



**İŞLETMEDEKİ HİDROELEKTRİK SANTRALLERDE KAZA  
RİSKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİNDE FİNNE KİNNEY VE ISO  
31000 YÖNTEMLERİNİN UYGULANMASI**

**FATİH BAYSAN**

**HAZİRAN 2019**

**İŞLETMEDEKİ HİDROELEKTRİK SANTRALLERDE KAZA  
RİSKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİNDE FİNNE KİNNEY VE ISO  
31000 YÖNTEMLERİNİN UYGULANMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ÇANKAYA ÜNİVERSİTESİ**

**HAZIRLAYAN**

**FATİH BAYSAN**

**İŞ SAĞLIĞI VE İŞ GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI**

**HAZİRAN 2019**

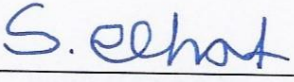
**Tez Başlığı: İşletmedeki Hidroelektrik Santrallerde Kaza Risklerinin  
Değerlendirmesinde Finne Kinney ve ISO 31000 Yöntemlerinin Uygulanması**  
Hazırlayan **Fatih BAYSAN**

Çankaya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü onayı.



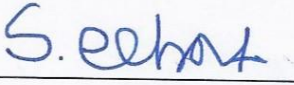
Prof. Dr. Can ÇOĞUN  
Enstitü Müdürü

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



Prof. Dr. Serhat KÜÇÜKALİ  
Anabilim Dalı Başkanı

Bu tezi okuduğumuzu ve bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyoruz.

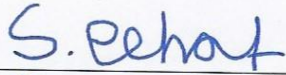


Prof. Dr. Serhat KÜÇÜKALİ  
Danışman

**Tez Savunma Tarihi: 24/06/2019**

**Tez Jüri Üyeleri**

Prof. Dr. Serhat KÜÇÜKALİ (Çankaya Üniversitesi)



Prof. Dr. İrfan AR (Gazi Üniversitesi)



Doç. Dr. Çiğdem DİNÇKAL (Çankaya Üniversitesi)



**ÇANKAYA ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE**

Bu tezdeki bütün bilgilerin akademik kurallara ve etik davranış ilkelerine uygun olarak toplanıp sunulduğunu beyan ederim. Bu kural ve ilkelerin gereği olarak, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce ve sonuçları alıntılıdığımı ve kaynağını gösterdiğimi ayrıca beyan ederim. **24.06.2019**

Ad, Soyad : **Fatih BAYSAN**

İmza :



## ÖZET

### İŞLETMEDEKİ HİDROELEKTRİK SANTRALLERDE KAZA RİSKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİNDE FINNE KINNEY VE ISO 31000 YÖNTEMLERİNİN UYGULANMASI

Baysan, Fatih

Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans, İş Sağlığı ve Güvenliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Serhat KÜÇÜKALİ

Haziran 2019, 104 sayfa

Hidroelektrik santrallerde işletme koşullarında meydana gelen ani değişimlere (debiyi kontrol eden kapakların aniden açılıp kapanması) veya jeneratörün fazla ısınmasına bağlı olarak ölümcül kazalar meydana gelebilmektedir. Kazanın oluşmasına neden olan risklerin önceden tespit edilip gerekli önlemlerin alınması veya uygun teknolojilerin kullanılması gerekmektedir. Bu tez kapsamında gerçekleştirilen saha çalışmaları, hidroelektrik santralde kaza risklerinin değerlendirilmesinde sadece Finne Kinney metodunun kullanılmasının yeterli olmadığını göstermektedir. ISO 31000 risk yönetimi ve Finne Kinney metodunun birlikte kullanılmasıyla hidroelektrik santrallerdeki kaza risklerinin daha doğru bir şekilde değerlendirilebileceği ve gerekli önlemlerin önceden alınabileceği düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Hidroelektrik Santral, İş Sağlığı ve Güvenliği, Finne Kinney Metodu, ISO 31000

## ABSTRACT

### APPLICATION OF FINNE KINNEY AND ISO 31000 METHODS IN ACCIDENT RISK ASSESSMET OF HYDROPOWER PLANTS IN OPERATION

Baysan, Fatih

Master Thesis

M.Sc., Department of Occupational Health and Occupational Safety

Supervisor: Prof. Dr. Serhat Küçükali

June 2019, 104 pages

Fatal accidents may occur in hydroelectric power plants due to sudden changes in operating conditions (sudden opening and closing of flow control valves) or overheating of the generator. The risks that cause the accident should be identified in advance and necessary precautions should be taken or the adequate technologies should be used. In the scope of this thesis, field studies show that using only Finne Kinney method is not sufficient for the assessment of accident risks in hydroelectric power plants. It is suggested that using ISO 31000 risk management and Finne Kinney method together can lead to assess accident risks in hydroelectric power plants more accurately and necessary precautions can be taken.

**Keywords:** Hydroelectric Power Plant, Occupational Health and Safety, Finne Kinney Method, ISO 31000

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitiminin boyunca emeğini esirgemeyen, bu yolda yürümeme yardımcı olan saygı değer danışman hocam Prof. Dr. Serhat Küçükali'ye teşekkür ederim.

Bu günlere gelmemde büyük pay sahibi olan ve hayatımın her evresinde maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen sevgili eşime teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

ÇANKAYA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE .....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
ÖZET .....	v
ABSTRACT .....	vi
TEŞEKKÜR.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	viii
TABLolar LİSTESİ.....	xii
KISALTMALAR LİSTESİ .....	xvi

### BÖLÜMLER

BÖLÜM 1 GİRİŞ.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
BÖLÜM 2 GENEL BİLGİLER .....	4
2.1 Hidroelektrik Santrallerin Sınıflandırılması .....	4
2.2 Hidroelektrik Santrallerinde Meydana Gelebilecek Sorunlar ve Alınabilecek Önlemler.....	8
2.3 Risk Analizi .....	14
2.3.1 Risk Kavramı ve Risk Analizi.....	14
2.3.2 Risk Analizi için Parametre ve Kriterler .....	15
2.4. ISO 31000 Risk Yönetimi .....	17
2.4.1 Tanım.....	18
2.4.2 Kapsam.....	18
2.4.3 İlkeleri .....	21

2.4.4	Çerçeve.....	23
2.4.4.1	Genel.....	23
2.4.5	Süreç.....	25
2.4.5.1	İletişim ve Danışma .....	26
2.4.5.2	Bağlamın Kurulması .....	27
2.4.5.3	Risk Tanımlanması .....	30
2.4.5.4	Risk Analizi.....	30
2.4.5.5	Risk Değerlendirilmesi .....	31
2.4.5.6	Risk Tedavisi.....	32
2.4.5.7	İzleme ve Yeniden Gözden Geçirme .....	34
2.4.6	Yararları.....	35
2.5	Risk Değerlendirme Yöntemleri.....	36
2.5.1	Finne Kinney .....	36
2.6	Hidroelektrik Santrallerinde Risk Yönetimi.....	38
2.7	İş Kazası .....	42
2.8	Hidroelektrik Santrallerde Gerçekleşen İş Kazaları .....	43
2.8.1	Türkiye’de Gerçekleşen Hidroelektrik Santral Kazaları .....	43
2.8.2	Dünya’da Gerçekleşen Hidroelektrik Santral Kazaları .....	46
<b>BÖLÜM 3 İŞLETMEDEKİ HİDROLİK SANTALDE FİNNE KİNNEY ve ISO 31000 RİSK YÖNTEMLERİNİN UYGULANMASI.....</b>		<b>49</b>
3.1	Ayvasıl Hidroelektrik Santralin Genel Bilgileri.....	49

3.1.1	Ayvasıl Hidroelektrik Santralin ISO 31000 Risk Yönetim Sürecine Göre İncelenmesi.....	54
3.1.2	Risk Değerlendirme İçin Görüşme Yapılması .....	55
3.1.3	Kapsamın Oluşturulması .....	56
3.1.4	Hidroelektrik Santralde Çalışan Personellerle İletişim ve Danışma Yapararak Bilgi Toplanması.....	56
3.1.5	Ayvasıl Hidroelektrik Santralde Görülen Riskler .....	56
3.1.6	Risk Analizi.....	57
3.1.7	Risk Değerlendirmesi.....	70
3.1.8	Risk Muamelesi (İyileştirme).....	71
3.1.9	İzleme ve Gözden Geçirme .....	72
3.2	Kale Hidroelektrik Santralin Genel Bilgileri.....	73
3.2.1	Kale Hidroelektrik Santralin ISO 31000 Risk Yönetim Sürecine Göre İncelenmesi.....	79
3.2.2	Risk Değerlendirmesi İçin Ön Görüşme Yapılması.....	80
3.2.3	Kapsamın Oluşturulması .....	81
3.2.4	Kale Hidroelektrik Santralde Çalışan Personellerle İletişim ve Danışma Yapararak Bilgi Toplanması .....	82
3.2.5	Hidroelektrik Santralde Görülen Riskler.....	82
3.2.6	Risk Analizi.....	82
3.2.7	Risk Değerlendirmesi .....	95

3.2.8 Risk Muamelesi (İyileştirme).....	96
3.2.9 İzleme ve Gözden Geçirme .....	97
<b>BÖLÜM 4 SONUÇ</b> .....	98
<b>KAYNAKÇA</b> .....	100



## TABLolar LİSTESİ

<b>Tablo 1</b> Risk parametre ve kriterlerinin ayrılması [51] .....	17
<b>Tablo 2</b> Frekans Skalası [56] .....	37
<b>Tablo 3</b> Olasılık Skalası [56] .....	37
<b>Tablo 4</b> Şiddet Skalası [56].....	37
<b>Tablo 5</b> Risk Düzey Sınıflandırılması [56].....	38
<b>Tablo 6</b> Hidroelektrik Santralin Genel Bilgileri .....	51
<b>Tablo 7</b> Ayvasıl Regülatör Genel Bilgileri .....	52
<b>Tablo 8</b> Santral Binası Giriş Genel -Güvenlik Kulübesinde Uygulanan Finne Kinney Risk Tablosu .....	57
<b>Tablo 9</b> Santral Sahasında Uygulanan Finne Kinney Risk Tablosu.....	59
<b>Tablo 10</b> Santral Binasında Uygulanan Finne Kinney Risk Tablosu .....	60
<b>Tablo 11</b> Yükleme Havuzunda Uygulanan Finne Kinney Risk Tablosu .....	62
<b>Tablo 12</b> Regülatör Bölgesinde Uygulanan Finne Kinney Risk Tablosu.....	63
<b>Tablo 13</b> Ofis Çalışmalarında Uygulanan Finne Kinney Risk Tablosu .....	65
<b>Tablo 14</b> Hava Şartlarında Finne Kinney Risk Tablosu .....	66
<b>Tablo 15</b> Bakım Onarımında Uygulanan Finne Kinney Risk Tablosu.....	67
<b>Tablo 16</b> İnşaat ve Tadilat İşlerinde Uygulanan Finne Kinney Risk Tablosu.....	69
<b>Tablo 17</b> Finne Kinney Risk Değerlendirme Sonuç Tablosu .....	70
<b>Tablo 18</b> Hidroelektrik Santralin Genel Bilgileri .....	75
<b>Tablo 19</b> Kale Regülatör Genel Bilgileri .....	76
<b>Tablo 20</b> İslahiye Regülatör Genel Bilgileri.....	78
<b>Tablo 21</b> Santral Binası Giriş Genel -Güvenlik Kulübesinde Uygulanan Finne Kinney Risk Tablosu .....	83
<b>Tablo 22</b> Santral Sahasında Uygulanan Finne Kinney Risk Tablosu.....	85
<b>Tablo 23</b> Yükleme Havuzunda Uygulanan Finne Kinney Risk Tablosu .....	86

<b>Tablo 24</b> Regulator Bölgesinde Uygulanan Finne Kinney Risk Tablosu.....	87
<b>Tablo 25</b> Ofis Çalışmalarında Uygulanan Finne Kinney Risk Tablosu .....	89
<b>Tablo 26</b> Hava Şartlarında Finne Kinney Risk Tablosu.....	91
<b>Tablo 27</b> Bakım Onarımında Uygulanan Finne Kinney Risk Tablosu.....	92
<b>Tablo 28</b> İnşaat ve Tadilat İşlerinde Uygulanan Finne Kinney Risk Tablosu.....	94
<b>Tablo 29</b> Finne Kinney Risk Değerlendirme Sonuç Tablosu.....	95

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1 Nehir Tipi Santral [10].....	6
Şekil 2 Baraj Santrali .....	7
Şekil 3 Pompaj depolamalı santraller [12].....	8
Şekil 4 Sel nedeni ile zarar görmüş hidroelektrik santrali [13].....	9
Şekil 5 Heyelan ve Oturma nedeni ile Hidroelektrik Santrallerinde Oluşan Hasarlar [13].....	10
Şekil 6 ISO 31000 Risk Yönetim İlkeleri, Çerçeve ve Süreç Arasındaki İlişkiler [26] .....	20
Şekil 7 ISO 31000 Risk Yönetimi Süreci [26].....	26
Şekil 8 Türbülans indeksi [31] .....	41
Şekil 9 Ayvasıl Hidroelektrik Santralinin Uydu Görüntüsü .....	49
Şekil 10 Ayvasıl Hidroelektrik Santral Regülatörü ve Konum Planı .....	50
Şekil 11 Ayvasıl Hidroelektrik Santral Binası .....	50
Şekil 12 Santral Binası ve Türbinler .....	51
Şekil 13 Ayvasıl Hidroelektrik Santral ait Regülatör alanının Uydudan Görünüşü .....	52
Şekil 14 Alakoz Deresi Üzerine Kurulu Ayvasıl Regülatör .....	53
Şekil 15 Ayvasıl Regülatör .....	53
Şekil 16 Ayvasıl Hidroelektrik Santralde ISO 31000 Risk Yönetimi Süreci .....	54
Şekil 17 Hidroelektrik Santralin Finne Kinney Risk Değerlendirme Sonuç Grafiği .....	71
Şekil 18 Hidroelektrik Santralinin Uydu Görüntüsü.....	73
Şekil 19 Kale Hidroelektrik Santral Regülatörleri ve Konum Planı .....	74
Şekil 20 Kale Hidroelektrik Santralin Görünüşü .....	74
Şekil 21 Santral Binası ve Türbinler .....	75
Şekil 22 Kale Hidroelektrik Santrale ait Regülatör alanının Uydudan Görünüşü	76

<b>Şekil 23</b> Gürgen Deresi Üzerine Kurulu Kale Regülatör.....	77
<b>Şekil 24</b> İslahiye Hidroelektrik Santrala ait Regülatör alanının Uydudan Görünüşü .....	78
<b>Şekil 25</b> İslahiye Deresi Üzerine Kurulu İslahiye Regülatör .....	79
<b>Şekil 26</b> Hidroelektrik Santralde ISO 31000 Risk Yönetimi Süreci.....	80
<b>Şekil 27</b> Hidroelektrik Santralin Finne Kinney Risk Değerlendirme Sonuç Grafiği .....	96

## SEMBOL VE KISALTMALAR LİSTESİ

HES	Hidroelektrik Santrali
IEC	Uluslararası Elektroteknik Komisyonu
ISO	Uluslararası Standardizasyon Örgütü
İSG	İş Sağlığı ve Güvenliği
EÜ	Elektrik Üretimi
SGK	Sosyal Güvenlik Kurumu
v.b.	Ve benzeri
m.	Metre
km.	Kilometre
km <sup>2</sup>	Kilometre kare
m <sup>3</sup> /sn	Metre küp bölü saniye
MWe	Megawatt elektrik

## BÖLÜM 1

### GİRİŞ

Son yıllarda hızlı nüfus artışı ve küresel ısınma gibi etkiler nedeniyle çok uzak olmayan bir gelecekte enerji kaynaklarının tükenebileceği düşünülmekte, bu nedenle de enerji tüketiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ön plana çıkmaktadır. Ülkeler yenilenebilir enerji kullanarak hem kalkınmada süreklilik sağlamak ve dünyadaki enerji politikalarını saptamak hem de kalkınma planlarını buna göre yönlendirerek ön plana çıkmayı hedeflemektedir. Hidroelektrik enerjisinin kullanılması da hem yerli hem de temiz bir enerji kaynağı olduğu için enerji politikalarında önemli bir yer almaktadır.

Su, hayat için en önemli bileşenlerden birisidir ve enerji kaynağı olarak da kullanılmaktadır [1]. Enerji, enerjinin imalatından tüketimine kadar hukuk hariç politik, ekonomi ve teknik bilim alanlarında oldukça önemli bir yer kaplamaktadır [2]. Bu önemli konumu insan hayatındaki öneminden kaynaklanmaktadır. Diğer taraftan hem yeni enerji kaynaklarının bulunması hem de günümüzde önemli sorunlardan birisi olan çevre kirlenmesinin önüne geçilmesi ve temiz bir çevrenin gelecek nesillere bırakılması için yeni alternatif enerji kaynaklarının bulunması gerekmektedir [3].

Elektrik her çeşit ekonomik faaliyetin ana girdisini oluşturmaktadır. Günümüzde en büyük yerleşim biriminden, en küçüğüne elektrik enerjisi kullanılmakta ve toplam enerji tüketimi içerisinde elektrik enerjisinin üretimi payını artırmaktadır [4]. Elektrik enerjisi değişik enerji kaynaklarından üretilebilmektedir. Ancak günümüzde elektriğin çevreye uyumlu, düşük maliyetli, sürekli, kaliteli ve yeterli olabilmesi için çalışılmaktadır. Bu nedenle günümüzde doğalgaz, kömür ve petrol gibi hem yüksek maliyetli hem çevreye zararlı olan yenilemeyen yakıtlar yerini okyanus kaynakları, jeotermal, biyoyakıtlar, rüzgar,

güneş ve hidroelektrik gibi kaynaklara bırakmaktadır. Türkiye’de rüzgar, güneş ve hidroelektrik önemli miktarda yenilenebilir enerji kaynaklarını oluşturmakta ve toplam enerji üretimimin dörtte biri bu kaynaklardan üretilmektedir [5].

Bu kaynaklardan özellikle hidroelektrik, hidroelektrik enerji kaynağı olarak kullanımda Türkiye’nin en önemli yenilenebilir enerji kaynağını oluşturmaktadır. Türkiye’nin hidrolojik, klimatolojik özellikleri ve jeomorfolojik yapısı göz önünde bulundurulduğunda hem su tutarı hem de düşü açısından önemli bir yerde olduğu görülmektedir [6]. Hidroelektrik kaynaklardan elde edilen elektrik 2015 yılı itibarıyla elde edilen tüm elektrik enerjisinin %24,5’ini oluşturmaktadır [7].

Hidroelektrik santraller günümüzde en düşük maliyetli enerji elde etme metodu olması nedeniyle daha fazla yeni yatırımı kendisine çekmekte ve yeni yatırım ile iş sahaları da büyümektedir [8]. Bu durum da gerek işletme gerekse inşa ve montaj sürecinde topluma istihdam imkanı yaratmasına olanak sağlamaktadır.

Dünya genelinde inşaat, taşocakları, madenler, ormancılık, tarım ve santraller gibi yüksek riskli iş yerlerinde iş güvenliği daha yakından incelenmektedir. İş güvenliğinin geliştirilmesi ve daha iyi hale getirilmesi için de meydana gelen kazaların incelenmesi üstünde durulmaktadır. Bu doğrultuda bu tezde işletmedeki hidroelektrik santrallerde meydana gelen kazaların incelenmesi amaçlanmıştır.

Bu amaç doğrultusunda tez çalışmasının dört bölümden oluşması planlanmıştır. Birinci bölümde genel olarak konuyu anlamaya yardımcı olacak kavramsal çerçevenin ele aldığı genel bilgilere yer verilmiştir. İkinci bölümde hidroelektrik santralleri, bunların tanımı, ana bölümü, sınıflandırılması ve çevreye etkileri, hidroelektrik santrallerinde meydana gelecek sorunlar ve alınabilecek önlemler, risk analizi, riskin tanımı, risk analizi için parametre ve kriterler, ISO 31000 Risk Yönetimi, tanımı, kapsamı, ilkeleri, çerçeve, süreci ve yararları ile hidroelektrik santrallerinde risk yönetimi, iş kazasının tanımı, Türkiye’de ve dünyada ki hidroelektrik santral kazaları ele alınmıştır.

Üçüncü bölümde işletmedeki hidroelektrik santralde ISO 31000 prensipleri ile Finne Kinney metodunun uygulamalı olarak incelemesi ve son bölüm olan dördüncü bölümde ise elde edilen sonuçların yorumlanması yapılmıştır.

## **BÖLÜM 2**

### **GENEL BİLGİLER**

Bu bölümde çalışmanın daha iyi anlaşılmasını sağlayacak olan kavramsal çerçeve genel olarak ele alınmakta ve tanımlamalar yapılmıştır. Hidroelektrik santralleri, bu santrallerin tanımı, ana bölümleri, sınıflandırılması, bu santrallerde oluşabilecek sorunlar ve alınabilecek önlemler ile genel olarak risk analizi ve ISO 31000 Risk yönetiminin tanımı, kapsamı, ilkeleri, süreci, yararları ve hidroelektrik santrallerde risk yönetimi alt başlıklar halinde incelenmektedir.

#### **2.1 Hidroelektrik Santrallerin Sınıflandırılması**

Hidroelektrik santralleri çeşitli kriterlere göre sınıflandırılabilir. Bunlar şu şekildedir [1]:

- Pompajlı-Türbinli Hidroelektrik Santralleri
- Çalışma Durumuna Göre
  - Hem puant hem de baz yük hidroelektrik santrali
  - Puant yük hidroelektrik santrali
  - Baz yük hidroelektrik santrali
- Santral Binasının Konumuna Göre
  - Batık ya da yarı gömülü hidroelektrik santrali
  - Yer altı hidroelektrik santrali
  - Yer üstü hidroelektrik santrali
- Baraj Gövdesinin Tipine Göre

- Toprak dolgu gövdeli barajlı hidroelektrik santrali
- Kaya dolgu gövdeli barajlı hidroelektrik santrali
- Beton kemer gövdeli barajlı hidroelektrik santrali
- Ağırlıklı beton gövdeli barajlı hidroelektrik santrali
- Depolama Durumuna Göre,
  - Nehir tipi ya da kanal tipi -depolamasız- hidroelektrik santrali
  - Tabii gölü ya da baraj gölü -depolamalı- hidroelektrik santrali
- Kapasitelerine Göre
  - Çok küçük kapasiteli hidroelektrik santrali
  - Küçük kapasiteli hidroelektrik santrali
  - Orta kapasiteli hidroelektrik santrali
  - Büyük kapasiteli hidroelektrik santrali
- Düşülerine Göre
  - Alçak düşülü hidroelektrik santrali
  - Orta düşülü hidroelektrik santrali
  - Yüksek düşülü hidroelektrik santrali

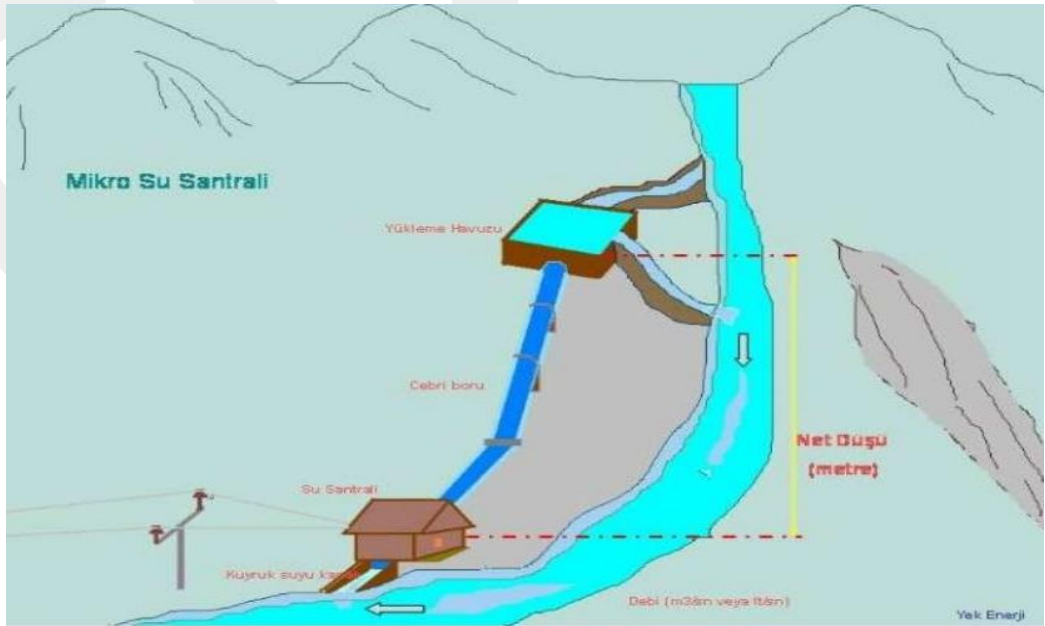
Yukarıda görüldüğü üzere hidroelektrik santralleri çok farklı özelliklerine göre sınıflandırılabilir. Burada üzerinde kuruldukları suyun özelliklerine göre yapılan nehir, kanal, baraj ve pompalı rezervuarlı santraller üstünde durulacaktır.

#### *Nehir Santraller*

Nehrin suyu bir regülatör sayesinde bir iletim yapısına alınır. Santral çoğu zaman gerekli düşüyü sağlayabilmek için regülatörden uzaktadır; su iletim yapısı ile

(kanal, boru veya tünel) santrale düşürülür ve böylece elektrik üretilir [9]. Biriktirme bulunmadığı için elektrik üretimi nehrin akış rejimine bağlı olup şu yapılara rastlanmaktadır:

- İstinat duvarı
- Kuyruk suyu kanalı
- Santral binası
- Bölme ayakları
- Giriş kapısı
- Dalgıç perde
- Servis köprüsü
- Eşik, ızgara, perde ve benzeri duvarlar
- Regülatör
- Balık geçiş yeri, tomruk yolu, nehir nakil araçları geçiş yeri gibi ilgili yapılar.



Şekil 1 Nehir Tipi Santral [10]

### *Kanal Santraller*

Kanal santralleri de su bir çevirme yapısı ile birlikte bir tünel ya da kanala çevrilmekte ve santralin ilgili kısımları da bu kanal üstüne inşa edilmektedir. Ya da kanal düşü kazanmak amacıyla santral uzatılmakta, jeoloji ve topografyanın en uygun olduğu yerden santrale bir cebri boru ile bağlanmaktadır.

