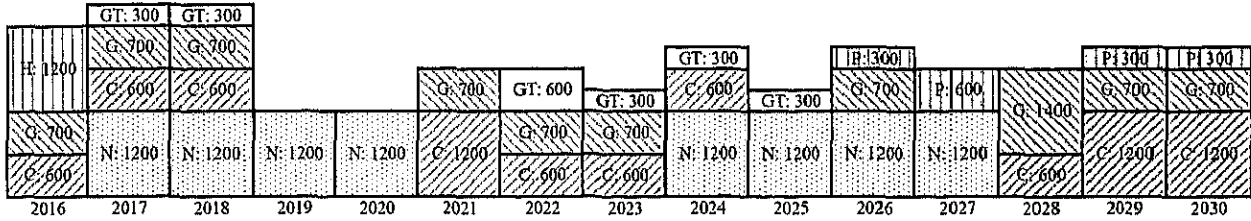


### 6.3 Optimum Güç Üretim Planı Sunumu

#### (1) Optimum Güç Üretim Planı

Önceki bölümdeki sonuçlara göre, 2016 – 2030 yılları ara için optimum güç üretim planını sunuyoruz.(2011 – 2015 yılları arası TEIAS Sunumu senaryo 1 ile aynıdır)



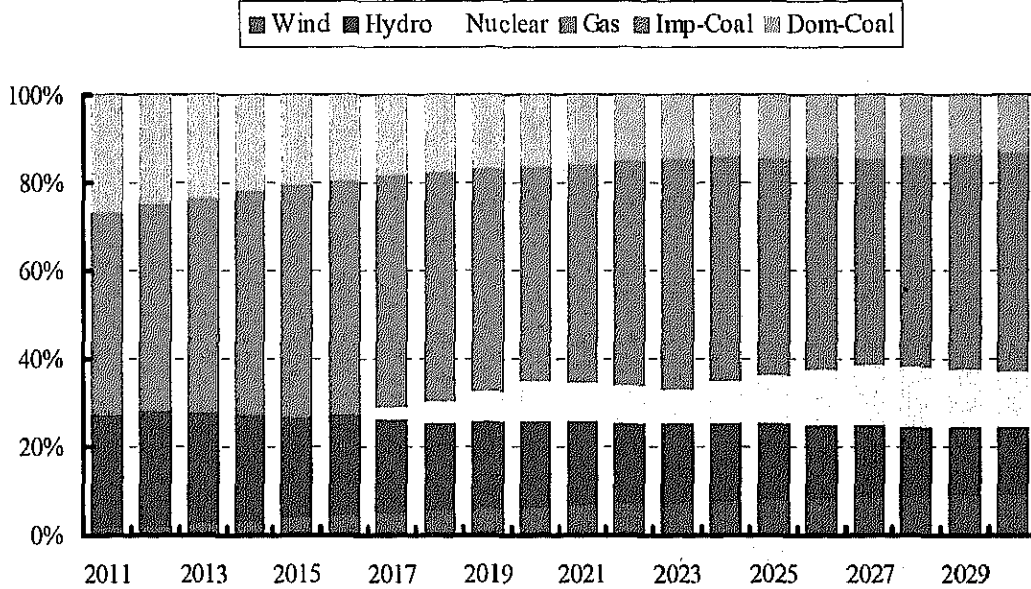
Figür 6.5 Optimum Üretim Planı

Bu durumda üretim şekli aşağıdaki gibidir

- Rüzgar gücü: Yıllık 800MW üretim
- Genel Hidro Elektrik: Yıllık 200MW üretim
- Küçük Gaz Ateşlemeli Termik: Yıllık 100MW üretim
- Jeotermal: 5 yılda 100MW üretim

#### (2) Destek Oranı (Elektrik Enerjisi)

Optimum güç üretim planında, güç oranı (elektrik enerjisi) aşağıdaki gibidir.



Figür 6.6 Güç Oranı Aktarımı

2030 yılındaki güç yapısına baktığımızda, yarı yerli güç üretimi CO2 yaymaz (nükleer + hidro + rüzgar), gaz, kömür (yerel + ithal) sırasıyla 1/3 oranında alternatif yakıt kaynaklarıdır.



