilişkin yönetim kararlılığı sinyalleri, tehlikelerin ve risklerin kontrol edilmesi ve tanınmasında önemlidir. Uygun bir "güvenlik kültürü" elde etmek için, bir organizasyonun genel risk davranışı büyük önem taşımaktadır [9].

2.4 Risk Yönetim Prosesi

İş sağlığı ve güvenliği yönetim sisteminin temel amacı işyerlerindeki çalışma koşullarından kaynaklanan her türlü tehlike ve sağlık riskini azaltarak insan sağlığını etkilemeyen seviyeye düşürmektir, bu amaç çerçevesinde "Risk Yönetim Prosesi" iş sağlığı ve güvenliği yönetim sisteminin temelini oluşturur (Şekil 2.1).

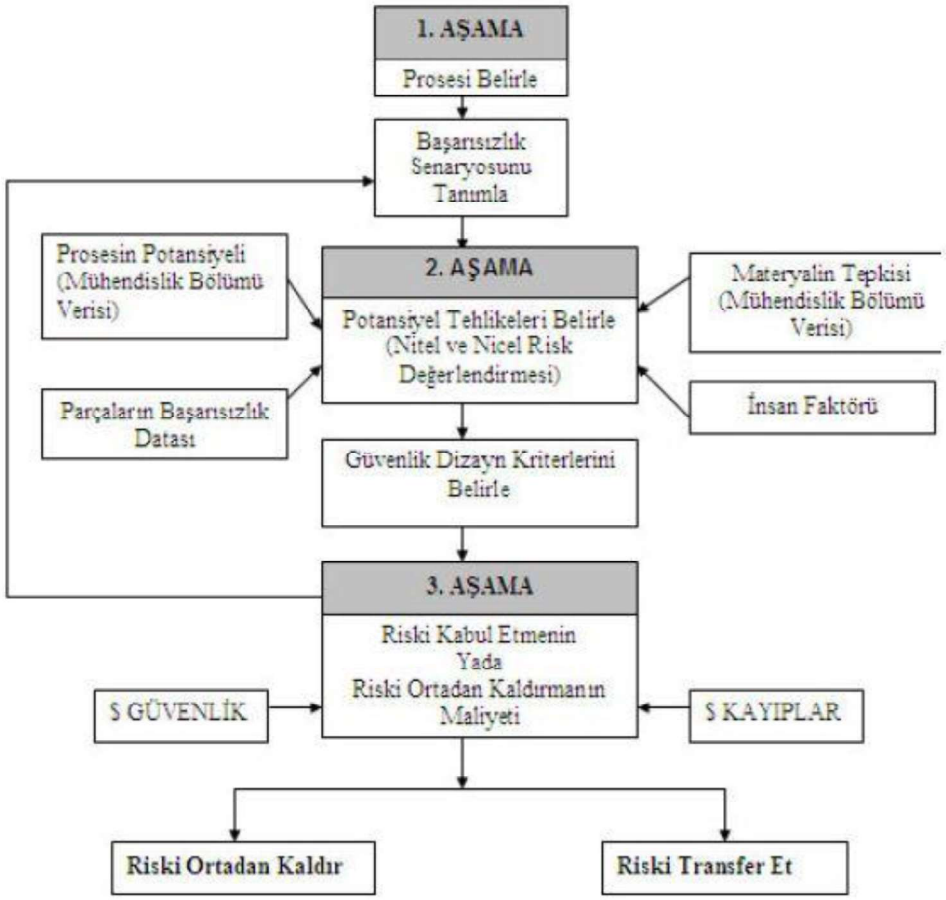
Risk yönetim süreci, çok amaçlı sağlık ve güvenlik yönetim sistemine rehberlik etmeli ve yönetim sisteminin diğer unsurlarıyla bütünleştirilmelidir. "Risk yönetimi süreci" mutlaka "Süreç güvenliği yönetimini" dikkate almalı, böyle bir sistemde risk yönetimi süreci, operasyonların veya faaliyetlerin güncel risk kontrolü ile ilgilenen bir risk yönetimi süreci olmalıdır.

"Risk Yönetim Süreci" çevredeki tehlikeleri tanımlayan, bunların kritik değişkenler ve fonksiyonlar üzerindeki etkilerini inceleyen ve koruma mekanizmaları veya stratejileri geliştiren bir tekniktir. Risk Yönetim Süreci' nin oluşturulmasının amacı işletmelerin hedeflerine ulaşmaları için en etkin, hızlı ve güvenilir yolları araştırmaktır [10].

Risk yönetimi süreci kavramı sistematik tanımlamaya odaklanmalı, risk analizi ve kontrolü ise etkin önlemleri içermelidir. Hangi risk kontrolünün gerektirdiğini

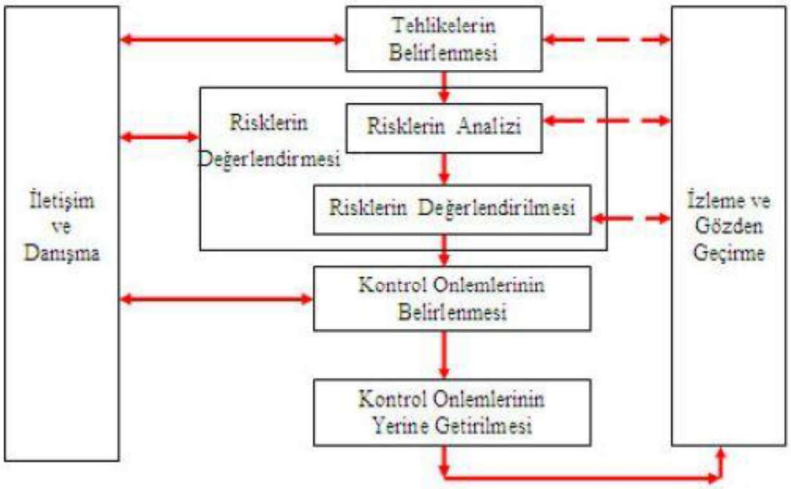
anlamadan uygulanan bir risk yönetimi süreci, güvenlik ve sağlık sorunlarını ele almak için doğru önlemleri içermez.

Risk yönetimi süreci; politika oluşturma, prosedürler ve iş tanımları bağlamında içerik, tanım, kontrol, değerlendirme, izleme ve iletişim prosedürlerinin sistematik uygulamasını içermektedir [10].



Şekil 2.1 Risk yönetim prosesi akım şeması

Risk yönetim prosesi kendi içerisinde aslında iki farklı temel aşamaya bölünebilir, birinci aşama problemlerin tanımlanmasıyla ilgilenirken ikinci aşama problemlerin çözümü ile ilgilenir. Şekil 2.2' de Risk Yönetim Prosesinin aşamalarına genel olarak bakılacak olursa;



Şekil 2.2 Risk yönetim prosesine genel bakış

2.4.1 Tehlike Tanımlama

Tehlike tanımlama, risk yönetiminin en önemli adımıdır ve diğer aşamalardan farklıdır. Bir sisteme veya kuruluşa potansiyel zarar verebilecek etkilerin nesnel bir analizidir. Tehlike tanımlama aşaması için birçok yöntem geliştirilmiştir. Uygun bir yöntem veya farklı yöntemlerin kombinasyonu, süreçteki tehlikelerin kapsamının sistematik olarak daha iyi anlaşılmasını sağlamaktadır. Tehlikeleri belirlemek, riskleri değerlendirmek ve gerekli kontrol ölçümlerini yapmak için; Ölüme, hastalığa, yaralanmaya, hasara veya diğer kayıplara neden olabilecek tüm olumsuz olaylar tanımlanmaktadır [11].

Öncelikle işyerinin risk haritasının çıkartılması gerekmektedir. Risk haritası oluşturulurken İş Sağlığı ve Güvenliği bölümünde çalışan tüm mühendis ve tekniker kadro, iş güvenliği uzmanı ve işyeri hekiminin birlikte çalışması, meslek hastalığı ile iş kazaları için iki ayrı risk haritasının çıkartılması gerekmektedir.

2.4.2 Risk Tahmin Etme

Tehlikeler tanımlandıktan sonra, tehlikelerin doğasını ve mekanizmasını ve önemli tehlikelerin sonuçlarını anlamak için çeşitli yöntemlere de ihtiyaç duyulmaktadır. Bu

bilgilerden yola çıkarak çeşitli tehlikelerle karşı karşıya kalabilecek çalışanların korunmasını sağlamak mümkündür. Bir tehlike önceden tanımlandıktan sonra, bu, tehlikenin ortaya çıkma olasılığı ve etkilerinin ciddiyeti demektir. Olayın meydana gelme olasılığı ve meydana geldiğinde ortaya çıkabilecek sonuçları belirlemektedir.

2.4.3 Riskleri Değerlendirme

Riskler değerlendirilir, puanlanır ve gerekli kontrol eylemlerinin gerçekleştirilmesi için prosedürler oluşturulur ve risk seviyelerinin kabul edilebilirliği önceden belirlenmiş kriterlerle karşılaştırılır. Kalan riskin sürdürülebilirliğinin değerlendirilmesi, gerekli ek risk kontrol önlemlerinin belirlenmesi ve risk kontrol önlemlerinin riski katlanılabilir düzeye indirmeye yönelik yeterliliğinin değerlendirilmesi yapılmaktadır. Risk değerlendirme aşamasında, riskin kabul edilebilirliğine karar vermek için küresel olarak riskin önemine karar verilmektedir. Risk tahminine göre, risk değerlendirmesi, riskin kabul edilebilir düzeyde olup olmadığını belirlemek veya ek risk önlemleri ile riski kabul edilebilir bir düzeye indirmek için uygulanmaktadır. Risk değerlendirmesi büyük ölçüde öznel yargılara dayanmaktadır.

2.4.4 Kontrol Önlemlerini Tespit Etme

Değerlendirilen risklere ilişkin alınması gereken önlemler belirlenmektedir. Riskin meydana gelme olasılığını önleme veya azaltma veya hasarın potansiyel şiddetini azaltma veya tehlikeyi ortadan kaldırma maliyetlerinin analizi yapılmaktadır. Riskler genellikle bir veya daha fazla güvenlik önlemi ile azaltılabilmektedir. Risk azaltma, ya sonuç ya da gerçekleşme olasılığıdır. Kontrol ölçümleri, "Mühendislik Kontrolü" veya "Yönetimle İlgili Kontroller" kullanılarak gerçekleştirilebilir. "Teknik kontroller", korkuluklar, bariyerler ve diğer cihazlar gibi cihazlar anlamına gelmektedir. "Yönetimle ilgili kontroller" ise güvenli çalışma prosedürleri ve güvenlik sistemleri gibi yazıların yayınlanmasını ifade etmektedir. Kontrol önlemlerinin belirlenmesi aşamasında Tablo 2.4' de listelenen bir "Risk Önleme Planı" hazırlanır.

Tablo 2.4 Kontrol önlemlerinin hiyerarşisi

SEÇİM SIRASI	KONTROL ÖNLEMİ
İLK SEÇİM	Riskin ortadan kaldırılması (eliminasyon) etmenin - zararlı kimyasalın - riskin ortadan kaldırılması
İKİNCİ SEÇİM	Yerine koyma (ikame) daha düşük bir risk - etmen - makine - sistem seçimi
ÜÇÜNCÜ SEÇİM	Yalıtım ve izolasyon
DÖRDÜNCÜ SEÇİM	Yönetsel önlemler kurallar - politikalar (süre kısıtlaması – eşik değerler, işaretlemeler, vb.)
BEŞİNCİ SEÇİM	Kişisel koruma risk engellenemiyor – birey / topluma yönelim

Yukarda verilen kontrol önlemlerine göre mesleksel risklerin önlenmesinde kullanılan temel yöntemlerin sıralamasını yapacak olursak aşağıdaki gibi bir sıra olacaktır;

Kusurlu Durumların Ortadan Kaldırılması;

- Riskin Ortadan Kaldırılması (Elimine Etmek): Tesis içerisinde yüksek risk taşıyan materyalin, makinanın veya prosesin elimine edilmesidir.
- Yerine Koyma (İkame Etme) : Eğer tehlike elimine edilemiyorsa, yüksek risk taşıyan materyal, makina veya proses daha az risk taşıyan ile değiştirilmelidir.
- Kontrol ve İzolasyon: Eğer tehlike elimine edilemiyor yada ikame edilemiyorsa tehlike kaynağı materyal, makina, ekipman veya proses izole edilmelidir. Tehlike kaynağını izole etmek mümkün değil ise kontrolünün sağlanması için tehlikeli durumdan etkilenen insan sayısının azaltılması, etkilenme süresinin azaltılması, miktarının azaltılması sağlanmalıdır.
- Mühendislik Kontrolü: Dizayn mühendisleri, elimine, ikame ve izole edilemeyen ve kontrolü sağlanamayan tehlikeyi gidermek için makinanın, tesisatın veya prosesin tasarımı üzerinde çalışır. Mühendislik kontrolü ayrıca korunma yolları, bariyerler, operasyon noktası koruyucuları, sıkışma - ezme noktaları, hareket eden parçaların korunması vb. koruyucu donanımların hangisinin nerede nasıl kullanılabileceğine karar verir.

- Yönetimle İlgili Kontroller: Yönetimle İlgili Kontroller ise güvenli iş akışı ve düzeni, güvenlik sistemleri, çalışma prosedürleri gibi yazıların yayımlanması yoluna başvurur.

İdari olarak riski ortadan kaldırma yöntemleri olarak prosedürlerin hazırlanarak yayınlanması, uygulanmasının sağlanması ve güvenlik operasyonlarının yapılması gereklidir.

Tehlike tanımlama aşamasında sağlık ve güvenlik açısından oluşturulan risk haritaları göz önüne alınarak, işletmede/fabrikada işaretlemeler yapılmalıdır. Bu aşamada 23 Aralık 2003 tarih ve 25325 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan Sağlık ve Güvenlik İşaretleri Yönetmeliği'ne uygun olarak işyerinde yangın işaretleri, işaretlemelerin yapılmış olması sınıflandırmaların yapılmış olması gereklidir [12].

- Kişisel Korunma: Kişisel koruyucuların kullanılması en son seçimdir, çünkü insanların kişisel koruyucuyu kullanmaları hem rahatsızlık vericidir, hem de kullanılıp kullanılmadığının denetiminin yapılması zordur, ayrıca kişisel koruyucunun kullanımı riski ortadan kaldırmada daha az etkili bir seçimdir. Kişisel koruyucu kullanımı gerekli ise mutlak suretle koruyucu ekipmanın kullanım prosedürünün yayınlanması gereklidir.

2.4.5 Kontrol Önlemlerini Yerine Getirme

Tanımlanan kontrol önlemleri uygulanır, ancak gerekli risk azaltmadaki değişiklikler ve tanımlanan kontrol önlemleri uygulanmadan önce test edilmektedir. Kontrol önlemleri; öncelikle tehlikelerin bertaraf edilmesi ve riskin ortadan kaldırılması ilkesini ortaya koymalıdır. Risk dışlanamıyorsa azaltılmalı ve riski azaltmak için son adım olarak kişisel koruyucu ekipman kullanımı düşünülmelidir. Riskin oluşma ihtimalini önlemek, azaltmak veya hasarın potansiyel şiddetini azaltmak sırası ile uygulanmaktadır. Bu aşamada uygun kontrol ölçümlerini kullanmak mümkündür. Ölçümler uygulanırken uzun zaman alabilir çünkü değişim için gelen direnç nedeniyle sık sık eğitim, ekipman tedariki veya tesisat da değişikliğe ihtiyaç duyulabilir.

2.4.6 İzleme ve Gözden Geçirme

Risk yönetimi süreci, yukarıdaki adımların bir parçası olarak gerçekleştirilmektedir. Ancak bazı riskler gözden kaçabilir veya yeniden tanımlanması gerekebilir, zamanla yeni tehlikeler ortaya çıkabilir ve tüm eylemlerin tekrarlanması gerekebilmektedir. Uygun kontrol önlemleri alındıktan sonra, önceden tanımlanmış tehlikeler için artan risk değerlerinin kabul edilebilirliğini değerlendirmek için yeniden değerlendirmek gerekli olabilir.