### *Baraj Santraller*

Baraj yapısına sahip olan santrallerdir. Genel olarak şu bileşenlere sahiptir:

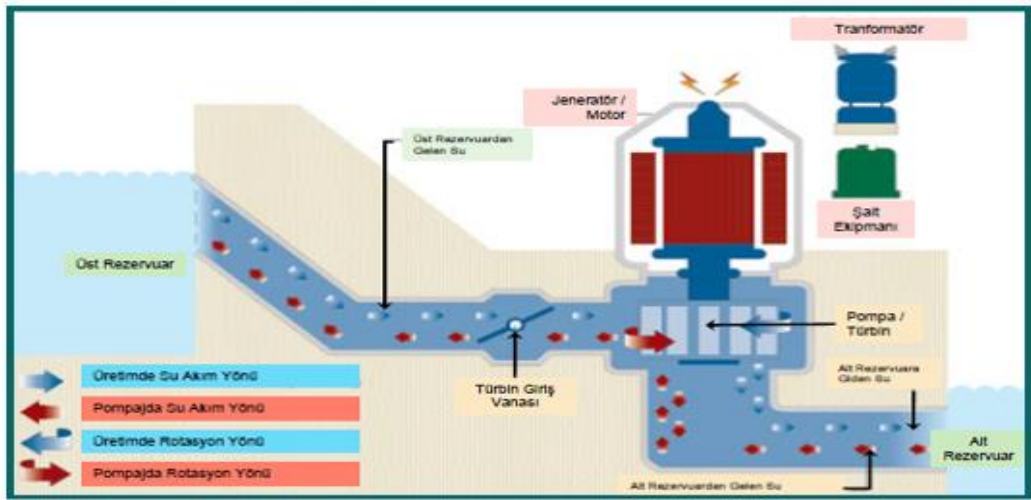
- İletim hatları
- Şalt sahası
- Çıkış suyu kanalı
- Santral binası
- Cebri borular
- Vana odası
- Denge bacası
- Kuvvet tüneli
- Su alma yapısı



**Şekil 2** Baraj Santrali

## Pompaj Rezervuarlı Santraller

Alt ve üst olmak üzere iki rezervuardan oluşurlar. Bu santraller enerji verimliliğinin artırılmasında önemli görev yürütürler. Bu santrallerde; enerji talebinin yüksek olduğu veya elektriğin pahalı olduğu zamanlarda, üst rezervuarda biriktirilmiş olan suyun alt rezervuara düşürülmesiyle elektrik enerjisi üretilir. Enerji talebinin az olduğu zamanlar veya elektriğin ucuz olduğu zamanlarda ise pompa çalıştırılarak su, alt rezervuar seviyesinden üst rezervuar seviyesine yükseltilerek enerji depolamasını sağlarlar [11].



Şekil 3 Pompaj depolamalı santraller [12].

## 2.2 Hidroelektrik Santrallerinde Meydana Gelebilecek Sorunlar ve Alınabilecek Önlemler

Hidroelektrik santrallerde meydana gelebilecek sorunlar inşaat sürecinde ve işletme sürecinde olmak üzere ikiye ayrılabilir [13]:

- İnşaat süreci

Bu süreçte oluşan sorunlar genellikle sel sonucunda oluşmaktadır. Derivasyon yapıları yetersiz tasarlandığında batardolar su tarafından aşmakta ve yıkılma olaylarına neden olmaktadır. Bu durumda su aşması nedeniyle erozyon sonucunda barajlar yıkılmasını beraberinde

getirmektedir. Dolu savaklar bu olayların yaşanmasını önlemek amacıyla tasarlanmaktadır. Bu nedenle bu durumda dolu savakların devreye sokulması oldukça önemlidir.



Sel neticesinde yıkılmış batardo



Sel suları altında kalmış inşaat sahası



Sel suları altında kalmış santral binası



Sel suları altında kalmış türbin holü

**Şekil 4** Sel nedeni ile zarar görmüş hidroelektrik santrali [13]

- İşletme süreci

Bu süreçte ise en çok görülen hasar yer kayması ve heyelan olmaktadır.



Toprak kayması neticesinde hasarlanmış istinat duvarı



Toprak kayması neticesinde hasarlanmış iletim kanalı



Oturma neticesinde hasarlanmış istinat duvarı



Yer kayması sonucunda yolda oluşan çatlaklar



Yer kayması ve oturma neticesinde iletilim kanalında oluşan çatlaklar



Oturma neticesinde dolusavakta meydana gelen hasar

**Şekil 5** Heyelan ve Oturma nedeni ile Hidroelektrik Santrallerinde Oluşan Hasarlar [13]

Bu hasarların belki de en önemli etkisi kazalarda çalışanların büyük zararlar görmesi ve ölümlerle sonuçlanabilen durumlar oluşmasıdır. Ekonomik kayıplardan çok bu kısma odaklanılmalı ve iş güvenliği önlemleri ile önüne geçilmelidir.

Hidroelektrik santrallerde meydana gelebilecek tehlikeler bulunduğu yerlerine göre de değişebilmektedir. Bunlar şu şekildedir [14]:

- Dolu savaklar

Dolu savaklar hidroelektrik santrallerinde meydana gelen kazalar için oldukça tehlikeli alanları oluşturmaktadır. Geçitli olan dolu savaklar da geçitlerin tabanı su yüzeyinin üstünde olacak şekilde yükselirse, dolu savak taşma ile karşı karşıya kalmakta ve tehlike arz etmektedir. Bu nedenle dolu savaklarda flashboard olarak da adlandırılan donanımlı geçitlerin kullanımı önemlidir. Böylece su seviyesi yükseldiğinde ve taşma tehlikesiyle karşılaşıldığında kapaklar açılabilen ve tehlike ortadan kaldırılabilmektedir. Derin olan ve batık olarak da adlandırılan dolu savakların kullanımı daha güvenli görülmektedir. Çünkü tehlikeli akımlar yüzeyin çok altındadır. Ancak dolu savaklar yüzeyden görünmeyeceği için tüplü dalgıç ve yüzücüler için büyük tehlike oluşturmaktadır. İğneli ya da kırıli, suyun akması için çok kırıli olan dolu savaklarda önemli tehlike oluşturmaktadır. Çünkü darlık hızlı akıntıları durdurmamakta ve suyun hızı tehlike meydana getirebilmektedir.

- Santral girişleri

Bazı projelerde santral boyunca yalnızca düşük ve orta dereceli nehir akışı görülmektedir. Ağır su akışları genellikle çok su alabilen ve dökme kapasitesine sahip olan santrallerde kullanılmaktadır. Ancak bazen santral doğru kurulmamakta ya da küresel ısınma nedeniyle suların hareketi değişebilmektedir. Bu durumlarda önemli tehlikeler oluşabilmektedir.

Bu girişlerde ortaya çıkabilecek diğer bir tehlike ise kullanılan çöp kapaklarından kaynaklanabilir. Akıntı hızlı olmadığında çöplerin çekilmesi için özel çekme sistemleri kullanılabilir, ya da hızlı

akıntılarda suyun direk çöp kapaklarına yönelimi sistemlerle sağlanabilmektedir. Bu durum yüzen birisi için önemli tehlikeleri beraberinde getirmektedir.

- Santral çıkışları

Santral çıkışları genellikle girişlerden daha tehlikeli alanları oluşturmaktadır. Jeneratörlerin harekete geçmesi ile birlikte santral çıkışındaki su çok hızlanabilmektedir. Bu durum kıyıdaki insanlar için tehlike arz edebilmektedir.

- Kanallar

Kanallar, hidroelektrik projelerinin önemli parçalarıdır. Genellikle beton veya diğer sert yüzey kaplamaları ile kaplanan kanallar tehlikeli koşullar oluşturmaktadır. Bu kanallar su, yosun ve çamur gibi maddeler nedeniyle kaygan hale gelebilmekte önemli tehlikeler meydana getirmiştir. Kanalda kayan ve suyun akışına yakalanan bir çalışanın yardım almadan çıkması neredeyse imkansızdır.

- Giriş alanları

Borular, tüneller, ters sifonlar, sifon borular gibi birçok giriş alanı önemli tehlike alanlarıdır. Özellikle bu kanalların giriş ve başlık yapıları akıntı ve çöpler nedeniyle kazalara sebebiyet verebilmektedir.

- Bot rampaları

Daha önce de bahsedildiği üzere hidroelektrik santraller yalnızca elektrik üretimi açısından önem arz etmemektedir. Hidroelektrik santraller turizm ve botlu ve tekneli sporlara olanak sağlaması bakımından da faydalar sağlayabilmektedir. Bu nedenle birçok hidroelektrik santrali yakınında bot rampaları bulunmaktadır. Bu rampalar oldukça tehlikelidir ve yaşanan kazaların büyük bir kısmı bu rampalar nedeniyle olmaktadır. Özellikle madde ve alkol bağımlılığı kazaların artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle santral yakınlarında bot rampalarının ve erişim noktalarının

bulunmamasına dikkat edilmeli, eğer varsa özellikle dolu savaklar, santral giriş ve çıkışları gibi akıntının hızlandığı kısımlarda özel güvenlik önlemleri alınmalı ve tekne hareketi yön ve hızını yönlendiren işaretlemeler kullanılmalıdır.

- Doğal kanallar

Hidroelektrik santralleri ve projeleri topoğrafyadan yararlanılarak inşa edilmektedir. Bazı yerlerde santral inşası için doğal kanal ve kanyonlar, dik araziler kullanılmaktadır. Bu bölgeler normalde de oldukça tehlikeli alanlardır. Santral inşası ve elektrik üretimi bu bölgeleri çok daha tehlikeli hale getirmektedir. Normalde bu alanlara erişim kısıtlıyken, insanlar santral yapımı ile daha kolay erişebildiklerinden bu alanların tadını çıkarmak istemektedir. Bu nedenle halkın bu bölgelere girişinin engellenmesi ve güvenlik önlemleri alınması çok önemlidir.

- Trafo ve elektrik hatları

Birçok proje barajının yanında trafo ve elektrik hatları bulunmaktadır. Bu alanlar elektrik çarpması nedeniyle çok tehlikelidir. Bu yüzden çit ya da işaretlerle iyi korunması ve halkın temas ettiği bölgelerden uzak yerlere kurulmaları çok önemlidir.

- Proje Yapıları

Özellikle kamuya açık olan hidroelektrik santral projelerinde yatak kapağındaki yapılardan, rezervuarlara, barajlara, kanat duvarlarına ve suyun giriş ve çıkış yapılarına kadar birçok alanda düşme tehlikesi olmaktadır. Ya da bu bölgelerden düşen kaya gibi sert cisimler olabilmektedir. Bu nedenle kamu girişi bu bölgelerde kısıtlandırılmalıdır.

- Doğal ve Diğer Tehlikeler

Bazı rezervuar seviyelerinde su altı kütükleri, çıkıntılı kaya oluşumları ve su altında kalan beton yapılar gibi doğal ve diğer tehlikeler, kayıkçılar ve yüzücüler için ciddi tehlikeler oluşturabilir. İnsan yapımı olsun olmasın,

şamandıralarla veya işaretlerle tehlikelerin işaretlenmesine dikkat edilmelidir.

- **Rekreasyon Alanları**

Ruhsat sahipleri tarafından sağlanan hidroelektrik santral projesi yakınlarındaki rekreasyon tesislerindeki tehlikeli alanlar özellikle önemlidir. Belirlenmiş yüzme alanları bot alanlarından izole edilmeli ve ani su birikintilerinden, hızlı akıntılardan veya diğer tehlikelerden uzak, güvenli sularda bulunmalıdır. Oyun alanları, tehlikeli sulardan ve yoğun şekilde akış olan yerlerden uzak veya izole edilmiş olmalıdır. Yüksek kullanım alanlarında yeterli çit kullanılmalıdır.

## **2.3 Risk Analizi**

### **2.3.1 Risk Kavramı ve Risk Analizi**

Risk, bir dizi bilimsel alanda önemli bir kavramdır, ancak nasıl tanımlanacağı ve yorumlanacağı konusunda bir fikir birliği yoktur. Tanımların bir kısmı olasılıklara, bazıları beklenen değerlere, bazıları belirsizliklere ve diğerleri de hedeflere dayanmaktadır. Bazı yazarlar, mevcut parametrelere bağlı olarak, bazılarının parametrelerinin olasılıksal karakterine bağlı olarak, bazılarının aleatorik olduğunu düşünürken, öznel ve epistemik olarak riski ele alırken, bazıları da onu değerlendiren kişiden bağımsız olarak ontolojik statüyü riske atmaktadırlar [15].

Riskin anlamı farklı durumlara ve bunların insan algısına göre değiştiği için, risk kelimesinin açık bir tanımı yapılmalıdır. Risk kelimesine ait bazı tanımlar aşağıdaki gibidir.

1. Risk, olasılığın ölçüsü ve istenmeyen sonuçların ağırlığıdır [16].
2. Risk, olasılık ve şiddetin ürününe eşittir [17].

3. Risk beş temel maddenin bir kombinasyonudur: sonuç, olasılık, anlamlılık, nedensel senaryo ve etkilenen nüfus [18].
4. Risk, insan değeri (insanın kendisi de dahil olmak üzere) bir şeyin söz konusu olduğu ve sonucun belirsiz olduğu bir durum veya olaydır [19].
5. Risk, sonuçların olasılığının ve kapsamının birleşimidir [20].
6. Risk, insan değeriyle ilgili bir olay veya faaliyetin belirsiz bir sonucudur [21].
7. Risk, etkinliklerin ve sonuçların (ya da sonuçların), insanların değer verdiği bir şeyle ilgili sonuçlarının (ya da sonuçların) belirsizliği ve şiddetini ifade eder [22].

Yukarıda verilen tanımlar birçok bilim dalı ve alanında yazarlar tarafından yapılan risk tanımlarıdır. Bu çalışmada ise risk, çalışanları hasta eden veya sağlığa zarar veren olasılıklar şeklinde tanımlanabilmektedir [23].

Belirli organizasyonların, kurum, kuruluş ya da iş ve mesleğin tüm aktiviteleri risk içermektedir. Organizasyonlar risk kriterlerini yerine getirmek için risk işleme seçeneklerinin uygulanıp uygulanmayacağını belirleyerek, analiz ederek ve değerlendirerek riski yönetmektedir. Bu süreçte, ilgilenen taraflarla iletişim kurmakta ve onlara danışarak, daha fazla önleme gerek duyulmadığından emin olmak için uygulanan risk ve önlemleri izleyerek yeniden değerlendirmektedir [23].

Risk analizi başlık 2.4.4.4'de daha detaylı şekilde ele alınmaktadır.

### **2.3.2 Risk Analizi için Parametre ve Kriterler**

Riskleri değerlendirmek, kategorize etmek ve önceliklendirmek için yani risk analizi için genellikle şu parametreler kullanılmaktadır:

- Risk olasılığı (yani, risk oluşma olasılığı)

- Risk sonucu (yani risk oluşumunun etkisi ve ciddiyeti)
- Yönetim faaliyetlerini tetikleyen eşikler

Risk parametreleri, yönetilecek risklerin karşılaştırılmasında ortak ve tutarlı kriterler sağlamak için kullanılır. Bu parametreler olmadan, bir riskten kaynaklanan istenmeyen değişikliklerin şiddetini ölçmek ve risk azaltma planlaması için gerekli eylemleri önceliklendirmek zordur.

Projeler, riskleri analiz etmek ve kategorize etmek için kullanılan parametreleri belgelendirmelidir. Böylece projenin ömrü boyunca referans olarak kullanılabilirler çünkü koşullar zaman içinde değişir. Bu parametreler kullanılarak, riskler değişiklik meydana geldiğinde kolayca yeniden kategorize edilebilir ve analiz edilebilir [24].

Hidroelektrik santrallerinde risk parametre ve kriterleri genel olarak şu şekilde sıralanabilir [25]:

- Jeolojik
- Hidrolojik
- Meteorolojik
- Ekolojik
- Sosyal
- Siyasi
- Ekonomik
- Finansal
- Düzenleyici / yasal
- İletişim
- Arayüz

- Giriş: gelecekteki maliyet değişimi
- Piyasa dalgalanmaları
- Sözleşme sistemi
- Tasarım
- Tedarik: malzeme ve / veya kaynakların kullanılabilirliği
- Mühendislik: az tahmin edilen veya beklenmeyen zorluklar
- Yüklenici: gerçekleştirme hatası
- İnşaat riski
- Kalite

Genel olarak bu riskler dört ana kategoride değerlendirilebilmektedir. Bu dört ana kategori aşağıda verilen Tablo 2'deki gibidir.

**Tablo 1** Risk parametre ve kriterlerinin ayrılması [25]

Çekirdek risk türü	Dış faktör örnekleri	İç faktör örnekleri
<b>Finansal</b>	Yabancı kur değişimleri	Nakit akışı
<b>Stratejik</b>	Rakiplerin girişi	Yanlış alınmış kararlar
<b>Tehlike</b>	Jeolojik koşullar	Çalışan hatası
<b>Operasyonel</b>	Operatör değişimleri	Deneyimsiz ekip

#### 2.4. ISO 31000 Risk Yönetimi

ISO (Uluslararası Standardizasyon Örgütü) dünya çapında bir ulusal standart kurumları federasyonudur. Uluslararası Standartların hazırlanması işi, ISO teknik komiteleri aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Teknik komitenin oluşturulduğu bir konuyla ilgilenen her üye organ, bu komitede temsil edilme hakkına sahiptir. ISO ile irtibat halinde olan uluslararası kuruluşlar, hükümet ve hükümet dışı kuruluşlar

da çalışmaya katılmaktadır. ISO, elektroteknik standardizasyonun tüm konuları hakkında Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (IEC) ile yakın iş birliği içinde çalışmakta ve neredeyse her teknik konuda standart hazırlamaktadır. Bunlardan birisi de ISO 31000'dir [26].

#### **2.4.1 Tanım**

ISO 31000, Uluslararası Standardizasyon Örgütü (*International Organization for Standardization*) tarafından, 2009 yılında yayınlanan Risk Yönetimi- prensipleri ve Kılavuzu (*Risk management- Principles and Guidelines*) isimli standart kılavuzudur [26].

Risk yönetimi uygulaması çerçevesindeki bileşenleri tanımlanmaktadır. Bunun için uygulama çerçevesinde şu basamakları izler [27] ;

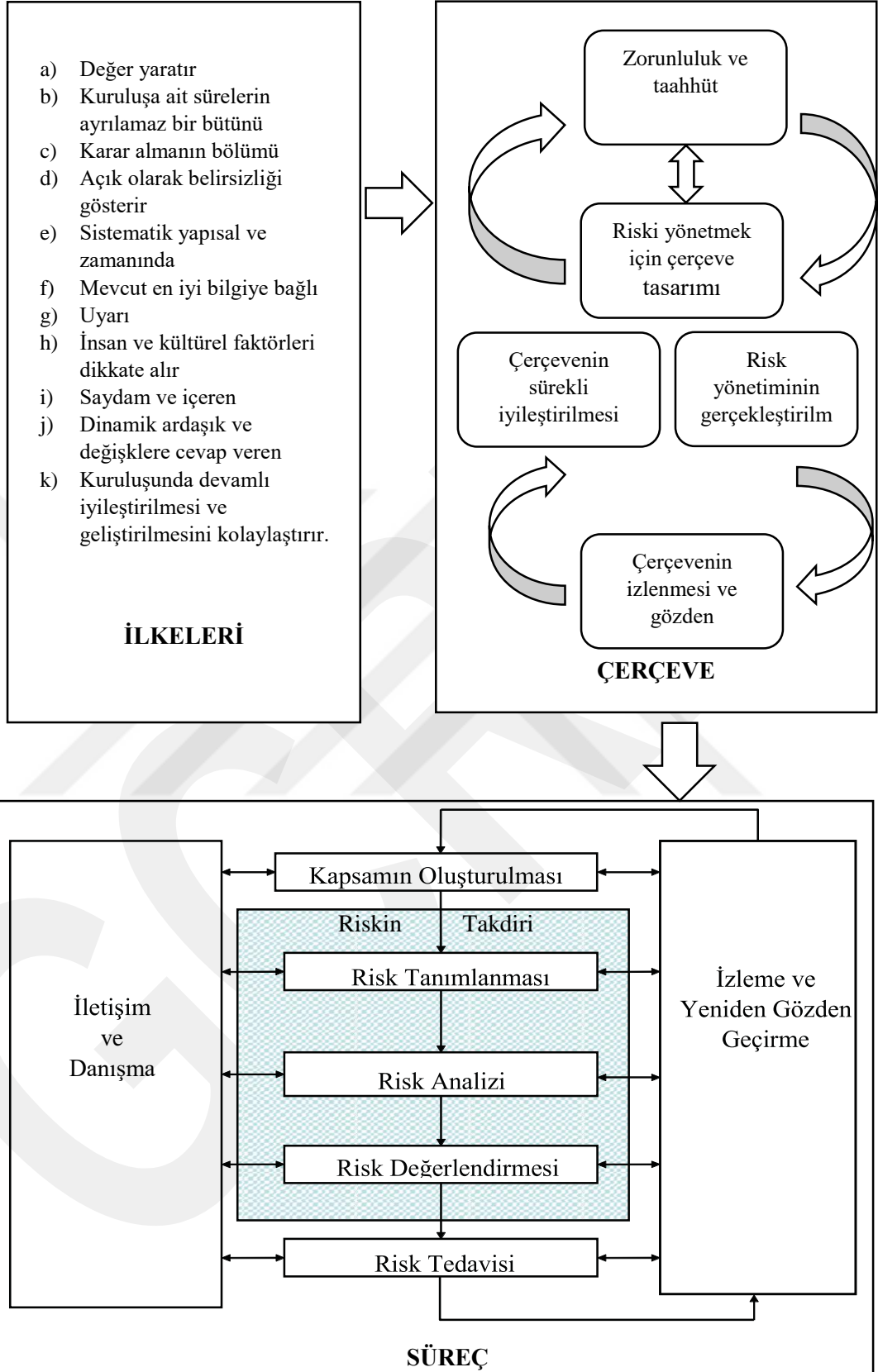
- Çerçevenin tasarımı
- Risk yönetim uygulaması
- Çerçevenin takibi ve gözden geçirilmesi
- Çerçevenin geliştirilmesi

#### **2.4.2 Kapsam**

Bir kurum ya da kuruluştaki işlevlerin birçoğu risk içermektedir. İşletmeler karşı karşıya kalabilecekleri bu riskleri önceden saptamakta, analiz etmekte ve risk derecelendirmesi yaparak riskin önlenip önlenemeyeceğini değerlendirmekte ve riski yönetmektedir. Bu süreç içerisinde izlenen mantıksal ve sistematik süreci açıklayan standart, mevzuat ve yönetmelikler bulunmaktadır. Bunlardan birisi de ISO 31000'dir. ISO 31000, risk yönetimindeki sistematik ve mantıksal çerçeveyi sunduğu gibi, risk yönetiminin verimli ve etkin yapılabilmesi için gereken prensipleri de sunmaktadır [28].

Standartın kendisinde standardın kapsamına şu şekilde yer verilmektedir [26]:

- Bu Uluslararası Standart, risk yönetimi konusunda prensipler ve genel kurallar sağlar.
- Bu Uluslararası Standart, herhangi bir kamu, özel veya topluluk şirketi, dernek, grup veya birey tarafından kullanılabilir. Bu nedenle, bu Uluslararası Standart herhangi bir endüstri veya sektöre özgü değildir.
- Kolaylık sağlamak için, bu Uluslararası Standart'ın tüm farklı kullanıcıları "organizasyon" genel ifadesi ile anılacaktır.
- Bu Uluslararası Standart, bir organizasyonun ömrü boyunca; stratejiler ve kararlar, işlemler, süreçler, fonksiyonlar, projeler, ürünler, hizmetler ve varlıklar dahil olmak üzere çok çeşitli faaliyetlere uygulanabilir.
- Bu Uluslararası Standart, doğası ne olursa olsun, olumlu ya da olumsuz sonuçlara sahip olup olmadığı fark etmeksizin herhangi bir riske uygulanabilir.
- Bu Uluslararası Standart, genel kurallar sağlamasına rağmen, kuruluşlar arasında risk yönetiminin tekdüzeliğini teşvik etmek amaçlanmamıştır. Risk yönetim planlarının ve çerçevelerinin tasarlanması ve uygulanması, belirli bir organizasyonun, özel hedeflerinin, içeriğinin, yapısının, işlemlerinin, süreçlerinin, fonksiyonlarının, projelerinin, hizmetlerinin veya varlıklarının ve kullanılan özel uygulamaların değişen ihtiyaçlarını dikkate almalıdır.
- Mevcut ve gelecekteki standartlarda risk yönetim süreçlerini uyumlaştırmak için bu Uluslararası Standardın kullanılması amaçlanmıştır. Belirli riskler ve / veya sektörlerle ilgili standartların desteklenmesinde ortak bir yaklaşım sağlar ve bu standartların yerini almaz.
- Bu Uluslararası Standart sertifikasyon amacıyla amaçlanmamıştır.



↓

İletişim ve Danışma

Kapsamın Oluşturulması

Riskin Takdiri

Risk Tanımlanması

Risk Analizi

Risk Değerlendirmesi

Risk Tedavisi

İzleme ve Yeniden Gözden Geçirme

**SÜREÇ**

**Şekil 6** ISO 31000 Risk Yönetim İlkeleri, Çerçeve ve Süreç Arasındaki İlişkiler [26]

### 2.4.3 İlkeleri

Standarda göre; risk yönetiminin etkili olabilmesi için, bir organizasyonun her seviyede belirli ilkelere uyması gerekmektedir. Bunlar şu şekildedir [26]:

- a) Risk yönetimi değer yaratır ve korur.

Risk yönetimi, örneğin insan sağlığı ve güvenliği, güvenlik, yasal ve mevzuata uygunluk, halkın kabulü, çevre koruma, ürün kalitesi, proje yönetimi, operasyonlardaki verimlilik, yönetim ve itibar gibi hedeflerin başarısına ve performansın iyileştirilmesine katkıda bulunur.

- b) Risk yönetimi, tüm organizasyonel süreçlerin ayrılmaz bir parçasıdır.

Risk yönetimi, organizasyonun ana faaliyetlerinden ve süreçlerinden ayrı olan bağımsız bir etkinlik değildir. Risk yönetimi, yönetimin sorumluluklarının bir parçasıdır ve stratejik planlama ve tüm proje ve değişim yönetimi süreçleri dahil olmak üzere tüm organizasyonel süreçlerin ayrılmaz bir parçasıdır.

- c) Risk yönetimi karar vermenin bir parçasıdır.

Risk yönetimi, karar vericilerin bilinçli seçimler yapmasına, eylemlerin önceliklendirmesine ve alternatif eylem biçimlerinin ayırt edilmesine yardımcı olur.

- d) Risk yönetimi belirsizliği açık bir şekilde giderir.

Risk yönetimi, belirsizliği, bu belirsizliğin doğasını ve nasıl ele alınabileceğini açık bir şekilde dikkate alır.

- e) Risk yönetimi sistematik, yapılandırılmış ve zamanındadır.

Risk yönetimine sistematik, zamanında ve yapılandırılmış bir yaklaşımdır. Bu yönü ile verimliliğe ve tutarlı, karşılaştırılabilir ve güvenilir sonuçlara katkıda bulunur.

f) Risk yönetimi, mevcut en iyi bilgilere dayanmaktadır.

Riski yönetme sürecine ilişkin girdiler, tarihsel veriler, deneyim, paydaş geri bildirim, gözlem, tahminler ve uzman yargısı gibi bilgi kaynaklarına dayanmaktadır. Bununla birlikte, karar vericiler, kullanılan veri veya modellemeyle ilgili herhangi bir sınırlama veya uzmanlar arasında ayrılma olasılığını kendileri hakkında bilgilendirmeli ve dikkate almalıdır.

g) Risk yönetimi uyumludur.

Risk yönetimi, kurumun harici ve dahili bağlamı ve risk profiliyle uyumludur.

h) Risk yönetimi, insani ve kültürel faktörleri dikkate alır.

Risk yönetimi, kurumun hedeflerine ulaşılmasını kolaylaştıracak veya engelleyebilecek dış ve iç insanın yeteneklerini, algılarını ve niyetlerini kabul eder.

i) Risk yönetimi şeffaf ve kapsayıcıdır.

