

2016

# RİSK DEĞERLENDİRME BÜLTENİ

*"Hasar servisi ve underwriterlar için mühendislik branşı  
risk ve hasar değerlendirmeleri"*

**HİDROELEKTRİK ENERJİ  
SANTRALLERİ**

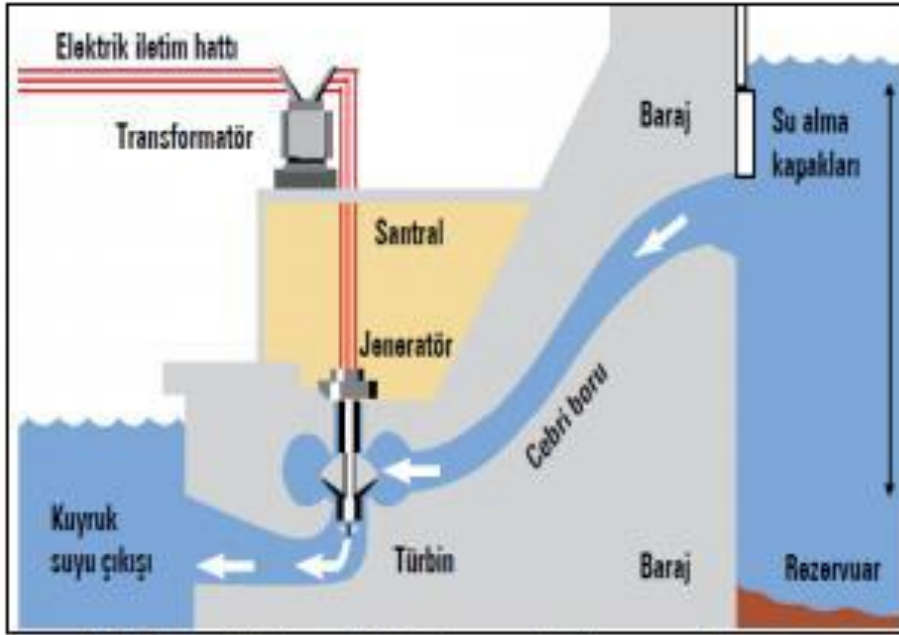
**Sayı: 2016/03**



## Hidroelektrik Enerji Santralleri İŐletmelerinin Sigortalanmasında Olası Riskler ve Risklerin Değerlendirmeleri

### 1. Hidroelektrik Enerjisi Nedir?

Su enerjisi, doğal gollerde ve önüne set çekilmiŐ barajlarda “Potansiyel Enerji” olarak, nehir vb. akarsularda, akıntılı deniz boğazlarında ve gel-git olaylarının yaŐandığı denizlerde “Kinetik Enerji” olarak karşımıza çıkar. Baraj seti arkasındaki rezervuarda depolanmıŐ durumda bulunan su, burada durgun vaziyette iken yükseklikle doğru orantılı olarak bir potansiyel enerjiye sahiptir. Söz konusu su kütlesinin, cebri borular veya tüneller vasıtasıyla türbin çarkına doğru hareket ettirilmesi sonucu hareket halindeki su kütlesi, hareket hızının büyüklüğü oranında bir kinetik enerjiye sahip olacaktır [3, 4]. Suyun Hidrolik Akım Enerjisi (Kinetik Enerjisi) , hidrolik Santraldeki su türbinlerini belirli bir devirde döndürerek türbin Őaftında mekanik enerjiye dönuŐür. Türbin milinde meydana gelen mekanik enerji ise, generatör rotorunu döndürerek, generatör stator sargılarında Elektrik Enerjisi’ ne dönuŐür. Basit bir hidroelektrik santralin yapısı Şekil 1’de gösterilmiŐtir.



**Şekil 1. Hidroelektrik santralin genel yapısı**

Hidrolik potansiyel, yağış rejimine bağlıdır. Dolayısıyla, hidrolik enerji, iklim Őartlarındaki deęiŐimlere karŐı hassas bir enerji türüdür. Hidroelektrik santraller, diğer üretim tipleri ile kıyaslandığında en düşük işletme maliyetine, en uzun işletme ömrüne ve en yüksek verime haizdirler.

## 2. DÜNYANIN HİDROELEKTRİK ENERJİ POTANSİYELİ

Dünyada yeni hidroelektrik santraller için muazzam büyüklükte keşfedilmemiş potansiyel bulunmaktadır. Avrupa ve Kuzey Amerika'da uygun hidroelektrik alanların çoğunun geliştirilmesine rağmen, özellikle gelişmekte olan ülkelerin bulunduğu Asya, Latin Amerika ve Afrika kıtalarında geliştirilebilecek önemli hidroelektrik potansiyel mevcuttur.

Bölge	Brüt Hidroelektrik Enerji Potansiyeli (GWh/yıl)	Teknik Hidroelektrik Enerji Potansiyeli (GWh/yıl)	Teknik ve Ekonomik Hidroelektrik Enerji Potansiyeli (GWh/yıl)
Afrika	4.000.000	1.665.000	1.000.000
Asya	19.000.000	6.800.000	3.600.000
Avustralya / Okyanusya	600.000	270.000	105.000
Avrupa	3.150.000	1.225.000	800.000
Kuzey ve Orta Amerika	6.000.000	1.500.000	1.100.000
Güney Amerika	7.400.000	2.600.000	2.300.000
Dünya	40.150.000	14.060.000	8.905.000
Türkiye	433.000	216.000	127.820
Türkiye/Dünya (%)	1,07	1,54	1,84

Şekil 1 - Dünyanın Hidroelektrik Enerji Potansiyeli

## 3. TÜRKİYE'DE HİDROELEKTRİK ENERJİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ

Anadolu'da ilk baraj, Hititler tarafından MÖ 1300 yılında inşa edilmiştir. Urartular MÖ. 1000 yılında Van ilinde iki önemli hidrolik yapı tertip etmiştir. Bu sistemin bazı bölümleri hala kullanılmaktadır. 1923 yılında Türkiye Cumhuriyeti'nin kuruluşundan sonraki ilk baraj Çubuk-1 Barajıdır. Bu baraj, Türkiye'nin başkenti Ankara için içme suyu temini maksatlı 1930 ve 1936 yılları arasında yapılmıştır. İlk hidroelektrik üretim 1902 yılında Tarsus'ta küçük ölçekli hidroelektrik santral ile başlamıştır. Türkiye'nin enerji talebini belirlemek ve su kaynaklarının hidrolik potansiyellerini ve diğer enerji kaynaklarının potansiyellerini geliştirmek için araştırma ve incelemeler yapmak maksadıyla EİE kurulmuştur.

2001 yılı başında "Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu" kurulmuş ve ülkemizde hidroelektrik de dahil olmak üzere elektrik üretimi, iletimi ve dağıtımı için yeni bir dönem başlamıştır.

2003-2005 ve sonrası için, Serbest (rekabetçi) Piyasa Dönemi, özel sektörün beklentileri ve ısrarları sonucunda 2003 yılında yürürlüğe giren " Su Kullanım Yönetmeliği ve 2005 yılında çıkarılan 5346 sayılı "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun (YEK) ile birlikte su kullanım hakkı anlaşmasıyla beraber, özel sektörün yapacağı HES'lerden elektrik üretip satabilme serbestliği de getirilmiştir.

Sonraki sűreçte, Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Őretimi Amaçlı Kullanımına İliŐkin Kanunda DeęiŐiklik Yapılmasına Dair Kanun'un 8 Ocak 2011 Tarihli Resmi Gazete yayınlanarak yűrűrlűęe girmesiyle ve Enerji Piyasası Dűzenleme Kurumu tarafından yayınlanan Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik űretimine iliŐkin yűnetmelikle birlikte, Tűrkiye'de mini ve mikro HES'lerin űnű açılmıŐ oldu. Bunun sonucu olarak da, bu alanda birçok baŐvuru İl Őzel İdareleri tarafından alınmaya baŐlandı. Bűylece, mini ve mikro HES'ler için sorumluluk bir Őekilde İl Őzel İdarelerine verilmiŐ oldu.

#### **4. Tűrkiye'nin Su Kaynakları ve Hidroelektrik Enerji Potansiyeli**

##### **a. Su Kaynakları Potansiyeli**

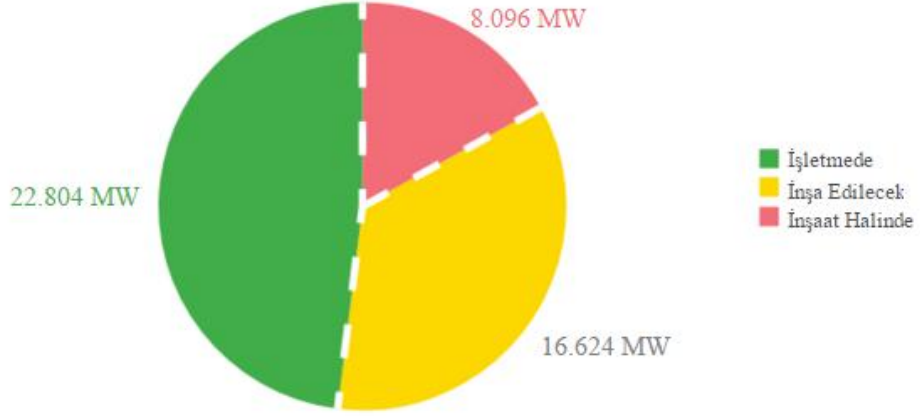
Tűrkiye'de yıllık ortalama yaęıŐ yaklaşık 643 mm olup, yılda ortalama 501 milyar m<sup>3</sup> suya tekabűl etmektedir. Bu suyun 274 milyar m<sup>3</sup> ű toprak ve su yűzeyleri ile bitkilerden olan buharlaŐmalar yoluyla atmosfere geri dűnmekte, 69 milyar m<sup>3</sup> 'lűk kısmı yeraltı suyunu beslemekte, 158 milyar m<sup>3</sup> 'lűk kısmı ise akıŐa geçerek çeŐitli bűyűklűkteki akarsular vasıtasıyla denizlere ve kapalı havzalardaki gűllere boŐalmaktadır. Yer altı suyunu besleyen 69 milyar m<sup>3</sup> 'lűk suyun 28 milyar m<sup>3</sup> 'ű pınarlar vasıtasıyla yerűstű suyuna tekrar katılmaktadır. Ayrıca komŐu űlkelerden űlkemize gelen yılda ortalama 7 milyar m<sup>3</sup> su bulunmaktadır. Bűylece űlkemizin brűt yerűstű suyu potansiyeli 193 milyar m<sup>3</sup> olmaktadır.