Risk belirleme, risk değerlendirme ve kontrol önlemlerinden sonra; ayrıca gerekli risk giderme/azaltma önlemlerinin zamanında tanımlanmasının izlenmesi ve revize edilmesi de gerekmektedir. Alınan önlemler risk yönetimi süreçlerinde değişikliklere yol açabileceğinden, kalan risklerin yeni durumlarını belirlemek için bir risk değerlendirmesi yapılması ve bu nedenle saklanan tüm kayıtların analiz edilmesi gerekmektedir.

2.4.7 İletişim ve Danışma

Sonuçlar, düzeltici/önleyici faaliyetlerin tanımlanması, konu ile ilgili gelişmeler, değişiklik yapılan veya yeni İş Sağlığı ve Güvenliği amaçlarının oluşturulması için girdi sağlanması amacıyla yönetime bilgi verilmeli, ayrıca bilgi toplama aşamasında alt işverenlerde dâhil olmak üzere tüm gruplarla iletişim ve danışma kurulmalıdır [10].

2.5 Risk Değerlendirme Metotları

Her çalışma ortamı farklı türde riskler ve bunların etkileşimlerini içerebilmektedir. Bu nedenle risk değerlendirmesinde kullanılan yöntem önemlidir. Hangi risk değerlendirme yönteminin kullanılacağı belirlenirken çalışma ortamındaki risklerin türü, birbirleriyle etkileşimleri, çalışanlara olan uzaklıkları gibi faktörler göz önünde bulundurulmalıdır.

Çok sayıda risk değerlendirme yöntemi olmasına rağmen içlerinden en çok tercih edilenler hakkında kısaca bilgi verilmektedir [11].

2.5.1 Matris Metodu

Matris yöntemi, belirlenen risklerin gerçekleşme olasılığına ve ortaya çıkan durumun şiddetine sayısal bir değer verilerek puanlama mantığına dayalı bir yöntemdir. Sadeliği ve kullanışlılığı nedeniyle birçok çalışma ortamında ve endüstride kullanılmaktadır.

Matris yöntemi, risk değerlendirmesini yapan uzman veya ekibin tecrübe ve öngörülerine göre kullanılan bir yöntem olduğu için göreceli sonuçlar vermektedir. Yani aynı çalışma ortamı farklı kişiler tarafından değerlendirildiğinde, aynı riskler için farklı sonuçlar ortaya çıkabilmektedir. Bu durum risk değerlendirme yönteminin güvenilirliği konusunda şüphe uyandırsa da daha az tehlikeli işlerde ve işyerlerinde kullanılması halinde olumlu sonuçlar vermektedir [11].

2.5.2 Kontrol Listeleri Metodu (Çeklist)

Kontrol listesi yöntemi, çalışma ortamındaki risklerin varlığını tespit etmek için kullanılan bir gözden geçirme yöntemidir. Bağımsız bir risk değerlendirme yöntemi olarak kullanılabileceği gibi risk değerlendirme çalışmasının ön aşamasında da kullanılabilmektedir.

Kontrol listesi yöntemi, önceden hazırlanmış kontrol listelerine uygunluğun belirlenmesine dayanmaktadır.

2.5.3 Olası Hata Türleri ve Etki Analizi (FMEA)

Olası Hata Türleri ve Etki Analizi yöntemi, hataları oluşmadan önlemek için etkili bir sayısal analiz yöntemidir. Olası Hata Türleri ve Etki Analizi' nin temel mantığı, kusurları ve riskleri daha sonra bulup düzeltmek yerine önce tespit ederek ve olası arıza nedenlerini tasarım aşamasından değerlendirerek önlemektir. Sonuç olarak, üretim aşamasındaki kaza ve hataların maliyeti önlenebilir ve toplam maliyetleri düşürülebilmektedir.

Bu yöntem daha çok üretim sistemlerinin analizinde kullanılmaktadır. İmalat, ürünlerin, sistemlerin veya hizmetlerin üretimi olarak farklı şekillerde

düşünülebilmektedir. Olası Hata Türleri ve Etki Analizi yöntemi kalite yönetim sistemleri, problem çözme teknikleri ve altı sigma gibi sistemlerle birlikte kullanılabilmektedir. Olası Hata Türleri ve Etki Analizi yöntemi, ekip çalışması ve bilgi birikimi ile yapılması gereken bir risk değerlendirme yöntemidir [11].

2.5.4 Hata Ağacı Analizi (FTA)

Hata ağacı yöntemi, sistemdeki ve bileşenlerindeki hatalar ve istenmeyen olaylar arasındaki bağlantıyı gösteren bir mantık diyagramı yöntemidir. Hata Ağacı Analizi Risk Değerlendirme Yöntemi, kullanılan en detaylı ve etkin risk değerlendirme yöntemlerinden biridir. İşlevsel bir hatanın ciddi sonuçlara yol açabileceği ve aynı zamanda tehlike analizine önemli miktarda mali kaynak ve zaman harcanabileceği karmaşık teknik sistemler için kullanılabilmektedir.

Hata Ağacı Analizi yöntemi, belirli bir hata olayına odaklanan analize dayalı bir yöntemdir. Ardından olası alt olayları bir mantık diyagramı ile şema haline getirmektedir. Hata Ağacı Analizi risk değerlendirme yöntemi, büyük bilgi ve deneyim gerektirmesi nedeniyle oldukça zor bir yöntemdir ve genellikle uzmanlar tarafından kullanılmaktadır. Bilgisayar yazılımlarında bu yöntemle ilgili çok sayıda literatür bulunmaktadır.

Hataların detaylı ve ciddi sonuçlarını tespit etme faydasının yanında kişiden kişiye farklı sonuçlar da verebilmektedir. Ayrıca uzmanlık ve zaman gereksinimi nedeniyle sistemli bir çalışma gerektirmektedir.

2.5.5 Tehlike ve Çalışabilirlik Analizi (HAZOP)

Bir tehlike ve işlerlik çalışma yöntemi olan Tehlike ve Çalışabilirlik Analizi, kimya endüstrisi için geliştirilmiş bir yöntemdir. Kimya sektörünün özel risk potansiyelleri nedeniyle diğer yöntemlerden farklı ve daha karmaşık bir yönteme ihtiyaç duyulmaktadır.

Tehlike ve Çalışabilirlik Analizi yöntemi, tesiste üretim ve yönetimden sorumlu bir mühendis ekibi veya diğer yetkili kişilerle birlikte kullanılmalıdır. Kimyasal üretim

yöntemleriyle ilişkili spesifik riskler nedeniyle, üretimin her aşaması özel olarak incelenmektedir.

Tehlike ve Çalışabilirlik Analizi risk değerlendirme yöntemi, kendi akış şeması ve anahtar kelimeleri olan bir yöntemdir. Bu nedenle kullanımı deneyim ve yüksek bilgi gerektirmektedir.

2.5.6 Fine – Kinney Metodu

Fine Kinney Risk Değerlendirme Yöntemi, iş sağlığı ve güvenliği risklerinin değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan sistematik yöntemlerden biridir. Risk ölçüm değeri, bir riskin gerçekleşme olasılığı, tehlikeye maruz kalma sıklığı ve meydana gelme şiddeti gibi üç faktörün değerlendirilmesiyle elde edilmektedir.

Fine Kinney yöntemi, G.F. Kinney' in 1976 tarihli Practical Risk Analysis for Safety Management başlıklı makalesinde yayınlanmıştır. Elbette yöntem, yayınlandığı tarihte başka bir adla yani İş Güvenliği Yönetiminde Pratik Risk Analizi adıyla yayınlanmış ve daha sonra bilim dünyası tarafından Fine Kinney adıyla anılmaya başlanmıştır [11].

BÖLÜM 3

BAZ İSTASYONLARI

3.1 Haberleşme Sisteminin Gelişimi

Mobil iletişim 1920’ li yıllarda Almanya’ da, Reichsbahn isimli demiryolu şirketinin yolcularına "Tren Telefonu" nu tanıtmasıyla başlamış ve ilk mobil telefon istasyonu 1957 yılında devreye girmiştir. Amerika Birleşik Devletlerinde ise askerler tarafından 1940’ lı yıllardan itibaren savaşta kullanılmaya başlanmış ve Motorola tarafından 1946 yılında ilk sivil taşınabilir mobil telefonun tanıtımı yapılarak kullanılmıştır [13].

Mobil iletişim sistemi, dijital bir hücresel iletişim sistemidir ve Avrupa menşeli bir teknolojidir. Mobil İletişim Sistemleri Çalışma Grubu 1980’ lerin başında kurulduğunda, Avrupa’ da birçok uyumsuz analog hücresel iletişim sistemi bulunmaktaydı. Mobil iletişim sistemi ilk olarak Avrupa’ da cep telefonu sistemini standartlaştırmak için oluşturulmuş ve hızla dünyaya yayılmıştır.

Mobil iletişim sistemi için hücresel altyapı oluşturma fikri 1972 yılında Amerika Birleşik Devletleri’ n deki Bell laboratuvarlarında ortaya atılmış, ardından çeşitli ülkelerde farklı analog mobil iletişim sistemleri geliştirilmiştir. Avrupa' da ve özellikle İngiltere ve İskandinav ülkelerinde 1980’ ler de yaygınlaşan dijital olmayan analog telefon sistemi, birçok ülke kendi sistemlerini geliştirmeye başlamış ve bu gelişmeler sonucunda farklı ülkelerde farklı sistemlerin kullanılması bazı sorunları da beraberinde getirmiştir. Mobil iletişim sistemleriyle ilgili en büyük sorun, birbirleriyle uyumlu olmaması ve bir sistemin telefonunun diğer sistemde kullanılamamasıdır.

Mobil iletişim sistemi, devre anahtarlamalı dijital ve analog veri bağlantısı sağlayan ve kullanıcıların aynı hat ile farklı ülkelerde arama yapabilme imkanına sahip olan bir iletişim sistemidir. Türkiye de mobil iletişimin ilk aşaması olan ve araç telefonu olarak bilinen 1G hizmetleri 1986 yılında, 1994 yılında 26 hizmetleri ve 2009 yılında 36 hizmetleri verilmeye başlanmıştır. Turkcell İletişim Hizmetleri A.Ş. ve Telsim

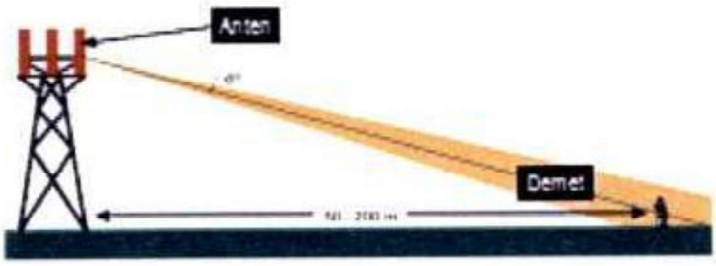
Telekomünikasyon Hizmetleri A.Ş. 1993-1998 yılları arasında Türk Telekom ile gelir paylaşımına dayalı bir sözleşme imzalayarak mobil iletişim sistemlerinin altyapısını kurarak mobil iletişim hizmeti vermeye başlamışlardır. Ülkemizdeki telekomünikasyon altyapısının serbestleştirilmesinin ardından ve elektronik haberleşme sektöründe yetkilendirme ve kontrol düzenlemelerinin uygulanması, yeni oyuncuların devreye girmesiyle Türk Telekom, Vodafone ve Turkcell olmak üzere 3 mobil iletişim şirketi iletişim hizmetleri sunmaktadır. Mobil iletişim operatörleri, mobil iletişim hizmetlerini sağlamak için altyapılarında baz istasyonlarını kullanmaktadırlar [14].

3.2 Baz İstasyonları

Kelime tabanı, esas olarak "temel, taban" anlamına gelen İngilizce "base" kelimesinden dilimize dönüştürülmüştür. En basit anlamıyla bir baz istasyonu, hücresel iletişimin temelini oluşturan ve Elektromanyetik Dalgaları alan/ileten bir anten ve radyo vericisi/alıcısıdır.

Bir baz istasyonu, bir cep telefonundan bir santrala veya bir santralden bir cep telefonuna bir sinyal iletmek ve iletmek isteyen yerlere kapsama sağlayan bir sistemdir. Herhangi bir baz istasyonu kapsamına girmeyen bir alanda mobil iletişim sağlamak mümkün değildir. Bu nedenle kapsama alanı sağlanamayan alanlarda yeni baz istasyonları kurulması gerekmektedir. Ayrıca bireylerin Elektromanyetik Radyasyondan daha az etkilenebilmesi için çıkış güçlerinin düşürülmesi gerekir ki bu da baz istasyonlarının sayısı artırılarak sağlanabilmektedir [13].

Baz istasyonlarında kullanılan antenlerin büyük bir çoğunluğu yönlü antenlerdir. Şekil 3.1’ de görüldüğü gibi yönlü antenler sadece baktıkları yöne doğru mevcut açıda yayın yaparlar. Dolayısıyla antenlerin arkasında, altında ve üstünde herhangi bir EMD oluşma ihtimali bulunmamaktadır.



Şekil 3.1 Yönlü antenler için örnek ışıma örüntüsü [13].

Kullanıcı sayısının çok olduğu yerlerde aynı frekans bandında hizmet verebilmenin yolu, kapsanacak alanın daha küçük hücrelere bölünmesi ve aynı frekansların bütün hücrelerde tekrar tekrar düşük güçlerde kullanılmasıdır. Kapsaması yapılacak bir bölgede hücrelerin planlaması, o bölgedeki hizmet verilecek kullanıcı sayısı talep yoğunluğu ve bölgedeki yerleşim özelliklerine (arazinin yapısına, binaların sıklığına ve yüksekliğine vb.) göre yapılmaktadır [13].

Genel olarak yerleşim alanları ideal geometrik unsurlara sahip değildir. Baz istasyonunun tükettiği güç, çalıştığı frekanslara ve hizmet verdiği kullanıcı sayısına bağlıdır. Baz istasyonlarında farklı güç kutuları kullanılmaktadır. Kurulum yerine göre aynı tip kabinler seçilmektedir. Kapsanacak yerin durumuna göre anten belirlenerek kapsama sağlanmaktadır. Kırsal alanlarda ve otoyollarda daha güçlü antenler kullanılırken, kentsel alanlarda daha düşük güçlü antenler kullanılmaktadır.

3.3 Baz İstasyonlarının Yapısı ve Kurulumu

Baz istasyonları, bir hücredeki mobil kullanıcılar ile iletişime izin veren alıcı ve verici yapısına sahip sistemlerdir. Kapsama alanının yetersiz olduğu durumlarda, kapsama alanının genişlemesine veya kapsama alanındaki kullanıcı sayısının artmasına bağlı olarak kaliteli ve kesintisiz hizmet verebilmek için yeni baz istasyonları kurulmaktadır. Bir alandaki hücre sayısı ve her bir hücrenin kapasitesi, o bölgenin coğrafi yapısı, trafik yoğunluğu ve o alan için tahmini abone sayısı ile belirlenmektedir. Mobil kullanıcı sayısının az olduğu ve Elektromanyetik Dalga' nın yayılmasını etkileyecek bir yapının olmadığı yerlerde geniş kapsama alanına sahip

hücreler tercih edilirken, kullanıcı sayısının fazla olduğu ortamlarda daha küçük kapsama alanına sahip hücreler tercih edilmektedir. Baz istasyonları hücre olarak nitelendirilen ve belirli bir alan içinde mobil telefon kullanıcılarının iletişimini sağlayan sistemlerdir [15].

3.3.1 Hücre Yapısı

Cep telefonu ve mobil iletişimi kullanan cihaz sayısındaki hızlı artış, kapasite sıkıntısı ve artan iletişim ihtiyacı alanlarında yeni baz istasyonlarının kurulmasını zorunlu kılmaktadır. Teknik talep, abone sayısındaki artışa ve mobil kullanıcı yoğunluğuna paralel olarak baz istasyonu sayısının da her geçen gün artmasıdır. Hücresel yapıda çalışan baz istasyonları farklı çıkış güçlerinde çalışmaktadırlar. Ülkenin farklı bölgelerinde yaşayan nüfusun yoğunluğuna bağlı olarak farklı tipte hücreler kullanılmalıdır. Makro hücreler, mikro hücreler ve piko hücreler, günümüzün modern hücresel iletişiminde kullanılan temel hücre türlerinden bazılarıdır [13].