## Bölüm 7 Pompalı Hidro Elektrik Santralin Konsept Tasarımları

### 7.1 Öncelikli İnşaat Alanı Aday Noktalarının Optimal Oranı (En İyi Gölet Yeri) Çalışması

#### (1) Optimum Güç Üretim Oranı Çalışma Sonuçları

##### (a) Altınkaya PSPP Noktası

Her durum çalışması hakkındaki B/C ve B-C Tablo 7. 1'de gösterilmiştir.

Ayrıca ekonomik kıyaslama pompalı hidro elektrik santralin kömürle çalıştığı kabul edilerek yapılmıştır.

**Tablo 7. 1 Optimum Üretim Oranı Çalışma Sonuçları**

Birim: MUSD

Doruk Devamlılık Süresi		6 saat			7 saat			8 saat		
Çıkış (MW)		1,000	1,400	1,800	1,000	1,400	1,800	1,000	1,400	1,800
Etkili Çıkış (MW)		857	1,200	1,543	1,000	1,400	1,800	1,000	1,400	1,800
Kömür	Kar (B)	203.1	284.3	365.5	217.5	304.5	391.5	217.5	304.5	391.5
	Maaliyet (C)	146.9	177.4	208.0	147.1	177.8	208.8	147.3	178.6	209.6
	B/C	1.38	1.60	1.76	1.48	1.71	1.87	1.48	1.70	1.87
	B-C	56.2	106.9	157.5	70.4	126.7	182.7	70.2	125.9	181.9

Yukarıdaki sonuçlara göre, Altınkaya Pompa Depolamalı Elektrik Santrali noktasında, çıkış gücü 1,800MW (450MW×4 birim), göletin kapasitesi 7 saat olan durumda, B/C 1.87 ile bir hayli ekonomik olduğundan, üretim optimaldir.

##### (a) Gökçekaya PSPP Noktası

Her durum çalışması hakkındaki B/C ve B-C Tablo 7. 2'de gösterilmiştir.

Ayrıca ekonomik kıyaslama pompalı hidro elektrik santralin kömürle çalıştığı kabul edilerek yapılmıştır.

**Tablo 7. 2 Optimum Üretim Oranı Çalışma Sonuçları**

Doruk Devamlılık Süresi		6 saat			7 saat			8 saat		
Çıkış (MW)		1,000	1,200	1,400	1,000	1,200	1,400	1,000	1,200	1,400
Etkili Çıkış (MW)		857	1,029	1,200	1,000	1,200	1,400	1,000	1,200	1,400
Kömür	Kar (B)	203.1	243.7	284.3	217.5	261.0	304.5	217.5	261.0	
	Maaliyet (C)	145.7	161.9	178.3	146.2	162.7	181.0	147.1	165.4	
	B/C	1.39	1.51	1.59	1.49	1.60	1.68	1.48	1.58	
	B-C	57.4	81.8	106.0	71.3	98.4	123.5	70.4	95.7	

Yukarıdaki sonuçlara göre, Altınkaya noktasında, çıkış gücü 1,400MW (350MW×4 birim), göletin kapasitesi 7 saat olan durumda, B/C 1.87 ile bir hayli ekonomik olduğundan, üretim optimaldir.