Yeraltı suyunu besleyen 41 milyar m<sup>3</sup> de dikkate alındıęında, űlkemizin toplam yenilenebilir su potansiyeli brűt 234 milyar m<sup>3</sup> olarak hesaplanmıŐtır. Ancak gűnűműz teknik ve ekonomik Őartları çerçevesinde, çeŐitli maksatlara yűnelik olarak tűketicilebilecek yerűstű suyu potansiyeli yurt içindeki akarsulardan 95 milyar m<sup>3</sup>, komŐu űlkelerden yurdumuza gelen akarsulardan 3 milyar m<sup>3</sup> olmak űzere, yılda ortalama toplam 98 milyar m<sup>3</sup> 'tűr. 14,7 milyar m<sup>3</sup> olarak belirlenen yeraltı suyu potansiyeli ile birlikte űlkemizin tűketicilebilir yerűstű ve yeraltı su potansiyeli yılda ortalama toplam 112 milyar m<sup>3</sup> olup, 44 milyar m<sup>3</sup> ű kullanılmaktadır.

##### **b. Hidroelektrik Enerji Potansiyeli**

Tűrkiye'de teorik hidroelektrik potansiyel 433 milyar kWh, teknik olarak deęerlendirilebilir potansiyel ise 216 milyar kWh olarak hesaplanmıŐtır. Tűrkiye'nin teknik hidroelektrik potansiyeli dűnya teknik potansiyelinin %2'sine, Avrupa teknik potansiyelinin ise %18'ine tekabűl etmektedir. ABD teknik hidroelektrik potansiyelinin %86'sını, Japonya %78'ini, Norveç %72'sini, Kanada %56'sını, Tűrkiye ise %37'sini geliŐtirmiŐtir. Uluslararası Enerji Ajansı'nca (IEA) 2020'de dűnya enerji tűketimi içerisinde hidroelektrik ve dięer yenilenebilir enerji kaynaklarının payının bugűne gűre %53 oranında artacaęı űngűrűlműŐ olup, bu her gűçteki hidroelektrik potansiyelin deęerlendirilmesi olarak yorumlanmaktadır.

## HİDROELEKTRİK POTANSİYEL



Şekil 2 - Hidro Elektrik Santrallerin Üretim Ptansiyelinin Dağılımı

Ülkemizde tüketilen enerjinin %70'den fazlası tamamen dışa bağımlı olduğumuz ithal kaynaklardan karşılanmaktadır. Sadece elektrik enerjisi üretimi için ithal edilen enerji hammaddelerinin (doğalgaz, kömür vs.) ülke ekonomisine etkisi 10 milyar \$'ın üzerindedir (ulaşım sektörü vs. konularda dikkate alındığında toplam enerji hammaddesi ithalat rakamı 50 milyar \$'ın üzerindedir).

Bu dışa bağımlılığın azaltılması için ülkemizde öz kaynakların kullanıldığı birçok enerji santrali inşa edilmektedir. Hidroelektrik santralleri bu yatırımlarda başı çekmekle birlikte, birçok sektörde yeni istihdam yaratmakla birlikte sigorta sektörü içinde büyük miktarlarda kaynak oluşturmaktadır.

### 5. Hidroelektrik Santralleri Kurulum ve İşletme Giderleri

Hidroelektrik santraller diğer elektrik üretim santralleri ile karşılaştırıldığında görece ekonomik ilk yatırım maliyetine sahiptir. Bir çok elektrik santralinden farklı olarak dizayn kapasite ve malzeme ve tip seçimi bakımından buldukları coğrafyaya göre özel olarak tasarlanıp inşa edilirler. Günümüzde bir hidroelektrik santralin inşa birim maliyeti ortalama (2936 \$/kW) dir. Çeşitli enerji santrallerine ilişkin ortalama kurulum birim maliyetleri yandaki tabloda gösterilmektedir.

Santral Tipi	İlk Yatırım Maliyeti
Deniz Üstü Rüzgar Enerji Santrali	6230 \$/kw
Nükleer Enerji Santrali	5530 \$/kw
Jeotermal Enerji Santrali	4362 \$/kw
Hidro Elektrik Santral	2936 \$/kW
Rüzgar Enerji Santrali	2213 \$/kw
Doğalgaz Kombine Çevrim Santrali	917 \$/kw

Enerji santrallerinin kurulumu sonrasında sabit işletme maliyetleri santral bazında deęiŐiklik gstermekle birlikte bu maliyet hidro elektrik santraller için 14,13 \$/kW-yıl dır. Bazı enerji santralleri için yıllık sabit işletme maliyetleri aşağıdaki tabloda gsterilmiŐtir.

Santral Tipi	Sabit işletme Maliyeti
Biokütle Enerji Santrali	105,63 \$/kW-yıl
Jeotermal Enerji Santrali	100 \$/kW-yıl
Nükleer Santral	93,28 \$/kW-yıl
GüneŐ Enerji Santralidir	24,69 \$/kW-yıl
Hidroelektrik Santral	14,13 \$/kW-yıl
Doğalgaz Yakıtlı Termik Santral	13,17 \$/kW-yıl

## 6. ENERJİ ÜRETİM MALİYETLERİ

Santrallerin birim enerji üretim maliyetlerindeki deęiŐimin daha iyi görülebilmesi için, belirlenen santrallerin 2012 ve 2014 yıllarındaki birim enerji üretim maliyetleri incelendiğinde;

En yüksek birim enerji üretim maliyetine sahip olan santralin güneŐ enerji santrali (17,65 cent/kWh), en düşük birim enerji üretim maliyetine sahip olan santralin ise rüzgâr enerji santrali (7,15 cent/kWh) olduğu gözlemlenmiŐtir. Belirlenen santrallerin birim enerji üretim maliyetlerindeki deęiŐim değerlendirildiğinde; rüzgâr (kara) (%39,16), güneŐ (%26,06), nükleer (%17,28) ve kömür yakıtlı termik santrallerin (%6,9) birim enerji üretim maliyetlerinin arttığı, jeotermal ve biyokütle enerji santrallerinde birim enerji üretim maliyetlerinin deęiŐmedięi, doğalgaz yakıtlı termik santrallerinde ise birim enerji üretim maliyetinin azaldığı (%1,33) görülmektedir.

## 7. HİDROELEKTRİK SANTRAL ÇEŞİTLERİ

Hidro elektrik enerji santrallerinin sınıflandırmaları birçok etken göz önüne alınarak yapılabilir aŐaęıda hidro elektrik santralleri için yapılan genel sınıflandırma yer almaktadır.

### 1. Kaynak tipine göre

1.1. Rezervuarlı (Depolamalı, Barajın su tutma kapasitesinden faydalanılan, Baraj tipi)

1.1.1. Ağırlıklı Beton Gövdeli Barajlı HES

1.1.2. Beton Kemer Gövdeli Barajlı HES

1.1.3. Kaya Dolgu Gövdeli Barajlı HES

1.1.4. Toprak Dolgulu Gövdeli HES

1.2. Kanal tipi (Depolamasız, Akarsuyun doğal akım kapasitesinden faydalanılan, Nehir tipi)

### 2. Üretim kapasitelerine göre (Kurulu güçlerine göre)

2.1. Büyük ölçekli ( 10000 KW)

2.2. Küçük ölçekli ( 1000 KW < 10000 KW )

2.3. Mini ölçekli ( 101 KW < 1000 KW )

2.4. Mikro ölçekli ( 100 W < 200 KW )

### 3. Düşüye göre

3.1. Yüksek düşü ( >150m )

3.2. Orta düşü ( 20 m < 150 m )

3.3. Alçak düşü ( 2 m < 20 m )

#### 4. Ulusal Elektrik Sisteminin Y¼k¼n¼ KarŐilama Durumuna G¼re

- 4.1. Baz Y¼k HES
- 4.2. Puant (Pik) Y¼k HES
- 4.3. Hem Baz hem Puant (Pik) Y¼k HES

#### 5. Santral Binasının Konumuna G¼re

- 5.1. Yer Üst¼ HES
- 5.2. Yer Altı HES
- 5.3. Yarı G¼m¼l¼ veya Batık HES

Hidro Elektrik santraller genellikle suyun santral yapısına taŐındıđı m¼hendislik yapıları ve enerjinin ¼retildiđi santral binası i¼erisinde yer alan hidromekanik ve elektromekanik ¼nitelerden oluŐurlar. Bir¼ok hidroelektrik santralde ortak olan ana yapılar aŐađıda genel olarak a¼ıklanmıŐtır.