3.3.1.1 Makro hücreler

Ülkemizde 900 mobil haberleşme sistemi için kullanılan makro hücreler genel olarak hücre merkezinden hücre kenarına kadar 25 ile 35 km arası mesafeye sahip hücrelerdir. Trafik yoğunluğunun düşük olduğu ortamlarda makro hücreler tercih edilmektedir. Makro hücreler için antenin konumu genellikle bir topraklama kulesi, yüksek bir binanın veya diğer yapıların en üst noktasıdır. Daha spesifik olmak gerekirse, bu tür arsa için en ideal konumlar, coğrafi çevrede yüksekliği baskın görüş alanını oluşturabilen noktalardır. Makro hücre baz istasyonları tipik olarak 40-60 Watt çıkış gücüne sahiptir. Şekil 3.2, bir binaya kurulan kulelerin ve baz istasyonlarının makro hücre örneklerini göstermektedir [13].



Şekil 3.2 Makro hücre örnekleri; kule (a) ve bina üstü (b) [13].

3.3.1.2 Mikro hücreler

Mikro hücreler, trafiğin yoğun olduğu alanlarda kapasiteyi desteklemek için kullanılmaktadır. Bölgedeki mobil iletişim kapasitesi, mevcut hücrelerin alanları daha küçük hücrelere bölünerek veya alt hücreler oluşturularak artırılabilmektedir. Bu tür hücrelerde kullanılan iletim gücünün azaltılmasıyla, komşu hücreler arasındaki olası girişim de azaltılmaktadır. Mikro hücre antenleri, makro hücre antenlerinden daha küçüktür ve yapıların üzerine monte edildiklerinde neredeyse yapıya entegre olmaktadırlar. Bazı mikro hücreler ihtiyaca göre 100 ile 300 metre arasında değişen yarıçaplara sahip olabilmektedir. Mikro hücre baz istasyonları tipik olarak 5-10 watt çıkış gücüne sahiptir. Bu tip hücrelerin montajı genellikle bina duvarlarına yapılmaktadır. Şekil 3.3, bir mikro hücre ve montaj yerinin örneğini göstermektedir [13].



Şekil 3.3 Mikro hücre ve montaj yer örneği [13].

3.3.1.3 Piko hücreler

Piko hücreler yüksek trafik yoğunluğuna sahip iç mekânlarda ve geniş bant uygulamalarında kullanılmaktadır. Ses kalitesi ve abone yoğunluğu açısından iç mekânlarda yaygın olarak kullanılan hücresel bir yapıdır. Mikro hücrenin kapladığı alan yaklaşık 10-50 metredir. Ofis binalarında, konser salonlarında, otellerde, hastanelerde, metro istasyonlarında, alışveriş merkezlerinde, restoranlarda iç mekan kullanımına uygun olan bu tip hücrelerin, anten çıkış gücü 1-3 Watt civarındadır. Bir mikro hücre montaj konumu örneği Şekil 3.4' te gösterilmektedir [13].



Şekil 3.4 Piko hücre montaj yer örneği [13].

3.3.1.4 Baz istasyonu kurulum lokasyonları

Mobil kullanıcılara hizmet veren şirketler, altyapılarını ilgili makamların belirlediği zaman ve kalitede ülke çapında iletişimin sağlanabilmesini sağlayacak şekilde oluşturmalıdır. Ülkemizde de dünyada örnekleri olduğu gibi baz istasyonları farklı yapılara göre yapılan kulelerde, binaların çatı ve cephelerinde, otel, hastane ve alışveriş merkezlerinin içlerinde, işyerlerinin çatı ve cephe duvarlarında, otopark ve yerlerin çatı ve cephelerinde kullanılabilmektedir. Dünya Sağlık Örgütü' nün Cenevre' deki genel merkezinde bulunan bir baz istasyonu Şekil 3.5' te gösterilmektedir [13].



Şekil 3.5 Dünya Sağlık Örgütü Cenevre merkez binasına kurulan baz istasyonu [13].

3.4 Baz İstasyonlarının Elektromanyetik Yoğunluk Durumu

İyonlaştırıcı radyasyon; atomlardan ve moleküllerden elektron koparabilen yüksek enerjili ışınlardır. Bunlar gama ışınları, X ışınları, nötronlar, protonlar, alfa, beta parçacıkları ve bazı ultraviyole ışınları yayan radyoaktif maddelerdir. Bunlar deoksiribonükleik asidin yapısını bozabilirler.

İyonlaştırmayan radyasyon; günlük hayatımızda iyonize olmayan Elektromanyetik Dalga' larla sürekli temas halindeyiz. Bunları üretenler; televizyon, radyo, bulaşık makinesi, faks, bilgisayar ekranı, ütü, tıraş makinesi, saç kurutma makinesi gibi cihazlardır. Bu cihazlar, hücresel düzeyde kimyasal bağları etkileyecek güce ve enerjiye sahip değildir. X ışınlarından çok daha uzun bir dalga boyuna ve daha düşük

frekanslara sahiptirler. Cep telefonlarından ve baz istasyonlarından yayılan radyo dalgaları 900, 1800 ve 2100 MHz civarındadır [13].

30 Ekim 2013 tarihli Bilişim Teknolojileri Kurumu kayıtlarından elde edilen verilere göre, Türkiye' de toplam 90.537 aktif baz istasyonu bulunmaktadır. Ülkemizde kurulu veya modifikasyonu yapılan mevcut baz istasyonlarında işletmeci tarafından bildirilen ölçüm sonuçları Bilişim Teknolojileri Kurumu tarafından değerlendirilmekte ve daha sonra Bilişim Teknolojileri Kurumu teknik personeli tarafından yerinde inceleme ve denetim sonucunda elde edilen ölçüm verileri ile karşılaştırılmaktadır. Bu nedenle ölçüm yetki belgesine sahip kuruluşlar tarafından yapılan her iki ölçüm de incelenmekte ve değerlendirilmekte, ölçümler Bilişim Teknolojileri Kurumu personeli tarafından ikinci kez yapılıp değerlendirilmektedir. Tüm bu ölçümler ve ölçüm sonrası değerlendirmeler, gelecekte yaşanılması muhtemel olumsuzlukları en aza indirmeye çalıştığımız sorunlardır. Ancak mobil iletişim sistemleri radyo dalgalarını kullanmakta ve bu sistemlerin canlılar üzerindeki etkilerine dair kanıtlanmış bir araştırma bulunmamaktadır. Radyo dalgaları iyonlaştırıcı olmayan elektromanyetik radyasyon yaymaktadır. Ortamdaki elektromanyetik yoğunluğu belirlemek ve yoğunluğun yüksek olduğu alanlarda kontrol altında tutmak için yetki Bilişim Teknolojileri Kurumu bünyesinde elektromanyetik yoğunluk haritalarının oluşturulmasına yönelik çalışmalar hız kazanmıştır [13].

Elektromanyetik yoğunluk haritaları oluşturmak amacıyla, haritası çıkarılacak bölgede ölçüm sonuçlarının muhtemelen yüksek çıkacağı noktalar belirlenerek ölçümler sık aralıklar ile yapılmakta ve ortamdaki yoğunluk değerleri belirlenmektedir. Belirlenen bu yoğunluk düzeylerinin renklendirilip sınıflandırılması sonucu oluşturulan 2 ve 3 boyutlu elektromanyetik yoğunluk haritalarında yoğunluğun nerede az nerede fazla olduğu açık bir şekilde gösterilebilmektedir.

3.5 Cep Telefonları ve Yaydıkları Elektromanyetik Radyasyon(V/m)

Alıcı-verici görevi görerek kablosuz iletişim sağlayan baz istasyonları, hücre içindeki merkezi altyapıyı oluşturmaktadır. Cep telefonu açıldığında, en yakın baz

istasyonunu bulmak için bir radyo frekansı sinyali yayar ve bu sinyalin gücü, cep telefonu ile en yakın baz istasyonu arasındaki mesafeye göre değişmektedir. Bir mobil kullanıcı cihazı, iletişim sağlamak için bağlandığı baz istasyona olan uzaklığına göre enerji tüketmektedir, diğer bir deyişle istasyondan uzak olması, mobil kullanıcının radyasyona daha fazla maruz kalması anlamına gelmektedir. Buradan sonuçla, baz istasyonları ne kadar sık kurulursa, insanların sinyallerine gerçekten maruz kaldıkları cep telefonlarının radyasyon seviyeleri o kadar düşük olmaktadır. Şekil 3.6' da hücresel telsiz şebekesinde kullanılan mobil cihazlar ile baz istasyonları birlikte verilmiştir [13].



Şekil 3.6 Hücresel telsiz şebekesi örneği [13].

3.6 Elektromanyetik Dalgalar

Elektromanyetik dalgalar, elektrik ve manyetik alanların bileşenlerini içeren ve çevrelerinde yayılarak enerji taşıyan dalgalardır. Bu yayılma genellikle herhangi bir ortamda ve uzayda mümkündür. Elektromanyetik Dalgalar' ın yayılması, mekanik bir dalga olan ses dalgalarının yayılmasına benzetilebilir, ancak ses dalgaları, titreşim üretebilecekleri bir ortamda yayılır; ancak, Elektromanyetik Dalgalar' ın yayılması için bir ortam gerekli değildir. Örneğin, bir insanın ses tellerinde üretilen belirli bir genlik ve frekanstaki ses dalgaları, havayı titreştirir ve havada dalgalar halinde

hareket eder. Yayılan bu ses dalgaları kulağa ulaşır, kulak zarını titreştirir ve böylece işitme oluşmaktadır. İnsan kulağı yalnızca 20 Hz - 20.000 Hz aralığındaki titreşimleri duyabilir ve bu frekans aralığında dalga olarak hareket eden titreşimlere ses dalgaları denilmektedir. Elektromanyetik enerjiyi dalgalar şeklinde yayarken, verici anten elektrik enerjisini elektromanyetik enerjiye dönüştürerek ve bir dalga şeklinde yaymaktadır. Bir ampul veya elektrik lambası bir antene çok benzer. Elektrik ampulü, elektrik enerjisini elektromanyetik veya ışık enerjisine dönüştürür. Elektromanyetik enerjiyi dalga şeklinde yayarken, verici anten elektrik enerjisini elektromanyetik enerjiye dönüştürür ve onu dalga şeklinde yayar.

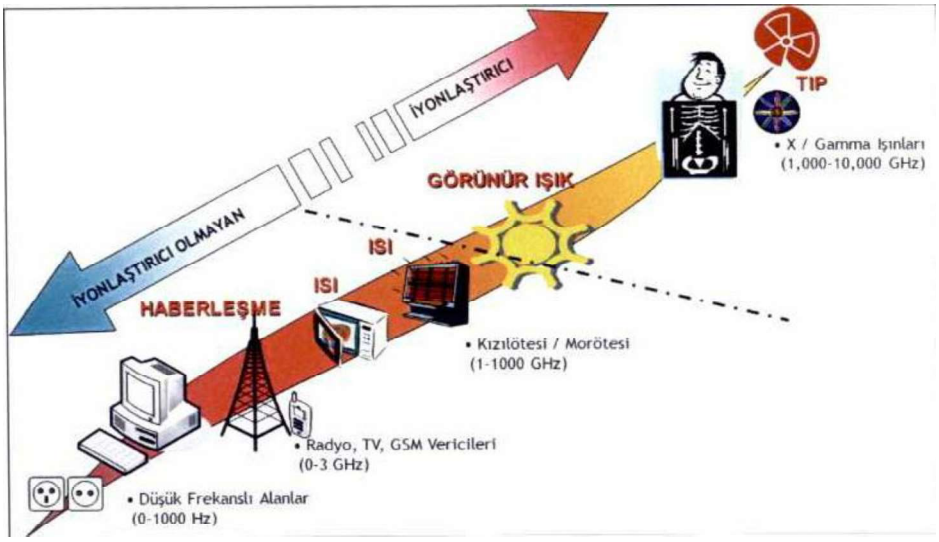
Elektromanyetik Dalgalar, Bilişim Teknolojileri Kurumu tarafından uzayda ışık hızında hareket eden ve enerji taşıyan ancak bu enerjiyi taşımak için ortama ihtiyaç duymayan elektrik alan ve manyetik alan bileşenlerine sahip dalgalar olarak tanımlanmaktadır. Elektromanyetik Dalgalar hem doğal hem de insan yapımı kaynaklar aracılığıyla yayılır ve hayatımızın önemli bir parçasıdır. Güneş, belirli yıldızlar, yıldırım ve şimşek gibi atmosferik olaylar doğaldır; Elektromanyetik Dalgalar' ın yapay kaynaklarına örnek olarak elektrik akımı taşıyan iletim hatları, televizyonlar, bilgisayarlar, cep telefonları, saç kurutma makinesi, elektrikli soba, mikrodalga fırın gibi elektrikli aletler ve kablosuz iletişim sistemleri verilebilir [13].

Elektrikle çalışan bütün cihazlar elektromanyetik enerji yaymakta ancak bu cihazların yaymış olduğu elektrik alan şiddeti konusunda ve bu cihazların kullanımının etkileri konusunda toplumda bilinçlendirme oluşmadığından insanlar bu tür cihazları rahatlıkla kullanabilmektedirler. Tablo 3.1' de gündelik hayatta evlerde sıklıkla kullanılan cihazların sebep olduğu elektrik alan şiddeti değerleri verilmektedir.

Tablo 3.1 Evde kullanılan bazı cihazların sebep olduğu elektrik alan şiddeti değerleri

Elektrikli cihaz	**Elektrik alan şiddeti (V/m)**
Mikrodalga fırın	250
Elektrikli battaniye	250
Su ısıtıcısı	130
Dizüstü bilgisayar	100
Müzik seti	90
Buzdolabı	60
Ütü	60
Mikser	50
Ekmek kızartma makinesi	40
Saç kurutma makinesi	40
Televizyon	30
Kahve makinesi	30
Elektrik süpürgesi	16
Ampul	5

Elektromanyetik Dalgalar, frekanslarına veya dalga boylarına bağlı olarak farklı kullanım alanlarına sahiptir. Şekil 3.7' de elektromanyetik spektrumda bazı frekans aralıkları ve buna karşılık gelen kullanım alanları verilmiştir. Elektromanyetik spektrumdaki bu frekans paylaşımı genellikle, kullanım amacı, anten boyutları, mesafe ve çevresel faktörler dikkate alınarak yapılmaktadır [15].



Şekil 3.7 Elektromanyetik spektrum [15].

Fizikteki elektromanyetik alan teorisine göre, Elektromanyetik Dalgalar' ın enerjisi ve dalga boyu dalganın frekansı ile doğrudan ilişkilidir. Frekansın artırılması, Elektromanyetik Dalgalar' ın dalga boyunu azaltır ve orantılı olarak taşınan enerji miktarını etkilemektedir. Elektromanyetik Dalgalar, "foton" veya "kuantum" olarak da bilinen enerjik bir bileşen gibi davranmaktadır. Gama ışınları ve X ışınları, kısa dalga boylu Elektromanyetik Dalgalar örnekleridir. Gama ışınları ve X ışınları iyonlaşmaya yani hücredeki molekülleri tutan bağların oluşacak bağları kırarak negatif veya pozitif yüklü hale gelmesine neden olacak enerjiye sahiptir. Elektromanyetik Dalgalar' ın moleküler yapı üzerindeki etkisi göz önüne alındığında iyonlaştırıcı ve iyonlaştırıcı olmayan Elektromanyetik Dalgalar olarak iki kategoride ele alınmaktadır.

İyonlaştırıcı EMD:

- Mor ötesi
- X ışınları
- Gamma ışınları
- Kozmik ışınlar

İyonlaştırıcı olmayan EMD:

- Radyo frekansları
- Mikro dalga
- Kızıl ötesi
- Görünür ışık

3.6.1 Baz İstasyonundan Yayılan Elektromanyetik Dalgalar ve Etkileri

Kapsamlı olarak yapılan Türkiye saha araştırmasında, hızla gelişen teknoloji sayesinde Elektromanyetik Dalga yayan cihazların günlük yaşamdaki yerini her geçen gün artırdığını açıkça göstermektedir. Bu nedenle insanlar, çevrelerinde doğada bulunanlardan çok daha yüksek değerlerde Elektromanyetik Dalga' ya maruz kalmaktadır. Cep telefonlarının yaygınlaşması ve artan talebi karşılamak için kurulan baz istasyonlarının sayısındaki artış nedeniyle cep telefonları ve baz istasyonları ile ilgili sorular gündemin en önemli konularından biri haline gelmektedir.