Paydaşların ve özellikle de organizasyonun her düzeyindeki karar alıcıların uygun ve zamanında katılımı, risk yönetiminin güncel ve şeffaf kalmasını sağlar. Katılım, paydaşların uygun bir şekilde temsil edilmelerine ve risk kriterlerinin belirlenmesinde görüşlerinin dikkate alınmasına da izin vermektedir.

j) Risk yönetimi dinamik-tekrarlı özelliğe sahiptir ve değişime cevap verir.

Risk yönetimi sürekli olarak değişmekte ve değişime cevap vermektedir. Dış ve iç olaylar ortaya çıktıkça, bağlam ve bilgi değişimi, risklerin izlenmesi ve gözden geçirilmesi gerçekleşir, yeni riskler ortaya çıkar, bazı değişiklikler ve diğerleri ortadan kalkar.

k) Risk yönetimi, organizasyonun sürekli iyileştirilmesini sağlar.

Organizasyonlar, organizasyonlarının diğer tüm yönleriyle birlikte risk yönetimi olgunluklarını geliştirmek için stratejiler geliştirmeli ve uygulamalıdır.

#### **2.4.4 Çerçeve**

##### **2.4.4.1 Genel**

Risk yönetiminin başarısı, her seviyede kuruluş çapında yerleştirilecek altyapılar ve düzenlemeler yapısına bağlıdır. Bunlar şu şekildedir [26]:

##### **2.4.4.2 Zorunluluk ve Taahhüt**

Her seviyedeki taahhüdü yerine getirebilmek için stratejik ve düzgün planlama ve kuruluşun yönetimi tarafından sürdürülebilir taahhüdü gereklidir.

##### **2.4.4.3 Riski Yönetme İle İlgili Çerçevenin Tasarımı**

- a) Kuruluş ve kapsamının anlaşılması  
Riski yönetmekle ilgili çerçevenin tasarımından önce kuruluş şemasının dış ve iç kapsamını değerlendirmek ve anlamak önemlidir. Bunlar çerçeve tasarımını önemli ölçüde etkilemektedir.
- b) Risk yönetim politikasının oluşturulması  
Risk yönetimine ilişkin kuruluş hedeflerini ve taahhütlerini ifade etmelidir.
- c) Yükümlülük  
Risk yönetim sürecini gerçekteleme ve muhafaza etme ve kontrollerin yeterliliğini, etkinliğini ve verimliliğini temin etme dahil riski yönetmekle ilgili yetki ve uygun yeterliliğin bulunduğunu temin etmelidir.
- d) Kuruluş süreçleriyle bütünleşme  
Risk yönetim politikasının gerçekteştiği ve risk yönetim kuruluşunu bütün uygulamaları ve süreçleri içine yerleştirildiğini temin etmek için bir risk yönetim planı olmalıdır.
- e) Kaynaklar  
Kuruluş için risk yönetimi ile ilgili uygun kaynakları tahsis edilmelidir.

- f) İç iletişim ve raporlama mekanizmalarının oluşturulması  
Kuruluşa risk yükümlülüğü ve sahipliğini destekleme ve cesaretlendirme amacı için iç iletişim ve raporlama mekanizmalarını oluşturulmalıdır.
- g) Dış iletişim ve raporlama mekanizmalarının oluşturulması  
Kuruluş için dış kaynaklar ile nasıl iletişime geçilebileceğine dair bir planlama yapıp gerçekleştirilmelidir.

#### **2.4.4.4 Risk Yönetiminin Gerçekleştirilmesi**

- a) Riski yönetme ile ilgili çerçevenin gerçekleştirilmesi

Riski yönetme ile ilgili çerçevenin gerçekleştirilmesindeki kuruluşu aşağıdaki gibi yapılmalıdır.

- Uygun zamanlama ve stratejiyi tanımlama
- Risk yönetim politikası ve sürecini uygulama
- Yasal mevzuatla ilgili şartlara uyma
- Bilgi ve eğitim oturumların yapılması
- Risk yönetim çerçevesinin uygun olduğunu temin edilmeli

- b) Risk yönetim sürecinin gerçekleşmesi

Risk yönetim uygulamaları, süreçleri ve kuruluşunun ilgili seviyeleri ile risk yönetim planı yoluyla süreci uygulanmasını temin ederek gerçekleştirilmesidir.

#### **2.4.4.5 Çerçevenin İzlenmesi ve Gözden Geçirilmesi**

Kuruluşun performansını desteklemek için risk yönetiminin etkili ve sürekli olduğunu temin için aşağıdakiler yapılmalıdır.

- Risk yönetim performansını uygunluk açısından periyodik olarak gözden geçirilip göstergelere göre ölçmelidir.
- Risk yönetim planına ve ondan sapmalara göre süreci periyodik olarak ölçmelidir.
- Kuruluşun dış ve iç kapsamı verildiğinde risk yönetim çerçevesi, politikası planının uygun olup olmadığı periyodik olarak gözden geçirilmelidir.

- Risk yönetim planı ile ilerleme ve risk yönetim politikasının nasıl takip edildiği ile ilgili rapor verilmelidir.
- Risk yönetim çerçevesinin etkinliği gözden geçirilmelidir.

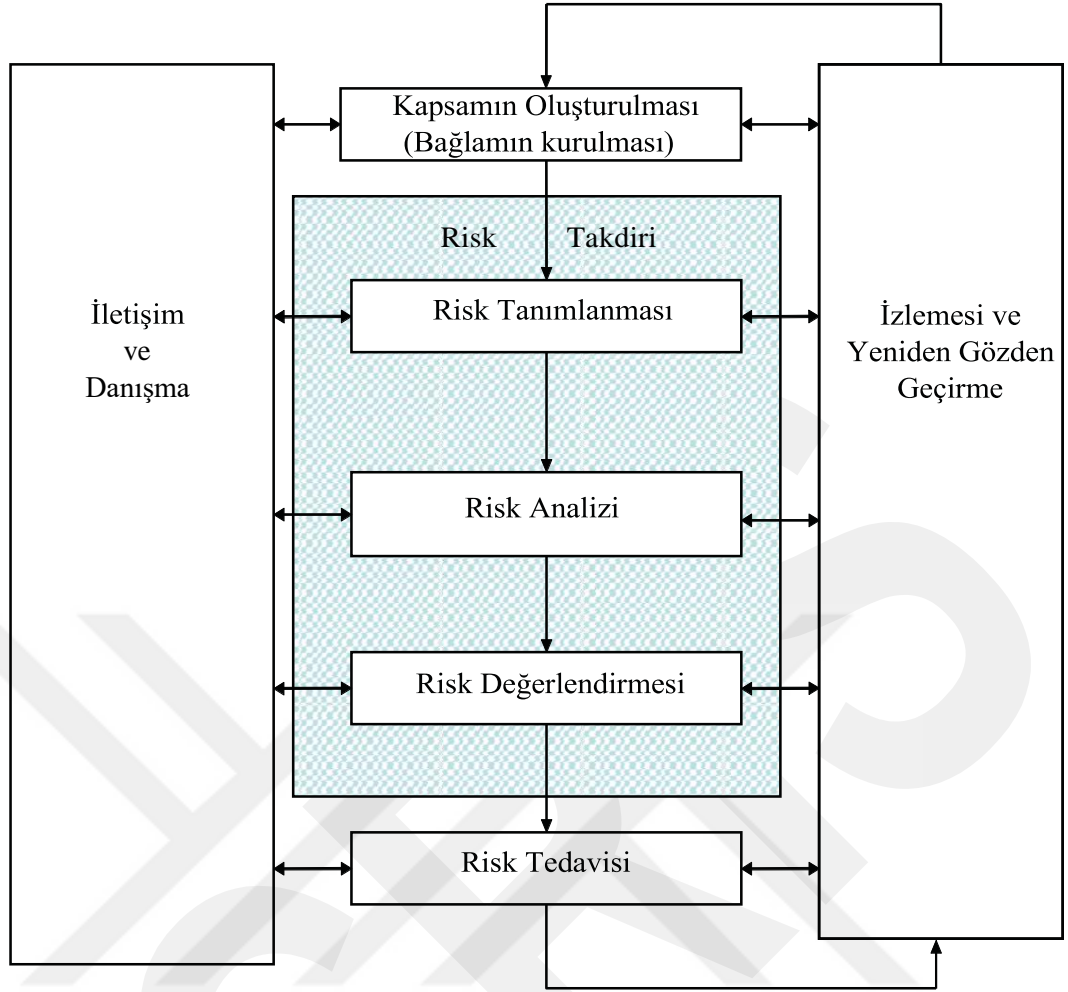
#### **2.4.4.6 Çerçevenin Sürekli İyileştirilmesi**

İzleme ve gözden geçirmenin sonuçlarına bağlı olarak risk yönetim çerçevesi politika ve planının nasıl iyileştirilmesi karar alınmalı ve bu kararlar kuruluşun risk yönetimi ve onun yönetim kültüründe iyileştirmeler yol açmalıdır.

#### **2.4.5 Süreç**

Risk yönetimi süreci yönetimin ayrılmaz bir parçasıdır, kültür ve uygulamalar ile iç içedir ve organizasyonun iş süreçlerine uyarlanmıştır.

ISO 31000 Risk yönetimi süreci Şekil 'de gösterildiği gibidir.



Şekil 7 ISO 31000 Risk Yönetimi Süreci [26]

#### 2.4.5.1 İletişim ve Danışma

Risk yönetimi sürecinin tüm aşamalarında dış ve iç paydaşlarla iletişim kurulmalı ve danışmanlık hizmeti alınmalıdır. Bu nedenle, iletişim ve danışma planları erken bir aşamada geliştirilmelidir. Bunlar, riskin kendisi, sebepleri, sonuçları (eğer biliniyorsa) ve tedavi etmek için alınacak önlemlerle ilgili konuların ele alınmasında oldukça faydalıdır. Risk yönetimi süreci ve paydaşlarının uygulanmasından sorumlu olanların, kararların alındığı temelleri ve belirli eylemlerin gerekliliğinin nedenlerini anlamasını sağlamak için etkili dış ve iç iletişim ve danışmanlık şarttır. Bir danışma ekibi ve yaklaşımı şunları yapabilir [26]:

- Bağlamı uygun bir şekilde oluşturmaya yardım etmek;

- Paydaşların çıkarlarının anlaşılmasını ve dikkate alınmasını sağlamak;
- Risklerin yeterince tanımlandığından emin olmak;
- Riskleri analiz etmek için farklı uzmanlık alanlarını bir araya getirmek;
- Risk kriterlerini tanımlarken ve riskleri değerlendirirken farklı görüşlerin uygun şekilde dikkate alınmasını sağlamak;
- Bir tedavi planı için güvenli onay ve destek vermek;
- Risk yönetimi sürecinde uygun değişim yönetimini geliştirmek; ve
- Uygun bir dış ve iç iletişim ve danışma planı geliştirmek.

Risk algılarına göre risk konusunda karar verdiklerinden, paydaşlarla iletişim ve danışmanlık yapmak önemlidir. Bu algılar paydaşların değerleri, ihtiyaçları, varsayımları, kavramları ve kaygılarındaki farklılıklar nedeniyle farklılık gösterebilir. Görüşlerin kararlar üzerinde önemli bir etkisi olabileceğinden, karar alma sürecinde paydaşların algıları belirlenmeli, kaydedilmeli ve dikkate alınmalıdır. İletişim ve danışma, gizli ve kişisel bütünlük unsurlarını dikkate alarak, doğru, ilgili, doğru ve anlaşılabilir bilgi alışverişini kolaylaştırmaktadır [26].

#### **2.4.5.2 Bağlamın Kurulması**

Bağlamın kurulması, kuruluş hedeflerini ifade eder, riski yönetirken göz önünde bulundurulacak dış ve iç parametreleri tanımlar ve kalan süreç için kapsam ve risk kriterlerini belirler. Bu parametrelerin birçoğu, risk yönetim çerçevesinin tasarımında göz önünde bulunduranlara benzer olsa da, risk yönetimi sürecinin bağlamını oluştururken, bunların daha ayrıntılı olarak ele alınması gerekmektedir [26].

##### *Dış Bağlamın Kurulması*

Dış bağlam, kuruluşun hedeflerine ulaşmak istediği dış ortamdır. Dış kriterleri anlamak, risk kriterleri geliştirilirken dış paydaşların hedef ve endişelerinin

dikkate alınmasını sağlamak için önemlidir. Kuruluşun geneline dayanmaktadır, ancak yasal ve düzenleyici gerekliliklerin özgün detayları, paydaş algıları ve risk yönetimi sürecinin kapsamına özgü risklerin diğer yönleri ile ilgilidir. Dış içerik aşağıdakileri içerebilir, ancak bunlarla sınırlı değildir [26]:

- Uluslararası, ulusal, bölgesel veya yerel, sosyal ve kültürel, politik, yasal, düzenleyici, finansal, teknolojik, ekonomik, doğal ve rekabetçi bir çevre;
- Organizasyonun hedefleri üzerinde etkili olan kilit sürücüler ve eğilimler;
- Dış paydaşların ilişkileri, algıları ve değerleri.

#### *İç Bağlamın Kurulması*

İçsel bağlam, kuruluşun hedeflerine ulaşmak istediği iç ortamdır. Risk yönetimi süreci, kurumun kültürü, süreçleri, yapısı ve stratejisiyle uyumlu olmalıdır. İç bağlam, kuruluş içinde bir riski yönetme şeklini etkileyebilecek kuruluş içinde yer alan herhangi bir şeydir. İç bağlamın kurulması oldukça önemlidir çünkü [26];

- a) Risk yönetimi organizasyonun amaçları bağlamında gerçekleşir;
- b) Belirli bir proje, süreç veya faaliyetin amaçları ve kriterleri, bir bütün olarak kuruluşun hedefleri ışığında ele alınmalıdır; ve
- c) Bazı kuruluşlar stratejik, proje veya iş hedeflerine ulaşma fırsatlarını tanımakta başarısız olurlar ve bu da devam eden örgütsel bağlılığı, güvenilirliği ve değeri etkiler.

İçsel bağlam, aşağıdakileri içerebilir, ancak bunlarla sınırlı değildir [26]:

- Yönetişim, organizasyon yapısı, roller ve sorumluluklar;
- Politikaları, hedefleri ve bunlara ulaşmak için mevcut stratejileri;
- Kaynaklar ve bilgi (örneğin sermaye, zaman, insanlar, süreçler, sistemler ve teknolojiler) ve yetenekler;

- İç paydaşların ilişkileri ve algıları ve değerleri;
- Örgütün kültürü;
- Bilgi sistemleri, bilgi akışları ve karar verme süreçleri (resmi ve gayri resmi);
- Kuruluş tarafından kabul edilen standartlar, kılavuzlar ve modeller; ve
- Sözleşme ilişkilerinin biçimi ve kapsamı.

Yukarıda belirtilen ve belirtilmeyen diğer ilgili faktörlere dikkat edilmesi, benimsenen risk yönetimi yaklaşımının, şartlara, organizasyona ve hedeflerine ulaşılmasını etkileyen risklere uygun olmasını sağlamaya yardımcı olmaktadır. Burada risk kriterlerinin tanımlanması da oldukça önemlidir. Organizasyon, riskin önemini değerlendirmek için kullanılacak kriterleri tanımlamalıdır. Kriterler kuruluşun değerlerini, hedeflerini ve kaynaklarını yansıtmalıdır. Bazı kriterler, kurumun abone olduğu yasal ve düzenleyici gereklilikler ve diğer gereklilikler tarafından uygulanabilir veya bunlardan türetilir. Risk kriterleri, kurumun risk yönetimi politikası ile tutarlı olmalı, herhangi bir risk yönetim sürecinin başında tanımlanmalı ve sürekli olarak gözden geçirilmelidir. Risk kriterlerini tanımlarken, dikkate alınacak faktörler şu şekildedir [26]:

- Oluşabilecek sebep ve sonuçların doğası ve türleri ve nasıl ölçülecekleri;
- Olasılığın nasıl tanımlanacağı;
- Olabilirlik ve / veya sonuçların zaman dilimleri;
- Risk seviyesinin nasıl belirleneceği;
- Paydaşların görüşleri;
- Riskin kabul edilebilir veya tolere edilebilir olduğu seviye; ve
- Çoklu risk kombinasyonlarının dikkate alınması gerekip gerekmediği ve eğer öyleyse nasıl ve hangi kombinasyonların dikkate alınması gerektiği.

### **2.4.5.3 Risk Tanımlanması**

Organizasyon, risk kaynaklarını, etki alanlarını, olayları (koşullardaki değişiklikler dahil) ve bunların nedenlerini ve potansiyel sonuçlarını tanımlamalıdır. Bu adımın amacı, hedeflerin gerçekleştirilmesini yaratabilen, artırabilen, engelleyebilen, hızlandırabilen veya geciktirebilen olaylara dayanan kapsamlı bir risk listesi oluşturmaktır. Bir fırsatı takip etmeyle ilgili riskleri tanımlamak önemlidir. Kapsamlı tanımlama önemlidir, çünkü bu aşamada tespit edilmeyen bir risk daha fazla analize dahil edilmeyecektir [26].

Tanımlama, risk kaynağı veya nedeni belli olmasa bile, kaynağının kurumun kontrolü altında olup olmadığına dair riskleri içermelidir. Risk tanımlaması, tekli ve kümülatif etkiler de dahil olmak üzere, belirli sonuçların zincirleme etkilerinin incelenmesini içermelidir. Ayrıca, risk kaynağı veya nedeni belli olmasa bile, geniş çaplı sonuçları dikkate alınmalıdır. Nelerin olabileceğini tanımlamanın yanı sıra, sonuçların ortaya çıkabileceğini gösteren olası nedenleri ve senaryoları dikkate almak gerekir. Tüm önemli sebepler ve sonuçları dikkate alınmalıdır [26].

Kuruluş, amaçlarına, yeteneklerine ve karşılaşılan risklere uygun risk tanımlama araçlarını ve tekniklerini uygulamalıdır. Risklerin belirlenmesinde ilgili ve güncel bilgiler önemlidir. Bu, mümkün olduğunda uygun arka plan bilgisini içermelidir. Uygun bilgi sahibi insanlar riskleri tanımlamakla ilgilenmelidir [26].

### **2.4.5.4 Risk Analizi**

Risk analizi, riskin anlaşılmasını geliştirmeyi içerir. Risk analizi, risk değerlendirmesine ve risklerin tedavi edilmesi gerekip gerekmediğine ve en uygun risk tedavi stratejileri ve yöntemlerine kararlar verir. Risk analizi, seçimlerin yapılması gereken kararların alınmasına da bir girdi sağlayabilir ve seçenekler farklı tip ve risk seviyelerini içerir [26].

Risk analizi, nedenleri ve risk kaynaklarını, bunların olumlu ve olumsuz sonuçlarını ve bu sonuçların ortaya çıkma olasılığını dikkate almayı içerir. Sonuçları ve olasılığı etkileyen faktörler tanımlanmalıdır. Risk, sonuçların ve

olasılıklarının ve diğer risk özelliklerinin belirlenmesiyle analiz edilir. Bir etkinliğin birden fazla sonucu olabilir ve birden çok hedefi etkileyebilir. Mevcut kontroller, bunların etkinliği ve verimliliği de dikkate alınmalıdır [26].

Sonuçların ve olasılığın ifade edilme şekli ve bir risk düzeyini belirlemek için nasıl bir araya getirildikleri, risk türünü, mevcut bilgileri ve risk değerlendirme çıktısının hangi amaçla kullanılacağını yansıtmalıdır. Bunların hepsi risk kriterleri ile tutarlı olmalıdır. Farklı risklerin ve bunların kaynaklarının karşılıklı bağımlılığını dikkate almak da önemlidir [26].

Risk düzeyinin belirlenmesine olan güven ve önkoşullara ve varsayımlara olan duyarlılığı analizde dikkate alınmalı ve karar alıcılara ve uygun olduğu hallerde diğer paydaşlara etkin bir şekilde iletilmelidir. Uzmanlar arasındaki görüş ayrılığı, belirsizlik, bulunabilirlik, nitelik, nicelik ve bilginin süregelen ilgisi veya modellemedeki sınırlamalar gibi faktörler belirtilmelidir ve vurgulanabilir [26].

Risk analizi, riske, analizin amacına ve mevcut bilgi, veri ve kaynaklara bağlı olarak değişen derecelerde detaylarla gerçekleştirilebilir. Analiz şartlara bağlı olarak nitel, yarı nicelikseli niceliksel veya bunların bir kombinasyonu olabilir [26].

Sonuçlar ve olasılıkları, bir olayın ya da olayların sonuçlarının modellenmesiyle ya da deneysel çalışmalardan ya da mevcut verilerden çıkarımlarla belirlenebilir. Sonuçlar, maddi ve manevi etkiler açısından ifade edilebilir. Bazı durumlarda, farklı zamanlar, yerler, gruplar veya durumlar için sonuçları ve bunların olasılığını belirtmek için birden fazla sayısal değer veya tanımlayıcı gereklidir [26].

#### **2.4.5.5 Risk Değerlendirilmesi**

Risk değerlendirmesinin amacı, risk analizinin sonuçlarına dayanarak, hangi risklerin tedaviye ihtiyacı olduğu ve tedavi uygulamasının önceliği hakkında karar vermede yardımcı olmaktır. Risk değerlendirmesi, analiz süreci sırasında bulunan risk düzeyinin, içerik dikkate alındığında oluşturulan risk kriterleri ile

karşılaştırılmasını içerir. Bu karşılaştırmaya dayanarak, tedaviye ihtiyaç anlaşılabilir [26].

Kararlar, daha geniş kapsamlı risk bağlamını dikkate almalı ve riskten yararlanan kuruluş dışındaki tarafların maruz kaldığı risklerin toleransını dikkate almalıdır. Kararlar yasal, düzenleyici ve diğer şartlara uygun olarak yapılmalıdır. Bazı durumlarda, risk değerlendirmesi daha fazla analizin yapılmasına karar verebilir. Risk değerlendirmesi, riski mevcut kontrolleri sürdürmekten başka bir şekilde ele almama kararına da yol açabilir. Bu karar kuruluşun risk tutumundan ve oluşturulmuş risk kriterlerinden etkilenecektir [26].

#### **2.4.5.6 Risk Tedavisi**

Risk tedavisi, riskleri değiştirmek ve bu seçenekleri uygulamak için bir veya daha fazla seçeneğin seçilmesini içerir. Uygulandığında, tedaviler kontrolleri sağlar veya değiştirir. Risk tedavisi, döngüsel bir süreci içermektedir [26]:

- Risk tedavisinin değerlendirilmesi;
- Risk seviyelerinin tolere edilip edilemeyeceğine karar vermek;
- Tolere edilemezse, yeni bir risk tedavisi oluşturmak; ve
- Bu tedavinin etkinliğini değerlendirmek.

Risk yönetimi seçenekleri, her koşula uygun çözüm üretmez gibi görülebilmektedir. Ancak önemli olan seçeneklerin özelliği ve etkinliğidir. Doğru özellik ve etkinlikteki seçenekler işe yarayacaktır. Seçenekler aşağıdakileri içerebilir [26]:

- a) Riske yol açan faaliyeti başlatmamaya veya devam etmemeye karar vererek riski önlemek;
- b) Fırsatı yakalamak için riski almak veya arttırmak;
- c) Risk kaynağının kaldırılması;
- d) Olasılığın değiştirilmesi;

- e) Sonuçların değiştirilmesi;
- f) Riski başka bir paydaş veya tarafla (sözleşmeler ve risk finansmanı dahil) paylaşmak.

En uygun risk işleme seçeneğinin seçilmesi, yasal, düzenleyici, sosyal sorumluluk ve doğal çevrenin korunması gibi diğer gereksinimlere ilişkin olarak elde edilen faydalara karşı maliyetlerin ve uygulama çabalarının dengelenmesini içerir. Kararlar, ayrıca, ekonomik nedenlerle doğrulanamayan risk muamelesini gerektirebilecek riskleri de dikkate almalıdır. Bir dizi tedavi seçeneği tek tek veya kombinasyon halinde düşünülebilir ve uygulanabilir. Organizasyon normal olarak tedavi seçeneklerinin bir kombinasyonunun benimsenmesinden faydalanabilir. Risk tedavisi seçeneklerini seçerken, kuruluş paydaşların değerlerini ve algılarını ve onlarla iletişim kurmanın en uygun yollarını dikkate almalıdır. Risk muamele seçeneklerinin kuruluşun ya da paydaşların başka yerlerinde risk üzerinde etkili olabileceği durumlarda, bunlar kararda yer almalıdır. Her ne kadar eşit derecede etkili olsa da bazı risk muameleleri bazı paydaşlara diğerlerinden daha kabul edilebilir. Tedavi planı, bireysel risk tedavilerinin uygulanacağı öncelik sırasını açıkça belirlemelidir [26].

Risk tedavisinin kendisi riskleri ortaya çıkarabilir. Risk tedavisi önlemlerinin başarısızlığı veya etkisizliği sonucunda riskler oluşabilir. Risk tedavisi ayrıca değerlendirilmesi, tedavi edilmesi, izlenmesi ve gözden geçirilmesi gereken ikincil riskleri de ortaya koyabilir. Bu ikincil riskler, orijinal riskle aynı tedavi planına dahil edilmeli ve yeni bir risk olarak ele alınmamalıdır. İki risk arasındaki bağlantı belirlenmeli ve sürdürülmelidir [26].

Risk tedavi planlarının amacı, seçilen tedavi seçeneklerinin nasıl uygulanacağını belgelemektir. Tedavi planlarında sağlanan bilgiler şunları içermelidir [26]:

- Kazanılması beklenen faydalar dahil olmak üzere tedavi seçeneklerinin seçim nedenleri;

- Planı onaylamakla sorumlu olanlar ve planın uygulanmasından sorumlu olanlar;
- Önerilen eylemler;
- Durumları içeren kaynak gereksinimleri;
- Performans ölçüleri ve kısıtları;
- Raporlama ve izleme gereksinimleri; ve
- Zamanlama ve program.

Tedavi planları, organizasyonun yönetim süreçleriyle bütünleştirilmeli ve uygun paydaşlar ile tartışılmalıdır. Karar vericiler ve diğer paydaşlar, risk tedavisi sonrası kalan riskin niteliği ve kapsamı konusunda bilgi sahibi olmalıdır. Kalan risk belgelendirilmeli ve izleme, gözden geçirme ve uygun olduğunda ileri tedaviye tabi tutulmalıdır [26].

#### **2.4.5.7 İzleme ve Yeniden Gözden Geçirme**

Hem izleme hem de yeniden gözden geçirme, risk yönetimi sürecinin planlanmış bir parçası olmalı ve düzenli kontrol veya gözetim içermelidir. Periyodik veya özel planlanmış şekilde yapılabilir olmalıdır. İzleme ve gözden geçirme sorumlulukları açıkça tanımlanmalıdır. Kuruluşun izleme ve gözden geçirme süreçleri aşağıdaki amaçlarla risk yönetim sürecinin tüm yönlerini kapsamalıdır [26]:

- Kontrollerin hem tasarım hem de operasyonda etkili ve verimli olmasını sağlamak;
- Risk değerlendirmesini iyileştirmek için daha fazla bilgi edinmek;
- Olaylardan dersler, değişimler, eğilimler, başarılar ve başarısızlıkların analizi ve öğrenilmesi;

- Risk kriterleri ile risklerin ve önceliğin revizyonunu gerektirebilecek riskin kendisi de dahil olmak üzere, dış ve iç bağlamdaki değişiklikleri tespit etmek; ve
- Ortaya çıkan riskleri tanımlamak.