## 7.2 Altinkaya Konsept Tasarım Noktası

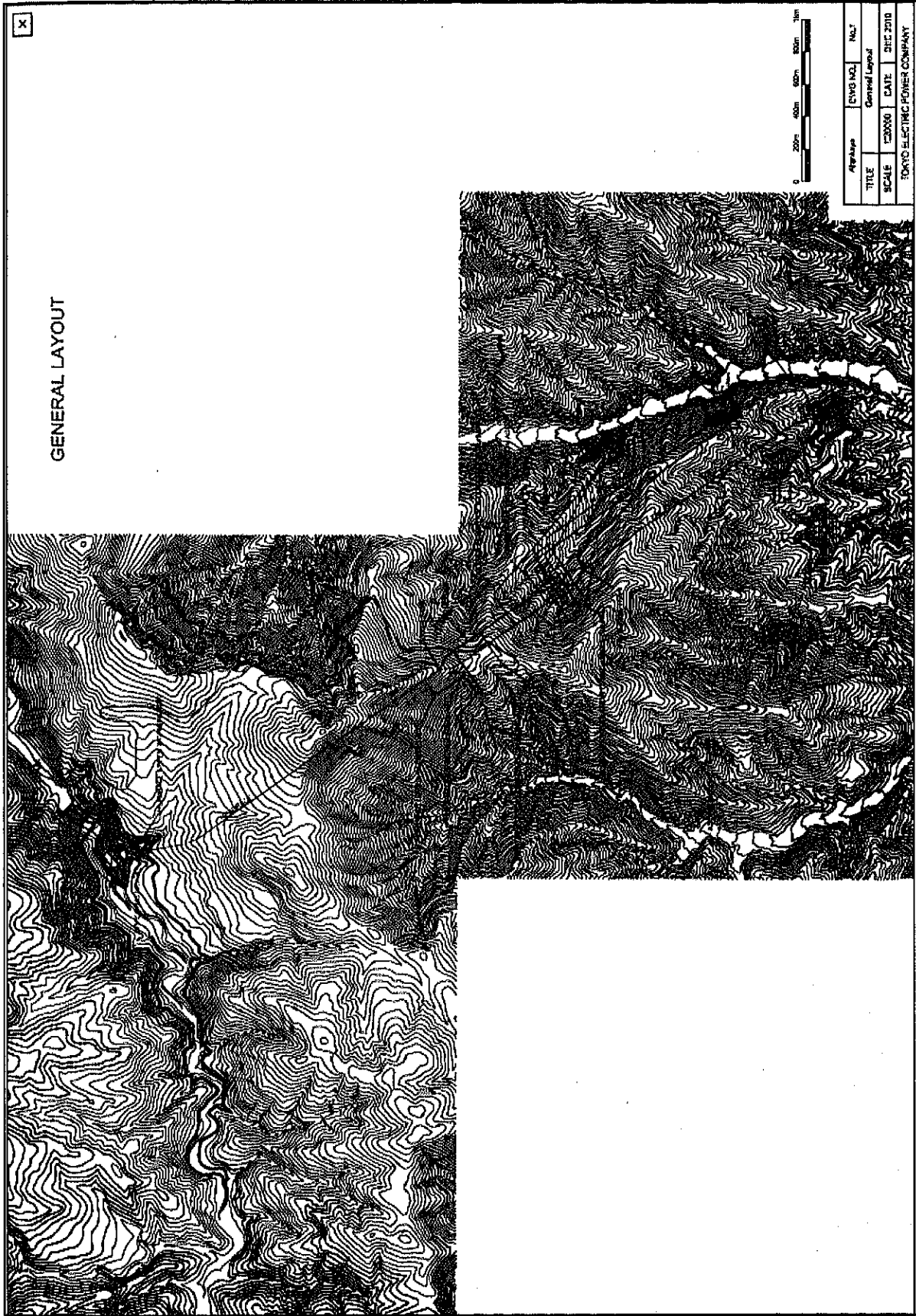
Altinkaya PSPP noktası hakkında, konsept tasarımı sonucu elde edilen bulguların planlama boyutları Tablo 7. 3'de, ayrıca plan ve profil Figür 7. 1 ve Figür 7. 2'da gösterilmiştir.

Konsept tasarımın detayları aşağıdaki gibidir.