Baz istasyonlarından yayılan Elektromanyetik Dalgalar, iyonlaştırıcı olmayan radyasyon grubuna aittir. İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyon, moleküller ve atomlar arasındaki bağları kırmak için yeterli enerjiye sahip olmayan elektromanyetik radyasyondur. İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyon grubundaki dalgalar, enerji seviyelerine göre radyo dalgaları, mikrodalgalar, kızılötesi radyasyon, lazer, görünür radyasyon ve ultraviyole radyasyon olarak sıralanabilir. İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyon iyonlaştırıcı enerjiye sahip olmadığı için hücrenin genetik yapısını bozmamaktadır. İnsan sağlığını tehdit eden dalgalar iyonlaştırıcı enerjiye sahip dalgalardır. İyonlaştırıcı dalgalar yüksek frekanslıdır ve bu nedenle yüksek enerjilidir. Bu yüksek enerji hücrenin genetik yapısını bozacak düzeydedir. Bu bozunuma nedeniyle "iyonlaştırıcı" terimi kullanılır. Baz istasyonlarından yayılan Elektromanyetik Dalgalar' ın İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyon grubuna ait olduğu için DNA yapısını etkilemediği söylense de canlılar üzerinde belirli etkilerinin olduğu açıktır. Elektromanyetik Dalgalar' ın biyolojik yapı üzerindeki etkilerinin kaynağı genellikle ısınmadır. Bu etkiler termal ve termal olmayan etkiler olarak iki başlık altında incelenebilir. Termal etkiler açıktır ve ölçüm için uygundur ve doku tarafından absorbe edilen yüksek frekanslı enerjide limit belirlemek için bir kriter

olarak kullanılabilmektedir. Termal olmayan etkiler, termal etkilerden farklı olarak belirgin değildir ve ölçüm için uygun değildir. Bu etkiler, düşük seviyelerde yüksek frekanslı enerjiye uzun süre maruz kaldığında ortaya çıkmaktadır. Elektromanyetik Dalgalar yayan baz istasyonlarının uzun vadede neden olabileceği biyolojik sorunlara yönelik çalışmalar devam etmektedir. Ancak, çalışmaların hiçbiri Elektromanyetik Dalgalar' ın termal olmayan bir etkisinin olduğuna dair bir sonuca ulaşamamıştır.

3.7 Elektromanyetik Dalgalar Konusunda Alınabilecek İhtiyati Tedbirler

Bilişim Teknolojileri Kurumu' n da Birleşmiş Milletler "ihtiyatlılık ilkesi" ve yapılan açıklama aşağıda yer almaktadır.

> "insan sağlığına yönelik risklerin varlığı ya da boyutu hakkında bilimsel şüphe varsa; karar vericiler durumun tam olarak gerçekleşmesini ya da ciddileşmesini beklemeden gerekli önlemleri almalıdır. Toplum politikaları, ihtiyatlılık ilkesine dayanmalıdır." Belli bir hareketin çevre açısından olumsuz ve zararlı sonuçlar doğuracağı hakkında ciddi, güçlü bir şüphe mevcutsa, bilimsel kanıtın ortaya çıkmasını beklemeden, yani çok geç olmadan önlem alınması gerektiği anlamına gelmektedir." [13].

Bilişim Teknolojileri Kurumu' n da yer alan, Elektromanyetik Dalgalar konusunda alınabilecek ihtiyati tedbirler ile ilgili ifadelere aşağıda verilmektedir.

- İnsan yapısı vericilerden yani Elektromanyetik Dalgalar kaynağından mümkün olduğu kadar uzakta olmalı zira Elektromanyetik Dalgalar' ın etkisi (şiddeti) mesafenin karesi ile ters orantılıdır.
  $S = P \times G / (4\pi d^2)$

Burada G =Anten kazancı, P =Cihaz Çıkış gücü, S =Güç yoğunluğu, d= Kaynak mesafesidir.

- Elektromanyetik kaynağın yakınında geçirilecek süre, yani maruz kalma zamanı önemlidir ve doğru orantılıdır.
- Arada engel, yani arada toprak, beton, metal vb. olmasıdır ki bu da yansıma nedeniyle ışının şiddetini engelin özelliğine bağlı olarak en aza indirmektedir.

Bilişim Teknolojileri Kurumu tarafından İnsan sağlığı açısından Elektromanyetik Dalgalar kaynakları ile ilgili aşağıdaki hususlara ihtiyaten dikkat edilmesi tavsiye edilmektedir.

- ✓ Bilgisayar ekranı filtreli olarak kullanılmalı, göz kapakları sıklıkla açılıp kapatılarak, saydam tabakanın kuruması önlenmeli,
- ✓ Halojen ve flüoresan tüplü ampuller mümkünse kullanılmamalı,
- ✓ Televizyon ekranından en az 2 metre uzakta bulunulmalı, arada duvar dahi olsa TV çalışırken yatak odasında yatılmamalı,
- ✓ Elektrikli saat, radyo ve alarmı olan elektronik cihazlar yatak odası dışına çıkarılmalı,
- ✓ Cep telefonu kullanılmadığı sürece vücuttan uzak tutulmalı, sohbet amaçlı değil, sadece acil ve gerekli durumlarda kullanılmalı, kalp üstünde, bel ve göğüste bulundurulmamalı, eğer açıksa gece yatak odası dışında tutulmalı,
- ✓ Cep telefonu özellikle yetişkin olmayan çocuklardan uzak tutulmalıdır, zira çocukların kemik dokularının henüz yumuşak olması, özellikle kafatası kemiklerinin ince olması nedeniyle çevredeki Elektromanyetik enerjilerin vücutlarına nüfuz etmesi sonucunda yetişkinlere nazaran enerjinin daha fazla vücutlarınca emilmesi, yani kg başına aldıkları enerjinin daha fazla olması nedeniyle zararı daha fazla olabileceği düşünülmektedir.
- ✓ Baz istasyonlarının yayın yönüne ortalama 10 metreden fazla yaklaşılmamalıdır.
- ✓ Elektrikli battaniye kullanılmamalı veya yatağı ısıttıktan sonra yatağa girilmeden önce kapatılmalıdır.
- ✓ Mikrodalga fırın çalışırken en az 1 metre uzakta durulmalıdır.
- ✓ Elektrikli tıraş makinesi kullanmaktan kaçınılmalı, mümkünse şarjlı kullanılmalıdır.

3.8 Baz İstasyonlarının Sağlık, Sosyal ve Psikolojik Etkileri

İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyondan Korunma Komisyonu, 1973' ten bu zamana iyonlaştırıcı olmayan radyasyon grubundaki Elektromanyetik Dalgalar' ın insan, hayvan ve çevre sağlığı üzerindeki olası etkileri üzerine bilimsel çalışmalar yürüten

Almanya da bağımsız ve yasal olarak kayıtlı bir komisyondur. İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyondan Korunma Komisyonu için çalışan araştırmacılar, baz istasyonlarının Elektromanyetik Dalgalar' ın özellikle insan sağlığı üzerindeki etkilerini araştırmada herhangi bir zararı olup olmadığını belirlemek için çalışmaktadırlar. İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyondan Korunma Komisyonu resmi olarak Dünya Sağlık Örgütü tarafından tanınmaktadır [13].

Dünya Sağlık Örgütü, uzman kuruluşlara dayalı kar amacı gütmeyen bir kuruluştur ve ona göre bir kişinin sağlıklı olması fiziksel, ruhsal ve sosyal açıdan iyi durumda olması şeklinde tanımlanmaktadır. Bu nedenle, Dünya Sağlık Örgütü tarafından verilen tanıma göre cep telefonlarını, baz istasyonlarını ve bu istasyonların yaydığı Elektromanyetik Dalgalar' ın etkisini dikkate almak gerekmektedir.

Sağlıkla ilgili olayların görülme sıklığını, dağılımını, nedenlerini ve çözümünü inceleyen bilim, epidemiyoloji olarak adlandırılmaktadır. Epidemiyoloji alanında, bireylerin sağlık sorunlarının belirlenmesi ve zaman içindeki değişimlerinin incelenmesi, bireylerin sağlık sorunları ile karşılaşma olasılıklarının ve tehlikelerinin belirlenmesi; kişisel alışkanlıkların, çevrenin, ekonomik ve sosyal faktörlerin sağlık üzerindeki etkisinin incelenmesi, sağlık sorunlarının çözülmesi sürecinde gerekli önlemlerin belirlenmesi, sağlık kurallarının ve kurumlarının tanımlanmasını içermektedir. Baz istasyonları ve cep telefonlarının yaydığı Elektromanyetik Dalgalar' ın toplum üzerindeki etkisinin objektif olarak değerlendirilmesi ve bu konuda çalışmalar yapılması, Elektromanyetik Dalgalar' a maruz kalma süresinin yetersiz olması nedeniyle epidemiyolojik zorluklar oluşturmaktadır. Yaygınlaşan bu Elektromanyetik Dalgalar' ın insan sağlığını etkileyip etkilemediğine dair araştırma sonuçları ve tartışmalar olmasına rağmen, hala bilinmeyenler bulunmaktadır. Bugüne kadar yapılan çalışmalar arasından hiçbiri baz istasyonları ve cep telefonlarının yaydığı Elektromanyetik Dalgalar ile kanser arasında bir ilişki olup olmadığını ortaya çıkaramamıştır. Laboratuvar araştırmaları ve bilimsel deneyler, ortamda bulunan Elektromanyetik Dalgalar' ın beyin fonksiyonlarını kısa bir süre için etkileyebileceğini gösterse de bu etkilerin kişide baş ağrısı, uykusuzluk ya da psikolojik bozukluklara sebep olduğunu gösteren bilimsel bir sonuç ortaya konamamıştır [13].

Baz istasyonlarının insanlar üzerindeki sağlık, sosyal ve psikolojik etkileri konusunda toplumda belirli fikirleri paylaşan çeşitli bilimsel araştırma ve çalışmalar olmasına rağmen, baz istasyonlarının insanlar üzerindeki sağlık, sosyal ve psikolojik etkilerine odaklanan çalışma yok denecek kadar azdır.

Baz istasyonlarının insanlar üzerinde sağlık, sosyal ve psikolojik etkilerinin olup olmadığı konusunda yurt içi ve yurt dışında çeşitli araştırma ve çalışmalar bulunmaktadır. Bunlardan;

Yapılan bir araştırmada; cep telefonunu günlük olarak kullanmanın kulakta çınlama, baş dönmesi, unutkanlık, kekeleme, ellerde titreme, görme bozukluğu ve göz kızarması üzerine hiçbir etkisinin olmadığı, ancak; aşırı sinirlilik, dikkatsizlik, baş ağrısı, reflekslerde azalma, gözlerde çapaklanma ve kararma gibi bir takım etkileri olabileceği bilgisi aktarılmaktadır [13].

Bir başka araştırmada mobil iletişim sisteminin insan sağlığı üzerindeki etkisini araştırdığı çalışmasında, kamuoyunda yüksek enerjili fotonların yol açtığı nükleer ve radyolojik cihazlardan yayılan ve iyonlaştırıcı özelliği bulunan radyasyonla, baz istasyonlarının neden oldukları iyonlaştırıcı özelliği olmayan Elektromanyetik Dalgalar hakkında kavram kargaşası olduğu ve baz istasyonlarının nükleer radyasyona neden olmadıkları, limit değerlerinin aşıldığı takdirde insan sağlığına ısıl vb. olumsuz etkisinin olabileceği, uygun anten montaj yerlerinin seçilmesi ve limit değerlerin aşılmaması halinde insanları endişelendirecek bir durumun olmayacağı vurgulanmaktadır.

Bir başka araştırmada mobil iletişimin günlük yaşamımızın ayrılmaz bir parçası olduğunu, mobil iletişim sayesinde kullanıcıların konuşmanın yanı sıra, mesaj gönderimi, internet erişimi, çok çeşitli bilgi ve eğlence servislerini kolaylıkla kullanabildiklerini, yaygın olarak kullanılan bu teknolojinin insan sağlığına olan etkileri konusundaki soruları da beraberinde getirdiğini, Radyo Frekans dalgalarının insan sağlığı ile ilgili bir risk taşıyıp taşımadığının araştırıldığını, insan sağlığına ısıl ve ısıl olmayan etkileri üzerine şimdiye kadar dünya genelinde yapılan çok sayıdaki bilimsel araştırmanın olduğunu ve mobil telefonlar ile baz istasyonlarının insan sağlığına zararlı olduğuna dair somut bir sonuç elde edilemediğini vurgulamaktadır.

Bir başka çalışmada, Elektromanyetik Dalgalar yayan cihaz kullanımının sağlığımızı gün geçtikçe olumsuz etkilediğini, özellikle cep telefonlarının, baz istasyonlarının,

radyo, televizyon vb. sistemlere ait antenlerin yaydığı Elektromanyetik Dalgalar' ın; sindirim yolu sistemlerinde bozukluk, depresyon, DNA sentezi ve kan basıncından kaynaklanan hastalık belirtileriyle karşı karşıya getirdiğini iddia ederek Hakkari Üniversitesindeki Meslek Yüksek Okullarında öğrenim gören 321 öğrenci üzerinde yaptıkları araştırmada öğrencilerin elektromanyetik yoğunluk hakkında bilgi sahibi oldukları ancak, konu ile ilgili bilinçli olarak hareket etmeyip Elektromanyetik Dalgalar yayan cihaz kullanımında alınması gereken önlemleri almadıkları sonucuna ulaştıklarını belirtmektedirler [13].

İçişleri Bakanlığı Dernekler Dairesi Başkanlığının desteklediği Elektromanyetik Kirliliği Önleme, Ölçme, Araştırma ve Eğitim Derneği ve Ankara Milli Eğitim Müdürlüğü tarafından ortak yürütülen "Elektromanyetik Kirlilik Konusunda Çocuklarımızı Bilinçlendirme Projesi" kapsamında 52 okulda yaklaşık 7500 öğrenciye seminer verildiği, bu seminerlerde 5000 öğrenciyi kapsayan anket çalışması yapıldığı, anket verilerine göre öğrencilerin yüzde 56,8' inin teknolojik cihazlarla iç içe olduğu, %45,6' sının kablosuz modem, %56,9' unun dizüstü bilgisayar, yüzde 89,8' inin ise cep telefonu kullandığını, ayrıca cep telefonlarının çalar saat gibi kullanıldığı, uyurken yastık altına konulduğu, cep telefonu satın alınırken SAR değerine dikkat edilmediği belirtilmektedir.

WHO'nun yayımlamış olduğu cep telefonları ve baz İstasyonları hakkındaki temel veriler belgesinde;

> "Mevcut bilimsel delillerin cep telefonu kullanımı için herhangi bir özel önlem alınması gerekliliğini öngörmediğini, insanların endişe duymaları halinde arama sürelerini azaltarak ya da cep telefonlarını baş bölgesinden ve vücuttan uzak tutmak için uzaktan konuşma özelliği olan cihazları kullanarak kendilerinin ve çocuklarının RF alana maruz kalma oranlarını kısıtlamayı tercih edebileceklerini, bu güne kadar toplanan araştırma sonuçları göz önünde bulundurulduğunda, baz istasyonları ve kablosuz sistemlerin yaydığı zayıf RF sinyallerinin olumsuz sağlık etkilerine yol açtığı yönünde ikna edici hiçbir bilimsel kanıt bulunmadığı,"

ifadesine yer verilmektedir [13].

Cep telefonu kullanımının günlük yaşamda hızla artması ve buna paralel olarak yeni baz istasyonlarının ortaya çıkması kamuoyunda ciddi huzursuzluğa neden

olmaktadır. İnsan sağlığı zararına veya cep telefonlarının ve baz istasyonlarının kaldırılmasına ilişkin mahkeme raporlarının medyada sıkça yer alması, baz istasyonlarına yönelik tepkileri artırdı ve bunun sonucunda, sakinlerin zaman zaman baz istasyonlarının kurulmasını protesto ettiği görülmektedir. Çevre düzenlemelerine uygun olarak kurulan baz istasyonları; istasyonların ve antenlerin varlığından dolayı estetik açıdan hoş görünmek ve çevreden gelebilecek psikolojik tepkileri azaltmak için operatör bazen bir baca, bazen bir su deposu, bazen bir reklam panosu, bazen de bir ağaç şeklinde bir baz istasyonu kurmayı tercih etmektedirler. Halkın baz istasyonlarına tepkisini azaltmak için operatörler tarafından değişik giydirmeler içine anten montajları yapılarak kurdurulan istasyon örnekleri Şekil 3.8' de verilmiştir.



a) b) c)

Şekil 3.8 Çevreye uyum kapsamında; ağaç (a), baca (b) ve reklam panosu (c) şeklinde kurulan baz istasyonları [13].