Risk tedavi planlarının uygulanmasında kaydedilen ilerleme bir performans ölçümü sağlar. Sonuçlar, kuruluşun genel performans yönetimi, ölçümü ve dış ve iç raporlama faaliyetlerine dahil edilebilir. İzleme ve gözden geçirme sonuçları kayıt altına alınmalı, dışsal ve içsel olarak uygun şekilde raporlanmalı ve risk yönetimi çerçevesinin gözden geçirilmesinde bir girdi olarak kullanılmalıdır [26].

#### **2.4.6 Yararları**

Kişisel yaralanma, proje başarısızlıkları ve yasal yükümlülükler gibi temel risklerin tanımlanmasına ve ortadan kaldırılmasına (veya mümkün olduğu kadar hafifletilmesine) ek olarak, profesyonel risk yönetiminin birçok yönü vardır ve çeşitli şekillerde kuruluşlara veya projelere fayda sağlayabilir [25]:

- Organizasyona / projeye değer ekler.
- Kurumsal veya proje süreçlerine entegrasyon sağlar.
- Planlama ve karar vermeyi bilgilendirir ve geliştirir.
- Sistematik olarak belirsizliği giderir.
- Şirket imajını ve itibarını korur.
- Organizasyona ve / veya projeye özeldir.
- Sorunları şeffaflaştırır ve risklerin tanımlanmasını en üst düzeye çıkarır.
- Yinelemeli ve geliştikçe değişen durumlara cevap verir.

- Kullanılmış olarak sürekli iyileştirme ve geliştirme hedeflerine katkıda bulunur.

## 2.5 Risk Değerlendirme Yöntemleri

Riskleri değerlendirmede iki türlü yöntem vardır. Bunlar kantitatif ve kalitatif yöntemlerdir. Kantitatif risk değerlendirmesinde sayısal yöntemler kullanılır. Kalitatif risk değerlendirilmesinde tehditin gerçekleşme olasılığı ve etkisini sayısal değerler verilmesi ile belli bir matematiksel ve mantık çerçevesinde değerlendirilerek analiz edilmesidir. Başlıca Kalitatif metotlar şunlardır; PHA (ön tehlike analizi), HAZOP (tehlike ve işletilebilirlik analizi), What if (ne olursa ne olur), Neden sonuç analizi, Risk puanlama yöntem ve metodlardır. Kantitatif yöntemler ise; Finne Kinney metodu, L tipi matris, X tipi matris, gibi yöntemler mevcuttur. Uygulama safhasında Hidroelektrik santralde Finne Kinney metodu ile risk analizi yapılacaktır. Başlık 2.5.1’de Finne Kinney metodu açıklanmıştır.

### 2.5.1 Finne Kinney

W. T. Finne tarafından geliştirilen “Mathematical Evaluations for Controlling Hazards” metodu, Kinney ve Wiruth tarafından 1976’de revize edilerek “Practical Risk Analysis for Safety Management” adı altında yayınlanmış ve günümüzde Finne-Kinney metodu olarak bilinmektedir [29]. Türkiye’de risk analizi 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği kanun kapsamında belirtilmiştir.

Finne-Kinney metodu risklerin derecelendirilmesi sonuçlarına göre hangi işlere öncelik verilmesi ve kaynakların öncelikli olarak nereye aktarılması gerektiğini gösteren bir yöntemdir. Risklerin ağırlık oranlarını hesaplayarak derecelendirme yapılır ve önlemlerin alınıp alınmamasına karar verilir. Yöntem işyerinin istatistiklerini kullanma imkânı sağlaması doğrultusunda daha gerçekçi sonuçlar vermektedir [29].

Yöntemde üç risk faktörü çarpılarak risk puanı (R) elde edilir; bunlar Frekans (F), Olasılık (O) ve Şiddet (Ş)'tir [30].

$$R = O \times F \times \text{Ş}$$

**Tablo 2** Frekans Ölçeği [30]

FREKANS (F)	F DEĞERİ
SÜREKLİ	10
SIK (GÜNDE BİR DEFA)	6
ARA SIRA (HAFTADA BİR DEFA)	3
SIK DEĞİL (AYDA BİR DEFA)	2
SEYREK (YILDA BİRKAÇ DEFA)	1
ÇOK SEYREK (YILDA BİR VEYA DAHA SEYREK)	0.5

**Frekans:** Belirli bir zaman içerisinde tehlikeye maruz kalma tekrarıdır. (10 ile 0.5 arasındadır)

**Tablo 3** Olasılık Ölçeği [30]

OLASILIK (O)	O DEĞERİ
BEKLENİR, KESİN	10
OLDUKÇA MÜMKÜN (%50-%50)*	6
SEYREK AMA OLASI	3
DÜŞÜK OLASILIK AMA MÜMKÜN	1
ÇOK DÜŞÜK OLASILIK, BEKLENMEZ	0.5
PRATİK OLARAK İMKANSIZ	0.2
NEREDEYSE İMKANSIZ	0.1

\*parantez içindeki ifade Finne'a aittir.

**Olasılık:** Zarar ya da hasarın zaman içerisinde gerçekleşme olasılığıdır. (10 ile 0.1 arasındadır.)

**Tablo 4** Şiddet Ölçeği [30]

ŞİDDET (Ş)	Ş DEĞERİ
------------	----------

BİRÇOK ÖLÜMÜN YAŞANDIĞI BİR FELAKET	100
BİR DEN FAZLA ÖLÜMLÜ KAZA	40
ÖLÜMLE SONUÇLANABİLECEK ÇOK CİDDİ YARALANMA	15
CİDDİ YARALANMA (UZUV KAYBI, KALICI SAĞLIK PROBLEMLERİ/İŞ GÖREMEZLİK)	7
ÖNEMLİ YARALANMA (DIŞ İLK YARDIM GEREKLİ)	3
KÜÇÜK YARALANMA, İLK YARDIMA İHTİYAÇ	1

**Şiddet:** Tehlikenin insan veya çevre üzerinde yaratacağı tahmini zarardır. (100 ile 1 arasındadır.)

**Tablo 5** Risk Düzey Sınıflandırılması [30]

RİSK DEĞERLENDİRME SONUCU	R RİSK
<b>ÇOK BÜYÜK RİSK:</b> HEMEN GEREKLİ ÖNLEMLER ALINMALI, SÜRECİN DURDURULMASI DÜŞÜNÜLMELİDİR.	$400 < R$
<b>ESASLI RİSK:</b> HEMEN ÖNLEM ALINMALIDIR.	$200 \leq R \leq 400$
<b>ÖNEMLİ RİSK:</b> ÖNLEM İHTİYACI VARDIR.	$70 \leq R < 200$
<b>OLASI RİSK:</b> SÜREÇ GÖZETİM ALTINDA UYGULANMALIDIR.	$20 \leq R < 70$
<b>ÖNEMSİZ RİSK:</b> ÖNLEM ÖNCELİKLİ DEĞİLDİ.	$20 < R$

## 2.6 Hidroelektrik Santrallerinde Risk Yönetimi

Bir hidroelektrik santralının işletilmesi, Plan Yap-Kontrol Et-Harekete Geç döngüsü tarafından yönlendirilen sürekli ve akıllı bir yatırım gerektirmektedir. İlk olarak, planlanan tüm bakım işlemleri, santral için özel olan ve yıllık olarak revize edilen bakım planında listelenmelidir. Bakım planı, altyapının herhangi bir bileşeninin yerine konması, yenilenmesi, muayenesi veya amaca uygunluk analizi gibi eylemler içermektedir. Bakım planında yer alan tüm yatırım hatları tesis edilmeden önce varlık yöneticisi ile teknik ve operasyon personeli arasında tartışılmaktadır [31].

Hidroelektrik santrallerinde risk yönetimi yukarıda bahsedilen ISO 31000 basamakları doğrultusunda yapılmaktadır. Hidroelektrik santrallerinde riskin gerçekleşme şiddetini değerlendirmek için seçilen altı farklı gösterge şu şekildedir [31]:

- 1) Santral personeli ve diğer bireylerin güvenliği
- 2) Çevresel ekolojik sistem üzerindeki etki
- 3) Su kayıpları
- 4) Beklenmeyen kullanım süreleri nedeniyle üretim kaybı
- 5) Beklenmeyen mali zararlar
- 6) Mevcut yasalarda boşluk

Bu göstergelerin her biri minör (1) ‘den felakete (6) kadar 6 adım içeren kendi şiddet ölçeklerine sahiptir. Bu ölçekler santralin büyüklüğüne göre değişmektedir. Hidroelektrik santralleri için altı farklı seviyeye sahip bir olasılık ölçeği tanımlanmıştır ve bu ölçek tüm santraller için sabittir. Ölçek şu şekildedir [31]:

- A: Neredeyse imkânsız, 40 yıldan fazla süre içerisinde olabilirlik
- B: Çok olası değil, 20-40 yıl içerisinde olabilirlik
- C: Olası değil, 10-20 yıl içerisinde olabilirlik
- D: Az olası, 5-10 yıl içerisinde olabilirlik
- E: Olası, 5 yıl içerisinde olabilirlik
- F: Sık, Yılda bir olabilirlik

Ayrıca hidroelektrik santrallerinde her bir risk, riskin kontrol altında olup olmadığına işaret eden bir ustalık ölçeğine göre alınılanmaktadır. Ustalık ölçeğinin 1’den 4’e kadar dört seviyesi vardır. Seviye 1, riski kontrol etmek için herhangi bir eylemin gerçekleştirilmediğini ve bunu kontrol etmek için mümkün olan her türlü tedbirin 4. seviyede olduğunu göstermektedir. Ustalık ölçeği, düşük

bir olasılık olasılığı olan katastrofik risklerle başa çıkmaya yardımcı olmaktadır. Bu tür bir risk bir hidroelektrik santralinin işletmesinde her zaman mevcut olabilmektedir [31].

Hidroelektrik santrallerinde risklerin değerlendirilmesinde ise, riskler birkaç kaynaktan tespit edilmektedir [31]:

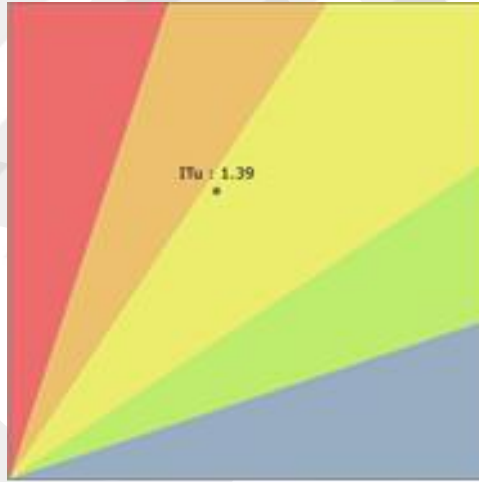
- Operasyon personeli ile görüşme
- Santralin ziyareti
- Bakım planının incelenmesi
- Teknik raporların gözden geçirilmesi
- Beklenmeyen arızaların neden ve sonuçlarının gözden geçirilmesi
- Son yılların güç üretiminin gözden geçirilmesi

Daha sonra riskler, risk adlarına eklenen olası sebep ve sonuçlarının bulunmasıyla analiz edilir. Nedeni tanımlaması, risk oluşumunun olasılığını ve bunun ciddiyetini değerlendirmeye yardımcı olur. Karmaşık senaryolar beklendiğinde, olasılık ve şiddetin tanımlanması için olaylar ve olay ağaçları kullanılabilir. Basamaklı ya da birkaç elektrik santrali ve rezervuarı olan altyapılarda, risk gerçekleşmelerinin etkisi, küresel üretime göre hesaplanmalıdır. Böylece fonksiyonel şema, altyapının her noktasında kaybedilen üretim parçalarını vermek için uyarlanabilir [31].

Risklerin tedavisinde, santralin altyapılarına tahsis edilen yatırımları yönetmek için bakım planı kullanılmaktadır. Bu plan, santralin global risk seviyesini azaltmaya yardımcı olan bir dizi eylemden oluşmaktadır. Bu eylemlerin bazıları periyodik olarak planlanır (örneğin her 5 veya 10 yılda bir) ve bunların gerçekleştirilmesi, kalan risk seviyesini düşük tutar. Etkilerini hesaba katmak için bir ham risk seviyesi ortaya çıkmıştır. Bu ham risk değeri, planlanmayan periyodik eylemler gibi değerlendirilir. Bu periyodik eylemler dahil olmak üzere elde edilen risk seviyesine, temiz risk seviyesi denir. Bu düzgün seviye hala çok yüksek olduğunda, onu azaltmak için tamamlayıcı eylemler önerilmektedir.

Herhangi bir periyodik eylemin planlanmadığı durumlarda, sadece net değer kullanılır ve daha sonraki eylemlerden etkilenir. Bir santralin tüm riski Tablo 1’de gösterildiği gibi matrisler üzerinde görselleştirilebilir [31].

Ancak tesis için yüz kadar risk tanımlanabilir. Bu durumda bir tesisin global risk seviyesini izlemek için yeni bir değer oluşturulmaktadır. Ana Kritik (*Criticality-mastery*) matrisinin yerçekimi merkezi olarak hesaplanır ve türbülans indeksi veya iTu olarak adlandırılır. iTu, planlanmış veya gerçekleştirilmiş eylemlere karşı kullanımı kolay ve tepki veren gerçek bir sayıdır. Bir hidroelektrik santralının küresel risk seviyesini yıl boyunca takip etmek veya diğer kurulumlarla karşılaştırmak için kullanılabilir. iTu’nun bulunduğu bölgenin rengi, yatırımların düşürülmesinin mümkün olup olmadığını (yeşil) veya durum zaten tehlikeli (kırmızı) olup olmadığını gösterir (Şekil 8).



**Şekil 8** Türbülans indeksi [31]

Son olarak ise, belirlenen risklerin her birinin gözden geçirilmesi, risk azaltma eylemlerinin gerçekleştirilmesi ve arızalar veya seller gibi beklenmedik olayları dikkate alınarak her yıl gözden geçirilmelidir [31].

Hidroelektrik santrallerde bileşenlerin tadilatına veya yenilenmesine bağlı olarak her yatırım kararında risk yönetimi yer almalıdır. Bu tür analizleri başlatmak için sahipler, operasyon ve teknik personel tarafından büyük bir çaba gerekmektedir. Sürekli diyalog ve iletişim gereklidir:

- Yöneticiler risk analizinin yardımcı olduğuna ikna edilmelidir.

- Bunları kullanmak isteyen insanlar için faydalı olacak özel araçlar geliştirilmelidir.
- Analiz sürekli olarak güncellenmelidir.

Bu tür analizler, bakım süreçlerine büyük miktarda veri toplamaya izin verir. Bu süreçleri geliştirmeye ve ISO 31000 tarafından belirtildiği gibi zenginlik yaratmaya yardımcı olabilir. Bununla birlikte, mevcut tesislerin çoğunun uzun bir süredir çalıştırıldığı düşünülürse, bu verilerin istatistiksel bir şekilde işlenmesi teknik ve bakım personeli açısından güvenlik için oldukça önemli olabilmektedir.

Son olarak, risk analizi, bilgi ve bilginin toplanmasına ve karar vericiler tarafından kullanılmak üzere kullanılmasına yardımcı olmaktadır. Analiz, bu tür bilginin bazen eksik olduğu eski hidroelektrik santralleri hakkında bilgi toplamak ve toplamak için gerekli olduğu için daha da değerlidir. Bu bilgi teknik ve bakım personeli ile paylaşılmalıdır.

## 2.7 İş Kazası

İş kazası, kişinin çalışma hayatında 5510 sayılı Kanunda sayılan hallerden birinde meydana gelen ve sigortalıyı bedenen veya ruhen engelli hale getiren olaydır [32].

5510 sayılı Kanun 13'üncü maddesinde iş kazası;

- a) Sigortalının işyerinde bulunduğu sırada,
- b) İşveren tarafından yürütülmekte olan iş nedeniyle sigortalı kendi adına ve hesabına bağımsız çalışıyorsa yürütmekte olduğu iş nedeniyle
- c) Bir işverene bağlı olarak çalışan sigortalının, görevli olarak işyeri dışında başka bir yere gönderilmesi nedeniyle asıl işini yapmaksızın geçen zamanlarda
- d) Bu Kanunun 4'üncü maddesinin birinci fıkrasının (a) bendi kapsamındaki emziren kadın sigortalının, iş mevzuatı gereğince çocuğuna süt vermek için ayrılan zamanlarda,

- e) Sigortalıların, işverence sağlanan bir taşıtla işin yapıldığı yere gidiş geliş sırasında,

Meydana gelen ve sigortalıyı hemen veya sonradan bedenen ya da ruhen engelli hâle getiren olaydır [33].

6331 sayılı kanunda iş kazası; İşyerinde veya işin yürütümü nedeniyle meydana gelen, ölüme sebebiyet veren veya vücut bütünlüğünü ruhen ya da bedenen engelli hâle getiren olay olarak tanımlamıştır [34].

ILO (Uluslararası Çalışma Örgütü) tarafından iş kazası tanımı; ölümcül ya da ölümcül olmayan yaralanmalarla sonuçlanan işlerden kaynaklanan ya da bu süreçte meydana gelen olayları kapsar [35].

WHO (Dünya Sağlık Örgütü) ne göre iş kazası; Önceden planlanmamış, çoğu kez kişisel yaralanmalara, makinaların, araç ve gereçlerin zarara uğramasına, üretimin bir süre durmasına yol açan bir olaydır [36].

## **2.8 Hidroelektrik Santrallerde Gerçekleşen İş Kazaları**

Hidroelektrik santrallerin yapımında ve işletilmesinde birçok iş kazası gerçekleşmektedir. Gerçekleşen iş kazaları başlık 2.8.1 ve 2.8.2 de belirtilmiştir.

### **2.8.1 Türkiye’de Gerçekleşen Hidroelektrik Santral Kazaları**

Ülkemizin ortalama yükseltisi 1131 metre olup 1000 m’den yüksek alanlar toplam yüzeyin %55,5’ini kaplamaktadır. Ülkemiz arazisinin %64’ünün eğimi 2’nin üzerindedir. Ortalama yüksekliği bir kilometrenin üstünde olan ülkemizde akarsu eğimleri de fazladır. Bu topoğrafik yapı ve hidrolojik koşullar Türkiye’yi hidroelektrik enerji üretimi açısından avantajlı kılmaktadır. Ancak Türkiye’nin hidroelektrik enerji potansiyeli topoğrafik ve hidrolojik özellikler açısından tüm yurda eşit olarak dağılmamıştır. Bu dağılımda Dicle ve Fırat Havzası ve dolayısıyla GAP bölgesi barajları ağırlıklı bir yer tutmaktadır [37]

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının yapmış olduğu veriler şu şekildedir. “2018 Haziran ayı sonu itibarıyla, işletmede bulunan 27.912 MW'lık kurulu güce sahip 636 adet HES Türkiye toplam kurulu gücünün %32'sine karşılık gelmektedir” [38].

Türkiye de Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) tarafından açıklanan 2016 yılı iş kazası verilerine göre 286.068 iş kazası gerçekleşmiştir. İş kazalarından 1405'i ölümlle sonuçlanmıştır. Hidroelektrik santrallerin yapımı kurulumu ve işletimi sırasında da iş kazaları gerçekleşmektedir. Bu kazalara örnekler ise şu şekildedir:

- 24.02.2002 tarihinde meydana gelen Adana, Kozan, Göksu Irmağındaki Gökdere Köprü Barajı inşaatındaki kapak patlaması verilebilir. Beş işçinin öldüğü bu kazada, barajın tüm suyu mansaba boşalmış ve mansaptaki köyleri ve arazilere su basmıştır. Kaza sonrası yapılan incelemede kazanın kapağın kırılmasından dolayı değil, kapağı tünelin iç yüzeyine tutturarak ankrajların kırılması/boşalması ile meydana gelmiş olduğu anlaşılmıştır [39].
- 3 Ocak 2012 yılında Giresun'un Dereli ilçesinde özel bir şirkete ait hidroelektrik santrali (HES) inşaatında 4 işçinin ölümü, 1 işçinin de yaralanmasıyla sonuçlanan heyelana ilişkin soruşturma kapsamında gözaltına alınan 2 şantiye şefi tutuklandı. Öte yandan olaydan önce de bölgede heyelan tehlikesi nedeniyle uyarı yapıldığı öğrenilirken, daha önce de benzer şekilde aynı inşaatında bir işçinin hayatını kaybettiği iddia edildi [40].
- 15 Mayıs 2017 yılında Artvin'de baraj inşaatı sahasında meydana gelen iş kazasında bir kişi öldü, 3 kişi yaralandı. İlçede yapımı devam eden Yusufeli Barajı şantiyesinde yerden 28 metre yükseklikteki hava hattı sepetinde yapılan ön germeli ankraj çalışması sırasında bilinmeyen nedenle sarsıntı oluştu. Sarsıntı esnasında sepetten düşen işçi, olay yerinde hayatını kaybetti. Diğer işçiler ise sepetin demirlerine çarparak yaralandı [41].
- 14 Haziran 2017 yılında Bartın'da hidroelektrik santrali inşaatında, su motorundan elektrik akımına kapılan işçi yaşamını yitirdi. Alınan bilgiye göre, merkeze bağlı Kayadibi köyündeki HES inşaatında çalışan işçi,

alandaki su motorunu çalıştırmak istediği sırada elektrik akımına kapıldı [42].

- 20 Mart 2008'de Kahramanmaraş'ın Andırın ilçesinde kurulum aşamasındaki Karaçayırı Regülatörü ve Değirmenüstü Hidroelektrik Santrali'ndeki (HES) dev su borusuna monte edilen vananın patlaması sonucu 4 işçi öldü, 2 işçi yaralandı [43].
- 11 Ocak 2014 Denizli Güney'deki baraj inşaatında kalıp patlaması sonucu 2 işçi öldü, 1 kişi yaralandı [44].
- Batman'ın Kozluk ilçesinde yapımı devam eden Garzan Baraj inşaatında meydana gelen çökmede 2 kişi öldü, 3 işçi ise yaralandı [45].
- 8 Nisan 2011'de Maraş'ın Ekinözü İlçesi'nde yapımı süren Kandil Barajı'nın inşaatında çalışan bir işçi, hayatını kaybetti. Denge tüneli olarak adlandırılan bölümde çalışan işçi, sekiz metre genişliğindeki tünelin içerisinde bulunan yaklaşık bir metre genişliğindeki deliğin kaya parçaları tarafından tıkanıldığını fark etti. Beline bağlı güvenlik halatıyla çalışan işçi, tıkanan tünel deliğini açmak isterken bir anda tonlarca hafriyatla birlikte aşağıya düştü [46].
- 12 Şubat 2011'de Hatay'ın Narlıca beldesinde baraj yapımında kullanılmak üzere çıkarılan kum ocağında göçük meydana geldi. Hazineye ait alandan izinsiz olarak kum çeken iş makinesi ve operatörü toprak altında kaldı. Özel bir şirkete ait iş makinesi, Narlıca Beldesinde bulunan kum ocağından, baraj dolgusu yapımında kullanılmak üzere kum çekerken göçük meydana geldi. İki saatlik kurtarma çalışması sonucunda işçi yaralı olarak kurtarıldı [46].
- 24 Ocak 2011'de Musçalı köyü Yeşilirmak üzerinde HES inşaatında çalışan işçi baraj kapaklarında kalıp çalışması yaptığı sırada yaklaşık yedi metreden düştü. Olaydan bir süre sonra işçilerden birisi düştüğü yere bakmak için kazanın meydana geldiği yere gitti. Aynı yerde dengesini kaybederek düşen diğer işçi olay yerinde öldü [46].
- 23 Ocak 2011'de Tekkeköy Köyü'nde saat 14.30 sıralarında baraj şantiyesinde işçi olarak çalışan işçinin iş sahasındaki tünelin içinde aşırı toz ve sis nedeniyle zehirlenerek yaralandığı öğrenilmiştir [46].

- 3 Ocak 2011'de Doğuş Holding'in Giresun Doğankent ilçesindeki Arslancık HES inşaatı şantiyesinde inşaat kalıbının çökmesi sonucu ikisi ağır beş işçi yaralandı [46].
- 10 Haziran 2011'de Erzurum'un İspir İlçesi'ne bağlı Çamlıkaya Beldesi yakınlarındaki Arkun Baraj inşaatında meydana geldi. Dinamitlerin yerleştirildiği delikleri açan makinayı yağlama görevini üstlenen işçi dinamit patlatılırken kopan kaya kütesinin altında kaldı [47].
- 31 Mart 2019'da Artvin'in Yusufeli ilçesinde yaşanan iş kazasında bir kişi hayatını kaybetti. Alınan bilgiye göre, ilçenin Sukavuşumu mevkiinde Yusufeli Barajı inşaatında çalışan konkasör ustası, konkasörde temizlik yaptığı sırada bir anlık dikkatsizliği sonucu elbisesini makineye kaptırdı. İş arkadaşları durumu fark edip gelinceye kadar hayatını kaybetti [48].

Yukarıda ki maddeler halinde bulunan hes kazalarında işletmenin sahip olduğu donanımlar, işçi için alınan tedbirler, inşaatta kullanılan malzemeler, inşaatın kurulduğu yerin özellikleri, işçi için alınan güvenlik önlemleri, işçinin güvenliği için kullanılan malzemeler ve işçinin iş güvenliği kurallarına uymasına bağlı olarak kazaları etkilemektedir.

### 2.8.2 Dünya'da Gerçekleşen Hidroelektrik Santral Kazaları

- ABD'de St. Francis baraj felaketi: Francis barajı, Los Angeles şehrine su temin etmek için rezervuar oluşturmak için inşa edilmiş olan beton bir barajdı. Baraj 12 Mart 1928'de gece yarısında üç dakika da çöktü ve 600'den fazla kişi öldü. Francis baraj felaketi, ABD'deki en büyük mühendislik felaketlerinden biridir. Rezervuardaki su kanyondan aşağıya doğru akıyor ve 40 metre yüksekliğinde olan duvarı aşarak 25 km ilerisindeki elektrik santralini tahrip etti ve 80 km'lik vadiyi sular altında bıraktı. Afet, beton barajda ilk çatlakların ortaya çıkması sonucu erken uyarı sistemi olmamasından kaynaklandı. Mahkeme daha sonra, devlet kurumlarının barajın tasarım ve yapımındaki kontrolünün yetersiz olduğunu tespit etti [49].