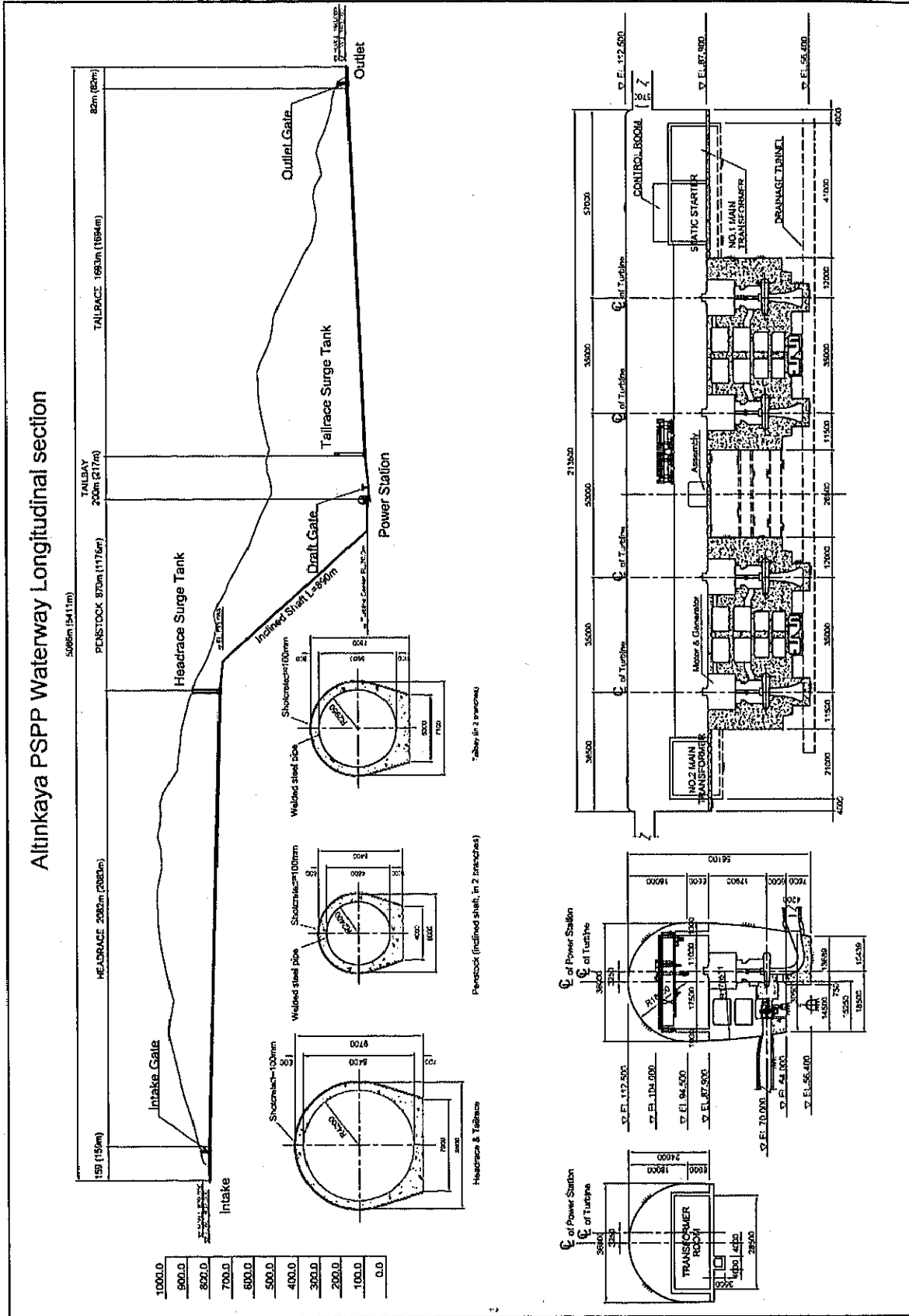
### 7.2.1 Güç Üretiminin Tasarımı

Güç üretimi planlaması, çeşitli pompalı hidro elektrik santralın tasarım şartlarına bağlı önemli bir konudur, yapının tasarımına göre, santralin boyutlarında değişeceğinden, optimal planlama yapılması ve uygulama esnasında planın geliştirilmesi gereklidir.

Konsept tasarım, 1/5,000 ölçekli topoğrafik haritada yapılmıştır, Tablo 7. 3'de planlamanın boyutlarına karar verilmiştir.