#### Su Alma Tesisleri:

Baraj g¼l¼ndeki veya nehir yatağındaki suyun su iletim tesislerine alınması i¼in gereklidir.

#### Baraj G¼vdesi ve G¼l¼:

Nehir suyunun depolanması ve su d¼Ő¼s¼n¼n elde edilmesi i¼in gereklidir.

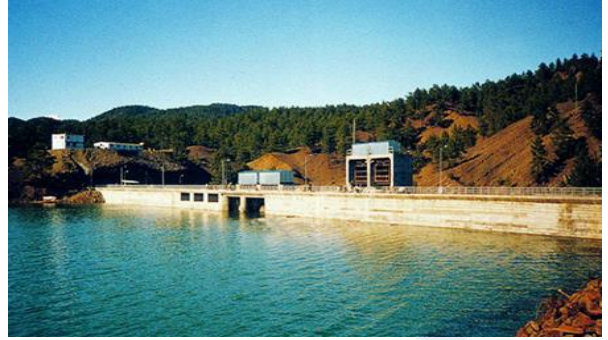
#### Dolu savak; Dolu Savak Tesisleri:

AŞırı yađıŐlı yıllarda baraj maksimum su seviyesine kadar dolduğunda, baraj g¼vdesinin zarar g¼rmemesi i¼in fazla gelen suların nehir yatağının mansabına atılmasına yarayan tesislerdir.

Feyazan mevsiminde fazla gelecek olan suyun kontroll¼ bir Şekilde bırakılmasını temin etmek maksadıyla yapılır. Maksimum debiyi karŐılayacak Şekilde dizayn edilir. Dolu savağın en önemli elamanları, Batardo kapağı, Radyal Kapak ve bunları tespit etmek i¼in inŐaat yapısı mevcuttur.

#### Dip Savak Tesisleri:

Baraj g¼l¼n¼n suyunu gerektiğinde nehir yatağı mansabına bırakmaya yarayan tesislerdir.



Şekil 3 - Su Alma Yapısı



Şekil 4 - Dolu Savak



Şekil 5 Dip Savak Yapısı

### **Su Yolları Tesisleri:**

Su iletim kanalı veya iletim tüneli (basınçsız) veya Enerji tüneli (Basınçlı) veya cebri boru v.s gibi tesisler suyun türbinlere iletilmesinde kullanılır.

### **Cebri borular:**

Baraj gölü ile türbinler, yükleme odası ile türbinler veya denge bacası ile türbinler arasındaki basınçlı borulara cebri boru denir. Cebri borular basınçlı borular olması dolayısıyla HES Tesislerin toplam maliyeti içerisindeki payı yüksek olabilir. Bu nedenle uzun cebri borulu bir santralde cebri boru ekonomik çap tespiti önemlidir. Borular statik ve dinamik zorlanmalar (Pozitif veya negatif su koçu darbeleri) ı nedeniyle malzeme kalitesi yüksek, borunun et kalınlıklarının fazla olması, iç yüzey pürüzlülüğü, iç ve dış yüzeyler korozyona dayanıklı olması gibi etkenlerden dolayı pahalı malzemelerdir.



Şekil 6 - Cebri Boru

### **Santral Binası:**

İçinde Türbinler ve yardımcı ekipmanlar ile Generatörler ve yardımcı ekipmanlar gibi elektromekanik teçhizatın ve koruma kontrol- kumanda gibi elektrik teçhizatın ve diğer yardımcı teçhizatın yerleŐtirilmesi için gereklidir.

### **Türbin Öncesi Kapama Organları:**

- Sürgülü vana
- Kelebek vana
- Küresel vana
- Konik vana
- Basınç düşürücü vana

### **Elektrik İle İlgili Bölümler:**

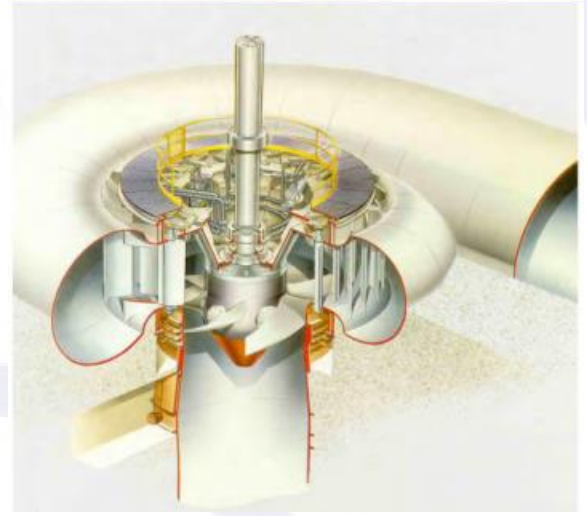
- Generatör
- Gerilim Regülatörleri
- Generatör İkaz Sistemi
- Ünite Kumanda Ve Kontrol Panoları
- Kumanda Odası Panoları
- 3,3–18 kV Orta Gerilim Panoları
- Ana Güç Transformatörleri
- 30-36 kV Orta Gerilim Kapalı Salt Panoları Ve Teçhizatı
- 66-380 kV'luk Şalt Sahası Tesisleri
- Röle Ve Kumanda Panoları
- İç İhtiyaç Transformatörü Ve 400 V Şalterler
- 400v AC, 24 V DC, 48 V DC, 110 V DC Panolar
- Dizel Jeneratör Panosu



## Türbin ve Generatör Tipleri

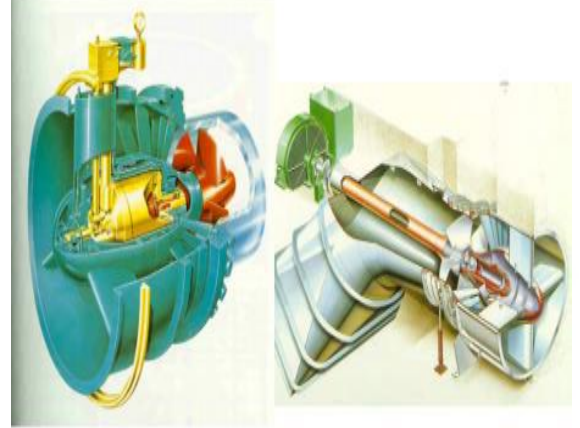
### Kaplan türbini

Kaplan türbini görünüş ve çalışma prensibi olarak bir gemi pervanesinin tersi gibi özellik gösterir. Su ayarlanabilir kılavuz kanatları yoluyla türbine girer ve türbin eksenine paralel bıçaklara çarpar. 3 ile 7 arasında değişen bıçakların eğimi suyun akışına göre performansı ayarlamak için değiştirilebilir. Kaplan türbini ilk olarak Viktor Kaplan tarafından 1918 yılında üretilmiştir. Nehir tipi ve 25 metreye düşüye kadar olan santrallerde kullanılır.



Şekil 7 - Kaplan Türbini Şematik Çizim

Genellikle 10-120 MW çıkış gücüne sahiptirler. Ampül türbinler her ne kadar kaplan türbinler ile yapı olarak benzer olsalarda adını akış yönüne ters yatay veya küçük bir açı yapan jeneratörün bulunduğu su geçirmez gövdesinden alır. Matris türbinler ampül türbinler ve generatörlerin birleşiminden oluşan gelgit kuvvetleri için yapılan uygulamalarda kullanılır.

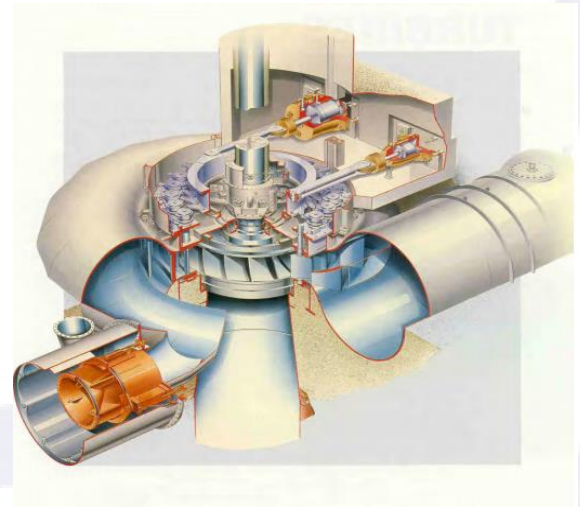


© KVERNER / Rainpower

Şekil 8 - Ampül Tipi Türbin Şematik Çizim

### Francis Türbini

Francis türbinleri 20 ila 500m yükseklik ve akımları (1000m<sup>3</sup> / s) akımlar için kullanılır. Su rotora radyal sabit kanatlardan girer ve türbin eksenine paralel şekilde ayrılır. Bu yapı dünyanın en büyük ve en güçlü türbinlerinde bulunur. Örneğin Brezilya ve Paraguay arasındaki İtaipu (12'600MW) yanı sıra Çin'deki Yangtze Nehri üzerinde yer alan max 850 mva çıkış gücündeki Three Gorges Projesi (18'200MW). Francis yapısına uyarlanmış bir pompa türbin enerji üretmek için türbin olarak kullanılabilirdiği gibi pompa olarak ters yönde çalışabilir. Bu yapı ile düşük değerdeki fazla akımlar peak saatlerde elektrik üretimi için yüksek kesimlere pompalanabilir.