- Vajont barajı felaketi, İtalya: Vajont barajı, İtalya'nın kuzeyindeki Monte Tok dağının yakınındaki bir kemer beton barajdı. Baraj, 1961'de, esas olarak elektrik üretmek için inşa edildi. Şiddetli yağışlar, kayaları yerinden ederek bir kısmı su deposuna girdiğinde toprak kaymasına neden oldu. Barajın tepesinden su dalgası meydana getirdi. Su barajın üst katmanından 1 metre kadar yıkılması Piave Nehri Vadisi'ndeki beş köyü sular altında bıraktı. Çeşitli tahminlere göre 1.900'den 2.500 kişi öldü [49].
- Çin de Banqiao hidroelektrik barajının yıkılması: Banqiao barajı Çin'in Henan eyaletinde inşa edildi. Baraj, 8 Ağustos 1975'te meydana gelen felaketle tanınır. Afet mağdurlarının sayısına göre farklı tahminler var. Resmi bilgilere göre, 26 binden fazla kişi öldü [49].
- 5 Haziran 1976 - Teton, Idaho Teton Barajı başarısız olduğunda 11 kişi öldü. 1 milyar doların üzerinde eşi benzeri görülmemiş miktarda maddi hasara yol açtı [50].
- Kırgızistan: Temmuz 1998'de Kar ve şiddetli yağmurun erimesiyle aşınmış bir dağ barajının patlaması, Shakhimardan ve Aksu nehirlerinin ve çevresinin su basmasına neden oldu [51]. Özbekistan'dan gelen ön raporlar, Fergana Vadisi'ndeki bu sel nedeniyle toplam 92 kişinin öldüğünü göstermektedir. Yaklaşık 14.000 insan tahliye edildi ve bazı 53 ailenin tüm kişisel eşyalarını kaybettiği bildirildi [52].
- Çin de Fuhe Nehri baraj felaketi: 2010 yılının haziran ayında Çin'deki Fuhe Nehri'nde şiddetli yağışlar nedeniyle bir baraj patladı. Bölgeden yaklaşık 100.000 kişi tahliye edildi. Şiddetli yağışlar 123 kişinin kaybolduğu 199 kişiyi öldü. Afet yaklaşık 29 milyon insanı etkiledi. Hava koşullarından kaynaklanan ekonomik hasar yaklaşık 42 milyar yuan (6,2 milyar dolar) olarak değerlendirildi [49].
- Vietnam`da Lam Dong 16 Aralık 2012 de Vietnam`da Lam Dong kentindeki hidroelektrik santrali inşaat alanında bir tünelin çökmesi sonucu 12 işçinin mahsur kaldı [53].
- Laos Xepian-Xe Nam Noy Barajı: 24 Temmuz 2018 de Güneydoğu Asya ülkelerinden Laos'ta, inşa halindeki bir hes barajın çökmesi sonucu yüzlerce kişi kaybolurken, ölü sayısının henüz tespit edilemediği belirtildi.

Felaket ölümlere yol açarken, yüzlerce kişinin de kaybolmasına yol açtı. Ayrıca 6.600'den fazla kişinin evsiz kaldığı kaydedildi [54].

- 17.08.2009 Rusya'nın en büyük hidroelektrik santralinde meydana gelen kazada 10 kişi öldü, 65 kişi ise kayboldu. Sibirya'nın Haskaya bölgesinde Yenisey nehri üzerindeki hidroelektrik santral büyük bir kazaya sahne oldu. Sayano-Shushenskaya hidroelektrik santralinde yapılan bir onarım sırasında transformatör patladı ve türbin odasını su bastı. Kaçmaya fırsat bulamayan çalışanlardan 10'u yaşamını yitirdi. Onlarca çalışan ise sulara kayboldu [55]. Kaza, türbinlerin bozulmasından kaynaklandı. Türbin salonu ve makine dairesi sular altında kaldı, türbin salonunun tavanı çöktü ve her 10 türbinden dokuzu hasar gördü veya tahrip oldu. Toplam 6,400 MW'lık toplam santral çıkışı ve yerel elektrik şebekesine verilen tedarikin önemli bir kısmı kaybedilmiş, yerel alanda elektrik kesintisine neden olmuş ve alüminyum eriticiler gibi büyük kullanıcıları dizel jeneratörlere geçmeye zorlamıştır [56].

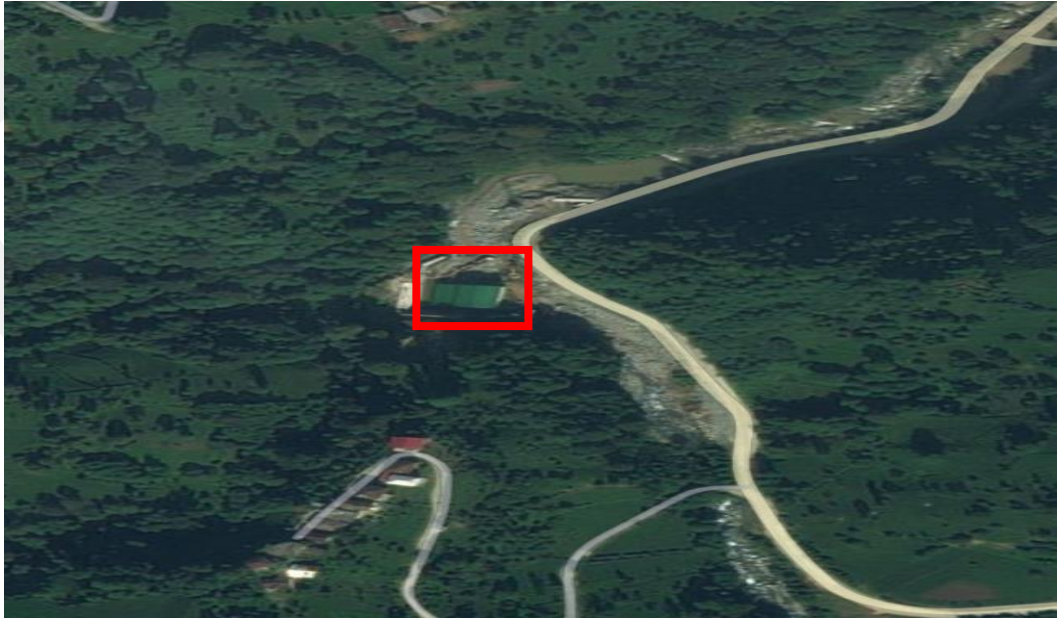
## BÖLÜM 3

### İŞLETMEDEKİ HİDROELEKTRİK SANTRALDE FİNNE KİNNEY ve ISO 31000 RİSK YÖNTEMLERİNİN UYGULANMASI

Bu bölümde Finne Kinney ve ISO 31000 risk yönetim sürecini uygulamalı olarak Rize'nin Güneysu ilçesi sınırlarında yer alan Ayvasıl ve Kale hidroelektrik santrallerinde saha çalışmalarında bulunulmuştur.

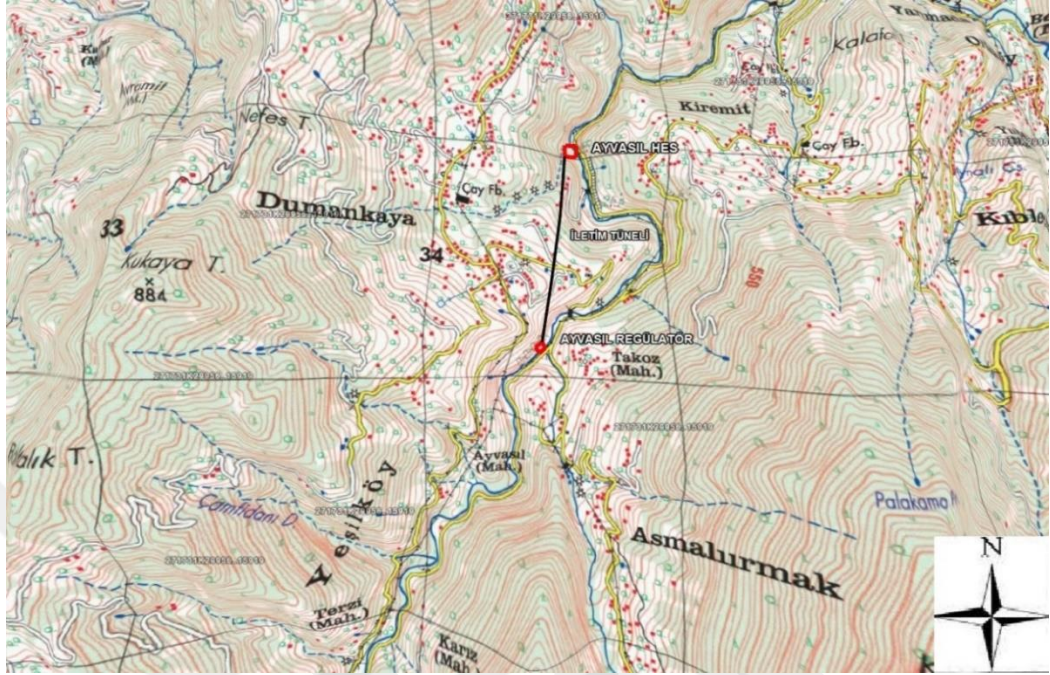
#### 3.1 Ayvasıl Hidroelektrik Santralin Genel Bilgileri

Rize'nin Güneysu ilçesinin Yeşilköy ve Dumankaya köyleri sınırları içerisinde alakoz deresi üzerine kurulu nehir tipi hidroelektrik santraldir. Ayvasıl hidroelektrik santralin uydudan genel görünüşü şekil 9'da gösterilmiştir.



Şekil 9 Ayvasıl Hidroelektrik Santralinin Uydu Görüntüsü

Ayvasıl Hes 320 metre doğusunda Kiremit köyü 350 metre batısında dumanlı köyü yerleşim yeri bulunmaktadır (Şekil 10).



**Şekil 10** Ayvasıl Hidroelektrik Santral Regülatörü ve Konum Planı

#### *Ayvasıl Hidroelektrik Santral Binası*

Ayvasıl Santralin çalışma prensibi Ayvasıl regülatör sayesinde alınan sular iletim tüneli ile cebri boruya ve oradan kuyruk kotundan türbinlere aktarılır. Aktarılan su Türbinlerdeki jeneratörleri çevirerek elektrik enerjisine çevrilir. Türbindeki sular ise Alakoz deresine bırakılır.



**Şekil 11** Ayvasıl Hidroelektrik Santral Binası



**Şekil 12** Santral Binası ve Türbinler

Ayvasıl HES EÜ/902-7/713 lisansı ile enerji üretimi yapmaktadır. Ayvasıl hidroelektrik santralin genel bilgileri aşağıdaki Tablo 6’da belirtilmiştir.

**Tablo 6** Hidroelektrik Santralin Genel Bilgileri

GENEL BİLGİLER	
Türbin tipi	Yatay eksenli Francis
Ünite adedi	2
Proje debisi (ünite 1)	3,5 m <sup>3</sup> /sn
Proje debisi (ünite 2)	1,72 m <sup>3</sup> /sn
Elektrik kurulu güç	(2,976+1,446)=4,422 MWe

Ayvasıl Regülatörü Yeşilköy sınırları içerisinde Alakoz deresi üzerine inşa edilmiştir. Ayvasıl regülatör santral binasından 1500 metre güneyindedir. Çevresinde 105 metre doğusunda Asmalı ırmak köyü ve 250 metre batısında Yeşilköy yerleşim yerleri bulunmaktadır. Ayvasıl regülatörün uydudan genel görünüşü şekil 13’de gösterilmiştir.



**Şekil 13** Ayvasıl Hidroelektrik Santral ait Regülatör alanının Uydudan Görünüşü

Regülatörün genel bilgileri aşağıdaki Tablo 7’de belirtilmiştir.

**Tablo 7** Ayvasıl Regülatör Genel Bilgileri

GENEL BİLGİLER	
Drenaj alanı	27,23 km <sup>2</sup>
Ortalama debi	5.723 m <sup>3</sup> /sn
Ortalama yıllık taşkın debisi	109,75 m <sup>3</sup> /sn
Dolu savak taşkın debisi	144,05 m <sup>3</sup> /sn
Kret kotu	373m.
İletim tüneli uzunluğu	792 m.
Regülatör tipi	Karşıdan alışı, beton gövdeli

Ayvasıl regülatör karşıdan alışı beton gövdelidir. Üzerinde toplanan sular iletim tüneli ile santrale ulaşmaktadır. Regülatörle ilgili görseller Şekil 14 ve Şekil 15’de gösterilmiştir.



**Şekil 14** Alakoz Deresi Üzerine Kurulu Ayvasıl Regülatör

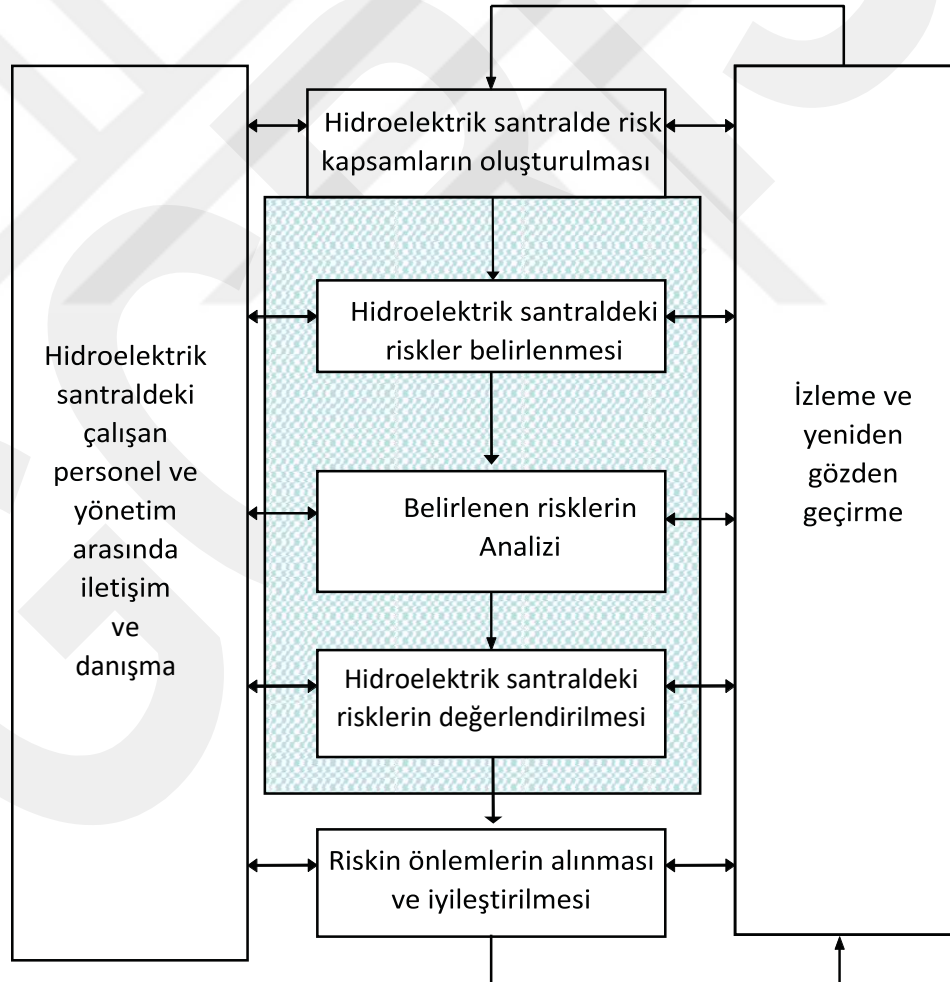


**Şekil 15** Ayvasıl Regülatör

### 3.1.1 Ayvasıl Hidroelektrik Santralinde ISO 31000 Risk Yönetim Sürecine Göre İncelenmesi

Hidroelektrik santralde ISO 31000 ne göre risk yönetim sürecine göre aşağıdaki maddelere göre risk değerlendirilmesi yapılacaktır.

- Risk ortamı kapsamının tespiti
- Hidroelektrik santralde risklerin belirlenmesi,
- Hidroelektrik santralde belirlenen riskler karşısında risk analizinin yapılması,
- Risk ortamı tehditleri, seviyelerinin tespiti ve değerlendirilmesi
- Risklere karşı önlemlerin tespiti,



Şekil 16 Ayvasıl Hidroelektrik Santralinde ISO 31000 Risk Yönetimi Süreci

### 3.1.2 Risk Değerlendirme İçin Görüşme Yapılması

Amacı santralde genel bilgiye sahip olma ve risk kapsamını belirlemektir. n görüşme esnasında sorulacak sorular aşağıda belirtilmiştir.

1. Hidroelektrik santralde genel bilgiler ve çalışan sayısı nedir?
2. Hidroelektrik santralin yerleşim yeri nerededir?
3. Hidroelektrik santralde komşu yerleşim yerleri var mıdır?
4. Santralde güvenlik önlemleri nelerdir?
5. Santralde meydana gelecek olan arızalara karşı bakım ve onarım ekipmanlar ve alınacak tedbirleri nelerdir?

Santrale gidilerek yapılan görüşmede, görevli genel müdür yukarıdaki sorulara aşağıdaki yanıtlanmıştır.

1. Hidroelektrik santral toplam 2 ünite ile 4,44 MWe elektrik üretimine sahip olan nehir tipi hidroelektrik santraldir. Santral binası ve sahası, regülatör ve yükleme havuzundan oluşup Santralde iki ünite bulunmaktadır. Santralde 8 kişi çalışmaktadır.
2. Hidroelektrik santralin yerleşim yeri Rize'nin Güneysu ilçesinin 2.4 km. uzaklıktaki alakoz deresi kenarına kuruludur. Santralin rakımı 307 metrededir.
3. Hidroelektrik santralin yakınlarında yerleşim yeri bulunmamaktadır. En yakın yerleşim yeri Santralin 360 metre batısında Dumankaya köyü ve 330 metre güneydoğusunda kiremit köyü bulunmaktadır. Santral dere yatağında olduğu için yerleşim yerleri yamaçlarda konuşludur.
4. Hidroelektrik santralde güvenlik önlemleri tesisler 7 gün 24 saat esasına göre nöbet tutan güvenlik personeli bulunmaktadır. Ayrıca tesisler tellerle çevrili ve kamera sistemi ile izlenmektedir.
5. Santralde meydana gelen arızalara karşı tekniker ve teknisyenlerden oluşan mobil bir ekip mevcuttur.

### **3.1.3 Kapsamın Oluşturulması**

Rize'nin Güneysu ilçesinin Yeşilköy köyü sınırları içerisinde alakoz deresi üzerine kurulu nehir tipi hidroelektrik santraldir. Santralde toplamda 4,42Mwe elektrik üretilmektedir.

Hidroelektrik Santrali ISO 31000 Risk yönetim süreci uygulanacaktır. Risklerin neler olduğunu belirlemek, bunları analiz etmek ve değerlendirmek ve bu sonuçlara göre riskleri ortadan kaldırmak ya da önlenemeyen risklerin zararlarını en aza indirmektir. Risk analizinde Finne Kinney metodu kullanılacaktır. ISO 3100'ne göre kurulan bu risk metodunu belirli zaman aralıkları ile denetlenerek kontrol edilecektir.

### **3.1.4 Hidroelektrik Santralde Çalışan Personellerle İletişim ve Danışma Yaparak Bilgi Toplanması**

Risk Analizi kapsamında oluşturulan grup tarafından mühendis tekniker, teknisyen işçilerle ve iş sağlığı ve güvenliği uzmanı ile toplantı yaparak ilave sorular sorarak hidroelektrik santralde riskli gördüğü her türlü olayların görüşleri alınıp risk analiz grubunun ISO 31000 de Risk sürecin her aşamasında kullanılmalı ve süreklilik arz etmelidir.

### **3.1.5 Ayvasıl Hidroelektrik Santralde Görülen Riskler**

Hidroelektrik Santraldeki riskler aşağıdaki listede belirtilmiştir.

- Santral Binası Giriş Genel -Güvenlik kulübesi
- Santral Sahası
- Santral Binası
- Yükleme Havuzu
- Regülatörler
- Ofis Çalışmaları
- Hava Şartları
- Bakım Onarım
- İnşaat ve Tadilat İşleri

### 3.1.6 Risk Analizi

Hidroelektrik santraldeki riskleri Finne Kinney metodu kullanarak analiz edilecektir. Değerlendirme çarpanları olarak frekans olasılık ve şiddet parametreleri bulunmaktadır. Yöntemde üç faktör çarpılarak risk puanı (R) elde edilir; bunlar Frekans (F), Olasılık (O) ve Şiddet (Ş)'tir.

$$R = F \times O \times \text{Ş}$$

Yapılacak olan bu analizde hidroelektrik santralde meydana gelebilecek olayların risk analizi ve risk değerlendirmesini kapsamaktadır.

Analizde, Ayvasıl hidroelektrik santralde çalışan personelden oluşan risk analiz grubu tarafından verilen sorulara yanıtlar, risk analiz toplantıları ve hidroelektrik santralde yaşanmış olaylar ve deneyimlerinden elde edilen sonuçlarla oluşturulmuştur.

Analizi yaparken nicel özelliği taşıyan Finne Kinney metodu kullanılmıştır. Risk değerlendirilmesinde hidroelektrik santraldeki riskler belirlenmiş olup bu riskin sonucunda meydana gelebilecek olayların etkisi ve bu risklere karşı alınmayan önlemler olma olasılığı nicel olarak ifade edilmiştir.

Risk değerlendirmesini aşağıdaki adımlarla uygulanmıştır.

- Santralde tespit edilen riskler
- Finne Kinney metodun içerisinde belirtilen risk kısa tanımı ve risk değerlendiren sonucu
- Finne Kinney metodun içerisinde yapılması gereken düzeltici ve önleyici kontrol tedbirleri bulunmaktadır.

#### ❖ Bölüm A. Santral Binası Giriş Genel -Güvenlik Kulübesi

**Tablo 8** Santral Binası Giriş Genel -Güvenlik Kulübesinde Uygulanan Finne Kinney Risk Tablosu

Sıra No	Faaliyetin tanımı	Tehlike Tanımı	Risk	Zarar	Olasılık(O)	Frekans(F)	Şiddet(S)	Risk değeri skoru	Planlanan faaliyetler/ Öneriler
1	Çalışanlar	Çalışan personelin İSG eğitimleri, sağlık raporları işe giriş eğitim oryantasyonla, kkd zimmet formları işlerine uygun talimatlarının ve mesleki yeterlilik	Personelin işi ile ilgili bilgisizliği, işverende çalışanın sağlığı ile ilgili bilgisinin olmayışı	İş kazası	1	1	40	40	Çalışan tüm personel için bu belgelerin eğitimlerini ve formlarını tamamlanması, bundan sonra çalışmalarına izin verilmesi gerekmektedir.
2	Santral Binası Giriş- Güvenlik Kulübesi	Acil durumlarda çalışma sahasında bulunan kişi sayısının bilinmemesi	Acil durumdan etkilenen kişilere müdahale edememe	Ölüm, yaralanma	3	0,5	40	60	Güvenlik görevlileri, personel sahaya giren ve çıkan herkesi tarih ve saatiyle birlikte kayıt altına almalıdır.
3	Santral Binası Giriş- Güvenlik Kulübesi	İş Sağlığı ve Güvenliği ile ilgili bilgileri almadan ziyaretçilerin sahada dolaşması	Çalışma sahasındaki tehlikelere maruz kalma	Ölüm, yaralanma	3	0,5	40	60	Ziyaretçilere sahaya girmeden önce çalışma sahasında uymaları gereken kurallar yazılı olarak ve imza karşılığı bildirilmelidir. Belirtilen kurallara uymayan ziyaretçiler derhal saha dışına çıkartılmalıdır.
4	Santral Binası Giriş- Güvenlik kulübesi	Gerekli kişisel koruyucu donanımı sağlamadan ziyaretçilerin sahada gezmesi	Çalışma sahasındaki tehlikelere maruz kalma	Yaralanma	3	1	15	45	Sahaya giren tüm ziyaretçilere kullanmaları için gerekli kişisel koruyucu donanımlar verilmelidir. Belirtilen kurallara uymayan ziyaretçiler derhal saha dışına çıkartılmalıdır.

5	Santral Binası Giriş-Güvenlik Kulübesi	Giriş kapısının açık olması	Yetkisiz kişilerin veya araçların santral binası sahasına girmesi	Ölüm, yaralanma	1	1	40	40	Güvenlik görevlilerine bu konu ile ilgili talimat hazırlanıp okutulmalıdır.
---	--	-----------------------------	---	-----------------	---	---	----	----	---

❖ **Santral Sahası**

**Tablo 9** Santral Sahasında Uygulanan Finne Kinney Risk Tablosu

Sıra No	Faaliyetin tanımı	Tehlike Tanımı	Risk	Zarar	Olasılık(O)	Frekans(F)	Şiddet(S)	Risk değeri skoru	Planlanan faaliyetler/ Öneriler
1	Santral Sahası	Yüksekte çalışma	Yüksekten düşme	Ölüm, yaralanma	3	1	40	120	Havuz kenarında veya içerisinde yapılan çalışmalarda oluşturulacak yaşam hattı ve kullanılacak emniyet kemeri kullanımı vasıtasıyla yapılmalıdır.
2	Santral Sahası	Yüksek şev stabilitesi, tahkimat yetersizliği	Şev akması, heyelan	Maddi hasar, ağır Yaralanma	3	3	15	135	Tahkimatı bozulmuş ya da işlevini yitirmiş zaman içinde deforme olmuş şev aynalarının acilen tahkimatlarının yapılması gerekmektedir.
3	Santral Sahası	Havuz kenar korkuluklarının olmaması	Yüksekten düşme	Ölüm, yaralanma	3	0,5	40	60	Havuz kenarlarını kapatan korkulukların açıklıkları uygun sistemle insan geçmeyecek boyuta yapı işleri yönetmeliği Ek 4'te yer alan şekliyle korkuluk yapılması gerekmektedir.

4	Santral Sahası	Araçların park alanlarına gelişi güzel park etmesi	Acil durumda kargaşa	Ölüm, yaralanma, trafik kazası	3	0,5	40	60	Santral sahası içerisinde araçlar ön kısımları çıkışa bakacak şekilde park etmeleri sağlanmalıdır. Gelen ziyaretçiler güvenlik görevlileri tarafından araçlarını doğru park etmeleri konusunda uyarılmalıdır.
---	----------------	--	----------------------	--------------------------------	---	-----	----	----	---

### ❖ Bölüm C. Santral Binası

**Tablo 10** Santral Binasında Uygulanan Finne Kinney Risk Tablosu

Sıra No	Faaliyetin tanımı	Tehlike Tanımı	Risk	Zarar	Olasılık(O)	Frekans(F)	Şiddet(S)	Risk değeri skoru	Planlanan faaliyetler/ Öneriler
1	Santral Binası	Santral binası içerisinde bulunan makine ve ekipmanların dış müdahalelere karşı sınırlanmamış olması	Makinaların arızalanması veya bozulması	Maddi hasar	3	1	40	120	Santral binası içerisinde bulunan makine ve ekipmanların yetkisiz kişilerin veya ziyaretçilerin müdahalesine karşın sınırlandırılmaları gerekmektedir.
2	Santral Binası	Bakım ve onarım için kullanılan ekipmanların santral binası içinde açıkta depolanması	Ekipmanların devrilmesi	Yaralanma, ölüm	3	1	7	21	Santral binası içerisinde depolanan ekipmanların etrafı sınırlandırılmalı veya santral binası dışında bir alanda depolanmalıdır.