Ömrünün geri kalan günlerini balkonda manzara izleyerek geçiren yaşlı bir kişinin, karşı binaya çalışmayan baz istasyonu anteni koysanız bile psikolojik olarak etkilendiği bilinmektedir. Baz istasyonlarının bulunduğu bölgelerde, "Baz istasyonu kurulduğu için evimin ve arsamın değeri düştü, dostlarımız, ailemiz ve torunlarımız ziyaret etmek istemiyor" gibi açıklamalar yapan ve görüş bildirenlerin sayısı artmaktadır. Almanya' da baş ağrısı şikayeti ile evlerinin çatısında bulunan baz istasyonu nedeniyle geceleri uyuyamadıklarını söyleyen bir kişinin talebi üzerine yetkililerin yaptığı incelemede, baz istasyonunun yeni kurulduğu ve henüz faaliyete başlamadığı ortaya çıkmıştır. Bu ilginç örnek, baz istasyonlarının doğrudan sağlık

sorunlarına yol açmadığını, sosyal hayatı psikolojik olarak ciddi şekilde etkilediğini ortaya koymaktadır.

Özellikle şehir merkezlerinde binalara farklı kule ve direklere baz istasyonları kurularak oluşturulan çirkin görünüm birçok kişiyi rahatsız ettiğinden ve psikolojik rahatsızlık yarattığından, operatörler bu yapıların modernize edilerek yapıya uyumlu ve estetik olarak çevreye uyumlu inşa edilmesini tercih etmektedirler. Baz istasyonlarının saklanmasındaki amaç, bu istasyonları insanlardan gizlemek değil, çevre ile uyumlu hale getirmek ve insanların psikolojik olarak etkilenmesini engellemektir. Baz istasyonlarından olduğu söylenen baş ağrısı, baş dönmesi, halsizlik, yorgunluk gibi şikâyetlerin temelinde Elektromanyetik Dalgalar' ın etkisinden çok psikolojik etkiler veya yanlış ve eksik bilgilendirmelerden doğan "elektro fobi" yatmaktadır [13].

BÖLÜM 4

ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ YÖNTEMİ İLE BAZ İSTASYONLARINDA RİSK DEĞERLENDİRMESİ

Bu çalışmada, geleneksel risk değerlendirme yöntemlerinden farklı olarak çok ölçütlü bir karar verme yöntemi olan bulanık analitik hiyerarşi prosesi kullanılmıştır. Risk skoru belirlenmesindeki zorlukları ortadan kaldırarak, uzman görüşlerindeki farklılıkları azaltıp ortak paydada birleştirilmesi amacıyla analitik hiyerarşi prosesi uygulanmıştır. Analitik hiyerarşi prosesi ile ilgili son 10 yıl baz alındığında telekomünikasyon ve farklı sektörlerde çok sayıda yayına rastlanmaktadır. Her ne kadar Telekomünikasyon sektöründe analitik hiyerarşi prosesi ile uygulama yapılmış olsa da baz istasyonlarının kurulum ve bakım işleriyle ilgili herhangi bir uygulama bulunamamıştır. Bu nedenle yapılan çalışmanın öncü bir nitelik taşıdığı düşünülmektedir.

4.1 Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)

Analitik hiyerarşi prosesi ilk olarak 1968 yılında Myers ve Alpet tarafından tanıtılmış ve 1977 yılında Saaty tarafından karar verme problemlerini çözmek için kullanılabilecek bir yöntem olarak geliştirilmiştir. Analitik hiyerarşi prosesi, karar vermede nicel ve nitel kriterleri değerlendirebilen, grup veya bireysel tercihleri, deneyimleri, sezgileri, bilgileri, yargıları ve fikirleri karar verme sürecine dâhil edebilen ve karmaşık sorunları çözebilen çok kriterli bir karar verme yöntemidir. Karar verici, karar verme sürecine hem nesnel hem de öznel fikirleri dâhil edebilmektedir. Dolayısıyla bu durum, karar alma organına karar alma mekanizmalarını tanıma fırsatı sağlamaktadır [16].

Analitik hiyerarşi prosesin de oluşturulacak hiyerarşi en az üç seviyede teşkil edilmektedir. Hiyerarşinin en üst seviyesinde amaç bulunmaktadır. Bir alt seviyede ana ölçütler, varsa ana ölçütlerin altında alt ölçütler yer almaktadır. En alt basamakta

ise karar seçenekleri bulunmaktadır. İkili karşılaştırmaların tutarlı olabilmesi için ölçütlerin sayısı doğru tespit edilmeli ve her bir ölçüt doğru tanımlanmalıdır. Ölçütler ortak özellikleri dikkate alınarak sınıflandırılmalıdır. Analitik hiyerarşi prosesi, çok sayıda ölçüt ile uygulanabilir. Grup kararlarının alınması için çok iyi bir yöntemdir. Duyarlılık analizi sayesinde sonucun esnekliğini analiz etmek mümkündür. Hiyerarşinin ve ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması sübjektif olduğundan dolayı, deneyimli ve konusunda uzman kişilere ihtiyaç vardır [17, 18].

Analitik hiyerarşi prosesi yönteminin algoritmik adımları aşağıdaki biçimdedir.

Adım 1: Problem tanımlanır.
Karar için gerekli olan ölçütler belirlenerek, ölçüt öncelikleri tespit edilir.

Adım 2: Hiyerarşik yapı oluşturulur.
En üstte ulaşılması gereken temel hedef yer alır. Onun altında ise temel ölçütler ve alt ölçütler bulunur. Hiyerarşinin en altında ise alternatifler yer almaktadır. Hiyerarşinin aşama sayısı, problemin karmaşıklığına ve detay derecesine bağlıdır. Hiyerarşi oluşturulurken, aynı düzlemde yer alan seçeneklerin birbirlerinden tamamen bağımsız olduğu kabul edilir.

Adım 3: İkili karşılaştırmalar matrisi oluşturulur.
1 ile 9 arasında değerler alan bir önem derecesi ölçeği kullanılarak, önce temel ölçütler, varsa alt ölçütler ve son olarak tüm ölçütlerin dikkate alınarak ölçütlere göre karar seçeneklerinin karşılaştırıldığı matrisler oluşturulur. Karşılaştırma matrisleri köşegen elemanları 1 olan bir kare matristir.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} = 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ . & . & . & . \\ . & . & . & . \\ . & . & . & . \\ a_{n1} = 1/a_{1n} & a_{n2} = 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad \textbf{(4.1)}$$

a , *i*. ölçüt ile *j*. ölçütün ikili karşılaştırma değeri olup, *ji a* değeri 1 *ij a* den elde edilir. Bu özelliğe, karşılık olma özelliği denir. *ij a* değeri, "Ölçüt *i* değeri bir başka ölçüt *j* ye göre ne oranda tercih edilmelidir?" sorusunun cevabıdır. Karar seçenekleri her bir ölçüte göre ayrı ayrı karşılaştırılır. Karar matrisleri, aşağıda Saaty tarafından önerilmiş olan 1-9 karşılaştırma ölçeği kullanılarak oluşturulur (Tablo 4.1).

Tablo 4.1 Karşılaştırma ölçeği

Önemi	**Tanım**	**Açıklama**
1	Eşit öneme sahip	Her iki seçenekte eşit değerde öneme sahiptir.
3	Biraz önemli	Bir ölçüt diğerine göre biraz daha önemli sayılmıştır.
5	Fazla önemli	Bir ölçüt diğerine göre çok daha önemli sayılmıştır.
7	Çok fazla önemli	Ölçüt diğer ölçüte göre kesinlikle çok daha önemli sayılmıştır.
9	Son derece önemli	Bir ölçütün diğerine göre son derece önemli olduğu çeşitli bilgilere dayandırılmıştır.
2,4,6,8	Ara değerler	İki faktör arasındaki tercihte yukarıdaki açıklamalardaki derecelerin arasına düşen değerlerdir.

Adım 4: İkili karşılaştırma matrisleri normalize edilir.

Matristeki her eleman kendi sütun toplamına bölünerek, normalize edilir. Normalize edilmiş matrisin her bir sütun toplamı 1 olur.

$$a_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^{n} a_{ij}} \text{ , } i, j = 1, 2, \ldots, n \qquad \textbf{(4.2)}$$

eşitliği kullanılır.

Adım 5: Öncelik vektörü hesaplanır.

Normalize edilmiş matrisin her bir satır toplamı, matrisin boyutuna bölünerek ortalaması alınır. Bulunan bu değerler her bir ölçüt için hesaplanan önem ağırlıklarıdır. Bu ağırlıklar, öncelik vektörünü oluşturur.

$$w_i = {}^{1}\!/_{n} \sum_{i=1}^{n} a_{ij} \text{ , } i, j = 1, 2, \ldots, n \qquad \textbf{(4.3)}$$

eşitliği kullanılır. Böylece, ölçütlerin birbirlerine göre önem değerlerini gösteren yüzde önem dağılımları elde edilir.

Öncelikler vektörünün oluşturulması aşamasında dört farklı yol izlenebilir. Bunlar, En Genel Yöntem, Daha İyi Bir Yöntem, İyi Bir Yöntem, En İyi Yöntem başlıkları ile tanımlanabilir. Karşılaştırma matrisleri tutarlı olduğunda bu yöntemlerin dördü de aynı sonucu verecektir.

Adım 6: Tutarlılık oranı hesaplanır.

İkili karşılaştırmaların yapılması ve önceliklerinin belirlenmesinin ardından karşılaştırma matrislerinin tutarlılığı hesaplanır. İkili karşılaştırma yargısı sonucu oluşan bir *A* matrisinin tutarlı olup olmadığını belirleyebilmek için birçok yöntemden bir tanesi olan "Tutarlılık İndeksi (Consistency Index-CI)" adı verilen katsayının hesaplanması gerekir. CI katsayısı

$$CI = \frac{\gamma - n}{n-1} \tag{4.4}$$

eşitliği ile hesaplanır. Burada,

$$\gamma = {}^{1}\!/_{n} \sum_{i=1}^{n} \frac{\sum_{i=1}^{n} a_{ij} w_j}{w_i} \tag{4.5}$$

dır.

$$A \times W = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21}=1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ . & . & . & . \\ . & . & . & . \\ . & . & . & . \\ a_{n1}=1/a_{1n} & a_{n2}=1/a_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ . \\ . \\ . \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ . \\ . \\ . \\ x_n \end{bmatrix} \tag{4.6}$$

$$d_i = \frac{x_i}{w_i}, \; i = 1, 2, \dots, n \tag{4.7}$$

$$\gamma = \frac{\sum_{i=1}^{n} d_i}{n} \tag{4.8}$$

Tutarlılığı değerlendirebilmek için "Rassal Indeks (Random Index-RI)" değerinin bilinmesi gerekir. *n* boyutlu karşılaştırma matrisleri için tanımlanan RI değerleri Tablo 4.2' de verilmiştir.

Tablo 4.2 Karşılaştırma matrislerinin boyutlarına göre RI değerleri

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,53	1,56	1,57	1,59

CI ve *RI* değerleri belirlendikten sonra "Tutarlılık Oranı (Consistency Ratio-*CR*)" hesaplanır.

$$CR = \frac{CI}{RI} \tag{4.9}$$

Eşitlik (4.9) ile tanımlı *CR*' nin 0.10' dan küçük çıkması durumunda karşılaştırma matrisinin tutarlı olduğuna karar verilir.

Adım 7: Ölçütler için ikili karşılaştırma matrisi oluşturularak, karar seçeneklerinin öncelik vektörü hesaplanır. Bu öncelik vektörü, ölçütler için ağırlık vektörü olarak da tanımlanabilir.

Adım 8: Karar seçenekleri sıralanır.

Ölçütler için elde edilen öncelik vektörleri birleştirilerek, tüm öncelikler matrisi elde edilir. Tüm öncelikler matrisi ile karar seçeneklerinin öncelik vektörü çarpılıp toplanarak sonuç vektörü elde edilir. Bu vektörde en yüksek ağırlığa sahip olan karar seçeneği problemin çözümü için tercih edilmesi gereken karar seçeneği olarak belirlenir [19].

Analitik hiyerarşi prosesi ile ilgili son 10 yıl baz alındığında çok sayıda yayına rastlanmaktadır. Yapılan literatür taramasında Tablo 4.3' te Telekomünikasyon ve bazı sektörlerde örnek uygulamalar yer almaktadır. Her ne kadar Telekomünikasyon sektöründe analitik hiyerarşi prosesi ile uygulama yapılmış olsa da baz istasyonlarının kurulum ve bakım işleriyle ilgili herhangi bir uygulama bulunamamıştır. Bu nedenle yapılan çalışmanın öncü bir nitelik taşıdığı düşünülmektedir.

Tablo 4.3 AHP literatür taraması

Makale Adı	Makale Yazarı	Yıl	Sektör
Telekomünikasyon Sektöründe Bütünleşik Analitik Hiyerarşi Süreci-Dengeli Puan Kartı Modeli ile Tedarikçi Performans Değerlemesi [20].	Pınar Kaya Samut, Hasan Adıgüzel	21	Telekom
Performance Assessment of a Turn Around Ranging in Communication Satellite Orbit Determination [21].	İbrahim Öz, Ümit Cezmi Yılmaz, Ümit Güler	21	Telekom
AHP-TOPSIS Yöntemi İle Tedarikçi Seçimi (Bir Telekomünikasyon Şirketi Örneği) [22].	Ziya Günay, Ömer Faruk Ünal	16	Telekom
360 Derece Performans Değerleme Yetkinliklerinin Yönetici ve Çalışan Açısından Karşılaştırılması: Telekomünikasyon Sektöründe Çok Kriterli Karar Verme Uygulaması [23].	Ziya Günay	18	Telekom
Hava Savunma Sektörü Tezgah Yatırım Projelerinin Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi İle Değerlendirilmesi [24].	Sezgin Kaplan, Feyzan Arikan	12	Savunma Sanayi
Tedarikçi Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi Ve Hedef Programlama Yöntemlerinin Kombinasyonu: Otel İşletmelerinde Bir Uygulama [25].	Meltem Karaatlı, Gonca Davras	14	Turizm
Kimya Eğitiminde Öğretim Yöntemlerinin Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ile Belirlenmesi [26].	Mehmet Yüksel	13	Eğitim
Hazır Giyim Sektöründe Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemine Dayalı Tedarikçi Seçimi [27].	Hasan Kürşat Güleş, Vural Çağlıyan, Tuğba Şener	14	Hazır Giyim
Bankacılık Sektöründe Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Bulanık TOPSIS Yöntemleri ile Finansal Performans Değerlendirmesi [28].	Bahadır Gülsün, Kevser Neslihan Erdoğmuş	21	Bankacılık
Sağlık Sektöründe Tedarikçi Seçim Kararının AHP Yöntemi İle İncelenmesi: Bir Üniversite Hastanesi Örneği [29].	Nuri Özgür Doğan, Hazal Akbal	19	Sağlık
Otomotiv Tedarik Zincirinde Risk Değerlendirmesi için Bulanık AHP ve TOPSIS ile Bütünleşik Bir Yaklaşım [30].	Ahmet Çalık	18	Otomotiv

4.2 AHP Yöntemiyle Baz İstasyonlarının Bakım ve Kurulum İşlerinde Risk Değerlendirmesi Uygulaması

Çalışmanın bu bölümünde analitik hiyerarşi prosesi yöntemiyle baz istasyonlarında kurulum ve bakım işlerindeki riskler değerlendirilmiştir. Analitik hiyerarşi prosesi yönteminde ilk olarak modelin amaç, kriterler ve alternatifleri içeren uygun hiyerarşisinin oluşturulması gerekmektedir. Bu noktada amaç baz istasyonlarındaki risklerin derecelendirilmesidir ve Şekil 4.1' de görüldüğü gibi hiyerarşinin en üstünde yer almaktadır. Modelde kullanılan risk faktörleri ve karşılaştırma ölçütleri baz istasyonu kurulum işinde halen fiili olarak iş güvenliği uzmanı olarak çalışıyor olmam nedeniyle benim ve yine baz istasyonları kurulum ve bakım işlerinde çalışan deneyimli 4 uzman personel tarafından yapılan çalıştay sonucu ortak kararlar ile belirlenmiştir. Modeldeki risk faktörleri birbirlerinden bağımsız olarak kabul edilerek analitik hiyerarşi prosesi algoritmik işlemleri uygulanmıştır. Risk faktörleri 6 ana risk grubunda toplanmıştır ve bunlar hiyerarşinin ikinci seviyesinde yer almaktadır. Hiyerarşinin üçüncü seviyesi 24 adet alt risk faktöründen oluşmaktadır. Modelde kullanılan risk faktörlerinin açıklamaları Tablo 4.5' de yer almaktadır [31, 32].