Şekil 9 - Francis Tip Türbin Şematik Çizim

## Pelton Türbini

Pelton türbinleri 100 m ile 2000 metre arasındaki yüksekliklerde yapılan uygulamalarda kullanılır. Pelton türbininde akışkan önce bir nozul içerisinde geçirilerek potansiyel enerjisi kinetik enerjiye dönüştürülür. Ardından, oluşan yüksek hızlı jet, enerjiyi türbin miline transfer eden kepçe şeklindeki kanatlara çarparak türbin milini döndürür ve böylece mekanik enerji oluşur. Bir Pelton çarkının kepeçeleri, akışı ikiye bölecek ve neredeyse 180° yön değiştirecek şekilde tasarlanır. İyi tasarlanmış bir Pelton türbininde, kepeçe çıkışındaki mutlak hız yaklaşık olarak sıfır olmalıdır. Bu durumda kinetik enerji hemen hemen tamamen mekanik enerjiye dönüştürülmüş olur.

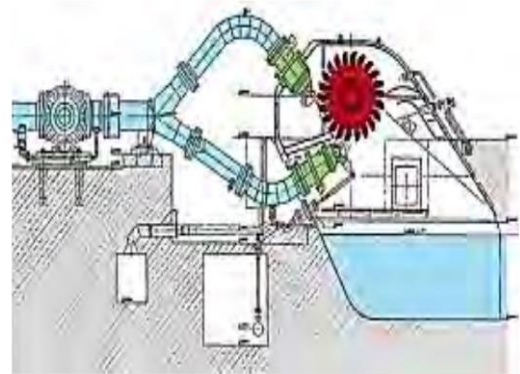


Şekil 10 - Pelton Tipi Türbin Şematik Çizim

## Generatör Tipleri

### Geniş ve Düşük Hızlı Generatörler

Bu generatörler nehir tesislerinde ağırlıklı olarak kullanılmakta ve Francis veya Kaplan türbinler tarafından tahrik edilmektedir. Büyük boyutları nedeniyle bu tip generatörlerin üretimi ve transferi tek parça halinde sahada yapılır. Bu makineler, normal olarak kapalı bir hava soğutma devresi tarafından soğutulur. Stator soğutma suyu 700 MW üzerinde uygulanır.



Şekil 11 Generatör - Türbin Şematik Gösterim

### Yüksek Hızlı Generatörler:

Bu generatörler dağlık bölgelerde yüksek düşü uygulamalarında kullanılır ve Francis ve Pelton türbinleri tarafından tahrik edilmektedir. Büyük tipteki bileşenlerin üretimi atölyede yapılır ve sahada birleştirilir. Yüksek hızlı makineleri (> 250 rpm), normal olarak kapalı bir hava devresi ile soğutulur. Stator soğutma suyu genellikle büyük yüksek hızlı birimi (<350 MW) rotor su soğutma ile kombinasyon halinde uygulanır.

## Ampül Türbinler

Ampül türbinleri ideal olarak 30m ye kadar uygulamalar için uygundur. Burada, jeneratör ampül gövde içine entegre edilmiştir. Bu uygulama sayesinde yüksek verim ve minimum kayıp sağlanır.

## **8. Hidroelektrik Enerji Santrallerinin Sigortacılık Sektörü İle İliŐkisi:**

Son yıllarda büyük bir ivme ile gerçekteşen kurulu kapasite artışıyla doğru orantılı olarak Sigorta Sektörü de üretim anlamında belirgin şekilde etkilenmiştir. Hidro elektrik Santrallerinin birden çok sigorta konusu kıymeti yapısı içinde bulundurduğundan(inŐaat-makine-elektronik) bu alt dallar ile ilgili hareketli imalat sektörü, sigorta sektöründe bu harekete dâhil etmektedir.

Hidro elektrik Santralleri projeleri de diğer enerji santralleri projelerinde olduğu gibi yatırım meblağı yüksek büyük çaplı projeler olduğundan, proje finansmanında yatırımcının uzun vadede santral projesinin maruz kalabileceği tüm riskleri kapsayan sigorta poliçesine ihtiyaç duyması olağan bir durumdur.

Genel olarak Hidro elektrik Santralleri projenin montajından önce, montaj sırasında ve enerji üretimi sırasında oluşabilecek riskleri ayırmak ve bu safhalara uygun riskleri tespit ederek uygun polie türleri ile teminat altına almak suretiyle yapılmaktadır.

Projenin başlamasından önce Nakliyat Poliçesi, inŐaat – montaj sırasında Tüm Riskler Poliçesi, proje tamamlanıp üretime geçildikten itibaren Yangın Poliçesi, Elektronik Cihaz, Makine Kırılması ve Kar Kaybı – İş Durması Poliçeleri ile olası riskler teminat altına alınabilmektedir.

Avrupa ülkelerinde yapılan sigorta uygulamalarında ise Kar Kaybı – İş Durması poliçeleri sıklıkla satın alınan poliçelerdir. Kar Kaybı – İş Durması poliçeleri projenin işletmeye alınmasından sonra gündeme gelmektedir. Hidro elektrik Santrallerinin işletmeye alınmasından sonra meydana gelebilecek en önemli risk unsuru ise herhangi bir hasar nedeni ile enerji üretiminin durmasıdır. Bu durum projeden elde edilecek gelirin azalmasına dolayısıyla yatırım maliyetlerinin artmasına yol açmaktadır.

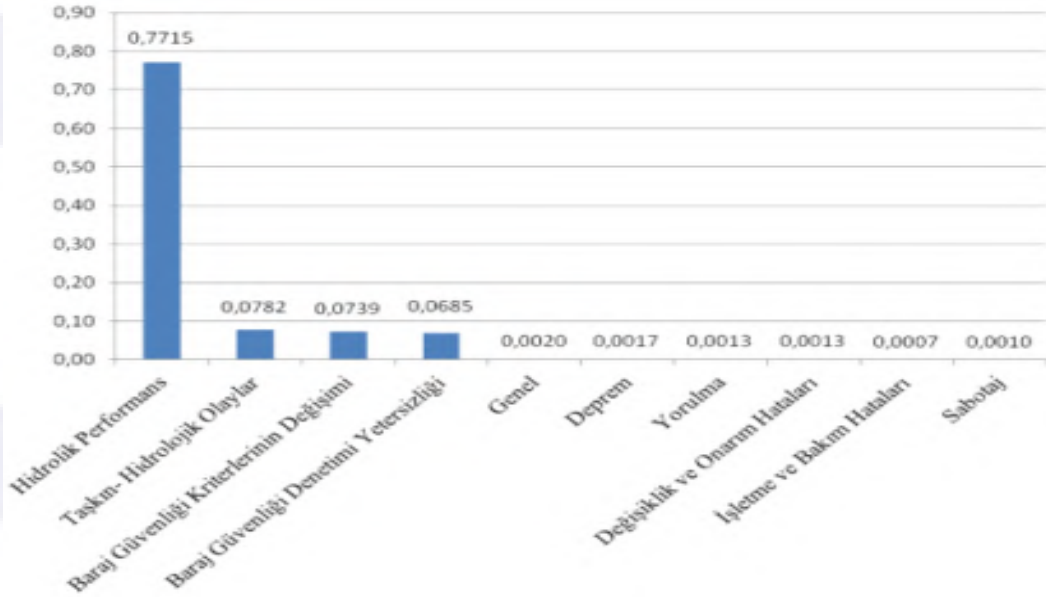
## **9. Hidroelektrik Enerji Santrallerinde Meydana Gelen Riskler ve Hasar Çeşitleri:**

Hidroelektik santrallerin fizibilitesinde akarsuyun yatağı- nın takip ettiği güzergâhın topografyası, akarsuyun debi kayıtları, rejimi, havzanın geçirimsizliği, biriktirme kapasitesi, yağış hidrogramları ve buharlaşma kapasitelerine dair veriler incelendikten sonra santralin yeri tespit edilir ve santral inŐasına başlanır. Santraller büyüklüklerine göre 12 ay ila 36 ay içerisinde tamamlanan santrallerde mühendislik yapıları ve enerjinin üretildiği santral binası içerisinde yer alan hidromekanik ve elektromekanik yapılarda çeşitli riskler mevcuttur.

### **Baraj ve Su Tutma Yapılarındaki Risk ve Hasarlar**

#### **İŞletme Esnasındaki Riskleri**

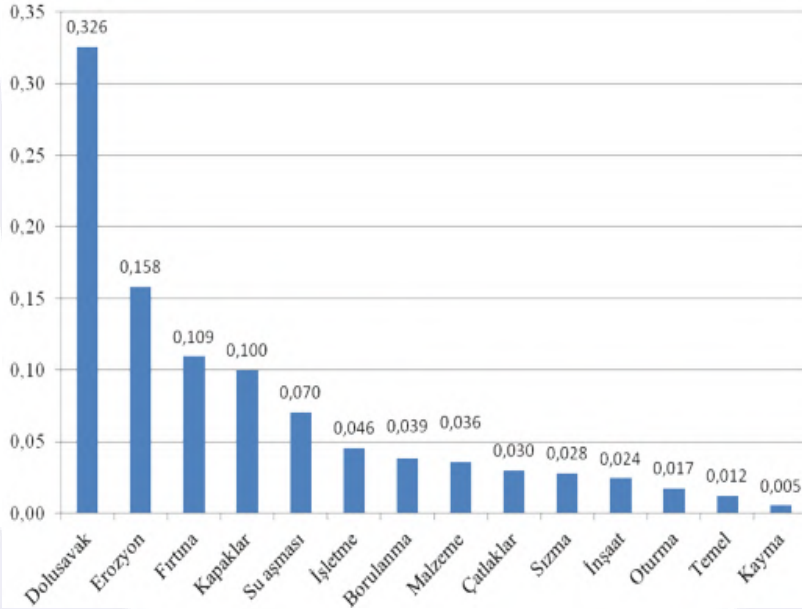
Hidroelektrik santraller için baraj ve su tutma yapıları buldukları coğrafyaya göre çeşitlilik gösterse de hem inŐaat aşamasında hemde işleme aşamasında çevresel etkenlerden en çok etkilenen yapılardır. Bu yapılarda meydana gelen hasarlar hem maliyet hemde kar kaybı açısından büyük hasara yol açmaktadır.