3	Elektrik İşleri	Elektrik panoları	Elektrik çarpması	Ölüm	1	1	40	40	Elektrik panoları düzenli olarak kontrol edilmelidir
4	Elektrik İşleri	Elektrik tesisatının kontrolünün yapılmaması	Elektrik çarpması	Ölüm	3	1	40	120	Elektrik tesisatı yılda bir kez yetkili elektrik mühendisi tarafından yapılmalı ve raporlanmalıdır.
5	Santral Binası Genel	Yangın tüplerinin olmaması	Acil durumlara müdahale edememe	Ölüm, yanma	1	1	40	40	Yangın tüplerinin kontrolleri düzenli olarak yapılmalıdır.
6	Santral Binası Genel	Yangın ikaz sistemlerinin olmaması	Acil durumlardan haberdar olamama	Ölüm, yanma	3	1	40	120	Yangın tesisatı yılda bir kez yetkili elektrik mühendisleri tarafından kontrol edilip raporlanmalıdır.
7	Santral Binası Genel	Gürültü	İşitme kaybı	Meslek hastalığı	6	0,5	15	45	Çalışma alanı içerisinde gürültü ölçümü yaptırılmalıdır. Çalışanların kişisel koruyucu donanım olarak kulaklık kullanımı sağlanmalıdır.
8	Santral Binası Genel	Basınçlı kaplar	Patlama	Ölüm, yaralanma	5	1	40	200	Çalışma alanı içerisindeki basınçlı kapların periyodik kontrol ve deneylerinin yılda bir kez yetkili makine mühendisi tarafından yapılmalı ve raporlanmalıdır.
9	Santral Binası Genel	Basınçlı kaplar	Patlama	Ölüm, yaralanma	3	1	40	120	Çalışma alanı içerisinde bulunan basınçlı kapların etrafları patlamaya karşı dayanıklı bölme içerisine alınması gerekmektedir.
10	Santral Binası Genel	Basınçlı kapların konuldukları zemine sabitlenmemesi	Devrilme ve patlama	Maddi hasar, ölüm	3	3	40	360	Basınçlı kaplar konuldukları zemin üstüne sabitlenmelidirler

11	Depolama Alanları	Kimyasalların bulunduğu alanda parlayıcı veya kıvılcım çıkarıcı iş yapma	Yangın, patlama	Ölüm, yanma	3	1	40	120	Parlayıcı ve patlayıcı özelliği bulunan kimyasalların yanında veya yakınında alev veya kıvılcım çıkarıcı işlerin yapılması engellenmeli, bu tür kimyasalların olduğu alanlara uyarıcı levhalar konulmalıdır.
12	El Aletleri	Kablo yalıtımının yıpranmış olması	Elektrik çarpması	Ölüm, yaralanma	3	1	40	120	El aletlerinin kabloları düzenli olarak kontrol edilmelidir.
13	El Aletleri	Nemli ve ıslak bölgeler	Elektrik çarpması	Ölüm, yaralanma	3	1	40	120	Nemli ve ıslak bölgelerde yalıtımı kontrol edilmemiş bozuk el aletleri kullanımı engellenmelidir.

#### ❖ Bölüm D. Yükleme Havuzu

**Tablo 11** Yükleme Havuzunda Uygulanan Finne Kinney Risk Tablosu

Sıra No	Faaliyetin tanımı	Tehlike Tanımı	Risk	Zarar	Olasılık(O)	Frekans(F)	Şiddet(\$)	Risk değeri skoru	Planlanan faaliyetler/ Öneriler
1	Yükleme Havuzu Giriş	Havuz girişinin kapatılmamış olması	Yetkisiz kişilerin havuz alanına girmesi	Sabotaj	3	1	15	45	Yükleme havuzu girişi güvenlik görevlileri tarafından düzenli olarak kontrol edilmelidir.

2	Yükleme Havuzu Giriş	Havuz kenarlarında korkuluk olmaması	Düşme	Boğulma	3	1	40	120	Havuz kenarlarındaki korkulukların insan geçemeyecek şekilde kapatılması gerekmektedir. (Yapı işleri yönetmeliği Ek-4 korkuluklar)
3	Yükleme Havuzu Giriş	Havuz içerisinde ızgaraların olmaması	Parça düşmesi, insan düşmesi	Ölüm	2	1	40	80	Havuzda bulunan ızgaralar düzenli olarak kontrol edilmelidir.
4	Yükleme Havuzu Giriş	Havuz üstünde bulunan şevler	Kaya düşmesi	Yaralanma, maddi hasar	3	2	15	90	Şevlere düşmeyi önleyici sistemler yapılmalıdır.

#### ❖ Bölüm E. Regülatörler

**Tablo 12** Regülatör Bölgesinde Uygulanan Finne Kinney Risk Tablosu

Sıra No	Faaliyetin tanımı	Tehlike Tanımı	Risk	Zarar	Olasılık(O)	Frekans(F)	Şiddet(\$)	Risk değeri skoru	Planlanan faaliyetler/ Öneriler
1	Regülatör	Acil durumlarda çalışma sahasında bulunan kişi sayısının bilinmemesi	Acil durumdaki etkilenen kişilere müdahale edememe	Ölüm, yaralanma	2	2	40	160	Güvenlik görevlileri, personel sahaya giren ve çıkan herkesi tarih ve saatiyle birlikte kayıt altına almalıdır.
2	Regülatör	İş Sağlığı ve Güvenliği ile ilgili bilgileri almadan ziyaretçilerin sahada dolaşması	Çalışma sahasındaki tehlikelere maruz kalma	Ölüm, yaralanma	2	2	40	160	Ziyaretçilere sahaya girmeden önce çalışma sahasında uymaları gereken kurallar yazılı olarak ve imza karşılığı bildirilmelidir. Belirtilen kurallara uymayan ziyaretçiler derhal saha dışına çıkartılmalıdır.

3	Regülatör	Bakım ve onarımda ya da havuz ızgara temizliğinde çalışma yapılması	İki nesne arası sıkışma, yüksekten düşme, ezilme	Ölüm, yaralanma uzuv kaybı	2	2	40	160	Bakım onarımda çalışanlar daha dikkatli olmalı, kkd kullanılmalı ızgaraya iniş çıkış standartlara uygun bir araçla yapılmalı, hareketli kısımlara dokunulmamalıdır, yüksekte yapılacak her çalışmada yaşam hattı oluşturulmalı çalışanın kullanacağı paraşütçü tipi emniyet kemeri vasıtasıyla çalışma yapılması sağlanmaktadır.
4	Regülatör	Ziyaretçilerin sahada tek başlarına gezmesi	Ziyaretçilerin risklere maruz kalması	Ölüm, yaralanma	3	1	40	120	Ziyaretçiler güvenlik görevlisi eşliğinde veya yetkin bir personel eşliğinde regülatör sahası sahasını gezmelidir.
5	Regülatör	Kaldırma araçları	Aracın arızalanması	Maddi hasar	3	1	15	45	Kaldırma araçları yıla bir kez yetkili makine mühendisi tarafından periyodik kontrol ve deneyleri yapıp raporlanmalıdır.
6	Regülatör	Yüksekte çalışma	Yüksekten düşme	Ölüm, yaralanma	3	1	40	120	Yüksekte yapılan tüm çalışmalar oluşturulacak yaşam hatları ve kullanılacak emniyet kemeri vasıtasıyla yapılması gerekmektedir.
7	Regülatör	Korkuluğu olmayan kısımlar	Düşme	Boğulma	3	2	40	240	Korkuluğu olmayan bölümlerin korkulukla kapatılması ve bu korkulukların yerlerinden çıkarılmaması gerekmektedir. (Yapı işleri yönetmeliği Ek-4 korkuluklar en az 1 m yüksekliğinde, herhangi bir yerden gelebilecek 125 kg yükse dayanıklı, 15 cm topuk levhalı ve 47 cm'den çok olmamak kaydıyla ara korkuluklu

									olmalıdır.)
8	Regülatör	Regülatör bölgesinde biriken kum v.b. malzemelerin vinç kamyonu ve iş makineleri ile o bölgeden çekilmesi	Çalışma sırasında aşırı miktarda su gelmesi	Boğulma, ölüm	3	3	40	360	Yağışlı havalarda çalışma yapılmaması ve derin bölgelere yanaşılması gerekmektedir.
9	Regülatör	Regülatör bölgesinde biriken kum v.b. malzemelerin vinç kamyonu ve iş makineleri ile o bölgeden çekilmesi	Regülatör bölgesinin üstünden geçen gerilim kablolarına vinç ya da iş makinelerinin teması	Ağır yaralanma, ölüm	4	3	40	480	Gerilim kablolarına yakın çalışma yapılırken yetkili mercilere haber verilip gerilim kesildikten sonra çalışma yapılmalı ya da bu gerilim kabloları yer altına alınıp tehlike ortadan kaldırılmalıdır.

#### ❖ Bölüm F. Ofis Çalışmaları

**Tablo 13** Ofis Çalışmalarında Uygulanan Finne Kinney Risk Tablosu

Sıra No	Faaliyetin tanımı	Tehlike Tanımı	Risk	Zarar	Olasılık(O)	Frekans(F)	Şiddet(S)	Risk değeri skoru	Planlanan faaliyetler/Öneriler
1	Ofis Çalışmaları	Zemin kayma veya düşmeyi önleyecek şekilde uygun malzeme ile kaplanmamış olması	Düşme	Burkulma, yaralanma	1	1	15	15	Zeminde kayma, düşme veya takılmayı önleyecek şekilde malzemeyle kaplanmış olmalıdır.
2	Ofis Çalışmaları	Ergonomik olmayan oturma biçimi	İskelet ve kas sistemi rahatsızlıkları	Meslek hastalığı	1	1	15	15	Ergonomik koşullar konusunda çalışanlara eğitim verilmesi ve çalışma ortamının ergonomik koşullara göre düzenlenmelidir.

3	Ofis Çalışmaları	Elektrik	Elektrik çarpması	Ölüm	1	1	40	40	Ana pano ve tali pano kapakları sürekli olarak kapalı tutulmalı ana panoya 300mA değerinde yangına karşı kaçak akım rölesi takılmalı, tali panolara 30mA değerinde insanları elektrik çarpmasına karşı koruyan kaçak akım rölesi takılmalıdır. Pano üzerine uyarıcı levhalar konulmalıdır.
4	Ofis Çalışmaları	Lavabo ve tuvaletlerin temiz olmaması	Oluşan mikroplara çalışanların teması	Bulaşıcı hastalık	1	1	15	15	Lavabo ve tuvaletler düzenli olarak temizlenmeli ve temizlik çizelgesi hazırlanıp her temizlikten sonra çizelgeye temizliğin yapıldığı kişi tarafından temizliğin yapıldığına dair imza atılmalıdır.

### ❖ Bölüm G. Hava Şartları

**Tablo 14** Hava Şartlarında Finne Kinney Risk Tablosu

Sıra No	Faaliyetin tamamı	Tehlike Tanımı	Risk	Zarar	Olasılık(O)	Frekans(F)	Şiddet(S)	Risk değeri skoru	Planlanan faaliyetler/ Öneriler
1	Hava Şartları	Dış Kaynaklı Sel	Aşırı yağmurda derenin taşması	Yaralanma, boğulma, maddi hasar	5	3	40	600	Aşırı yağmur yağması durumlarında derenin taşma durumuna karşı dere ıslahı yapılması

2	Hava Şartları	Dış Kaynaklı Sel	Olası sel ve taşma durumlarına karşı personelin bilgilendirilmemesi	Yaralanma, boğulma, maddi hasar	2	5	40	400	Tüm firma çalışanları olası sel ve heyelan durumunda nasıl davranacakları konusunda bilgilendirilerek tatbikatlar düzenlenmesi
3	Hava Şartları	Dış Kaynaklı Sel	Olası sel v.b. durumuna karşı tehlikeli bölümlerin levhalandırılmaması	Yaralanma, boğulma, maddi hasar	2	5	40	400	Olası sel tehlikesi güzergâhı boyunca levhalandırma yapılması

### ❖ Bölüm H. Bakım Onarım

**Tablo 15** Bakım Onarımda Uygulanan Finne Kinney Risk Tablosu

Sıra No	Faaliyetin tanımı	Tehlike Tanımı	Risk	Zarar	Olasılık(O)	Frekans(F)	Şiddet(S)	Risk değeri skoru	Planlanan faaliyetler/Öneriler
1	Bakım onarım	Malzeme Kaldırma İndirme işlemi	Kullanılan vinç v.b. kaldırma ekipmanlarının periyodik bakım ve muayenelerinin yapılmamış olması	Çalışanın üzerine malzeme düşmesi, ölüm ağır yaralanma uzuv kaybı	3	3	40	360	Kaldırma Ekipmanları yıla bir kez yetkili makine mühendisi tarafından periyodik kontrol ve deneyleri yapıp raporlandırılmalı ve bu şekilde kullanılması sağlanmalıdır.
2	Bakım onarım	Malzeme Kaldırma indirme işlemleri	Kullanılan vinç v.b. kaldırma ekipmanlarının yetkili ve operatörlük belgesi olan personel tarafından kullanılmaması	Bilinçsiz kullanılmadan dolayı Olabilecek iş kazaları	3	2	40	240	Tüm iş ekipmanlarını yetkili ehil kişiler kullanılmalı, vinç v.b. iş makineleri ve ekipmanların operatörün dışında personel kullanmamalıdır.

3	Bakım onarım	Malzeme Kaldırma İndirme işlemi sırasında kullanılan vinci emniyet mandalının olmayışı kırık olması ya da işlev görmeyişi	Yükün mandaldan sıyrılıp çalışanın üzerine düşmesi	Ölüm ağır yaralanma uzuv kaybı	5	3	15	225	Vincin emniyet mandalı sürekli olarak çalışır durumda bulundurulmalıdır.
4	Bakım onarım	Malzeme Kaldırma İndirme işlemi	Vinç zincir, halat ve sapanlarında kırık ezik çatlak ve deformasyon olması	Halat, zincir ya da sapanların kopması sonucu Çalışanın üzerine malzeme düşmesi, ölüm ağır yaralanma uzuv kaybı	5	2	40	400	Tüm iş ekipmanlarını yetkili ehil kişiler kullanılmalı, vinç v.b. iş makineleri ve ekipmanların operatörün dışında personel kullanmamalıdır.
5	Bakım onarım	Kişisel koruyucu ekipman kullanılmaması ya da eksik kullanılması	Olası malzeme düşmesi çarpması kesmesi v.b. durumlar	Ağır yaralanma ölüm	5	3	40	600	Çalışan herkes yaptığı işin niteliğine göre işveren tarafından temin edilen kişisel koruyucu ekipmanı eksiksiz kullanılmalı işveren de bunun kontrolünü yaparak kkd kullanmayan personeli çalışma sahasına almamalıdır.
6	Bakım onarım	Kaynak İşleri	Tüplerin basınç göstergelerinin bozuk ya da çalışmıyor olması sonucu yüksek basınçta çalışma	Yangın ve patlama	3	2	40	240	Basıncı göstergesi bozuk olan tüpler kullanılmamalıdır.
7	Bakım onarım	Montaj İşleri	Malzeme kaldırma indirme de malzemenin düşmesi	Çalışanın üzerine malzeme düşmesi, ölüm ağır yaralanma yaralanma uzuv kaybı	3	3	40	360	Kaldırma Ekipmanları yıla bir kez yetkili makine mühendisi tarafından periyodik kontrol ve deneyleri yapıp raporlandırılmalı ve bu şekilde kullanılması sağlanmalıdır. Ayrıca çalışan her çalışmasında olduğu gibi kkd



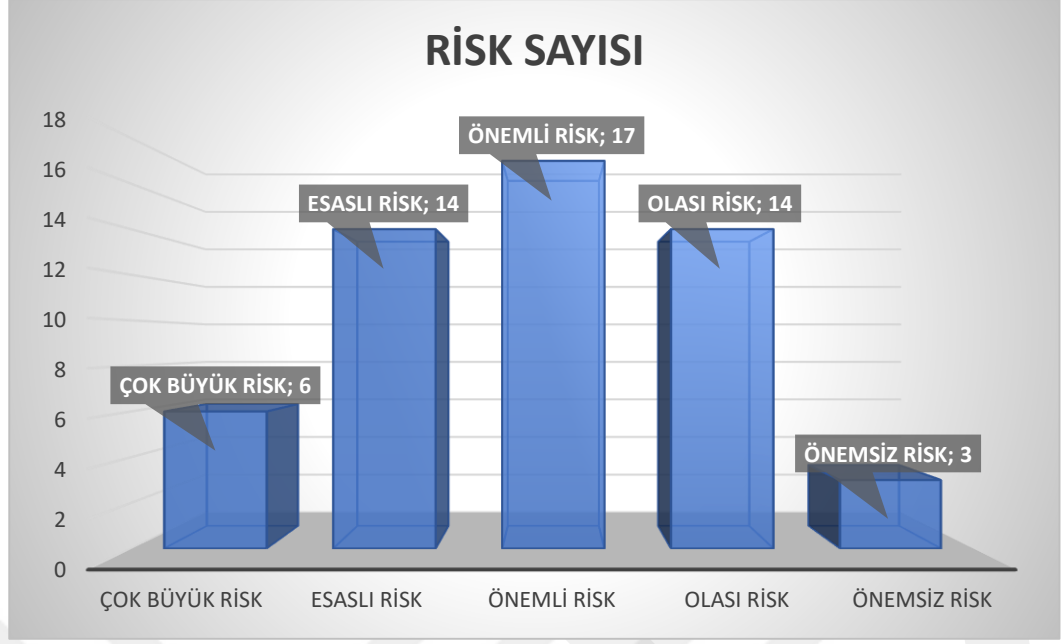
									onaylanmış iskeleler kullanılmalıdır.
5	İnşaat ve Tadilat İşleri	Çalıştırılan personeller	Çalıştırılan personelin sağlık raporu, isg eğitimleri, ise giriş eğitim oryantasyonları, kkd zimmet formu ve talimatlarının olmayışı	İş kazası	4	3	40	480	Çalıştırılan tüm personelin işine uygun sağlık raporu, isg eğitimleri, ise giriş eğitim oryantasyonları, kkd zimmet formları ve işlerine uygun talimatları anlatıldıktan sonra çalışma yaptırılması gerekmektedir.

### 3.1.7 Risk Değerlendirmesi

Hydroelektrik santralde yapılan Finne Kinney metodunun sonucunu risk değerlendirme sonucu ve grafiği aşağıda belirtilmiştir.

**Tablo 17** Finne Kinney Risk Değerlendirme Sonuç Tablosu

RİSK DEĞERLENDİRME SONUCU	R RİSK	RİSK SAYISI
ÇOK BÜYÜK RİSK	$400 < R$	6
ESASLI RİSK	$200 \leq R \leq 400$	14
ÖNEMLİ RİSK	$70 \leq R < 200$	17
OLASI RİSK	$20 \leq R < 70$	14
ÖNEMSİZ RİSK	$20 < R$	3



**Şekil 17** Hidroelektrik Santralin Finne Kinney Risk Değerlendirme Sonuç Grafiği

Hidroelektrik santralde yapmış olduğum Finne Kinney metodunun risk değerlendirmesi sonucunda;

- Çok Büyük Risk:6
- Esaslı Risk:14
- Önemli Risk:17
- Olası Risk:14
- Önemsiz Risk:3

Olarak tespit edilmiştir.

### 3.1.8 Risk Muamelesi (İyileştirme)

Risk analiz grubu ve yönetimle beraber Finne Kinney metodunun risk değerlendirme sonucundaki risk derecelendirmelere göre planlanma yapılmalıdır. Risk iyileştirmesinde yasal mevzuatlarda belirtilen kriterler planlamaya dahil edilip “çok büyük” riskten başlayarak “Önemsiz” riske doğru sıralama yapılmalı ve belirtilen düzeltici, önleyici tedbirler alınarak suratla uygulamaya konmalıdır.

Ayrıca çalışan personellerden risk planlamasında iletişim kurarak görüşleri de alınmalıdır. Risk iyileştirmedeki çıkan sonuçlar tüm çalışanlar risk seviyesini en aza indirmek ana hedefi olması gerekmektedir.

Finne Kinney metodu sonucunda risk seviyeleri yok etmek ve yok edilemeyen riskleri en az seviyeye indirmek için tablo 8'den tablo 16'ya kadar "planlanan faaliyetler ve öneriler" sütünü eklenerek risk iyileştirilmesi yapılmıştır.

İyileştirme planları yönetim süreçleri ile bütünleşmesi uygun yapıda olmalıdır. Risk iyileştirilmesinden sonra belgelendirilmeli, izlenmeli ve gözden geçirilerek bir daha muamele edilmelidir.

### **3.1.9 İzleme ve Gözden Geçirme**

Risk analiz grubu ve bir heyet kurularak Hidroelektrik santralde meydana gelen risk iyileştirmesindeki çıkan planları uygulama aşamasında düzenli kontrol ve gözlem yapılmalıdır.

İzleme ve gözden geçirme süreçleri risk yönetimin bütün hususları kapsamalıdır. Bu hususlar aşağıda belirtilmiştir.

- Hidroelektrik santralde riskleri en düşük seviye indirmek için daha fazla bilgi edinilmeli,
- Yaşanmış olaylar ve değişiklikler izlenilerek risklere karşı alınan iyileştirmelerin olumlu ve olumsuz yanları analiz edilmeli,
- Olumsuz sonuç veren iyileştirmeler tekrar iletişim ve danışma grubu ile bir araya gelerek tekrar gözden geçirilerek yeni kararlar alınır.
- Alınan yeni kararlar neticesinde yeniden kapsam oluşturulur bu şekilde ISO 31000 süreci basamakları tekrar başlatılmış olur. Yapılan değişikliklerle bu süreç belirli periyotlar halinde gözden geçirilir. Bu süreç kendini sürekli yenileyerek döngü oluşturulur.

Bütün sonuçlar kaydedilmeli ve uygun bir şekilde raporlanmalıdır.

### 3.2 Kale Hidroelektrik Santralin Genel Bilgileri

Rize'nin Güneysu ilçesinin çıkışından Yarımada köyü sınırları içerisinde potamya çayı üzerine kurulu nehir tipi hidroelektrik santraldir. Kale hidroelektrik santralin uydudan genel görünüşü şekil 18'de gösterilmiştir.



**Şekil 18** Hidroelektrik Santralinin Uydu Görüntüsü

Kale Hes 130 metre kuzeyinde Güneysu ilçesinin mahallesi olan Ada mahallesi, doğusunda potamya çayı, 150 metre Güneyinde Yarımada köyü ve 70 metre Batısında Hazır Beton fabrikası ile yerleşim yerleri bulunmaktadır.



**Şekil 19** Kale Hidroelektrik Santral Regülatörleri ve Konum Planı

#### *Kale Hidroelektrik Santral Binası*

Kale Santralin çalışma prensibi İslahiye regülatör sayesinde alınan sular iletim tüneli ile Gürgen deresi üzerinde bulunan Kale regülatöre gelir buradan cebri boru ile kuyruk kotundan türbinlere aktarılır. Aktarılan su türbinlerdeki jeneratörleri çevirerek elektrik enerjisine çevrilir. Türbindeki sular ise potama çayına bırakılır.



**Şekil 20** Kale Hidroelektrik Santralin Görünüşü



**Şekil 21** Santral Binası ve Türbinler

Kale HES EÜ/1301-2/935 lisansı ile enerji üretimi yapmaktadır. Tesis büyüklük bakımından Türkiye'de kurulan hidroelektrik santraller arasında 339'uncu sırada yer almaktadır. Kale hidroelektrik santralin genel bilgileri aşağıdaki Tablo 18'de belirtilmiştir.

**Tablo 18** Hidroelektrik Santralin Genel Bilgileri

GENEL BİLGİLER	
Türbin tipi	Yatay eksenli Francis
Ünite adedi	3
Proje debisi (ünite 1)	2,83 m <sup>3</sup> /sn
Proje debisi (ünite 2)	2,83 m <sup>3</sup> /sn
Proje debisi (ünite 2)	2,83 m <sup>3</sup> /sn
Elektrik kurulu güç	(3x3,19)= 9,57 MWe

*Gürgen Deresi (Kale) Regülatör*

Regülatör Gürgen köyü sınırları içerisinde potamya çayı üzerine inşa edilmiştir. Kale regülatör santral binasından 3450 metre güneydoğusundadır. Kale

regülatörün çevresinde 450 metre kuzeybatısında Yeniköy ve 550 metre güneydoğusunda Gürgen köyü yerleşim yerleri bulunmaktadır. Ayvasıl regülatörün uydudan genel görünüşü şekil 22’de gösterilmiştir.



**Şekil 22** Kale Hidroelektrik Santrale ait Regülatör alanının Uydudan Görünüşü

Regülatörün genel bilgileri aşağıdaki Tablo 19’de belirtilmiştir.

**Tablo 19** Kale Regülatör Genel Bilgileri

<b>GENEL BİLGİLER</b>	
Drenaj alanı	50 km <sup>2</sup>
Ortalama debi	3,5 m <sup>3</sup> /sn
Ortalama yıllık taşkın debisi	110,3 m <sup>3</sup> /sn
Dolu savak taşkın debisi	230,4 m <sup>3</sup> /sn
Kret kotu	308,5 m
İletim cebri boru uzunluğu	3520 m.
Regülatör tipi	Karşıdan alaşlı, beton gövdeli

Kale regülatör karşıdan alaşlı beton gövdelidir. Üzerinde toplanan sular cebri boru ile santrale ulaşmaktadır. Regülatörle ilgili görseller şekil 23’de gösterilmiştir.



**Şekil 23** Gürgen Deresi Üzerine Kurulu Kale Regülatör

### *İslahiye Regülatör*

Regülatör İslahiye köyü sınırları içerisinde İslahiye dersi üzerine inşa edilmiştir. İslahiye regülatör santral binasından 5340 metre batısındadır. İslahiye regülatörün çevresinde 700 metre doğusunda Yukarı İslahiye köyü ve 150 metre batısında İslahiye köyü yerleşim yerleri bulunmaktadır. İslahiye regülatörün uydudan genel görünüşü şekil 24’de gösterilmiştir.



**Şekil 24** İslahiye Hidroelektrik Santrale ait Regülatör alanının Uydudan Görünüşü

Regülatörün genel bilgileri aşağıdaki Tablo 20’de belirtilmiştir.

**Tablo 20** İslahiye Regülatör Genel Bilgileri

<b>GENEL BİLGİLER</b>	
Drenaj alanı	30 km <sup>2</sup>
Ortalama debi	2,1 m <sup>3</sup> /sn
Ortalama yıllık taşkın debisi	66,2 m <sup>3</sup> /sn
Dolu savak taşkın debisi	139 m <sup>3</sup> /sn
Kret kotu	311 m
İletim tüneli uzunluğu	3600 m.
Regülatör tipi	Karşıdan alaşlı, beton gövdeli

İslahiye regülatör karşıdan alaşlı beton gövdelidir. Üzerinde toplanan sular iletim tüneli ile Kale Regülatöre ulaşmaktadır. Regülatörle ilgili görseller şekil 25’de gösterilmiştir.