Proseste baz istasyonlarında kurulum ve bakım işleri için risk analizi yapılırken, yapılan işin ne kadar riskli olduğunu ortaya koymak ve risk faktörlerinin önem derecelerini belirlemek için bir metodoloji sunulmaktadır. Proseste risk seviyeleri yüksek risk, orta risk ve düşük risk olmak üzere üçe ayrılmaktadır ve hiyerarşinin en altında yer almaktadırlar [33, 34].

Bu uygulama Türkiye geneli baz istasyonu kurulum ve bakım işi yapan bir telekomünikasyon firmasını baz alarak gerçekleştirilmiştir. Projede yapılan işlerin risk seviyeleri belirlenerek (yüksek, orta, düşük) risk faktörleri önem derecesine göre hangi riskler ile ilgili öncelikli önlem alınması gerekliliği belirlenmiştir.

4.3 Baz İstasyonlarında Karşılaşılan Riskler

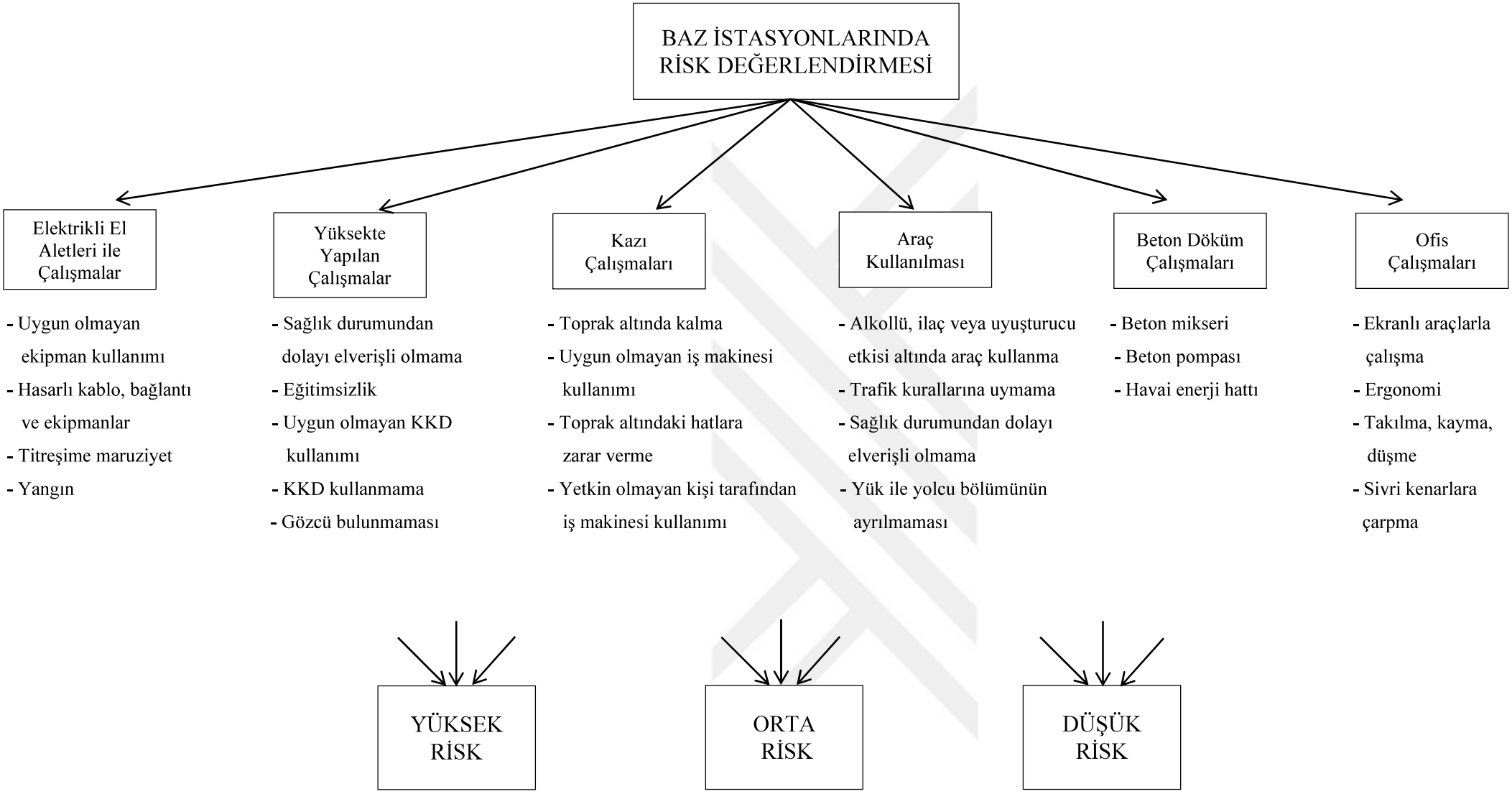
Telekomünikasyon sektöründe, baz istasyonu kurulum ve bakım süreçlerinde karşılaşılabilecek riskler aşağıda belirlenmiştir. Tablo 4.4' te ana ve alt faktörler sıralanmıştır.

Ana risk konularını kısaca tanımlamak gerekirse:

- Elektrikli El Aletleri İle Çalışmalar: Montaj ve bakım çalışmalarında kullanılan matkap, vibratör, taş motoru vs. gibi ekipmanlar ile yapılan çalışmaları kapsamaktadır.
- Yüksekte Yapılan Çalışmalar: Baz istasyonu kurulumu ve bakım işlerinde yapılan, düşme sonucu yaralanma veya ölüme sebebiyet veren, kullanılan iş makinesi ve ekipmanları ile yapılan çalışmaları kapsamaktadır.
- Araç Kullanılması: Baz istasyonu kurulumu, saha keşif çalışması veya ofise ulaşım için araç kullanımını kapsamaktadır.
- Kazı Çalışmaları: Baz istasyonu kurulumunda temel kazısı için yapılan çalışmayı kapsamaktadır.
- Beton Döküm Çalışmaları: Baz istasyonu kurulumu için kazılan temel çukuruna beton döküm çalışmasını kapsamaktadır.
- Ofis Çalışmaları: Kurulum öncesi planlama, bazı raporlama ve izin işlemlerini kapsamaktadır.

Tablo 4.4 Risk faktörleri

Elektrikli El Aletleri ile Çalışmalar
Uygun olmayan ekipman kullanımı
Hasarlı kablo, bağlantı ve ekipmanlar
Titreşime maruziyet
Yangın
Yüksekte Yapılan Çalışmalar
Sağlık durumundan elverişli olmama
Eğitimsizlik
Uygun olmayan kişisel koruyucu donanım (KKD) kullanımı
Gözcü bulunmaması
KKD kullanmama
Kazı Çalışmaları
Toprak altında kalma
Uygun olmayan iş makinesi kullanımı
Toprak altındaki hatlara zarar verme
Yetkin olmayan kişi tarafından iş makinesi kullanımı
Araç Kullanılması
Alkollü, ilaç veya uyuşturucu etkisi altında araç kullanma
Trafik kurallarına uymama
Sağlık durumundan elverişli olmama
Yük ile yolcu bölümünün ayrılmaması
Beton Döküm Çalışmaları
Beton mikseri
Beton pompası
Havai enerji hat
Ofis Çalışmaları
Ekranlı araçlarla çalışma
Ergonomi
Takılma, kayma, düşme
Sivri kenarlara çarpma



Şekil 4.1 AHP risk değerlendirmesi modelinin hiyerarşisi

Tablo 4.5 Baz istasyonlarında risk faktörleri ve açıklamaları

Ana Risk Grubu	**Alt Risk Faktörleri**	**Açıklama**
Elektrikli El Aletleri ile Çalışmalar (EAÇ)	Uygun olmayan ekipman kullanımı (UOE)	Bakım ve onarımı yapılmamış, koruyucu muhafazası olmayan, uygun şekilde depolanmamış el aleti kullanımı
	Hasarlı kablo, bağlantı ve ekipmanlar (HKE)	Kabloları, kablo-fiş bağlantısı hasar görmüş elektrikli aletlerin kullanımı
	Titreşime maruziyet (TM)	Beton döküm işinde vibratör kullanımında titreşime maruz kalma
	Yangın (YA)	Ortamda yanıcı maddeler bulunurken elektrikli aletlerin kullanımı
Yüksekte Yapılan Çalışmalar (YÇ)	Sağlık durumundan dolayı elverişli olmama (SDO)	Sağlık açısından elverişli olmayan kişilerin yüksekte çalışma yapması
	Eğitimsizlik (EĞ)	Yüksekte çalışma eğitimi olmayan çalışanların yüksekte çalışma yapması
	Uygun olmayan KKD kullanımı (UOK)	Yıpranmış, standartları olmayan KKD kullanımı
	KKD kullanmama (KK)	Yüksekte yapılan çalışmalarda düşme önleyici KKD kullanılmaması
	Gözcü bulunmaması (GB)	Her türlü yapılan yüksekte çalışmalarda konusunda uzman bir gözcü çalışmada bulundurulmaması
Kazı Çalışmaları (KÇ)	Toprak altında kalma (TAK)	Zemin etüdü yapılmadan, heyelan bölgelerinde yapılan kazı çalışmaları
	Uygun olmayan iş makinesi kullanımı (UOİ)	Yıllık teknik periyodik kontrol raporu olmayan iş makineleri ile çalışma
	Toprak altındaki hatlara zarar verme (TAH)	Gaz, elektrik, su, telefon vb. yer altından geçen hatlara kazı çalışması sırasında zarar verme
	Yetkin olmayan kişi tarafından iş makinesi kullanımı (YKİ)	Operatör/G sınıfı sürücü belgesine sahip olmayan kullanıcıların iş makinesini kullanması
Araç Kullanılması (AK)	Alkollü, ilaç veya uyuşturucu etkisi altında araç kullanma (AAK)	Alkollü, ilaç veya uyuşturucu madde etkisi altında araç kullanma
	Trafik kurallarına uymama (TKU)	Hız limitleri ve güvenli sürüş eğitiminde verilen bilgilerin uygulanmaması
	Sağlık durumundan dolayı elverişli olmama (ASO)	Araç kullanacakların araç kullanmaya sağlık açısından elverişli olduğuna dair sağlık raporu olmadan araç kullanması
	Yük ile yolcu bölümünün ayrılmaması (YYA)	Trafik kazasında yük ile yolcu bölümü ayrılmadığı takdirde yükün yolculara zarar vermesi
Beton Döküm Çalışmaları (BÇ)	Beton mikseri (BM)	Beton mikserinin çalışana çarpması/ezmesi, mikserle beton pompası arasına sıkışma
	Beton pompası (BP)	Beton pompasının fil hortumunun çalışana çarpması, fil hortumunun çalışanın üzerine düşmesi
	Havai enerji hattı (HEH)	Beton pompasının fil hortumunun havai enerji hattına çarpması
Ofis Çalışmaları (OFÇ)	Ekranlı araçlarla çalışma (EA)	Ekranlı araçlarla çalışmada uzun süre ekrana bakılması, yeterli aydınlatma olmaması
	Ergonomi (ERG)	Koltukların ergonomik açıdan uygun olmaması, dizüstü bilgisayar kullanıcılarının ekran yükselticisi olmaması
	Takılma, kayma, düşme (TKD)	Ofis zemininde kaydırmaz paspas kullanılmaması, takılmaya sebep verecek şekilde depolama yapılması
	Sivri kenarlara çarpma (SKÇ)	Masa, dolap gibi malzemeler arasında yeterli geçiş mesafesi bırakılmaması

Öncelikle ana risk grupları arasında ikili karşılaştırma matrisi uzman görüşleri dikkatte alınarak Tablo 4.1 deki karşılaştırma ölçütlerine ve (4.1) numaralı denkleme göre oluşturulmuştur (Tablo 4.6).

Tablo 4.6 Ana risk gruplarının karşılaştırma matrisi

	EAÇ	YÇ	KÇ	AK	BÇ	OFÇ
EAÇ	1	1/5	1/2	1/3	5	7
YÇ	5	1	5	4	7	9
KÇ	2	1/5	1	1/3	2	5
AK	3	1/4	3	1	5	7
BÇ	1/5	1/7	1/2	1/5	1	3
OFÇ	1/7	1/9	1/5	1/7	1/3	1

Tablo 4.6’ da oluşturulan ikili karşılaştırma matrisi (4.2) numaralı denkleme göre matristeki her eleman kendi sütun toplamına bölünerek, normalize edilmiştir (Tablo 4.7).

Tablo 4.7 Ana risk gruplarının normalize matrisi

	EAÇ	YÇ	KÇ	AK	BÇ	OFÇ
EAÇ	0,08818342	0,10526316	0,04901961	0,055	0,24594196	0,21875
YÇ	0,44091711	0,52631579	0,49019608	0,66666667	0,34431874	0,28125
KÇ	0,17636684	0,10526316	0,09803922	0,055	0,09837678	0,15625
AK	0,26455026	0,13157895	0,29411765	0,16666667	0,24594196	0,21875
BÇ	0,01763668	0,07368421	0,04901961	0,03333333	0,04918839	0,09375
OFÇ	0,01234568	0,05789474	0,01960784	0,02333333	0,01623217	0,03125

Tablo 4.7’ de normalize edilmiş matrisin (4.3) numaralı denkleme göre her bir satır toplamı, ana risk grubu sayısına bölünerek öncelik vektörü hesaplanmıştır (Tablo 4.8).

Tablo 4.8 Ana risk gruplarının öncelik vektörü

	Risk Ağırlıkları (w_{ANA})
EAÇ	0,127026357
YÇ	0,458277397
KÇ	0,114882667
AK	0,220267581
BÇ	0,052768705
OFÇ	0,026777294

Öncelik vektörü ile ana risk gruplarının risk ağırlıkları hesaplanmıştır. Ancak risk ağırlıklarının güvenilir olup olmadığını kontrol etmek için tutarlılık oranı hesaplanmalıdır. Bunun için öncelikle γ (lamda) değerini bulmamız gereklidir. (4.6) numaralı denkleme göre ikili karşılaştırma matrisindeki her bir sütun kendi risk ağırlığına çarpılmıştır (Tablo 4.9).

Tablo 4.9 İkili karşılaştırma matrisi x risk ağırlığı

	EAÇ	YÇ	KÇ	AK	BÇ	OFÇ
EAÇ	0,12702636	0,09165548	0,05744133	0,072688	0,26384352	0,18744106
YÇ	0,63513179	0,4582774	0,57441333	0,881070	0,36938093	0,24099564
KÇ	0,2540527	0,09165548	0,11488267	0,072688	0,10553741	0,13388647
AK	0,38107907	0,11456935	0,344648	0,220267	0,26384352	0,18744106
BÇ	0,02540527	0,06415884	0,05744133	0,044053	0,0527687	0,08033188
OFÇ	0,01778369	0,05041051	0,02297653	0,030837	0,01741367	0,02677729

Daha sonra (4.7) numaralı denkleme göre her satırın toplamı alınarak risk ağırlığına bölünmüştür (Tablo 4.10).

Tablo 4.10 Toplam / risk ağırlığı

	Toplam (T)	Risk Ağırlığı (RA)	T/RA
EAÇ	0,80009605	0,127026357	6,298661677
YÇ	3,15926941	0,458277397	6,893792786
KÇ	0,77270304	0,114882667	6,72601936
AK	1,51184858	0,220267581	6,863690864
BÇ	0,32415954	0,052768705	6,143026333
OFÇ	0,16619916	0,026777294	6,206720029

Lamda değerinin bulmak için son olarak (4.8) numaralı denkleme göre toplam (T) / risk ağırlığı (RA) sayılarının toplamının ortalaması alınarak lamda değeri bulunmuştur (Tablo 4.11).