Şekil 12 - Baraj ve Su Tutma Yapılarında Hasar Sebebi Dağılımı

Güncel baraj hasar ve yıkılmalarının analizi kapsamında ABD'de bulunan 52 eyalette 1990-2006 arasında çeşitli büyüklüklerdeki barajlarda 3006 olay kayıt edilmiştir. Yakın bir dönemi içine alan olayların bu kadar çok olmasının altında yatan en önemli etken, bu olayların tümünün büyük barajlar için söz konusu olmayıp Küçük barajlara ait olay kayıtlarının da değerlendirmeye alınmasıdır.

Bu veriler incelendiğinde hasar sebepleri içinde en büyük paya sahip hasar sebebi olarak hidrolik performans ve hidrolojik etkilerin yer aldığı görülmektedir.



Şekil 13 - Hidrolik Performans Hasarlarının Detaylı Dağılımı

Oldukça büyük bir orana sahip olduğu gözlenen hidrolik performans maddesi detaylı olarak incelendiğinde dolusavak yetersizliği ve bağlı problemlerin ön plana çıktığı görülmüŐtür.

ICOLD(İnternational Commision On Large Dams) hazırladığı bir raporda, 15 m'den yüksek barajlarda, 1900-1975 yılları arasında oluşan yapısal hasarlarla ilgili olarak,

- beton barajlardaki hasarların; % 29'u baraj üzerinden su aşması, % 53'ü temel problemleri, % 18'i diğer nedenler,

- dolgu barajlardaki hasarların; % 35'i baraj üzerinden su aşması, % 21'i temel problemleri,% 38'i borulanma ve sızıntı, % 6'sı diğer nedenler,

- ve bütün tipteki baraj hasarlarının; % 34'ü baraj üzerinden su aşması, % 30'u temel problemleri, % 28'i borulanma ve sızıntı, % 8'i diğer nedenler ile oluştuğu belirtilmektedir.

Dolusavaklarla ilgili ana problemler; yetersiz kapasite, engeller, erozyon, bozulma, kırılma, dolusavak çıkış yapısının yıkılması veya arızalanmasıdır. Kapaklı dolusavaklarda yetersiz bakım ve hatalı inşa koşulları altında bütün kapakların yetersiz çalışması veya hiç çalışmaması riski de göz ardı edilemeyecek kadar önemlidir. Bu durum, geçmiş yıllarda oluşan birçok kazada kendisini göstermiştir. Bu örneklerden birisi de ülkemizde Seyhan Barajı'ndan, 1985 yılında dolusavak radyal kapaklarından birisinin kopması ile yaşanmıştır

Yakın zamanda Türkiye'de enerji üretimini artırmak amacıyla özel sektör yatırımlarına verilen destek ve ruhsatlar, özellikle nehir santralleri olarak yoğun bir karşılık bulmuş, ancak aynı yoğunluk bu barajlarla ilgili tasarım, inşa ve baraj güvenliği değerlendirmeleri konusunda görülmemiŐtir.

Ülkemizde yaşanan hidroelektrik santral hasarlarının birçoğunda kök neden sel seylap olarak nitelendirilsede özellikle su tutma yapılarında meydana gelen hasarların en önemli etkeni dolu savak yetersizliği veya işletme yetkililerinin taşkın riski için bölge yetkili makamlarınca yapılan uyarıları dikkate almayıp yüksek yağış fırsatı çevirme isteğiyle üretime devam etmesidir.

Sadece dolusavak kapaklarının istenilen şekilde işletilememesinden bile yakın geçmişte Euclides Da Cunha Barajı (Brezilya,1977), Machu II Barajı (Hindistan,1979), Hirakud Barajı (Hindistan, 1980), Tous Barajı (İspanya,1982), Noppikoski Barajı (İsveç, 1985), Belci Barajı (Romanya, 1991), Folsom Barajı (ABD, 1995) hasara uğrayan bazı barajlardır.

Oysaki debinin arttığı durumlarda radyal kapakların açılarak su tahliyesi yapılması durumunda su tutma yapılarında hasar minimize edilecek ve olası bir hasar durumunda ortaya çıkan onarım maliyeti bir tarafa onarım süresi boyunca işletmenin kar kaybının da önüne geçilecektir.

İstatistiki değerlendirmelerde güven düzeyi; planlama, inşa, kontrol ve işletme açısından daha iyi olan büyük barajlarda yakın geçmişte oluşan hasarların küçük barajlara nazaran sayıca daha düşük olduğu ancak etkilerinin büyük olduğu gözlenmiştir.

Taşkın veya artan debideki dolu savak yetersizliği ve işletme kusurlarında ortaya çıkan hasarların ortak noktası dere yatağına ait olan malzemenin baraj veya su tutma yapılarında birikmesidir.

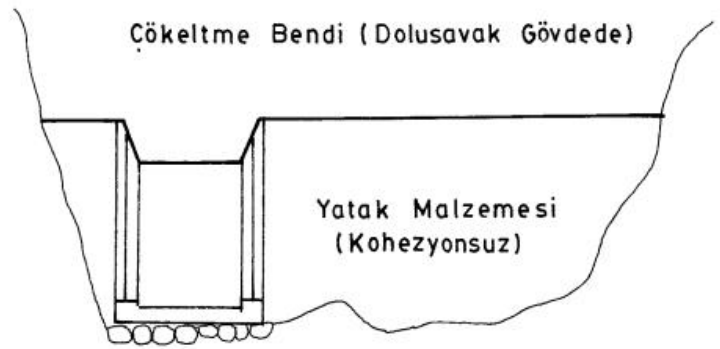
Yangın Poiçesi ile teminat altına alınan birçok nehir santralindeki hasarda bu malzemenin temizlenmesi enkaz kaldırma teminatı altında talebe dönüşmektedir.

Ancak dere yatađı malzemesi derenin dođal akıŐı esnasında sűrekli devinim halindedir ve her hangi bir debi artıŐı / taŐkın olmasada regűlatűr ve baraj űnűnde birikmektedir. Bu malzemelerin temizlenmesi ise santralin iŐletme ve bakım giderleri arasında yer almaktadır. Ayrıca dere yatađı malzemesinin enkaz niteliđi taŐıması için sigorta bedeli içerisinde yer alması gerekmektedir ki bu da tűm dereyatađı malzemesinin sigortalanması anlamına gelmektedir.

Bűyle bir durumunda imkűnsız olması nedeni ile Yangın poliçelerinde dere yatađı malzemesi ve bu malzemenin temizlenmesine iliŐkin giderlerin poliçe konusu olamaycađı űzellikle belirtilmelidir.

Ayrıca dere ile sűrűklenen malzemelerin su tutma yapılarına vereceđi zararların űnűne geçilmesi için tersip bendi inŐasının varlıđı poliçe yapımında bir avantaj olarak gűrűlmeli ve vurgulanmalıdır.

**Tersip Bentleri:** Rűsubat depolama yapılarıdır. Yatakta depolanmıŐ uygun malzemenin kullanılmasıyla yapılabilirler. Burada űnemli olan yapının űzerinden su aŐmaması için yapılan dolusavağın iyi yerleŐtirilmesidir. Bu yapılar harçlı kargir olarak da yapılabilir. Bu takdirde ıŐlah sekilerine benzer Őekilde tertiplenir.



## İnŐaat Riskleri

Hidro elektrik santrallerin inŐaat projelerine Őantiye kurulumu ve ulaŐım yollarının açılması ile baŐlanır. Sonrasında Őantiye binaları ve malzeme depolarının kurulmasını takiben derivasyon çalıŐmalarına baŐlanır. Derivasyonun amacı, baraj gűvdesi veya bađlama adı verilen nispeten daha kűűk seddelerin nehir yatađına inŐa edilebilmesi için űncelikle nehir yatađının deđiŐtirilmesidir. Nehir yatađının bir, zaman zaman her iki kenarına bűlgesel cođrafyanın gerektirdiđi kanal ve/veya tűnellerden oluŐan bir yan yatak oluŐturulur. Bu yapılar tamamlandıktan sonra batardo yapıları ile suyun yűnű deđiŐtirilerek su geici yatađına alınır. Nehir yatađı sudan arındırıldıktan sonra baraj gűvdesi ve geçirimsizliđi sađlayacak enjeksiyon iŐlerine geçilir.

Hidroelektrik santrallerin inŐaat aŐamasındaki en bűyűk risk sel/taŐkın riskidir. İnŐaat esnasında olası bir sel/ taŐkını durumunda inŐaat sahasında yűksek miktarda zarar meydana gelmekte ve saha genellikle iŐin durmasına yol açacak rűsubat ile kaplanmaktadır. Ayrıca inŐatta kullanılan makinelerde su altında kalmakta ve yűksek miktarda hasara sebep olmaktadır.