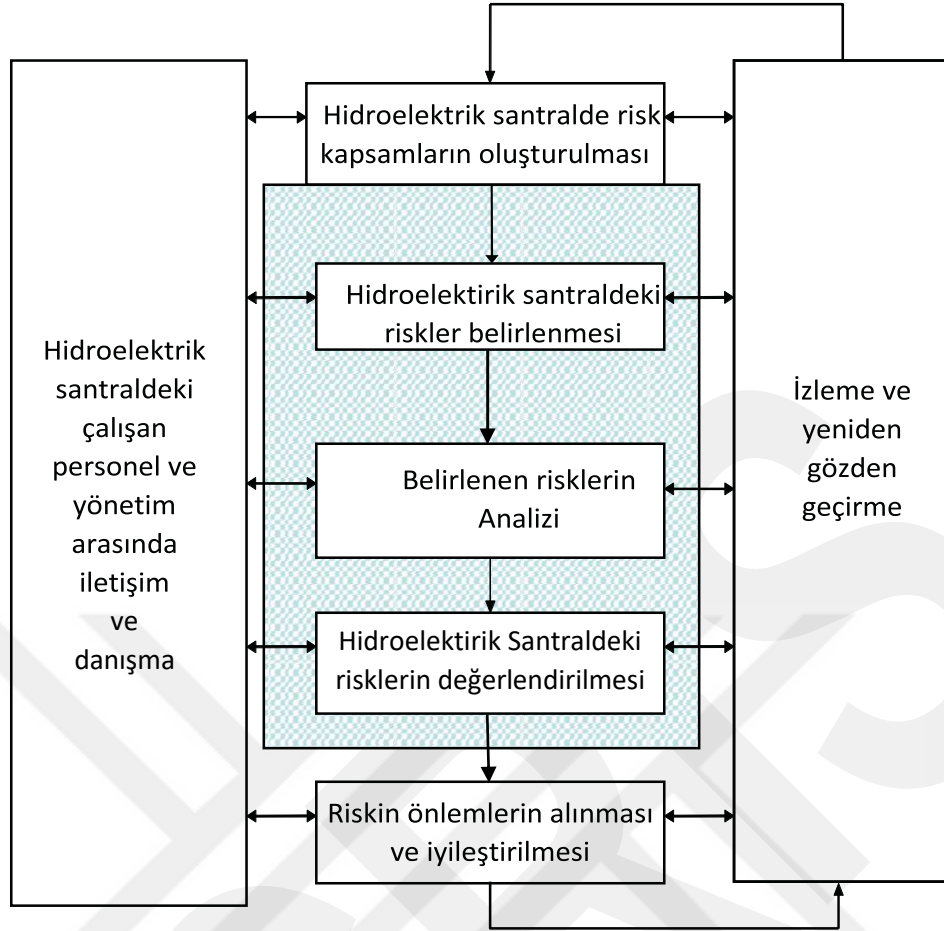


**Şekil 25** İslahiye Deresi Üzerine Kurulu İslahiye Regülatör

### **3.2.1 Kale Hidroelektrik Santralinde ISO 31000 Risk Yönetim Sürecine Göre İncelenmesi**

Hidroelektrik santralde ISO 31000 ne göre risk yönetim sürecine göre aşağıdaki maddelere göre risk değerlendirilmesi yapılacaktır.

- Risk ortamı kapsamının tespiti
- Hidroelektrik santralde risklerin belirlenmesi,
- Hidroelektrik santralde belirlenen riskler karşısında risk analizinin yapılması,
- Risk ortamı tehditleri, seviyelerinin tespiti ve değerlendirilmesi
- Risklere karşı önlemlerin tespiti,



**Şekil 26** Hidroelektrik Santralde ISO 31000 Risk Yönetimi Süreci

### 3.2.2 Risk Değerlendirmesi İçin Ön Görüşme Yapılması

Amacı santralde genel bilgiye sahip olma ve risk kapsamını belirlemektir. Ön görüşme esnasında sorulacak sorular aşağıda belirtilmiştir.

1. Hidroelektrik santralde genel bilgiler ve çalışan sayısı nedir?
2. Hidroelektrik santralin yerleşim yeri nerededir?
3. Hidroelektrik santralde komşu yerleşim yerleri var mıdır?
4. Santralde güvenlik önlemleri nelerdir?
5. Santralde meydana gelecek olan arızalara karşı bakım ve onarım ekipmanlar ve alınacak tedbirleri nelerdir?

Santrale gidilerek yapılan görüşmede, görevli genel müdür yukarıdaki sorulara aşağıdaki yanıtlamıştır.

1. Hidroelektrik santral toplam 3 ünite ile 9,57 MWe elektrik üretimine sahip olan nehir tipi hidroelektrik santraldir. Santral binası ve sahası, regülatör ve yükleme havuzundan oluşup Santralde üç ünite bulunmaktadır. Santralda 10 kişi çalışmaktadır.
2. Hidroelektrik santralin yerleşim yeri Rize'nin Güneysu ilçesinin Yarımada köyü sınırları içerisinde potamya çayı kenarına kuruludur. Santralin rakımı 184 metrededir.
- 3.Hidroelektrik santralin yakınlarında yerleşim yeri bulunmaktadır. En yakın yerleşim yeri Güneysu ilçesinin mahallesi olan Ada mahallesi ve 150 metre güneyinde Yarımada köyü bulunmaktadır.
4. Hidroelektrik santralde güvenlik önlemleri tesisler 7 gün 24 saat esasına göre nöbet tutan güvenlik personeli bulunmaktadır. Ayrıca tesisler tellerle çevrili ve kamera sistemi ile izlenmektedir.
5. Santralde meydana gelen arızalara karşı tekniker ve teknisyenlerden oluşan mobil bir ekip mevcuttur.

### **3.2.3 Kapsamın Oluşturulması**

Rize'nin Güneysu ilçesinin Yarımada köyü sınırları içerisinde potamya çayı üzerine kurulu nehir tipi hidroelektrik santraldir. Santralde toplamda 9,57 MWe elektrik üretilmektedir.

Hidroelektrik Santrali ISO 31000 Risk yönetim süreci uygulanacaktır. Risklerin neler olduğunu belirlemek, bunları analiz etmek ve değerlendirmek ve bu sonuçlara göre riskleri ortadan kaldırmak ya da önlenemeyen risklerin zararlarını en aza indirmektir. Risk analizinde Finne Kinney metodu kullanılacaktır. ISO 3100 ne göre kurulan bu risk metodunu belirli zaman aralıkları ile denetlenerek kontrol edilecektir.

### 3.2.4 Kale Hidroelektrik Santralde Çalışan Personellerle İletişim ve Danışma Yapararak Bilgi Toplanması

Risk Analizi kapsamında oluşturulan grup tarafından mühendis tekniker, teknisyen işçilerle ve iş sağlığı ve güvenliği uzmanı ile toplantı yaparak ilave sorular sorarak hidroelektrik santralde riskli gördüğü her türlü olayların görüşleri alınıp risk analiz grubunun ISO 31000 de risk sürecin her aşamasında kullanılmalı ve süreklilik arz etmelidir.

### 3.2.5 Hidroelektrik Santralde Görülen Riskler

Hidroelektrik Santraldeki riskler aşağıdaki listede belirtilmiştir.

- Santral Binası Giriş Genel -Güvenlik kulübesi
- Santral Sahası
- Santral Binası
- Yükleme Havuzu
- Regülatörler
- Ofis Çalışmaları
- Hava Şartları
- Bakım Onarım
- İnşaat ve Tadilat İşleri

### 3.2.6 Risk Analizi

Kale hidroelektrik santraldeki riskleri Finne Kinney metodu kullanarak analiz edilecektir. Değerlendirme çarpanları olarak frekans olasılık ve şiddet parametreleri bulunmaktadır. Yöntemde üç faktör çarpılarak risk puanı (R) elde edilir; bunlar Frekans(F), Olasılık (O) ve Şiddet (Ş)'tir.

$$R = F \times O \times \text{Ş}$$

Yapılacak olan bu analizde hidroelektrik santralde meydana gelebilecek olayların risk analizi ve risk değerlendirmesini kapsamaktadır.

Analizde, çalışan personelden oluşan risk analiz grubu tarafından verilen sorulara yanıtlar, risk analiz toplantıları ve hidroelektrik santralde yaşanmış olaylar ve deneyimlerinden elde edilen sonuçlarla oluşturulmuştur.

Analizi yaparken nicel özelliği taşıyan Finne Kinney metodu kullanılmıştır. Risk değerlendirilmesinde hidroelektrik santraldeki riskler belirlenmiş olup bu riskin sonucunda meydana gelebilecek olayların etkisi ve bu risklere karşı alınmayan önlemler olma olasılığı nicel olarak ifade edilmiştir.

Risk değerlendirmesini aşağıdaki adımlarla uygulanmıştır.

- Santralde tespit edilen riskler
- Finne Kinney metodun içerisinde belirtilen risk kısa tanımı ve risk değerlendiren sonucu
- Finne Kinney metodun içerisinde yapılması gereken düzeltici ve önleyici kontrol tedbirleri bulunmaktadır.

#### ❖ Bölüm A. Santral Binası Giriş Genel -Güvenlik Kulübesi

**Tablo 21** Santral Binası Giriş Genel -Güvenlik Kulübesinde Uygulanan Finne Kinney Risk Tablosu

Sıra No	Faaliyetin tanımı	Tehlike Tanımı	Risk	Zarar	Olasılık(O)	Frekans(F)	Şiddet(S)	Risk değeri skoru	Planlanan faaliyetler/ Öneriler
1	Çalışanlar	Çalışan personelin İSG eğitimleri, sağlık raporları işe giriş eğitim oryantasyonla, kkd zimmet formları işlerine uygun talimatlarının ve mesleki yeterlilik	Personelin işi ile ilgili bilgisizliği, işvereninde çalışanın sağlığı ile ilgili bilgisinin olmayışı	İş kazası	1	1	40	40	Çalışan tüm personel için bu belgelerin eğitimlerini ve formlarını tamamlanması, bundan sonra çalışmalarına izin verilmesi gerekmektedir.

2	Santral Binası Giriş-Güvenlik Kulübesi	Yaya yolu ve araç yollarının belirlenmemiş olması	Trafik kazası	Ölüm, yaralanma	3	0,5	40	60	Yaya yolu ve trafik yolları belirlenip işaretlenmelidir.
3	Santral Binası Giriş-Güvenlik Kulübesi	İş Sağlığı ve Güvenliği ile ilgili bilgileri almadan ziyaretçilerin sahada dolaşması	Çalışma sahasındaki tehlikelere maruz kalma	Ölüm, yaralanma	3	0,5	40	60	Ziyaretçilere sahaya girmeden önce çalışma sahasında uymaları gereken kurallar yazılı olarak ve imza karşılığı bildirilmelidir. Belirtilen kurallara uymayan ziyaretçiler derhal saha dışına çıkartılmalıdır.
4	Santral Binası Giriş-Güvenlik Kulübesi	Gerekli kişisel koruyucu donanımı sağlamadan ziyaretçilerin sahada gezmesi	Çalışma sahasındaki tehlikelere maruz kalma	Yaralanma	3	1	15	45	Sahaya giren tüm ziyaretçilere kullanmaları için gerekli kişisel koruyucu donanımlar verilmelidir. Belirtilen kurallara uymayan ziyaretçiler derhal saha dışına çıkartılmalıdır.
5	Santral Binası Giriş-Güvenlik Kulübesi	Giriş kapısının açık olması	Yetkisiz kişilerin veya araçların santral binası sahasına girmesi	Ölüm, yaralanma	1	1	40	40	Güvenlik görevlilerine bu konu ile ilgili talimat hazırlanıp okutulmalıdır.
6	Santral Binası Giriş-Güvenlik Kulübesi	Santrale patlayıcı, zehirli veya uyuşturucu madde sokulması	Sabotaj	Ölüm, yaralanma	3	0,5	40	60	Santral binasına dışarıdan girişi yapılacak her türlü malzemeyle ilgili güvenlik birimine haber verilmelidir. Gelen malzemeler teknik yönden incelenmeli ve daha sonra güvenlik birimi de güvenlik yönünden incelemesini yaptıktan sonra kayda geçmek suretiyle malzeme içeri

									alınmalıdır.
7		Güvenlik kulübesinde yangın tüpünün bulunmaması	Acil durumlara müdahale edememe	Ölüm, yaralanma	3	0,5	40	60	Güvenlik kulübesindeki yangın tüplerinin gerekli kontrolleri yapılmalıdır.

## ❖ Bölüm B. Santral Sahası

**Tablo 22** Santral Sahasında Uygulanan Finne Kinney Risk Tablosu

Sıra No	Faaliyetin tanımı	Tehlike Tanımı	Risk	Zarar	Olasılık(O)	Frekans(F)	Şiddet(S)	Risk değeri skoru	Planlanan faaliyetler/ Öneriler
1	Santral Sahası	Yüksekte çalışma	Yüksekten düşme	Ölüm, yaralanma	3	1	40	120	Havuz kenarında veya içerisinde yapılan çalışmalarda oluşturulacak yaşam hattı ve kullanılacak emniyet kemeri kullanımı vasıtasıyla yapılmalıdır.
2	Santral Sahası	Yüksek şev stabilitesi, tahkimat yetersizliği	Şev akması, heyelan	Maddi hasar, ağır Yaralanma	3	3	15	135	Tahkimatı bozulmuş ya da işlevini yitirmiş zaman içinde deforme olmuş şev aynalarının acilen tahkimatlarının yapılması gerekmektedir.
3	Santral Sahası	Park alanlarının belirlenmemiş olması	Acil durumda kargaşa	Ölüm, yaralanma, trafik kazası	3	0,5	40	60	Santral sahası içerisinde park alanları belirlenmelidir.
4	Santral Sahası	Araçların park alanlarına gelişi güzel park etmesi	Acil durumda kargaşa	Ölüm, yaralanma, trafik kazası	3	0,5	40	60	Santral sahası içerisinde araçlar ön kısımları çıkışa bakacak şekilde

									park etmeleri sağlanmalıdır. Gelen ziyaretçiler güvenlik görevlileri tarafından araçlarını doğru park etmeleri konusunda uyarılmalıdır.
5	Santral Sahası	Havuz kenar korkuluklarının olmaması	Yüksekten düşme	Ölüm, yaralanma	3	0,5	40	60	Havuz kenarlarını kapatan korkulukların açıklıkları uygun sistemle insan geçmeyecek boyuta yapı işleri yönetmeliği Ek 4'te yer alan şekliyle korkuluk yapılması gerekmektedir.

#### ❖ Bölüm D. Yükleme Havuzu

**Tablo 23** Yükleme Havuzunda Uygulanan Finne Kinney Risk Tablosu

Sıra No	Faaliyetin tanımı	Tehlike Tanımı	Risk	Zarar	Olasılık(O)	Frekans(F)	Şiddet(Ş)	Risk değeri skoru	Planlanan faaliyetler/ Öneriler
1	Yükleme Havuzu Giriş	Havuz girişinin kapatılmamış olması	Yetkisiz kişilerin havuz alanına girmesi	Sabotaj	3	1	15	45	Yükleme havuzu girişi güvenlik görevlileri tarafından düzenli olarak kontrol edilmelidir.
2	Yükleme Havuzu Giriş	Havuz kenarlarında korkuluk olmaması	Düşme	Boğulma	3	1	40	120	Havuz kenarlarındaki korkulukların insan geçmeyecek şekilde kapatılması gerekmektedir. (Yapı işleri yönetmeliği Ek-4

									korkuluklar)
3	Yükleme Havuzu Giriş	Havuz içerisinde ızgaraların olmaması	Parça düşmesi, insan düşmesi	Ölüm	2	1	40	80	Havuzda bulunan ızgaralar düzenli olarak kontrol edilmelidir.
4	Yükleme Havuzu Giriş	Havuz üstünde bulunan şevler	Kaya düşmesi	Yaralanma, maddi hasar	3	2	15	90	Şevlere düşmeyi önleyici sistemler yapılmalıdır.

### ❖ Bölüm E. Regülatörler

**Tablo 24** Regülatör Bölgesinde Uygulanan Finne Kinney Risk Tablosu

Sıra No	Faaliyetin tanımı	Tehlike Tanımı	Risk	Zarar	Olasılık(o)	Frekans(f)	Şiddet(s)	Risk değeri skoru	Planlanan faaliyetler / Öneriler
1	Regülatör	Acil durumlarda çalışma sahasında bulunan kişi sayısının bilinmemesi	Acil durumdan etkilenen kişilere müdahale edememe	Ölüm, yaralanma	2	2	40	160	Güvenlik görevlileri, personel sahaya giren ve çıkan herkesi tarih ve saatiyle birlikte kayıt altına almalıdır.
2	Regülatör	İş Sağlığı ve Güvenliği ile ilgili bilgileri almadan ziyaretçilerin sahada dolaşması	Çalışma sahasındaki tehlikelere maruz kalma	Ölüm, yaralanma	2	2	40	160	Ziyaretçilere sahaya girmeden önce çalışma sahasında uymaları gereken kurallar yazılı olarak ve imza karşılığı bildirilmelidir. Belirtilen kurallara uymayan ziyaretçiler derhal saha dışına çıkartılmalıdır.
3	Regülatör	Bakım ve onarımda ya da havuz ızgara temizliğinde çalışma yapılması	İki nesne arası sıkışma, yüksekten düşme, ezilme	Ölüm, yaralanma, uzun kaybı	2	2	40	160	Bakım onarımda çalışanlar daha dikkatli olmalı, kkd kullanılmalı ızgaraya iniş çıkış standartlara uygun bir araçla

									Yapılmalı, hareketli kısımlara dokunulmamalıdır, yüksekte yapılacak her çalışmada yaşam hattı oluşturulmalı çalışanın kullanacağı paraşütçü tipi emniyet kemeri vasıtasıyla çalışma yapılması sağlanmaktadır.
4	Regülatör	Ziyaretçilerin sahada tek başlarına gezmesi	Ziyaretçilerin risklere maruz kalması	Ölüm, yaralanma	3	1	40	120	Ziyaretçiler güvenlik görevlisi eşliğinde veya yetkin bir personel eşliğinde regülatör sahası sahasını gezmelidir.
5	Regülatör	Kaldırma araçları	Aracın arızalanması	Maddi hasar	3	1	15	45	Kaldırma araçları yıla bir kez yetkili makine mühendisi tarafından periyodik kontrol ve deneyleri yapıp raporlanmalıdır.
6	Regülatör	Yüksekte çalışma	Yüksekten düşme	Ölüm, yaralanma	3	1	40	120	Yüksekte yapılan tüm çalışmalar oluşturulacak yaşam hatları ve kullanılacak emniyet kemeri vasıtasıyla yapılması gerekmektedir.
7	Regülatör	Korkuluğu olmayan kısımlar	Düşme	Boğulma	3	2	40	240	Korkuluğu olmayan bölümlerin korkulukla kapatılması ve bu korkulukların yerlerinden çıkarılmaması gerekmektedir. (Yapı işleri yönetmeliği Ek-4 korkuluklar en az 1 m yüksekliğinde, herhangi bir yerden gelebilecek 125 kg yükse dayanıklı, 15 cm topuk levhalı ve 47 cm'den çok olmamak kaydıyla ara korkuluklu olmalıdır.)
8	Regülatör	Regülatör bölgesinde biriken kum v.b. malzemelerin	Çalışma sırasında aşırı miktarda su	Boğulma, ölüm	3	3	40	360	Yağışlı havalarda çalışma yapılmaması ve derin bölgelere yanaşılması

		vinç kamyon ve iş makinaları ile o bölgeden çekilmesi	gelmesi						gerekmektedir.
9	Regülatör	Regülatör bölgesinde biriken kum v.b. malzemelerin vinç kamyon ve iş makinaları ile o bölgeden çekilmesi	Regülatör bölgesinin üstünden geçen gerilim kablolarına vinç ya da iş makinalarının teması	Ağır yaralanma, ölüm	4	3	40	480	Gerilim kablolarına yakın çalışma yapılırken ya yetkili mercilere haber verilip gerilim kesildikten sonra çalışma yapılmalı ya da bu gerilim kabloları yer altına alınıp tehlike ortadan kaldırılmalıdır.
10	Regülatör	Uyarı ve ikaz levhalarının olmaması ya da eksik olması	Çalışanların riskleri görememesi	Uzuv kaybı, Ağır yaralanma	3	3	15	135	Tüm sahada 'sağlık ve işaretleri yönetmeliği'nde yer alan şekliyle sağlık ve güvenlik işaretleri temin edilmeli ve gerekli yerlere konumlandırılması sağlanmalıdır.
11	Regülatör	Araçların park alanlarına geliş güzel park etmesi, araç park alanının olmayışı	Araç giriş çıkışlarında ya da acil durumlarda oluşabilecek riskler	Ölüm, yaralanma, trafik kazası	3	0,5	40	60	Regülatör sahası içerisinde araçlar ön kısımları çıkışa bakacak şekilde park etmeleri sağlanmalıdır. Gelen ziyaretçiler ya da çalışanlar güvenlik görevlileri tarafından araçlarını doğru park etmeleri konusunda uyarılmalıdır.
12	Regülatör	Giriş kapısının açık olması	Yetkisiz kişilerin veya araçların santral binası sahasına girmesi	Ölüm, yaralanma	2	1	40	80	Güvenlik görevlilerine bu konu ile ilgili talimat hazırlanıp okutulmalıdır.

#### ❖ Bölüm F. Ofis Çalışmaları

**Tablo 25** Ofis Çalışmalarında Uygulanan Finne Kinney Risk Tablosu

Sıra No	Faaliyetin tanımı	Tehlike Tanımı	Risk	Zarar	Olasılık(O)	Frekans(F)	Şiddet(S)	Risk değeri skoru	Planlanan faaliyetler/Öneriler
1	Ofis Çalışmaları	Zemin kayma veya düşmeyi önleyecek şekilde uygun malzeme ile kaplanmamış olması	Düşme	Burkulma, yaralanma	1	1	15	15	Zeminde kayma, düşme veya takılmayı önleyecek şekilde malzemeyle kaplanmış olmalıdır.
2	Ofis Çalışmaları	Ergonomik olmayan oturma biçimi	İskelet ve kas sistemi rahatsızlıkları	Meslek hastalığı	1	1	15	15	Ergonomik koşullar konusunda çalışanlara eğitim verilmesi ve çalışma ortamının ergonomik koşullara göre düzenlenmelidir.
3	Ofis Çalışmaları	Elektrik	Elektrik çarpması	Ölüm	1	1	40	40	Ana pano ve tali pano kapakları sürekli olarak kapalı tutulmalı ana panoya 300mA değerinde yangına karşı kaçak akım rölesi takılmalı, tali panolara 30mA değerinde insanları elektrik çarpmasına karşı koruyan kaçak akım rölesi takılmalıdır. Pano üzerine uyarıcı levhalar konulmalıdır.
4	Ofis Çalışmaları	Lavabo ve tuvaletlerin temiz olmaması	Oluşan mikroplara çalışanların teması	Bulaşıcı hastalık	1	1	15	15	Lavabo ve tuvaletler düzenli olarak temizlenmeli ve temizlik çizelgesi hazırlanıp her temizlikten sonra çizelgeye temizliğin yapıldığı kişi tarafından temizliğin yapıldığına dair imza atılmalıdır.
5	Ofis Çalışmaları	Yanıcı Malzemeler	Yangın	Yangın sonucu Yaralanma, Ölüm, Maddi	1	1	40	40	Ofis büyüklüğüne uygun olarak yeterli sayıda yangın söndürme tüplerinin

				hasar					bulundurulması; Acil durum ekipleri oluşturularak, yangın konusunda acil eylem planı oluşturulması
--	--	--	--	-------	--	--	--	--	---

## ❖ Bölüm G. Hava Şartları

**Tablo 26** Hava Şartlarında Finne Kinney Risk Tablosu

Sıra No	Faaliyetin tanımı	Tehlike Tanımı	Risk	Zarar	Olasılık(o)	Frekans(f)	Şiddet(s)	Risk değeri skoru	Planlanan faaliyetler / Öneriler
1	Hava Şartları	Dış Kaynaklı Sel	Aşırı yağmurda derenin taşması	Yaralanma, boğulma, maddi hasar	5	3	40	600	Aşırı yağmur yağması durumlarında derenin taşma durumuna karşı dere ıslahı yapılması
2	Hava Şartları	Dış Kaynaklı Sel	Olası sel ve taşma durumlarına karşı personelin bilgilendirilmemesi	Yaralanma, boğulma, maddi hasar	2	5	40	400	Tüm firma çalışanları olası sel ve heyelan durumunda nasıl davranacakları konusunda bilgilendirilerek tatbikatlar düzenlenmesi
3	Hava Şartları	Dış Kaynaklı Sel	Olası sel v.b. durumuna karşı tehlikeli bölümlerin levhalandırılmaması	Yaralanma, boğulma, maddi hasar	2	5	40	400	Olası sel tehlikesi güzergâhı boyunca levhalandırma yapılması
4	Hava Şartları	İç Kaynaklı Sel	Santral binasında olası iç kaynaklı sel durumuna karşı müdahale edememe	Yaralanma, boğulma, maddi hasar	2	1	15	30	Olası iç kaynaklı sel durumuna karşı çalışanların nasıl davranacağı konusunda bilgilendirilip tatbikatlar yapılması

5	Hava Şartları	İç Kaynaklı Sel	Olası iç kaynaklı sel durumuna karşı enerji kesilmemesi, vanaların kapatılmaması	Yaralanma, boğulma, maddi hasar	2	1	15	30	Çalışanlar olası iç kaynaklı sel durumunda ne yapacakları konusunda bilgilendirilmelidir
---	---------------	-----------------	--	---------------------------------	---	---	----	----	--

## ❖ Bölüm H. Bakım Onarım

**Tablo 27** Bakım Onarımda Uygulanan Finne Kinney Risk Tablosu

Sıra No	Faaliyetin tanımı	Tehlike Tanımı	Risk	Zarar	Olasılık(o)	Frekans(f)	Şiddet(ş)	Risk değeri skoru	Planlanan faaliyetler / Öneriler
1	Bakım onarım	Malzeme Kaldırma İndirme işlemi	Kullanılan vinç v.b. kaldırma ekipmanlarının periyodik bakım ve muayenelerinin yapılmamış olması	Çalışanın üzerine malzeme düşmesi, ölüm ağır yaralanma uzun kaybı	3	3	40	360	Kaldırma Ekipmanları yıla bir kez yetkili makine mühendisi tarafından periyodik kontrol ve deneyleri yapıp raporlandırılmalı ve bu şekilde kullanılması sağlanmalıdır.
2	Bakım onarım	Malzeme Kaldırma indirme işlemleri	Kullanılan vinç v.b. kaldırma ekipmanlarının yetkili ve operatörlük belgesi olan personel tarafından kullanılmaması	Bilinçsiz kullanılmadan dolayı Olabilecek iş kazaları	3	2	40	240	Tüm iş ekipmanlarını yetkili ehil kişiler kullanmalı, vinç v.b. iş makineleri ve ekipmanların operatörün dışında personel kullanmamalıdır.
3	Bakım onarım	Malzeme Kaldırma İndirme işlemi sırasında kullanılan vinci emniyet mandalının olmayışı kırık olması ya da işlev görmeyişi	Yükün mandaldan sıyrılıp çalışanın üzerine düşmesi	Ölüm ağır yaralanma uzun kaybı	5	3	15	225	Vincin emniyet mandalı sürekli olarak çalışır durumda bulundurulmalıdır.