Tablo 4.11 Lamda hesaplama

	T/RA	Ortalama (T/RA)/6	γ
EAÇ	6,298661677	6,521985175	6,521985175
YÇ	6,893792786		
KÇ	6,72601936		
AK	6,863690864		
BÇ	6,143026333		
OFÇ	6,206720029		

Lamda değeri bulunduğuna göre artık tutarlılığı değerlendirebilmek için (4.4) numaralı denklem baz alınarak CI (Tutarlılık İndeksi) bulunmuştur.

$$CI = \frac{\gamma\text{-}n}{n\text{-}1} = \frac{6.521985175 - 6}{6-1} = 0{,}104397035$$

CR (Tutarlılık Oranı) bulmak için (4.9) numaralı denklem kullanılacaktır. Bunun için RI (Rassal İndeks) değeri Tablo 4.2 de kriter sayısına göre bulunacaktır.

RI = 1,24

CI ve RI değerleri bulunduğu için son işlem olarak CR değerini bulabiliriz:

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.104397035}{1.24} = 0{,}0841$$

Bulunan CR değeri 0,10' dan küçük çıktığı için karşılaştırma matrisinin tutarlı olduğu söylenebilmektedir. Yani risklerin derecelendirilmesinde yukarıda bulduğumuz RA (Risk Ağırlıkları) değerlerini içeren vektör aşağıda yer almaktadır. Gösterim açısından 2 basamaklı ağırlıklar yuvarlama işlemi yapılarak verilmiştir.

w_{ANA} = (0,13 0,46 0,11 0,22 0,05 0,03)

Daha sonra ana risk grupları altında yer alan alt risk faktörleri ana risk gruplarına göre karşılaştırılmıştır. Tablo 4.12' de elektrikli el aletleri ile çalışmalar ana risk grubu için karşılaştırma verileri ve yukarıdakine benzer şekilde elde edilen ağırlık vektörü ve tutarlılık oranı (T.O.) bulunmuştur. Diğer ikili karşılaştırma matrisleri ve her bir matris için elde edilen ağırlık vektörleri ve tutarlılık oranları Tablolar 4.12' den 4.17' ye kadar verilmiştir..

Tablo 4.12 Alt faktörlerin EAÇ' ye göre değerlendirilmesi

	UOE	HKE	TM	YA	$w_{EAÇ}$
UOE	1	1	5	2	**0,37**
HKE	1	1	5	2	**0,37**
TM	1/5	1/5	1	1/3	**0,07**
YA	1/2	1/2	3	1	**0,19**

(T.O. = 0,0015)

Tablo 4.13 Alt faktörlerin YÇ' ye göre değerlendirilmesi

	SDO	EG	UOK	KK	GB	$w_{YÇ}$
SDO	1	5	3	1/2	7	**0,29**
EG	1/5	1	1/3	1/7	3	**0,07**
UOK	1/3	3	1	1/5	5	**0,14**
KK	2	7	5	1	7	**0,47**
GB	1/7	1/3	1/5	1/7	1	**0,04**

(T.O. = 0,0540)

Tablo 4.14 Alt faktörlerin KÇ' ye göre değerlendirilmesi

	TAK	UOİ	TAH	YKİ	$w_{KÇ}$
TAK	1	6	7	5	**0,63**
UOİ	1/6	1	3	1/3	**0,10**
TAH	1/7	1/3	1	1/5	**0,05**
YKİ	1/5	3	5	1	**0,21**

(T.O. = 0,0885)

Tablo 4.15 Alt faktörlerin AK' ye göre değerlendirilmesi

	AAK	TKU	ASO	YYA	w_{AK}
AAK	1	1	5	7	**0,42**
TKU	1	1	5	7	**0,42**
ASO	1/5	1/5	1	5	**0,12**
YYA	1/7	1/7	1/5	1	**0,04**

(T.O. = 0,0782)

Tablo 4.16 Alt faktörlerin BÇ' ye göre değerlendirilmesi

	BM	BP	HEH	$w_{BÇ}$
BM	1	1/5	1/7	**0,07**
BP	5	1	1/3	**0,28**
HEH	7	3	1	**0,65**

(T.O. = 0,0623)

Tablo 4.17 Alt faktörlerin OFÇ' ye göre değerlendirilmesi

	EA	ERG	TKD	SKÇ	$w_{OFÇ}$
EA	1	1/3	3	4	**0,26**
ERG	3	1	5	6	**0,56**
TKD	1/3	1/5	1	2	**0,11**
SKÇ	1/4	1/6	1/2	1	**0,07**

(T.O. = 0,0295)

Son olarak, uzman görüşleri ile her bir alt risk faktörünün risk seviyesi yüksek risk, orta risk ve düşük risk arasında ikili karşılaştırmalar yaparak değerlendirilmiştir (Tablolar 4.18 – 4.41).

Tablo 4.18 Uygun olmayan ekipman kullanımına göre risk seviyesinin değerlendirilmesi

	Yüksek Risk	Orta Risk	Düşük Risk	w_{UOE}
Yüksek Risk	1	1/3	3	**0,26**
Orta Risk	3	1	5	**0,64**
Düşük Risk	1/3	1/5	1	**0,10**

(T.O. = 0,0370)

Tablo 4.19 Hasarlı kablo, bağlantı ve ekipmanlarının kullanımına göre risk seviyesinin değerlendirilmesi

	Yüksek Risk	Orta Risk	Düşük Risk	w_{HKE}
Yüksek Risk	1	1/3	3	**0,26**
Orta Risk	3	1	5	**0,64**
Düşük Risk	1/3	1/5	1	**0,10**

(T.O. = 0,0370)

Tablo 4.20 Titreşime maruziyete göre risk seviyesinin değerlendirilmesi

	Yüksek Risk	Orta Risk	Düşük Risk	w_{TM}
Yüksek Risk	1	1/5	1/7	**0,07**
Orta Risk	5	1	1/3	**0,28**
Düşük Risk	7	3	1	**0,65**

(T.O. = 0,0623)

Tablo 4.21 Yangına göre risk seviyesinin değerlendirilmesi

	Yüksek Risk	Orta Risk	Düşük Risk	w_{YA}
Yüksek Risk	1	1/4	2	**0,21**
Orta Risk	4	1	4	**0,66**
Düşük Risk	1/2	1/4	1	**0,13**

(T.O. = 0,0515)

Tablo 4.22 Yüksekte çalışmada sağlık durumundan dolayı elverişli olmamaya göre risk seviyesinin değerlendirilmesi

	Yüksek Risk	Orta Risk	Düşük Risk	w_{SDO}
Yüksek Risk	1	5	7	**0,73**
Orta Risk	1/5	1	3	**0,19**
Düşük Risk	1/7	1/3	1	**0,08**

(T.O. = 0,0623)

Tablo 4.23 Eğitimsizliğe göre risk seviyesinin değerlendirilmesi

	Yüksek Risk	Orta Risk	Düşük Risk	w_{EG}
Yüksek Risk	1	3	7	**0,66**
Orta Risk	1/3	1	4	**0,26**
Düşük Risk	1/7	1/4	1	**0,08**

(T.O. = 0,0311)

Tablo 4.24 Uygun olmayan KKD kullanımına göre risk seviyesinin değerlendirilmesi

	Yüksek Risk	Orta Risk	Düşük Risk	w_{UOK}
Yüksek Risk	1	6	8	**0,76**
Orta Risk	1/6	1	3	**0,17**
Düşük Risk	1/8	1/3	1	**0,07**

(T.O. = 0,0706)

Tablo 4.25 KKD kullanmamaya göre risk seviyesinin değerlendirilmesi

	Yüksek Risk	Orta Risk	Düşük Risk	w_{KK}
Yüksek Risk	1	7	9	**0,79**
Orta Risk	1/7	1	3	**0,15**
Düşük Risk	1/9	1/3	1	**0,06**

(T.O. = 0,0772)

Tablo 4.26 Gözcü bulunmamasına göre risk seviyesinin değerlendirilmesi

	Yüksek Risk	Orta Risk	Düşük Risk	w_{GB}
Yüksek Risk	1	1/5	1/7	**0,08**
Orta Risk	5	1	1	**0,43**
Düşük Risk	7	1	1	**0,49**

(T.O. = 0,0121)

Tablo 4.27 Toprak altında kalmaya göre risk seviyesinin değerlendirilmesi

	Yüksek Risk	Orta Risk	Düşük Risk	w_{TAK}
Yüksek Risk	1	5	9	**0,74**
Orta Risk	1/5	1	4	**0,19**
Düşük Risk	1/9	1/4	1	**0,06**

(T.O. = 0,0685)

Tablo 4.28 Uygun olmayan iş makinesi kullanımına göre risk seviyesinin değerlendirilmesi

	Yüksek Risk	Orta Risk	Düşük Risk	$w_{UOİ}$
Yüksek Risk	1	1/3	5	**0,28**
Orta Risk	3	1	7	**0,65**
Düşük Risk	1/5	1/7	1	**0,07**

(T.O. = 0,0623)

Tablo 4.29 Toprak altındaki hatlara zarar vermeye göre risk seviyesinin değerlendirilmesi

	Yüksek Risk	Orta Risk	Düşük Risk	w_{TAH}
Yüksek Risk	1	1/5	1/3	**0,10**
Orta Risk	5	1	3	**0,64**
Düşük Risk	3	1/3	1	**0,26**

(T.O. = 0,0370)

Tablo 4.30 Yetkin olmayan kişi tarafından iş makinesi kullanımına göre risk seviyesinin değerlendirilmesi

	Yüksek Risk	Orta Risk	Düşük Risk	$w_{YKİ}$
Yüksek Risk	1	1/2	6	**0,35**
Orta Risk	2	1	7	**0,58**
Düşük Risk	1/6	1/7	1	**0,07**

(T.O. = 0,0311)

Tablo 4.31 Alkollü, ilaç veya uyuşturucu etkisi altında araç kullanmaya göre risk seviyesinin değerlendirilmesi

	Yüksek Risk	Orta Risk	Düşük Risk	w_{AAK}
Yüksek Risk	1	7	9	**0,79**
Orta Risk	1/7	1	3	**0,15**
Düşük Risk	1/9	1/3	1	**0,06**

(T.O. = 0,0772)

Tablo 4.32 Trafik kurallarına uymamaya göre risk seviyesinin değerlendirilmesi

	Yüksek Risk	Orta Risk	Düşük Risk	w_{TKU}
Yüksek Risk	1	7	9	**0,79**
Orta Risk	1/7	1	3	**0,15**
Düşük Risk	1/9	1/3	1	**0,06**

(T.O. = 0,0772)

Tablo 4.33 Araç sürmeye sağlık durumundan dolayı elverişli olmamaya göre risk seviyesinin değerlendirilmesi

	Yüksek Risk	Orta Risk	Düşük Risk	w_{ASO}
Yüksek Risk	1	2	5	**0,57**
Orta Risk	1/2	1	4	**0,33**
Düşük Risk	1/5	1/4	1	**0,10**

(T.O. = 0,0236)

Tablo 4.34 Yük ile yolcu bölümünün ayrılmamasına göre risk seviyesinin değerlendirilmesi

	Yüksek Risk	Orta Risk	Düşük Risk	w_{YYA}
Yüksek Risk	1	1/5	1/3	**0,10**
Orta Risk	5	1	3	**0,64**
Düşük Risk	3	1/3	1	**0,26**

(T.O. = 0,0370)

Tablo 4.35 Beton mikserine göre risk seviyesinin değerlendirilmesi

	Yüksek Risk	Orta Risk	Düşük Risk	w_{BM}
Yüksek Risk	1	1/5	1/3	**0,10**
Orta Risk	5	1	3	**0,64**
Düşük Risk	3	1/3	1	**0,26**

(T.O. = 0,0370)

Tablo 4.36 Beton pompasına göre risk seviyesinin değerlendirilmesi

	Yüksek Risk	Orta Risk	Düşük Risk	w_{BP}
Yüksek Risk	1	1/7	1/3	**0,08**
Orta Risk	7	1	5	**0,73**
Düşük Risk	3	1/5	1	**0,19**

(T.O. = 0,0623)

Tablo 4.37 Havai enerji hattına göre risk seviyesinin değerlendirilmesi

	Yüksek Risk	Orta Risk	Düşük Risk	w_{HEH}
Yüksek Risk	1	4	8	**0,72**
Orta Risk	1/4	1	3	**0,20**
Düşük Risk	1/8	1/3	1	**0,08**

(T.O. = 0,0175)

Tablo 4.38 Ekranlı araçlarla çalışmaya göre risk seviyesinin değerlendirilmesi

	Yüksek Risk	Orta Risk	Düşük Risk	w_{EA}
Yüksek Risk	1	1/3	5	**0,28**
Orta Risk	3	1	7	**0,65**
Düşük Risk	1/5	1/7	1	**0,07**

(T.O. = 0,0623)

Tablo 4.39 Ergonomiye göre risk seviyesinin değerlendirilmesi

	Yüksek Risk	Orta Risk	Düşük Risk	w_{ERG}
Yüksek Risk	1	4	7	**0,70**
Orta Risk	1/4	1	3	**0,22**
Düşük Risk	1/7	1/3	1	**0,08**

(T.O. = 0,0311)

Tablo 4.40 Takılma, kayma ve düşmeye göre risk seviyesinin değerlendirilmesi

	Yüksek Risk	Orta Risk	Düşük Risk	w_{TKD}
Yüksek Risk	1	1/5	1/3	**0,10**
Orta Risk	5	1	3	**0,64**
Düşük Risk	3	1/3	1	**0,26**

(T.O. = 0,0370)

Tablo 4.41 Sivri kenarlara çarpmaya göre risk seviyesinin değerlendirilmesi

	Yüksek Risk	Orta Risk	Düşük Risk	$w_{SKÇ}$
Yüksek Risk	1	1/4	1/2	**0,14**
Orta Risk	4	1	3	**0,62**
Düşük Risk	2	1/3	1	**0,24**

(T.O. = 0,0175)

İkili karşılaştırmalar sonucu elde edilen ana risk faktörlerinin ve alt risk faktörlerinin ağırlıklarının birleştirilmiş hali ve her bir ana risk faktör ağırlığı kendi alt faktöründeki risklerin ağırlığının çarpımı ile alt faktörlerin (lokal ağırlık) global ağırlıklarının hesaplanması Tablo 4.42’ de yapılmıştır.

Tablo 4.42 Global ağırlıkların hesaplanması

Ana faktör	Alt faktörler (Lokal ağırlık)	Global ağırlık
1.EAÇ (0,13)	1.1 UOE (0,37)	0,05
	1.2 HKE (0,37)	0,05
	1.3 TM (0,07)	0,01
	1.4 YA (0,19)	0,02
2.YÇ (0,46)	2.1 SDO (0,29)	0,13
	2.2 EG (0,07)	0,03
	2.3 UOK (0,14)	0,06
	2.4 KK (0,47)	0,22
	2.5 GB (0,04)	0,02
3.KÇ (0,11)	3.1 TAK (0,63)	0,07
	3.2 UOİ (0,10)	0,01
	3.3 TAH (0,05)	0,01
	3.4 YKİ (0,21)	0,02
4.AK (0,22)	4.1 AAK (0,42)	0,09
	4.2 TKU (0,42)	0,09
	4.3 ASO (0,12)	0,03
	4.4 YYA (0,04)	0,01
5.BÇ (0,05)	5.1 BM (0,07)	0,01
	5.2 BP (0,28)	0,01
	5.3 HEH (0,65)	0,03
6.OFÇ (0,03)	6.1 EA (0,26)	0,01
	6.2 ERG (0,56)	0,02
	6.3 TKD (0,11)	0,01
	6.4 SKÇ (0,07)	0,01

Alt risk faktörlerinin karar seçenekleri (yüksek risk, orta risk, düşük risk) ile ikili karşılaştırmalar sonucu elde edilen ağırlıkların kendi faktörünün lokal ağırlığı ile çarpımı Tablo 4.43' te "Risk Seviyeleri" bölümünde verilmiştir. Risk seviyelerinin geometrik ortalamalarından elde edilen verilerin toplamının 1' e oranlanmasıyla bulunan sonuçlar Tablo 4.43' te "Normalize global ağırlıklar" kısmında yer almıştır.