Figür 7.1 Altinkaya PSPP Genel Planı



Figür 7.2 Altinkaya PSPP Boylamsal Su Figürü

Tablo 7.3 Altınkaya PSPP Noktasının Boyutları

	Tanım		Birim	Altınkaya PSPP
Genel	Yüklenen Kapasite	P	MW	1,800
	Tasarlanan Çıkış	Qd	m <sup>3</sup> /s	350
	Etekli Baş	Hd	m	611
	Doruk Süre Zamanı		hrs	7
Üste Baraj ve Rezervuar	Tür			Beton Yerçekmi Barajı
	Yükseklik	H	m	79
	Tepe Uzunluğu	L	m	330
	Baraj (Bank) Hacmi	V	m <sup>3</sup>	467,000
	Kazı Hacmi	Ve	m <sup>3</sup>	341,000
	Rexervuar Alanı	Ra	km <sup>2</sup>	0.5
	Toplama Havzası	Ca	km <sup>2</sup>	60.6
	H.W.L		m	829
	L.W.L		m	802
	Kullanılabilir Su Derinliği		m	27
	Etkili Rezervuar Kapasitesi		mln.m <sup>3</sup>	8.9
	Alt Baraj ve Rezervuar	H.W.L		m
L.W.L			m	160
Kullanılabilir Su Derinliği			m	30
Etkili Rezervuar Kapasitesi			mln.m <sup>3</sup>	2,892
Su Yolu	Giriş Kanalı	L(m)xn	m	2083x1
	Bent Kapağı	L(m)xn	m	1069x2 , 109x4
	Ön Su Yolu	L(m)xn	m	105x4 , 112x2
	Art Su Yolu	L(m)xn	m	1704x1
	Toplam Uzunluk	Lt	m	5182
Jeneratör	Tür			Egg-shape (Underground)
	Aşarı Yükleme		m	437
	Yükseklik		m	56.1
	Genişlik		m	36
	Uzunluk		m	213.5
	Mağara Hacmi		m <sup>3</sup>	266,000
Tribün	Tür			Single-Stage Francis
	Adet		unit	4
	Birim Üretim Kapasitesi		MW	450

## 7.2.2 Büyük Santral Yapılarının Tasarımı

### (1) Genel Yapılarının Tasarımı

#### (a) Üst Baraj ve Rezervuar

Jeolojik olarak uygun olsa da, baraj için gerekli malzeme miktarının bilinmediği göz önünde bulundurulmalıdır, üst barajın yapısında kaya kullanım miktarı az beton çekim barajdır. Baraj inşaatında aktarımlı teknoloji kullanılmaktadır, son 30 yılın sel oranı (80m<sup>3</sup>/s) göz önüne alındığında bu en güvenli seçimidir. Ayrıca, üretime geçtikten sonra, 500m<sup>3</sup>/s'lik çıkış yolu ve 50m<sup>3</sup>/s'lik boşaltım tesisleri yüzünden, çeşitli ebatlarda seller olacaktır.

#### (b) Giriş

Giriş, pompalı hidro elektrik santralin girişi olarak genel lateral şekilde tasarlanmıştır. Göletin kıyısına yerleştirilmiş, halde giriş debisi <1m/s olacak şekilde tasarlanmıştır. Ayrıca, perdeleme yüksekliği toru seviyesi +1m olacak çekile EL.793m'dir, giriş yüksekliği kanalla aynı çapta yani 8.4m'dir. L.W.L. Giriş yüksekliği +0.6m olarak belirlenmiş ve EL.802m'dir. Ayrıca yüksekliği 1.5m olan anti-vorteks tutucuları eklenmiştir.

#### (c) Su ve Yeraltı Güç İstasyonu

Genel olarak, kanal topoğrafik ve coğrafi şartlara göre belirlenmiştir, giriş ve besleme noktalarına olan en kısa yol un seçilmesi ekonomiktir ancak, bu noktada aşağıdaki engeller bulunmaktadır.

○Girişin güney doğu tarafında bulunan yerleşim merkezi

○Girişin yoluna denk geldiğinden rahat bir çıkış sağlanabilir

Bu şartları sağlamak için gerekirse su yolu döner ya da ayrılabilir. Girişin akışının dönmelerini engellemek için, çıkıştan belirli noktalara 30D ya da daha fazla mesafeli güvenlik noktaları kurulmuştur. Dönüşlerin kullanılabilirliği değerlendirilerek R-300m olarak belirlenmiştir.

Ayrıca, basınç tüneli olarak, yapının basıncının azalması için dairesel kanal tercih edilmiştir.

#### 1) Boru

Boru beton yapılarla desteklenmiştir. Maksimum akış oranı Japonya'da elde edilen sonuçlarda 6.5m/s çıkmıştır, iç çap 8.4m'dir.