4	Bakım onarım	Malzeme Kaldırma İndirme işlemi	Vinç zincir, halat ve sapanlarında kırık ezik çatlak ve deformasyon olması	Halat, zincir ya da sapanların kopması sonucu Çalışanın üzerine malzeme düşmesi, ölüm ağır yaralanma uzuv kaybı	5	2	40	400	Tüm iş ekipmanlarını yetkili ehil kişiler kullanmalı, vinç v.b. iş makineleri ve ekipmanların operatörün dışında personel kullanmamalıdır.
5	Bakım onarım	Kişisel koruyucu ekipman kullanılmaması ya da eksik kullanılması	Olası malzeme düşmesi çarpması kesmesi v.b. durumlar	Ağır yaralanma ölüm	5	3	40	600	Çalışan herkes yaptığı işin niteliğine göre işveren tarafından temin edilen kişisel koruyucu ekipmanı eksiksiz kullanmalı işveren de bunun kontrolünü yaparak kkd kullanmayan personeli çalışma sahasına almamalıdır.
6	Bakım onarım	Kaynak İşleri	Tüplerin basınç göstergelerinin bozuk ya da çalışmıyor olması sonucu yüksek basınçta çalışma	Yangın ve patlama	3	2	40	240	Basıncı göstergesi bozuk olan tüpler kullanılmamalıdır.
7	Bakım onarım	Montaj İşleri	Malzeme kaldırma indirme de malzemenin düşmesi	Çalışanın üzerine malzeme düşmesi, ölüm ağır yaralanma uzuv kaybı	3	3	40	360	Kaldırma Ekipmanları yıla bir kez yetkili makine mühendisi tarafından periyodik kontrol ve deneyleri yapıp raporlandırılmalı ve bu şekilde kullanılması sağlanmalıdır. Ayrıca çalışan her çalışmasında olduğu gibi kkd kullanması gerekmektedir.
8	Bakım onarım	Elektriksel bakım onarımında uyarı ikaz levhalarının eksikliği	Çalışanların riskleri görememesi	Elektrik çarpması sonucu kaza	2	3	40	240	Tüm sahada 'sağlık ve işaretleri yönetmeliği'nde yer alan şekliyle sağlık ve güvenlik işaretleri temin edilmeli ve gerekli yerlere

									konumlandırılması sağlanmalıdır.
9	Bakım onarım	Dönen Aksamlar, makinalar	Geniş, bol elbise giyilmesi, ya da yüzük kolye v.b. takılar takılması	Dönen aksama temas sonucu yaralanma, uzuv kaybı, ölüm	3	2	40	240	Personel çalışırken takı takmamalı, bol ve geniş elbise giymemelidir.

## ❖ Bölüm I. İnşaat ve Tadilat İşleri

**Tablo 28** İnşaat ve Tadilat İşlerinde Uygulanan Finne Kinney Risk Tablosu

Sıra No	Faaliyetin tanımı	Tehlike Tanımı	Risk	Zarar	Olasılık(o)	Frekans(f)	Şiddet(s)	Risk değeri skoru	Planlanan faaliyetler / Öneriler
1	İnşaat ve Tadilat İşleri	Kişisel koruyucu ekipman kullanılmaması ya da eksik kullanılması	Olası malzeme düşmesi çarpması kesmesi v.b. durumlar	Ağır yaralanma ölüm	5	3	40	600	Çalışan herkes yaptığı işin niteliğine göre işveren tarafından temin edilen kişisel koruyucu ekipmanı eksiksiz kullanmalı işveren de bunun kontrolünü yaparak kkd kullanmayan personeli çalışma sahasına almamalıdır.
2	İnşaat ve Tadilat İşleri	Yüksekte Çalışma	Yüksekten düşme	Ağır yaralanma ölüm	4	3	40	480	Seviye farkı olan her çalışma yerlerinde öncelikle toplu korunma yöntemleri uygulanmalıdır (güvenli)
3	İnşaat ve Tadilat İşleri	Elektrik kablo ve prizleri	Elektrik çarpması	Ağır yaralanma ölüm	3	2	40	240	Kullanılan kablo ve prizler ekli bantlı kırık çatlak olmamalı bu kablolar sıvı yüzeylere temas etmemeli ve hava hattı yapılarak uygun yerlerden geçirilmelidir

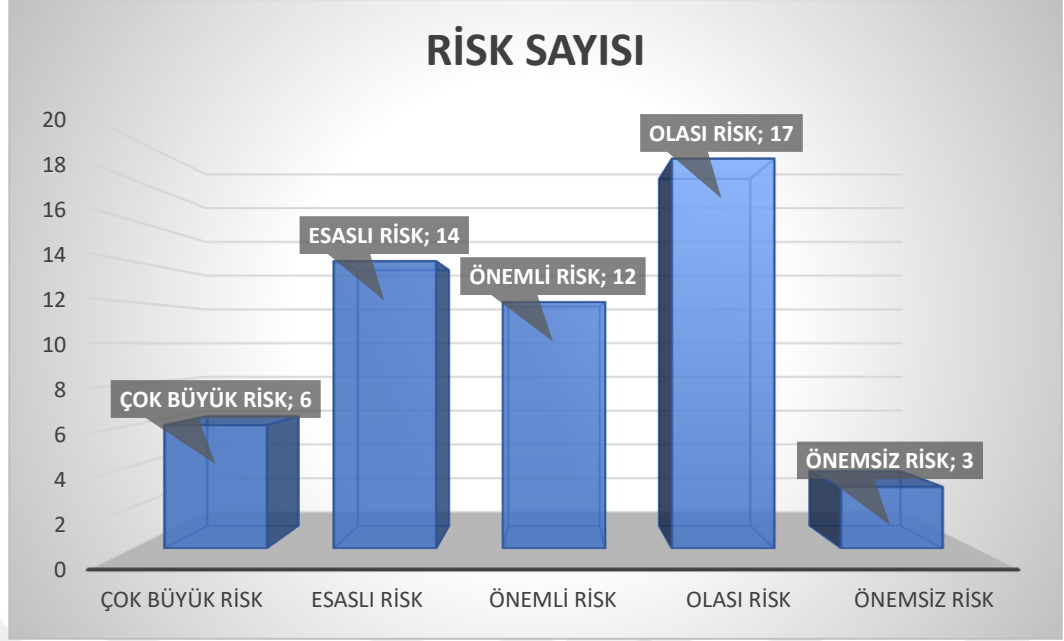
4	İnşaat ve Tadilat İşleri	Çalışma yerinde kullanılan iskelelerin uygunsuzluğu	Yüksekten düşme	Ağır yaralanma ölüm	3	3	40	360	Çalışma yerlerinde kullanılacak iskeleler standartlara uygun yapı işlerin yönetmeliğinde yer aldığı gibi özelliklere sahip ve yetkili kişilerce kullanılabilirliği onaylanmış iskeleler kullanılmalıdır.
5	İnşaat ve Tadilat İşleri	Çalıştırılan personeller	Çalıştırılan personelin sağlık raporu, işg eğitimleri, işe giriş eğitim oryantasyonları, kkd zimmet formu ve talimatlarının olmayışı	İş kazası	4	3	40	480	Çalıştırılan tüm personelin işine uygun sağlık raporu, işg eğitimleri, işe giriş eğitim oryantasyonları, kkd zimmet formları ve işlerine uygun talimatları anlatıldıktan sonra çalışma yaptırılması gerekmektedir.

### 3.2.7 Risk Değerlendirmesi

Hidroelektrik santralde yapılan Finne Kinney metodunun sonucunu risk değerlendirme sonucu ve grafiği aşağıda belirtilmiştir.

**Tablo 29** Finne Kinney Risk Değerlendirme Sonuç Tablosu

RİSK DEĞERLENDİRME SONUCU	R RİSK	RİSK SAYISI
ÇOK BÜYÜK RİSK	$400 < R$	6
ESASLI RİSK	$200 \leq R \leq 400$	14
ÖNEMLİ RİSK	$70 \leq R < 200$	12
OLASI RİSK	$20 \leq R < 70$	17
ÖNEMSİZ RİSK	$20 < R$	3



**Şekil 27** Hidroelektrik Santralin Finne Kinney Risk Değerlendirme Sonuç Grafiği

Hidroelektrik santralde yapmış olduğum Finne Kinney metodunun risk değerlendirmesi sonucunda;

- Çok Büyük Risk:6
- Esaslı Risk:14
- Önemli Risk:12
- Olası Risk:17
- Önemsiz Risk:3

Olarak tespit edilmiştir.

### 3.2.8 Risk Muamelesi (İyileştirme)

Risk analiz grubu ve yönetimle beraber Finne Kinney metodunun risk değerlendirme sonucundaki risk derecelendirmelere göre planlanma yapılmalıdır. Risk iyileştirmesinde yasal mevzuatlarda belirtilen kriterler planlamaya dahil edilip “çok büyük” riskten başlayarak “Önemsiz” riske doğru sıralama yapılmalı

ve belirtilen düzeltici, önleyici tedbirler alınarak suratla uygulamaya konmalıdır. Ayrıca çalışan personellerden risk planlamasında iletişim kurarak görüşleri de alınmalıdır. Risk iyileştirmedeki çıkan sonuçlar tüm çalışanlar risk seviyesini en aza indirmek ana hedefi olması gerekmektedir.

Finne Kinney metodu sonucunda risk seviyeleri yok etmek ve yok edilemeyen riskleri en az seviyeye indirmek için tablo 21'den tablo 28'e kadar "planlanan faaliyetler ve öneriler" sütünü eklenerek risk iyileştirilmesi yapılmıştır.

İyileştirme planları yönetim süreçleri ile bütünleşmesi uygun yapıda olmalıdır. Risk iyileştirilmesinden sonra belgelendirilmeli, izlenmeli ve gözden geçirilerek bir daha muamele edilmelidir.

### **3.2.9 İzleme ve Gözden Geçirme**

Risk analiz grubu ve bir heyet kurularak Hidroelektrik santralde meydana gelen risk iyileştirmesindeki çıkan planları uygulama aşamasında düzenli kontrol ve gözlem yapılmalıdır.

İzleme ve gözden geçirme süreçleri risk yönetimin bütün hususları kapsamalıdır. Bu hususlar aşağıda belirtilmiştir.

- Hidroelektrik santralde riskleri en düşük seviye indirmek için daha fazla bilgi edinilmeli,
- Yaşanmış olaylar ve değişiklikler izlenilerek risklere karşı alınan iyileştirmelerin olumlu ve olumsuz yanları analiz edilmeli,
- Olumsuz sonuç veren iyileştirmeler tekrar iletişim ve danışma grubu ile bir araya gelerek tekrar gözden geçirilerek yeni kararlar alınır.
- Alınan yeni kararlar neticesinde yeniden kapsam oluşturulur bu şekilde ISO 31000 süreci basamakları tekrar başlatılmış olur. Yapılan değişikliklerle bu süreç belirli periyotlar halinde gözden geçirilir. Bu süreç kendini sürekli yenileyerek döngü oluşturulur.

Bütün sonuçlar kaydedilmeli ve uygun bir şekilde raporlanmalıdır.

## BÖLÜM 4

### SONUÇ

Hidroelektrik santrallerin yapımı ve işletilmesinde birçok iş kazaları meydana gelmektedir. Bu iş kazalarının önüne geçilebilmesi amaçlanmakta ve bunun için birçok risk değerlendirme metotları kullanılmaktadır. Bu çalışmada Rize'nin Güneysu ilçesinde bulunan Ayvasıl ve Kale hidroelektrik santrallerinde saha çalışmaları yapılmıştır. Ayvasıl ve Kale Hidroelektrik santrallerinde risk analiz yöntemleri olarak Finne Kinney ve ISO 31000 risk yönetim sürecini uygulanmıştır. İki yöntemin arasındaki farklar şu şekilde özetlenebilir:

- ISO 31000'ne göre riskleri belli zaman periyotları ile takip ederek riskleri kontrol altında tutar. Bu süreçte gerçekleşen olaylardan ders çıkararak hataların tekrarlanmaması için yeniden bir risk yönetim sürecine girer.
- Bu süreçte en alt kademedan üst kademeye kadar çalışan kişilerin görüşleri alınarak hatalardan ders alınır. Alınan kararlarla yeniden risk yönetim süreci oluşur. Olumsuz olaylar tekrarlanmaması amaçlanır. Bu süreç gözden geçirilerek hem döngü hem de süreklilik oluşturur.
- ISO 31000'de hatalar düzeltilirken sadece riskler değişmez metot, yöntem, risk belirleme şartları da değişebilir.
- Finne Kinney risk değerlendirmesinde riskler analiz edilir. ISO 31000 de ki gibi alt kademedan üst kademeye kadar kişilerin görüşleri alınmaz sadece uzman tarafından risk analizi yapılır. ISO 31000'de ki gibi sürekliliği sağlayan döngüsü yoktur. ISO 31000'de ki gibi kendini sürekli yenileyerek riskleri en aza indirme reaksiyonuna girmez.
- Finne Kinney metodu sadece riskleri analiz yöntemi iken ISO 31000 dinamik sürekli kendini yenileyen risk yönetim sürecidir.

Bu kapsamda hidroelektrik santrallerde kazalarla ilgili risk analizinde sadece Finne Kinney metodunun kullanmanın yeterli olmadığı düşünülmektedir. ISO 31000 risk yönetimi sayesinde bütün kurum içinde düzenli birbiriyle bağlantılı ve sürekli takip edilen, geçen zaman içerisinde gözden kaçan ayrıntıların anında irdelenmesi ve ansızın elde olmayan sebeplerle doğan risklerin hemen fark edilmesiyle günden güne daha dinamik bir işleyiş sunulabilecektir. ISO 31000 risk yönetim sürecinin uygulanmasının hidroelektrik santrallerde meydana gelen kazaların daha iyi anlaşılmasına ve kazaların önlenmesinde gerekli önlemlerin alınmasına katkı sağlaması beklenmektedir. Çünkü, ISO 31000 risk yönetim sürecinde; mevcut olan iletişim, diyalog ve danışma faktörlerinin içeriğinde işçiler teknisyen tekniker ve yöneticilerin risk belirlemede görüşleri ile riskler belirlenmektedir. ISO 31000 risk yönetim sürecinin her aşamasında iletişim, diyalog ve danışmanlık mevcut olması ile risk yönetim sürecini dinamik bir olguyu oluşturmaktadır. Örnek vermek gerekirse, ülkemizde yakın zamanda Soma ve Afşin Elbistan'da meydana gelen ölümcül kazaların ortaya çıkmasında, işçilerin ve teknisyenlerin kaza risklerinin belirlenmesi konusunda görüşlerinin dikkate alınmadığı raporlanmıştır. Eğer, Soma ve Afşin Elbistan tesislerinde ISO 31000 risk yönetim süreci uygulanmış olsaydı; ölümcül kazalara yol açan riskler önceden tespit edilebilme olasılığı oldukça yüksek olurdu.

## KAYNAKÇA

- [1] **Başıme, H.** (2003), “*Hidroelektrik Santraller Ve Hidroelektrik Santral Tesisleri*”, EÜAŞ Genel Müdürlüğü Hidrolik Santraller Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- [2] **Keleş, R.** (1997), “*İnsan, Çevre ve Toplum*”, İmge Kitapevi, Ankara.
- [3] **Kent, B.** (2012), “*Türk ve Alman Hukukunda Enerji Piyasasının Düzenlenmesi ve Düzenleyici Kurumları*”, Adalet Yayınevi, Ankara.
- [4] **Ceylan, H.** (2012), Türkiye’deki Elektrik Üretim, İletim ve Dağıtım Tesislerinde Meydana Gelen İş Kazalarının Analizi, *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, cilt 4, no. 2, pp. 30-42.
- [5] **Dursun, B. and Gokcol, B.** (2011), “*The role of hydroelectric power and contribution of small hydropower plants for sustainable development in Turkey*”, Ankara.
- [6] **Şekkeli, M. and Keçecioglu, Ö. F.** (2011), Hidroelektrik Santrallerin Türkiye'deki Gelişimi ve Kahramanmaraş Bölgesi Örnek Çalışması, *Kahramanmaraş Sutcu Imam University Journal of Engineering Sciences*, cilt 14, no. 2, pp. 19-26.
- [7] **TEİAŞ**, “*İşletme Faaliyetleri Raporları*”, Erişim Adresi: <http://www.teias.gov.tr/YukTevziRaporlari.aspx>. [Erişim Tarihi: 10.03.2018].
- [8] **Devlet Su İşleri** (2016), “*HES’lerden İlk 4,5 Ayda Olağanüstü Performans*”, Ankara: Devlet Su İşleri Vakfı.
- [9] **Emirzeoglu, B.; Uslu, S.**, Erişim Adresi:

<https://slideplayer.biz.tr/slide/10177044/>. [Erişim Tarihi: 18 01 2019].

- [10] **A. S. şanlı** (2013), Erişim Adresi:  
<https://www.slideshare.net/ahmetsancaksanlı/nehir-tipi-santraller>.  
[Erişim Tarihi: 21 11 2018].
- [11] **Oral, F.; Behçet, R.; Aykut, K.** (2017), Hidroelektrik Santral Rezervuar Verilerinin Enerji Üretimi Amaçlı, *BEÜ Fen Bilimleri Dergisi*, cilt 6, no. 2, pp. 29-38.
- [12] **Gölbaşı, H.** (2010), “*Karadeniz Bölgesi Küçük Hidroelektrik Santralleri ve Potansiyel Değerlendirilmesi*”, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak.
- [13] **Anadolu Risk**, Erişim Adresi: <http://anadolurisk.com.tr/tr/bulten/su-yapilari-ve-hidroelektrik-enerji-uretimi-ile-sigorta-iliskisi/baraj-ve-hidroelektrik-santrallerde-hasar-sebepleri-ve-olasi-cozum-onerileri>.  
[Erişim Tarihi: 09 03 2018].
- [14] **Guidelines For Public Safety At Hydropower Projects** (1992), “*Division Of Dam Safety And Inspections Federal Energy Regulatory Commission*”, Appendix 6 Updated Nowember 29, 2011.
- [15] **Aven, T.** (2011), “*Quantitative risk assessment*”, The Scientific Platform, Cambridge University Press, UK.
- [16] **Lawrence, W. W.** (1976), “*Of Acceptable Risk*”, William Kaufman Inc., Los Altos.
- [17] **Wilson, R. and Crouch, E. A. C.** (1982), “*Risk-Benefit Analysis*”, Ballinger, Cambridge, MA.
- [18] **Kumamoto, H. and Henley, E.** (1996), “*Probabilistic Risk Assessment and Management for Engineers and Scientists*”, IEEE Press.

- [19] **Rosa, E.**(1998), Meta theoretical foundations for post-normal risk, *Journal of Risk Research*, cilt 1, p. 15–44.
- [20] **ISO** (2002), “*Risk Management Vocabulary*”, ISO/IEC Guide 73.
- [21] **International Risk Governance Council** (2005), “*Risk Governance – Towards an Integrative Approach*”, IRGC, Geneva.
- [22] **Aven, T. and Renn, O.** (2009), On risk deFinned as an event where the outcome is uncertain, *Journal of Risk Research*, cilt 12, pp. 1-11.
- [23] **Kaplan, S. and Garrick, B. J.** (1981), On the quantitative definition of risk, *Risk analysis*, cilt 1, pp. 11-27.
- [24] **Trinity Management Consultants Limited**, “*CMMI for Development Risk Management*”, Erişim Adresi: [http://www.trinity-cmmi.co.uk/TR/Development/PA/RSKM/SP1\\_2.htm](http://www.trinity-cmmi.co.uk/TR/Development/PA/RSKM/SP1_2.htm). [Erişim Tarihi: 10 03 2018].
- [25] **Kgal Global**, “*Risk Analysis, Management And Related Services For Hydro Projects*”, Erişim Adresi: <https://www.kgalglobal.com/res/0000%20KGAL%20Risk%20Document%20for%20web%20RFS.pdf>. [Erişim Tarihi: 10 05 2018].
- [26] **ISO 31000** (2009), “*Risk management — Principles and guidelines*”.
- [27] **Fowler, S.** (2010), “*Kurumsal Risk Yönetimine Yapısal Bakış Açısı ve ISO 31000 Yükümlülükleri*”, IRM, Türkiye.
- [28] **TSE**, Erişim Adresi: Erişim Adresi: <https://www.tse.org.tr/IcerikDetay?ID=2041&ParentID=1060>. [Erişim Tarihi: 10 03 2018].
- [29] **Erzurumoğlu, K.; Köksal, K.N.; Gerek, İ.H.**, İnşaat Sektöründe Finne-Kinney Metodu Kullanılarak Risk, içinde *TMMOB İnşaat*

*Mühendisleri Odası ,5.İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu.*

- [30] **Birgören, B.** (2017), Finne Kinney Risk Analizi Yönteminde Risk Analizi Yönteminde Risk Faktörlerinin Hesaplama Zorlukları ve Çözüm Önerileri, *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, cilt 9, no. 1, pp. 20-21.
- [31] **Mermet, S. R. and Gehant, B.** (2011), Risk management for hydroelectric power plants. In, *Proceedings of hydro 2011 conference*, , Prag, CD.
- [32] **SGK**, Erişim Adresi:  
[http://www.sgk.gov.tr/wps/portal/sgk/tr/emekli/is\\_kazasi\\_ve\\_meslek\\_hastaligi/is\\_kazasi](http://www.sgk.gov.tr/wps/portal/sgk/tr/emekli/is_kazasi_ve_meslek_hastaligi/is_kazasi). [Erişim Tarihi: 24 02 2019].
- [33] **5510 Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu**, Erişim Adresi:  
<http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=1.5.5510&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch>. [Erişim Tarihi: 24 Şubat 2019].
- [34] **6331 Sayılı Kanun**, Erişim Adresi:  
<https://www.mevzuat.gov.tr/Metin1.Aspx?MevzuatKod=1.5.6331&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=6331&Tur=1&Tertip=5&No=6331>. [Erişim Tarihi: 24 04 2019].
- [35] **ILO**, Erişim Adresi:  
[https://www.ilo.org/dyn/normlex/en/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO:12100:P12100\\_INSTRUMENT\\_ID:312338:NO](https://www.ilo.org/dyn/normlex/en/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO:12100:P12100_INSTRUMENT_ID:312338:NO). [Erişim Tarihi: 28 03 2019].
- [36] **YILMAZ G.** (2009), İş Kazalarının Nedenleri ve Maliyeti, *Mühendis ve Makine Dergisi*, cilt 50, no. 592.

- [37] **Coşkun, İ.** (2018), “TÜRKİYE’NİN ENERJİ KAYNAKLARI: HİDROLİK”.*Anka Enstitüsü.*
- [38] **T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı**, “hidrolik enerji”, Erişim Adresi: <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Hidrolik>. [Erişim Tarihi: 25 12 2018].
- [39] **Çokluk, Y. and Bülbül, S. E.**, TÜRKİYE’DE GELİŞEN ENERJİ SEKTÖRÜ HES’LER VE KÂR KAYBI SIGORTALARI, *Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, cilt 9, no. 17, p. 103, Temmuz 2017.
- [40] **E. Enstitüsü**, HES inşaatında toprak kaydı: 4 ölü, Erişim Adresi: <https://enerjienstitusu.org/2012/05/15/hes-insaatinda-toprak-kaydi-4-olu/>. [Erişim Tarihi: 08 04 2019].
- [41] **Milliyet**(2017), Baraj İnşaatında İş Kazası: 1 Ölü, 3 Yaralı, Erişim Adresi: <http://www.milliyet.com.tr/baraj-insaatinda-is-kazasi-1-olu-3-yarali-artvin-yerelhaber-2044756/>. [Erişim Tarihi: 19 12 2018].
- [42] **Milliyet**(2017), Elektrik Akımına Kapılan İşçi Öldü, Erişim Adresi: <http://www.milliyet.com.tr/elektrik-akimina-kapilan-isci-oldu-bartın-yerelhaber-2108800/>. [Erişim Tarihi: 19 02 2019].
- [43] **Milliyet**(2008), Vana patladı, 4 işçi öldü, Erişim Adresi: <http://www.milliyet.com.tr/vana-patladi--4-isci-oldu-magazin-507783/>. [Erişim Tarihi: 19 02 2019].
- [44] **Haberler**(2014), Denizli’de Baraj İnşaatında İş Kazası: 2 Ölü, 1 Yaralı, 2014 Ocak 11. Erişim Adresi: [www.haberler.com/baraj-insaatinda-is-kazasi-2-olu-1-yarali-5531241-haberi/](http://www.haberler.com/baraj-insaatinda-is-kazasi-2-olu-1-yarali-5531241-haberi/). [Erişim Tarihi: 22 02 2019].
- [45] **Cnntürk**(2010), Batman’da baraj inşaatı çöktü: 2 ölü, 21 Ekim 2010.

Erişim Adresi:

[www.cnnturk.com/2010/turkiye/06/21/batmanda.baraj.insaati.coktu.2.olu/580790.0/index.html](http://www.cnnturk.com/2010/turkiye/06/21/batmanda.baraj.insaati.coktu.2.olu/580790.0/index.html). [Erişim Tarihi: 22 02 2019].

- [46] **Sivil Toplum Geliştirme Merkezi**, Erişim Adresi:  
<http://www.stgm.org.tr/tr/manset/detay/hes-lerde-olumler-suruyor>.  
[Erişim Tarihi: 23 03 2019].
- [47] **Milliyet**(2011), Baraj inşaatında kaza: 1 ölü, Erişim Adresi:  
<http://www.milliyet.com.tr/baraj-insaatinda-kaza--1-olu-gundem-1401289/>. [Erişim Tarihi: 23 02 2019].
- [48] **Habertürk**(2019), Artvin’de iş kazası sonucu ölüm, Erişim Adresi:  
<https://www.haberturk.com/artvin-haberleri/67973905-artvinde-is-kazasi-sonucu-olum>. [Erişim Tarihi: 06 06 2019].
- [49] **Dmitry Sudakov**(2017), Dünyadaki en korkunç baraj felaketleri, Erişim Adresi: [http://www.pravdareport.com/society/136870-dam\\_disasters/](http://www.pravdareport.com/society/136870-dam_disasters/). [Erişim Tarihi: 24 02 2019].
- [50] **Association of state dam safety officials**, Erişim Adresi:  
<https://damsafety.org/dam-failures>. [Erişim Tarihi: 01 03 2019].
- [51] **The Straits Times**(2018), Erişim Adresi:  
<https://www.straitstimes.com/asia/se-asia/laos-dam-collapse-worst-dam-disasters-over-the-last-60-years>. [Erişim Tarihi: 26 02 2019].
- [52] **Reliefweb**(1998), Erişim Adresi:  
<https://reliefweb.int/report/kyrgyzstan/kyrgyzstanuzbekistan-dam-burst-disaster-situation-report-no-2>. [Erişim Tarihi: 24 02 2019].
- [53] **Enerji Günlüğü**(2014), Erişim Adresi:  
<https://enerjigunlugu.net/icerik/11356/vietnamda-hes-kazasi.html>.

[Erişim Tarihi: 24 02 2019].

- [54] **BBC**(2018), Erişim Adresi: <https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-44939799>. [Erişim Tarihi: 24 02 2019].
- [55] **NTV**(2009), Rusya'da hidroelektrik santralinde kaza: 10 ölü, Erişim Adresi: [https://www.ntv.com.tr/dunya/rusyada-hidroelektrik-santralinde-kaza-10-olu,BLP48ZcR\\_0e0txEsgYuDrw](https://www.ntv.com.tr/dunya/rusyada-hidroelektrik-santralinde-kaza-10-olu,BLP48ZcR_0e0txEsgYuDrw). [Erişim Tarihi: 19 02 2019].
- [56] **Acakpovi, A. and Dзамikumah , L.** (2016), Hidroelektrik Santralde Sağlık ve Güvenlik Önlemlerinin Araştırılması, *Saf Health Work*, no. 7, pp. 331-339.