Türkiyede geğtiğimiz yıllarda yaşanan felakette makine ve ekipmanlarda oluşan hasar bedeli 1 milyon dolar seviyelerindeyken, inŐaat hasarları 700.000,00 USD seviyelerinde kalmıŐtır.



Şekil 15 - Hidroelektrik Santrali İnŐaatında Sel Sonrası Rüsubat Birikimi



Şekil 14 - İnŐaat Halindeki Hidroelektrik Santrali Taşkın Görüntüsü

AnlaŐılacađı üzere yeterli önlemlerin alınmaması halinde makine ve ekipmanlarda oluşan hasarlar baraj hasarlarının önüne geğmektedir.

Hasarların önlenmesi için gerekli olan çalıŐmalar;

- Őantiye ve malzeme depo alanlarının geđmiŐ verilere göre güvenli bölgelere kurulması,
- Nehir yatağına sel önleyici geğici seddelerin inşa edilmesi,
- Batardo ve derivasyon yapılarının akarsu debisinin az olduğu mevsimlerde inşa edilmesi gibi önlemler alınabilir.

### **Cebir Boru ve İletim Hatlarındaki Risk ve Hasarlar**

#### **Yer Kayması Riski**

Hidro elektrik santralin bulunduğu bölgenin zemin özelliklerine göre yer kayması ve heyelan riski mevcuttur. Bu tip riskler özellikle vadi içerisinde yer alan santraller ve baraj yapıları için büyük risk oluŐurmaktadır.

Yer kayması riskinin bulunduğu alanlarda gerekli Őev ve palyeleme önlemleri alınarak yer kaymasının önüne kolaylıkla geğilebilmektedir. Ülkemizde yer kayması hasarları en çok Karadeniz bölgesinde görülmektedir. Görece küçük bütçeli projelerde palyeleme ve Őev mesafelerine gerekli önem gösterilmemektedir. Bu nedenle oluşan yer kayması hasarları büyük çaplı ve işletmenin uzun süre durmasına yol açacak hasarlara neden olmaktadır. İleti kanalı yer kayması hasalarında iş durması ve kar kaybına temin verilmemesi düşüncesindedir.



Şekil 16 - Toprak Kayması Neticesinde Hasar Gören İleti Kanalı

Ayrıca cebri boru ve iletim hatları içerisinden sürekli olarak su taŐınan hidrolojik yapılar olup santralin iŐletimi için hayati önem taŐımaktadır. Projeye bağlı olarak kilometrelerce uzunlukta iletim ve cebri boru hatları yer alabilmektedir. Ancak bu hatların etrafın yetersiz fizibilite çalışması ve proje maliyetlerinin dŐŐk tutulması amacı ile gerekli stabilite önlemleri alınmamaktadır.

Projedeki tüm yer üstü iletim hatları çevresine yer kaymasını önleyici tedbirler alınmalıdır.

Cebri borular için bir diğer önemli risk unsuru su kou darbesidir. Türbinin devreden çıkmasıyla birlikte trbın giriŐ vanası çok hızlı bir Şekilde kapanır. Trbın giriŐ vanasının aniden kapanması cebri borudaki su hızlarının ani deėiŐimine neden olur ve bu da ko darbesi adı verilen ani basınç yükselmelerine sebep olur.



Şekil 17 Cebri Boru Hasarları

Bu ani basınç dalgalanmaları cebri boru üzerinde çok büyük maddi hasarlara sebep olabilir. Böyle bir sistemde ko darbesinin oluşumunu engelleyebilmek için su hızındaki ani deėiŐimi engellememiz gerekir. Trbın GiriŐ Vanası çok hızlı bir Şekilde kapanırken Plunger Tip Trbın By – Pass Vanası çok hızlı bir Şekilde açılacak, cebri boruda türbini besleyen su by – pass sisteminden tahliye edilecek bu sayede ko darbesi oluŐumu engellenmiŐ olacaktır.

Böylelikle trbın giriŐ vanasının çok hızlı bir Şekilde kapatılması sağlanarak trbın koruma altına alınmiŐ olacak ve cebri borudaki muhtemel su kou hasarlarının da önüne geçilmiŐ olacaktır.



Ayrıca cebri boruların dizaynı esnasında mevsimsel koŐulların dikkate alınmayıp sadece hidrolojik hesaplamaların yapılması nedeni ile donma hasarları meydana gelmekte bu tip hasarlar neredeyse tüm cebri boru sisteminin tam zayı olmasına neden olmaktadır.



Şekil 18 Cebri Boru Donma Hasarları

## Hidromekanik ve Elektromekanik Yapılarındaki Risk ve Hasarlar

### Türbin ve Jeneratör Riskleri

Türbinlerdeki hasarların yer ve sebep dağılımları performans sınıfları ve yaş kategorilerine göre yapılan detaylı ayrımlarda büyük çaplı türbinlerde en önemli hasar nedeninin hatalı üretim olduğu anlaşılmıŐtır. Küçük türbinler için ise bakım nedeni hasarlar baskındır.

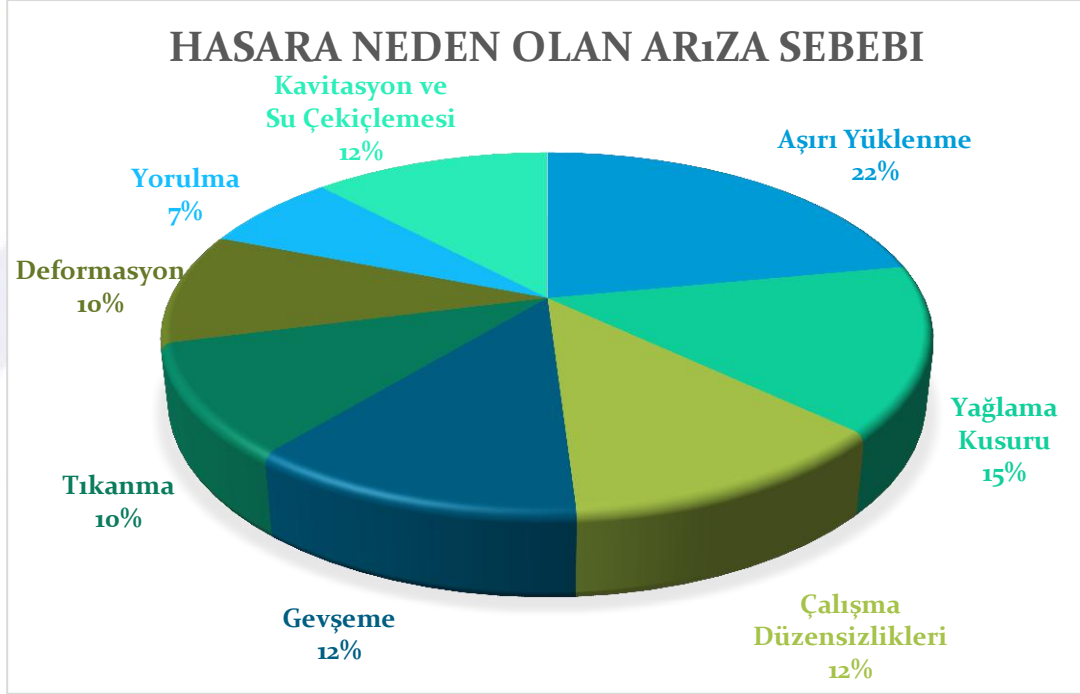
Grafikten de anlaşılacağı gibi hatalı dizayn ve hatalı bakım türbin hasarlarının kök nedenlerinde ilk sırada yer almakta.

Geçmiş hasar istatistikleri incelendiğinde dizayna bağlı hataların sabit kaldığı buna karşın bakım nedeni ile ortaya çıkan hataların arttığı anlaşılmıŐtır.



Şekil 19 - Türbinlerde Hasar Sebebi Dağılımı

Hasara neden olan arıza sebepleri incelendiğinde su çekilmesi ve kavitasyon ile aşırı yüklenme neticesinde oluşan hasarların frekansının yüksek olduğu gözlemlenmektedir.



Şekil 20 - Hasar Sebeplerinin Dağılımı

Aşırı santrallerdeki aşırı yüklenmelere bağılı olarak en çok türbin Őaftı ve generatörlerde hasar olmaktadır. Bu hasarların kısmi onarımı mümkün olmadığı durumlarda proje bazlı üretilen bu ekipmanların onarımı çok uzun bir zaman almaktadır.



Şekil 22 - Yanmış Generatör



Şekil 21 - Kırılmış Türbin Őaftı

Cebri borulara hava girişı olması durumunda hava kabarcıkları cebri boru ve türbinlerde kavitasyon hasarına neden olmaktadır. Bu durum denge bacaları ile önlenmektedir. Ancak hatalı dizayn edilmiş santral veya türbinlerde bu tip hasarlar kaçınılmazdır.



*Şekil 23 - Türbin Kanatlarında Kavitasyon Hasarı*

Yükleme havuzunda olağan su döngüsü ile biriken dere malzemesinin periyodik bakımlarda temizlenmemesi durumun da hem enerji üretiminde beklenen performans sağlanamamakta hemde alüvyon ve ince taneli dere malzemesi içeren akımların türbinlere girerek hasara yol amasına neden olmaktadır.