Tablo 4.43 Global öncelik ağırlıklarının birleştirilmesi

EAÇ ana grubunun alt faktörleri					
	UOE	HKE	TM	YA	**Normalize global ağırlıklar**
Global ağırlık	0,05	0,05	0,01	0,02	
Risk Seviyeleri					
Yüksek Risk	0,10	0,10	0,01	0,04	**0,25**
Orta Risk	0,24	0,24	0,02	0,13	**0,55**
Düşük Risk	0,04	0,04	0,05	0,02	**0,20**

YÇ ana grubunun alt faktörleri						
	SDO	EG	UOK	KK	GB	**Normalize global ağırlıklar**
Global ağırlık	0,13	0,03	0,06	0,22	0,02	
Risk Seviyeleri						
Yük. Risk	0,21	0,05	0,11	0,37	0,01	**0,62**
Orta Risk	0,06	0,02	0,02	0,07	0,02	**0,23**
Düş. Risk	0,02	0,01	0,01	0,03	0,02	**0,15**

Tablo 4.43(devam): Global öncelik ağırlıklarının birleştirilmesi

KÇ ana grubunun alt faktörleri					
	TAK	UOİ	TAH	YKİ	**Normalize global ağırlıklar**
Global ağırlık	0,07	0,01	0,01	0,02	
Risk Seviyeleri					
Yüksek Risk	0,47	0,03	0,01	0,07	**0,40**
Orta Risk	0,12	0,06	0,03	0,12	**0,46**
Düşük Risk	0,04	0,01	0,01	0,02	**0,14**

AK ana grubunun alt faktörleri					
	AAK	TKU	ASO	YYA	**Normalize global ağırlıklar**
Global ağırlık	0,09	0,09	0,03	0,01	
Risk Seviyeleri					
Yüksek Risk	0,33	0,33	0,07	0,01	**0,56**
Orta Risk	0,06	0,06	0,04	0,03	**0,31**
Düşük Risk	0,03	0,03	0,01	0,01	**0,13**

BÇ ana grubunun alt faktörleri				
	BM	BP	HEH	**Normalize global ağırlıklar**
Global ağırlık	0,01	0,01	0,03	
Risk Seviyeleri				
Yüksek Risk	0,01	0,02	0,47	**0,25**
Orta Risk	0,05	0,20	0,13	**0,55**
Düşük Risk	0,02	0,05	0,05	**0,20**

Tablo 4.43(devam): Global öncelik ağırlıklarının birleştirilmesi

OFÇ ana grubunun alt faktörleri					
	EA	ERG	TKD	SKÇ	**Normalize global ağırlıklar**
Global ağırlık	0,01	0,02	0,01	0,01	
Risk Seviyeleri					
Yüksek Risk	0,07	0,39	0,01	0,01	**0,23**
Orta Risk	0,17	0,12	0,07	0,04	**0,59**
Düşük Risk	0,02	0,04	0,03	0,02	**0,18**

Türkiye geneli baz istasyonu kurulumu ve bakım işini yapan firmanın risk analizi sonuçlarına göre, ana risk grubundaki faaliyetleri kıyasladığımızda en riskli iş olarak 0,62 normalize global ağırlık ile "Yüksekte Yapılan Çalışmalar" yer alırken bu işi 0,56 ile "Araç Kullanımı" takip etmiştir. Diğer işler ise orta riskli olarak birbirlerine yakın riskte olduğu gözlemlenmiştir.

Öncelikli alt faktörlerin risk ağırlıklarına göre sınıflandırılması; yüksek riskli işler için Tablo 4.44' te, orta riskli işler için Tablo 4.45' te ve düşük riskli işler için ise Tablo 4.46' da yer almaktadır.

Tablo 4.44 Yüksek riskli işlerin sınıflandırılması

Alt Risk Faktörü	Risk Seviyesinin Ağırlığı
Kazı çalışmalarında toprak altında kalma (TAK)	0,47
Yüksekte yapılan işlerde KKD kulanmama (KK)	0,37
Alkollü, ilaç veya uyuşturucu etkisi altında araç kullanma (AAK)	0,33
Araç kullanırken trafik kurallarına uymama (TKU)	0,33
Yüksekte yapılan işlerde uygun olmayan KKD kullanma (UOK)	0,11

Tablo 4.45 Orta riskli işlerin sınıflandırılması

Alt Risk Faktörü	Risk Seviyesinin Ağırlığı
Elektrikli el aletleri ile çalışmalarda uygun olmayan alet ile çalışma (UOE)	0,24
Beton döküm çalışmalarında beton pompası ile çalışma (BP)	0,20
Ofiste ekranlı araçlarla çalışma (EA)	0,17
Elektrikli el aletleri ile çalışmalarda yangın riski (YA)	0,13
Ofis çalışmalarında takılma, kayma, düşme (TKD)	0,07
Kazı çalışmalarında uygun olmayan iş makinesi ile kazı yapma (UOİ)	0,06

Tablo 4.46 Düşük riskli işlerin sınıflandırılması

Alt Risk Faktörü	Risk Seviyesinin Ağırlığı
Elektrikli el aletleri ile çalışmalarda titreşime maruziyet (TM)	0,05
Yüksekte yapılan çalışmalarda gözcü bulunmaması (GB)	0,02

BÖLÜM 5

SONUÇLAR

İş sağlığı ve güvenliği sisteminin geliştirilmesinde çalışanlara güvenlik kültürünün kazandırılması ve bu minval de işe uygun risk değerlendirme süreçlerinin yürütülmesi önem arz etmektedir.

Bu çalışmada, geleneksel risk değerlendirme yöntemlerinden farklı olarak çok ölçütlü bir karar verme yöntemi olan bulanık analitik hiyerarşi prosesi kullanılmıştır. Risk skoru belirlenmesindeki zorlukları ortadan kaldırarak, uzman görüşlerindeki farklılıkları azaltıp ortak paydada birleştirilmesi amacıyla analitik hiyerarşi prosesi uygulanmıştır.

Türkiye geneli baz istasyonu kurulum ve bakım işi yapan bir telekomünikasyon firmasında uygulama gerçekleştirilmiştir. Analitik hiyerarşi prosesi ile ilgili son 10 yıl baz alınarak yapılan literatür taramasında Telekomünikasyon sektöründe analitik hiyerarşi prosesi ile uygulama yapılmış olsa da baz istasyonlarının kurulum ve bakım işleriyle ilgili herhangi bir uygulama bulunamamıştır. Bu nedenle yapılan çalışmanın öncü bir nitelik taşıdığı düşünülmektedir.

5 kişilik uzman ekibin yaptığı çalıştay sonucunda ortak kararla ve risk faktörlerinin birbirlerinden bağımsız olduğu kabul edilerek analitik hiyerarşi prosesi risk değerlendirmesi modelinin hiyerarşisi çizilmiş ve algoritmik adımları uygulanmıştır. Öncelikle yapılan faaliyetler 6 ana risk grubuna ayrılarak her bir ana risk grubunun alt risk faktörleri belirlenmiştir. Hiyerarşinin son aşaması olarak risk dereceleri (yüksek, orta, düşük) yazılmıştır. Ana risk grupları ve alt risk faktörleri kendi içinde bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi ile ikili karşılaştırma matrisi oluşturularak risk ağırlıkları bulunmuştur. Ana faktör ağırlığı ile kendi alt risk faktörlerinin çarpımı sonucu global ağırlıklar bulunmuştur. Her bir alt risk faktörünün karar seçenekleri ile (yüksek risk, orta risk, düşük risk) 5 kişilik uzman ekibin yaptığı çalıştayın ortak kararı sonucu ikili karşılaştırmalar oluşturularak elde edilen risk ağırlıkları kendi faktörünün lokal ağırlığı ile çarpımıyla “Risk Seviyeleri” bulunmuştur. Risk

seviyelerinin geometrik ortalamalarından elde edilen verilerin toplamının 1' e oranlanmasıyla "Normalize global ağırlıklar" hesaplanmıştır.

Birleştirilmiş sonuçlara göre, ana faaliyetler dikkate alınarak yapılan risk ağırlıklandırılmasında "Yüksekte Yapılan Çalışmalar" ve "Araç Kullanılması" sırasıyla 0,62 ve 0,56 oranlarıyla *yüksek riskli*, diğer faaliyetler ise *orta riskli* işler olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu veriler ışığında, firmanın iş sağlığı ve güvenliği anlamında önlem alınması, denetim ve takibin sıklaştırılması konusunda öncelik vermesi gereken faaliyetler "Yüksekte Yapılan Çalışmalar" ve "Araç Kullanılması" olacaktır. Tabi ki bu veriler projede çalıştayın içinde yer alan 5 kişilik uzman ekibin subjektif bakış açısıyla değerlendirilmektedir. Karar verici uzman ekibin değişmesi ile sonuçlarda değişebilmektedir. Aynı şekilde uygulamada kullanılan analitik hiyerarşi prosesi yerine farklı çok ölçütlü karar verme yöntemi uygulanarak risk ağırlıkları üzerindeki farklılıkları da incelenebilir. Bu çalışmada risk faktörlerine uygulanan ikili karşılaştırma ölçütü "gerçekleşme olasılığı" ve "şiddet" dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. İlerleyen çalışmalar da "çevre riski", "maddi kayıp", "itibar kaybı", "frekans(sıklık)" vb. faktörlerinde ele alındığı uygulamalar yapılabilir.

KAYNAKLAR

[1] Şen, M. İş sağlığı ve güvenliği kavramı, tarihsel gelişimi ve dayanakları. Melikşah Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, *4*(1), 77-117. 2015

[2] Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı. İş sağlığı ve güvenliği kanunu (Kanun Numarası: 6331). Resmi Gazete. 2012

[3] Akıllı, H., Aydoğdu, Ö. İş sağlığı ve güvenliğinin önemi. 2013, https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/hizmetler/kutuphane/ekonomibultenleri/2013_16/245.pdf. 2013

[4] Kocak, M. İş kazaları. https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/muhammed.kocak/136993/40-IS-KAZALARI.pdf.

[5] Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı Eğitim Araştırma Merkezi. Meslek hastalıkları. Ankara: Özyurt Matbaacılık. 2013

[6] Bütüner, O., Uzun, D. İş kazalarının maliyetleri ve hesaplamaları üzerine bir araştırma. Düzce Üniversitesi Gümüşova Meslek Yüksekokulu. 2018

[7] Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı. Sosyal sigortalar ve genel sağlık sigortası kanunu (Kanun Numarası: 5510). Resmi Gazete. 2006

[8] Özkılıç, Ö. *İş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemleri ve risk değerlendirme metodolojileri*. Türkiye İşveren Sendikası Konfederasyonu. 2005

[9] Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı. İş sağlığı ve güvenliği risk değerlendirmesi yönetmeliği (Resmi Gazete Sayısı: 28512). Resmi Gazete. 2012

[10] Nilgün, B. *A' dan z' ye risk analiz metotları.* 3 Temmuz 2019, https://nedenisguvenligi.com/adan-zye-risk-analiz-metotlari/. 2019

[11] Keskin, Y. *Risk değerlendirmesi nasıl yapılır?.* https://www.isgnedir.com/risk-degerlendirmesi-nasil-yapilir/.

[12] Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı. Sağlık ve güvenlik işaretleri yönetmeliği (Resmi Gazete Sayısı: 25325). Resmi Gazete. 2003

[13] Özel, G. Baz istasyonlarının insanlar üzerindeki sağlık, sosyal ve psikolojik etkileri üzerine bir araştırma. Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu. 2013

[14] Kabaklarlı, E., Işıcık, Ş., Türkiye telekomünikasyon sektörüne genel bakış. Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, *1*(12), 35-42. 2020

[15] Geylani, M., Çıbuk, M., Çınar, H., Ağgün, F., Geçmişten günümüze hücresel haberleşme teknolojilerinin gelişimi. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, *54*(18), 606-623. 2016

[16] Delice, E., Ayık, İ., Abidinoğlu, Ö., Çiftçi, N., Sezer, Y., Ergonomik risk değerlendirme yöntemleri ve AHP yöntemi ile çalışma duruşlarının analizi: ağır ve tehlikeli işler için bir uygulama. Atatürk Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, *6*(ÖS: Ergonomi2017), 112-124. 2018

[17] Erinci, F., Sulak, H., Analitik hiyerarşi proses ile akıllı telefon seçimi. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, *4*(19), 225-239. 2014

[18] Semercioğlu, H., Özkoç, H., Analitik hiyerarşi proses ile desteklenmiş sosyal seçim teorisi: havayollarında uçak seçim süreci. Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Dergisi, *20*(44), 67-91. 2019

[19] Erdoğan, A., Analitik hiyerarşi sürecinin (AHP) matematiksel yapısı. Trakya Üniversitesi Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi, *8*(104), 18-26. 2020

[20] Kaya Samut, P., Adıgüzel, H., Telekomünikasyon sektöründe bütünleşik analitik hiyerarşi süreci-dengeli puan kartı modeli ile tedarikçi performans değerlendirmesi. Akdeniz İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 21(1), 36-55. 2021

[21] Öz, İ., Yılmaz, C., Güler, Ü., Performance assessment of a turn around ranging in communication satellite orbit determination. Sakarya Unıversıty Journal Of Computer And Informatıon Scıences, 4(1), 73-83. 2021

[22] Günay, Z., Ünal, Ö.F., AHP-TOPSIS yöntemi ile tedarikçi seçimi (bir telekomünikasyon şirketi örneği). PESA Uluslararası Sosyal Araştırma Dergisi, 2(1), 37-53. 2016

[23] Günay, Z., 360 derece performans değerleme yetkinliklerinin yönetici ve çalışan açısından karşılaştırılması: telekomünikasyon sektöründe çok kriterli karar verme uygulaması. Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 17(3), 1026-1040. 2018

[24] Kaplan, S., Hava savunma sektörü tezgah yatırım projelerinin bulanık ahp ile değerlendirilmesi. Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi, 5(3), 23-33. 2012

[25] Karaatlı, M., Davras, G., Tedarikçi seçiminde analitik hiyerarşi prosesi ve hedef programlama yöntemlerinin kombinasyonu: otel işletmelerinde bir uygulama. Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 12(24), 182-196. 2014

[26] Yüksel, M., Kimya eğitiminde öğretim yöntemlerinin analitik hiyerarşi prosesi (ahp) ile belirlenmesi. Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi, 7(1), 302-332. 2013

[27] Güleş, K., Çağlıyan, V., Şener, T., Hazır giyim sektöründe analitik hiyerarşi prosesi yöntemine dayalı tedarikçi seçimi. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 31(1), 159-170. 2014

[28] Gülsün, B., Erdoğmuş, K.N., Bankacılık sektöründe bulanık analitik hiyerarşi prosesi ve bulanık topsıs yöntemleri ile finansal performans değerlendirmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 25(1), 1-15. 2021

[29] Doğan, N.Ö., Akbal, H., Sağlık sektöründe tedarikçi seçim kararının ahp yöntemi ile incelenmesi: bir üniversite hastanesi örneği. Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 17(4), 440-456. 2019

[30] Çalık, A., Otomotiv tedarik zincirinde risk değerlendirmesi için bulanık ahp ve topsıs ile bütünleşik bir yaklaşım. İşletme Araştırmaları Dergisi, 10(4), 868-886. 2018

[31] Kuruüzüm, A., Atsan, N., Analitik hiyerarşi yöntemi ve işletmecilik alanındaki uygulamaları. Akdeniz Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, (1), 83-105. 2001

[32] Yücesan, M., Fmea analysıs ın mechanıcal ınstallatıon project based on best worst and neutrospohıc ahp ıntegrated model. Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, *19*(73), 363-382. 2020

[33] Yılmaz, N., Şenol, M., İş sağlığı ve güvenliği risk değerlendirme süreci için bulanık çok kriterli bir model ve uygulaması. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, *32*(1), 77-87. 2017

[34] Özdemir, Y., Tüysüz, S., Başlıgil, H., Weıghtıng the rısks for nuclear power plants usıng ahp and anp methodologıes. Yıldız Teknik Üniversitesi Türkçe Makaleler ve Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi Kapsamında Hazırlanan Yayın, *7*(2), 207-217. 2016