#### 2) Boru Su Tankı

Boru tankı, boru ve demir boru bağlantılarının birleşmesinden oluşur, yüzeyin kıyı kesiminde su havzasının tepesine yerleştirilecektir. Üst seviye üst gölette H.W.L. +40m'dir, hesaplamalara göre tankın çapı 15m, çıkış çapı 4.5m'dir. Ayrıca, su akışı, boru su tankından bölüm 2'ye gönderilir.

#### 3) Boru Hattı

Cebri boru, boru su tankından toprak örtüsü 50m den az olmayan üst bent kısmına kadarlık eğim %10, buradan sonra güvenli kazma açısı düşünülerek 48 derece eğimle alt bent kısmına (türbinin merkez yükseltisi) kadar planlanır. Su seviyesi kısmında 2 yada 4 kola ayrılıp, bağlantı ile giriş valfine bağlanır. Bağlantı olmayan borularda, ortalama maksimum debi Japonya'da yapılan incelemelerde 10.0m/s, bağlantı olan borularda 20.0m/s olarak hesaplanmıştır. İnşaat sırasında kazıdan sonra, boru hattı ve kayalar yerleştirilip aralar beton ile doldurulacaktır.

#### 4) Yeraltı Güç İstasyonu

Prensip, yeraltı güç istasyonunun mağara yeri ve yönü, tünel araştırmasının jeolojik şartlarının detaylı incelemesi sonucu belirlenir, ancak bu çalışmada uzatılan kanal kısa olduğundan ve yüzeye aşırı yük bindiğinden performansın 500m'ye kadar ulaştığı durumlarda mağara noktası seçilmiştir.

Mağara şekli olarak Japonya'daki tecübelere dayanılarak, dış bölgede yer alan bir dağ oyuğuna sabit mekanik olarak üstün yumurta şekli seçilmiştir. Mağara boyutu olarak, tecübelere ve geçmiş



projelere dayanarak gerekli elektronik cihazlar kullanılarak gerekli şartlar belirlenmiştir. Boyutlar aşağıdaki gibidir.

5) Sulama Havzası

Sulama havzası boşaltma kanalından su deposu yoluna kadar olup, boşaltma geçidi üst kısım taşıyıcı ekipman odası girişi yan tarafına boşaltma geçidi taşıma odası konulur. Ayrıca, boru hattı boşaltım havzası Bölüm 4'ten Bölüm 2'ye uzanır, tank ön kapağa bağlıdır.

6) Su Deposu Hattı

S1 Deposu Hattın, sulama havzasında su yolu ve bağlantılarından oluşturulacaktır, yeraltında kurulacağı için su çıkış sisteme su bölmesi kombinasyonu eklenecektir. Bu sayde üst kesimlerde kısıtlamalar ortadan kalacak, tasarım halinde olan alt dalgalanma alt gölet L.W.L.'de -60m olup, dalgalanma hesaplarına göre iç depo 10m, çıkış ise 4.5m'dir. Ayrıca su deposu hattı Bölüm 1 ile birleştirilecektir.

7) Sel Kanalı

Sel Kanalı beton yapılarla desteklenecektir. Maksimum debi Japonya'da yapılan deneylere göre 6.5m/s'dir, iç çapı 8.4m'dir.

(d) Çıkış

Çıkış pompalı hidro elektrik santrallerinde kullanda standart türdür, göletin kıyısına yerleştirilmiştir. Mevcut gölet önceden hazır olduğu için, çıkışın kurulumu beklenenden daha önce tamamlanabilir. Çıkış tasarımı ters akış baskındır ancak bu projede diğer taraf destekli olduğu için, şekil itibarıyla ana su akış hızı <math>1\text{m/s}</math> olarak sabitlenebilir. Tepe L.W.L. -0.5m ve yükseklik 1.5m olan anti vorteks koruması vardır.