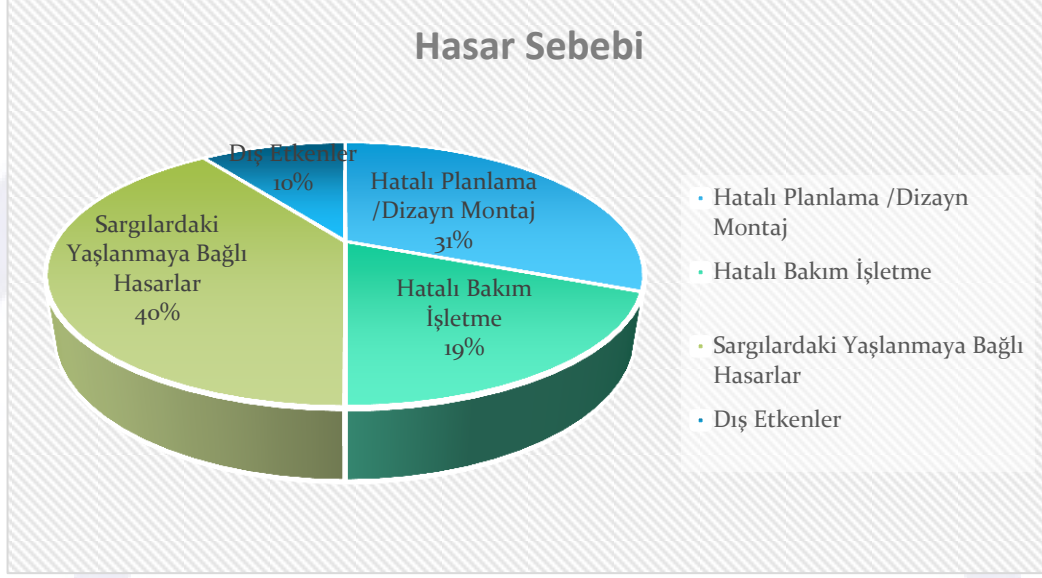
Bu tip hasarların önüne geçmek için gerekli filtreleme düzeneklerinin kullanılması ve su alma yapılarının çok iyi Şekilde tasarlanması gerekmektedir.



*Şekil 24 - Türbin Kanatlarına Rsbat GiriŐine Bağl Hasar*

## Generatör Hasar Sebepleri

Generatör hasar nedenlerinin başında sargılardaki yaşlanma gelmektedir. Bu durum tüm makinelerde beklenen bir durum olmakla birlikte hasar sebepleri arasında en büyük paya sahip diğer iki etmenin hatalı montaj ve bakım olduğu görülmektedir.

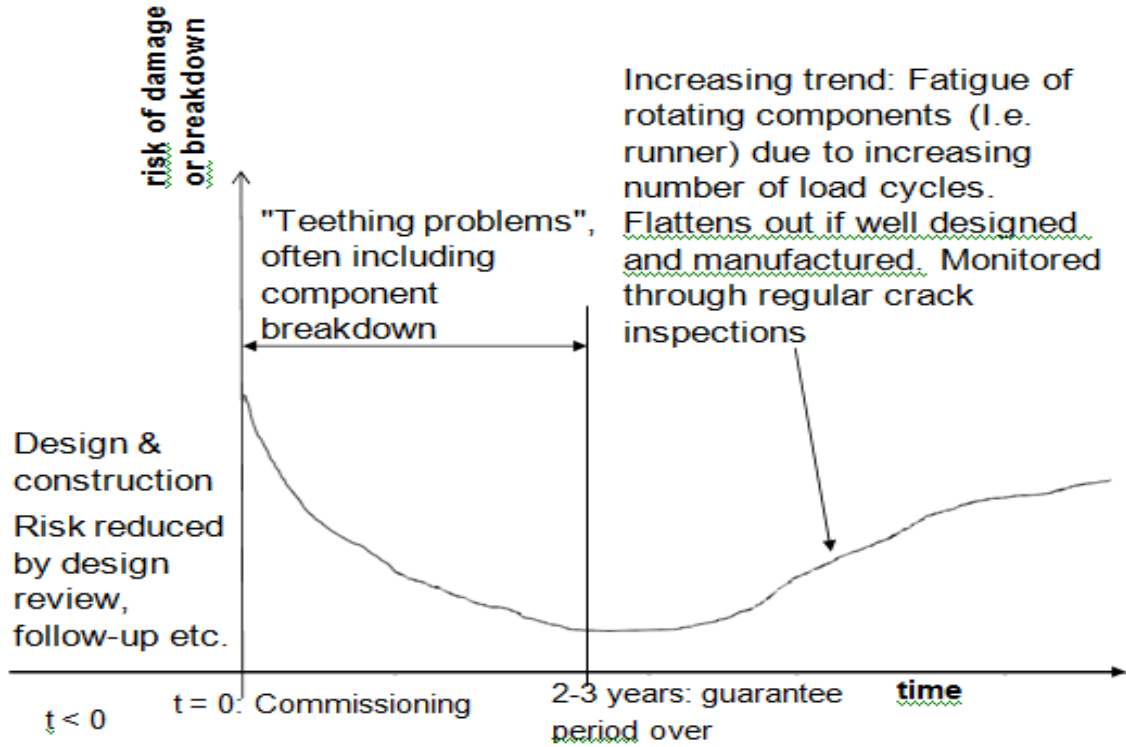


Şekil 25 Generatörlerde Hasar Dağılımı

Aşağıdaki tabloda generatörlerde meydana gelen bazı hasar tipleri gösterilmektedir.

Yapı ve Ekipman Tipi	Hasar Sebebi	Ülke	Sonuçları ve Hasar Miktarı
476 MVA Generator	Montaj Esnasındaki İşçilik Hatası	Amerika Birleşik Devletleri	Statorun tamamen değiştirilmiştir. Hasar tutarı 1 milyon dolar seviyelerindedir.
330 MVA Generator	Hatalı Malzeme ve Üretim Hatası	Türkiye	Tüm generatör değiştirilmiştir. Hasar tutarı 4.5 milyon dolar seviyelerindedir.
96 MW Generator	Montaj hatası	Amerika Birleşik Devletleri	Tüm sargılar değiştirilmiştir.

Görüldüğü üzere hidro elektrik santrallerin hidromekanik ve elektromekanik aksamalarında meydana gelen hasarların başlıcaları hatalı dizayn/montaj ve bakım ile yorulmadır.



Şekil 26 Hidroelektrik Santrallerde Hasar Frekansı

Hidroelektrik santrallerinde hasar ve durmaların zaman bakımından tablosu incelendiğinde en kritik dönemlerin santralin devreye alındığı zaman ile (malzeme-dizayn-montaj hataları) ekipmanların uzun süren kullanımı sonrasındaki (aşınma, izolasyon zafiyetleri, yorulma) dönemler olduğu açıkça görülmektedir.

Hidroelektrik santrallerinde hidromekanik ve elektro mekanik hasar riskinin azaltılabilmesinde santral inşasında ve dizaynında tecrübeli, konusunda uzman firmalar ile çalışılması önemli bir kriter olarak görülmekte, aynı durum işletme dönemi içinde önemli bir kriter olarak göze çarpmaktadır.

- Montaj ve periyodik bakımlarda üretici firmadan süpervizörlük hizmeti alınması, maliyet kaygısı ile yapılacak yanlış müdahalelerin önüne geçecektir.
- Tahribatsız deney yöntemleri ile santralin periyodik olarak test edilmesi pano ve elektronik ekipmanlarda yapılan termal taramalar, hasa oluşumunu önleyemeside boyutunu azaltan çalışmalardır.
- Tüm santral scada ekranları ve erken uyarı sistemleri ile izlenmelidir.
- Santraldeki Hidromekanik sistemler için titreşim sınırlarının ISO 7919-5 ve ISO 10816-5 uluslararası standartlarına göre denetlenmesi fayda sağlayacaktır.
- Mekanik yapıda beklenen üzerindeki ısınmaların izleme ve erken uyarı sistemleri ile kontrolü de hasarın oluşumunu yada boyutunu doğrudan etkileyen faktörlerdir.

- Mekanik bakımda kullanılan sarflar için(yağ-rulman,yatak v.b) işletme döneminde üretici önerisi yerine maliyet hesapları gözetilerek düşük standart tercihi kullanım sırasında görülen hasarların bir başka nedeni olarak karşımıza çıkmaktadır.

## Kar Kaybı

Türkiye’de özellikle 2001 yılı sonrasında enerji piyasasında köklü değişiklikler olmuştur. Yapılan enerji reformları ile elektrik üretimi artırılmış ve piyasa daha rekabetçi bir hale gelmiştir.



5 Şubat 2001 tarihli bakanlar kurulu kararı ile Türkiye Elektrik Üretim A.Ş (TEAŞ), üç bağımsız kısma ayrılmıştır. Bunlar, Türkiye Elektrik İletim A.Ş (TEİAŞ), Türkiye Elektrik Üretim A.Ş. (EÜAŞ) ve Türkiye Elektrik Ticaret ve Taahhüt A.Ş (TETAŞ)'tır. Takip eden süreçte Türkiye Elektrik Piyasasının rekabete açılmasını amaçlayan 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu yürürlüğe girmiştir. 4628 sayılı kanunun ilk maddesinde kanunun amacı; “Elektriğin yeterli, kaliteli, sürekli, düşük maliyetli ve çevreyle uyumlu bir şekilde tüketicilerin kullanımına sunulması için, rekabet ortamında özel hukuk hükümlerine göre faaliyet gösterebilecek, mali açıdan güçlü, istikrarlı ve şeffaf bir elektrik enerjisi piyasasının oluşturulması ve bu piyasada bağımsız bir düzenleme ve denetimin sağlanmasıdır” şeklinde ifade edilmiştir. 4628 sayılı kanun ile Türkiye Elektrik Piyasası dikey bütünleşik yapıdan üretim ve satış faaliyetlerinin rekabete açıldığı, doğal tekel niteliği taşıyan nakil (dağıtım ve iletim) faaliyetlerinin düzenlemeye tabi tutulduğu bir yapıya dönüştürülmesi öngörülmüştür

Türkiye’de elektrik ticareti 3 farklı şekilde yapılmaktadır.