(2) Güç Üretimi Cihazlarının Tasarımı (Elektrik Bölümü)

(a) Pompa Tribünü

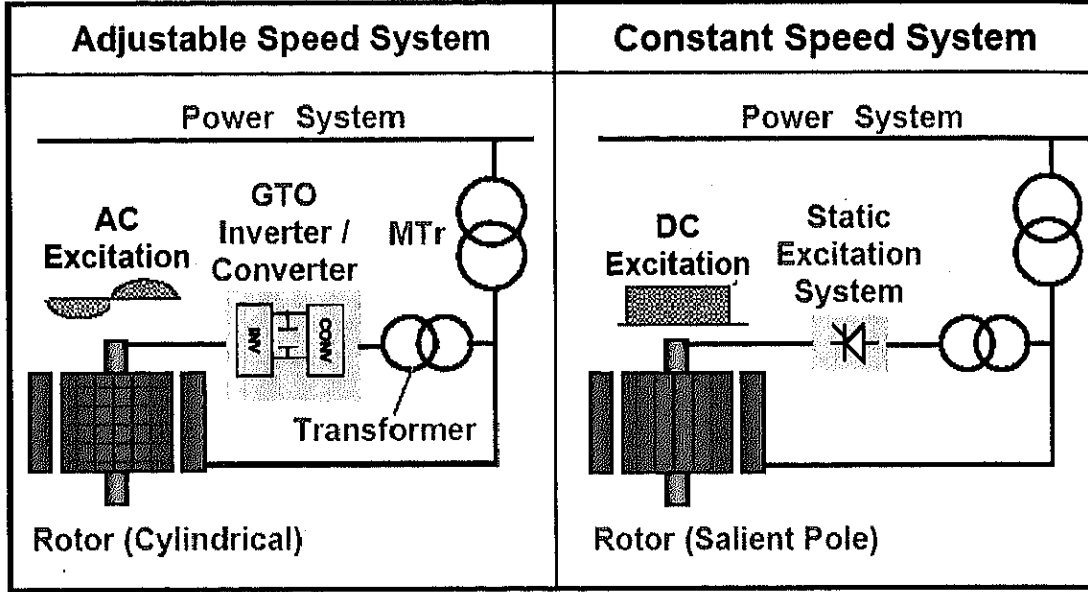
Altunkaya noktasında optimal ölçekli üretim, efektif başlık yaklaşık 610m, tek hattan çıkış 450MW olduğunda sağlanabileceği için, tribün jeneratörün şekli ki gibi Francis Tipi tribün kullanılacaktır.

(b) Jeneratör Motoru

Optimum üretim skalası değerlendirildiğinde jeneratör motorunun tasarımında çeşitli hızlarda pompalama sistemlerinden ilham alındığı görülür. Çeşitli hızlardaki pompalama sistemleri pompalama işlemi sırasında frekans ayar kapasitesine sahiptir ve işlem sırasında çıkan gücün etkisi istenildiği şekilde ayarlanabilir.

1) Çeşitli Pompalama Sistemlerinin Özellikleri

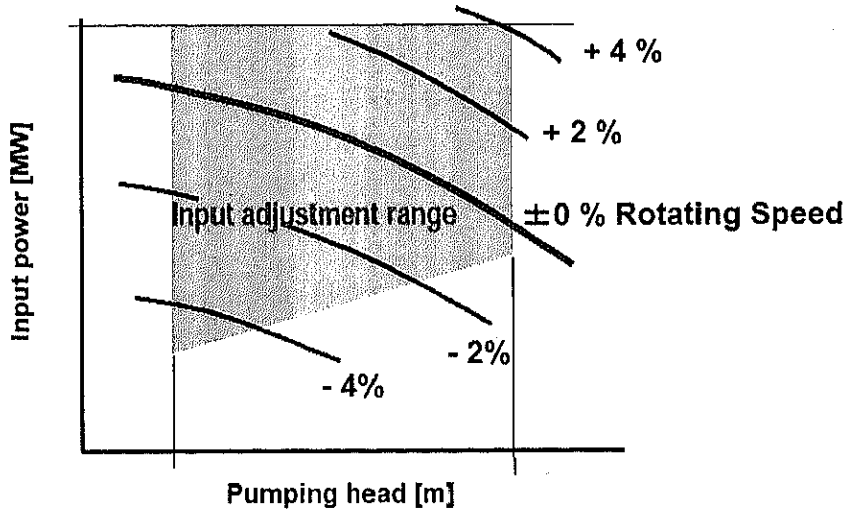
Bu sistemin özellikleri, su pompalamasında ve güç sürüşü sırasında çıkıntısız direk tipi (Silindirik) rotorun üç fazlı AC çıkış devresi frekansıyla çeşitlilik gösterir çıkıntı ve sürçme ayarlanır, rotor hızı kontrol ihtimali mevcuttur.