- İkili anlaşmalar yoluyla,
- Gün Öncesi Planlama yoluyla,
- Dengeleme Güç Piyasası yoluyla.

Yapılan satıŐlar **PMUM (Piyasa Mali UzlaŐtırma Merkezi)** vasıtası ile kayıt altına alınmaktadır.

Bu kayıtlar üretim zamanlarını ,hasar nedeni ile ortaya çıkan durmaları ve toplam durma gün sayısını görmek içinde bir hasar anında en tekin kullanılabilir kayıtlardır.EPDK Lisanslı HES iŐletmeleri üretim ve satış dengesi açısından bu kayıtlar ile izlenmektedir.

Hidro elektrik santrallerin özellikle su tutma yapısında gerçekteşen hasarlar yüksek onarım sürelerine dolayısı ile aynı oranda durma ve kar kayıplarının oluşmasına yol açmaktadır.

Santrallerde kullanılan ekipmanlar genellikle o santral için özel üretildiğinden bu ekipmanlarda hasara bağılı oluşacak durma süreleri azımsanmayacak düzeydedir. Bu nedenle iŐletmelerde birden çok türbin generatör seti kullanılarak riskin dağıtılması önemli bir faktördür.

Ayrıca santral generatör ekipmanlarının onarımında yedek parçalar genellikle yurt dışından getirilmektedir. Hasar sonrası değıŐimi gereken parçanın **termin** süresi toplam durma süresi içinde çoğı zaman fiili onarımdan daha çok yer tutmaktadır. Durma süresi ve kar kaybı talebini doğrudan etkileyen uzun temrin süreleri çok yüksek kar kaybı taleplerini beraberinde getirmektedir.

Bu nedenle HES poliçeleri için kar kaybı talebinin değıerlendirmesinde değıŐimi gereken malzemenin termin süresi hariç fiili onarım ve devreye alma süresi dikkate alınmalıdır.

Genellikle ilk yapım sözleşmelerinin çoğunda üretici ve tedarikçiyi koruyan maddelerin varlığı göze çarpmaktadır. Bu nedenle hem poliçeye doğru bir iŐlerlik kazandırmak, hem de kullanıcıyı korumak adına poliçenin tekliflendirme aşamasında HES mekanik ve elektrik yapısını oluŐturan kıymetlerin mal ve hizmet alım sözleşmelerinin tedariki, poliçe tasarımının da sözleşme içeriğine göre yapılması bir hasar anında maliyet yönetimi için fayda sağlayacaktır. Makina Kırılmasına bağılı kar kaybı hasarı için gün bazında muafiyet belirlenirken en spesifik malzemenin termin ve arızaya müdahale süresi kriter olarak alınmalıdır.

Santrallerden başlayarak Őebekeye ulaşan iletim ve dağıtım hatlarının yapılandırıldığı alan boyunca tümünün sigorta güvencesine alınması mümkün olmadığı gibi riski de açık alandaki tüm sabit varlıklar gibi oldukça yüksektir. Bu da iletim hatlarında sigortalananabilir mesafenin belirtilmesini zorunlu kılmaktadır.

## 10. Sonuç ve Değıerlendirme:

Hidroelektrik enerji santralleri ile ilgili elde edilen bilgiler ve bulgular, yoğun araŐtırmalar sonucunda bölgesel pazarlar ve üreticiler ile yapılan görüŐmeler ve hasar tecrübelerimiz sonucunda toplanan istatistiklerden derlenmiŐtir.

Hidroelektrik Santralleri projelerinde diğer enerji santralleri projelerinde olduğu gibi kesintisiz bir sigortalanma sürecinin gerçekteŐtirilmesi en önemli husustur. Nakliyat poliçesi ile başlayacak bu sürecin İnŐaat / Montaj Tüm Riskler poliçesi ile devam edip, proje tamamlandıktan sonra Yangın Poliçesi, Makine ve Elektronik Cihaz Poliçeleri ile bütün süreçle beraber santralin tamamı teminat altına alınmalıdır. Bu durum iç içe geçen bütün üretim süreçlerini korumayı hedeflemektedir.

Hidroelektrik santrallerdeki hasar kök nedenleri içinde ilk sıralarda yer alan dizayn ve montaj kaynaklı hasarlar ile su taşkını hasarları olası en yüksek hasarlar olarak dikkate alınmalı ve poliçe prim dengesi ile muafiyet uygulamalarında öne çıkarılmalıdır.

Santralde kullanılan ekipmanların garanti süreleri uzundur. Kar kaybı ve İŞ durmasına yol açabilecek bir hasarın garanti Őartları açısından mutlaka incelenmesi ve hasar kök nedenin tam tespiti rücu açısından çok önemlidir.

Daha öncede değinildiği üzere ekipmanlar için mal ve hizmet alım sözleşmelerinin çoğunun bu yönü ile incelendiğinde bir imalat veya montaj kusuruna bağlı hasar anında dahi durma ve kar kaybı gibi ikincil zararları imalatçı açısından değerlendirme dıŐı bırakan maddeler içermektedir.

Özetle ekipmanın hasarı garanti koŐullarında giderilse bile, onarım süresince yaşanan durma ve buna bağlı oluşan kar kaybı ile kullanıcı ve tabi ki sigortacı baŐ baŐa kalmaktadır. Bu türden maddeler içeren sözleşmelerin varlığı poliçe tasarımıından önce bilinmeli ve garanti kapsamında giderilen hasarlar nedeni ile doğan ikincil kayıplarında garantinin konusunu oluŐturacađına poliçelerde yer verilmelidir.

Kar kaybı ve iş durmasına yol açabilecek bir diğer büyük risk ise; Őebeke bağlantısında oluşabilecek sorunlardır. Depolanması mümkün olmayan, üretilen enerjinin eş zamanlı olarak Őebekeye verilmesi gerekmektedir. Őebekeye aktarım hattında görevli ekipmanlarda ya da Őebekenin kendisinde oluşacak bir sorun iş durması açısından ağır sonuçlara yol açacaktır. Bu nedenle teminat verilecek ise uzman risk mühendislerinde santral dıŐında Őebeke bağlantılarının özenle incelenmesi ve santral ile üretim yapılarında fiziki hasara yol açmayan Őebeke kaynaklı durmaların poliçe konusunu oluŐurtmayacađının poliçede belirtilmesi gerekmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynakları içinde;

- ✓ İnŐaat süresi,
- ✓ Devreye Alma Prosesleri,
- ✓ Sahip Olduğu Ekipmanlar
- ✓ Maruz Kaldığı Çevresel KoŐullar
- ✓ Elde Edilen Enerji miktarları,
- ✓ Hem inŐaat hemde işletme dönemindeki karmaŐık yapısı

Nedenleri ile HES'ler diğer enerji kaynaklarına göre verimi kadar riskleri ve hasarları da yüksek boyutlu olduğundan sigortalanma aşamasında en çok incelenmesi gereken sistemlerdir. Bu nedenle bültenimiz poliçe tasarımlarında da en yüksek verimi sağlamak üzere hazırlanmıŐtır.

Kaynakça:

- 1- DSİ –Startejik Plan
- 2- Hidroelektrik Santrallerin İşletme ve İnŐaat Hasaraları (Norconsult)
- 3- GWEC– *Global Wind Statistics*
- 4- *Uluslararası Katılımlı*
- 5- *III.Ulusal Baraj Güvenliği Sempozyumu*
- 6- *Stanford Universty NDPD*



## EKOL EKSPERTİZ MÜHENDİSLİK GRUBU



<b>AyŐe Nazlıer Efetürk</b>	<b>Eksper – Mühendislik / Yangın / Kredi Finans</b>
<b>Ayça Őener</b>	<b>Eksper – Mühendislik / Kimya Yüksek Mühendisi</b>
<b>Hüseyin Kaycı</b>	<b>Eksper – Mühendislik / Tarım Makinaları Mühendisi</b>
<b>Ali Ömer Yıldır</b>	<b>Risk ve Hasar Yönetmeni – Uzman / Otomotiv Öğretmeni</b>
<b>Zühre Tamer</b>	<b>Risk ve Hasar Yönetmeni – Hasar Uzmanı</b>
<b>Efe Eroğlu</b>	<b>Risk ve Hasar Yönetmeni – Uzman/Makine Mühendisi</b>
<b>Sinan Deniz</b>	<b>Risk ve Hasar Yönetmeni – Uzman</b>
<b>Erdim Dalkılıç</b>	<b>Risk ve Hasar Yönetmeni – Uzman / Makine Mühendisi</b>

*\*\*\* Bu bülten, konuyla ilgili çeşitli kaynaklardan derlenen bilgiler ile hasar ve risk alanındaki tecrübelerimiz çerçevesinde hazırlanmış olup, kendi görüşlerimizi içermektedir.*