Figür 7.3 Çeşitli Hız sistemlerinin Diyagramı

Bu teknolojinin uygulanmasında aşağıdaki avantajlar vardır.

- ✓ Rotorun hızı ayarlanabilir (belirli aralık içinde) Rotasyon hızının 3 kademesiyle kıyaslandığında, giriş şaftı değişeceğinden, sonuç olarak motor girişi ayarlanabilir.
- ✓ Düşüş ve akım şartlarına göre, optimum rotor dönüş hızının ayarına göre, daha etkili bir noktada güç üretimi mümkün olur. Özellikle, düşük yük ve operasyon sırasında azalan tribün vibrasyonu ve kireçlenme engellenebilir, çıkış ayar aralığı arttırılabilir (minimum sürücü çıkışı azalır) bu yüzden, gündüz güç üretim operasyonu frekans ayar kapasitesi gelişir.



Figür 7.4 Pomplama İşlemi Sırasında Giriş Ayara Aralığı

## 2) Generatör Motor Kapasitesine Karar Verme

Çeşitli hızlarda pomplama sistemlerinde, motor çıkış gücü (aktif güç) esastır ama bu sırada rotasyon hızına (kayma) göre durum ve rotor belirlenir, hızlı pomplama sistemindeki, generatör

motorunun giriş ve çıkışı'dır (Aktif güç) ama bu esnada rotasyon hızı (kayma), hakkında durumu ve rotor değerlendirilir. Ayrıca Pompalama işlemi sırasında hız artarsa zorlama yüzünden iç akış olan aktif gücün (Motor girişi) rotasyon hızı üç kat artar.

Bu şekilde rotasyon hızı (sapma) gereken kapasite durumu değişeceğinden, farklı hızlı pompalama sisteminin, hızı gözönüne alındığında, optimum hacim durumunu belirlemek gerekir. Bu tasarımda, pompalı hidro elektrik santralin sonuçlar orijinal senkronize hıza göre  $\pm 4$  değişen hızla çalıştığında tahmin edilen sonuçlara göre 525MVA kapasite vardır.

### (3) Çelik Yapıların (Boru Hattı, Hidrolik Çelik Borular, Geçitler) Tasarımı

#### (a) Basınç Çelik Boruları ve Kanal Hattı

Çelik boru basıncı ve boru döşemesinin kalınlığı, kaya yük oranı (=30%: Sadece şaft bölümü) alınarak su basıncı etkisi formülüyle hesaplanır.

#### (b) Geçit

Bu noktada, üst barajdaki su gecidi, geçit boşaltım tesisleri, boşaltım geçitleri, akış durdurma haberleşmesi ve giriş çıkış geçitleri, planlandığı gibi kurulacaktır. Geçit türleri akış yolu, radyal, boşaltım tesisleri jet sel geçidi ve diğer yana açılır geçitler olarak belirlenmiştir.

### (4) Yol Yapımı Tasarımları

Projenin devamında yaklaşık 30km yeni yol yapılması gereklidir. Ayrıca mevcut 30km'lık yolun yenilenmesi gereklidir. Gelecekte, projenin spesifikasyonları ve süresi gözönünde blundurularak, yol yapım planlarının yapılması gerekiyor.

### 7.2.3 Tahmini Proje Maaliyetlerinin Hesaplanması

1/5,000 Topografik harita ve alan araştırmalarından elde edilen bilgiler baz alınarak tasarım planının gerçekleştirilmesi ile beraber, inşaat boyutu hesaplanarak, EIE'den alınan inşaat türlerine göre maaliyet birim fiyatlar kullanılarak, yaklaşık inşaat bedeli hesaplandı.

Sonuçlar Tablo 7. 4'de verilmiştir. Ayrıca aşağıda her yapının detaylı inşaat masrafları da verilmiştir.

**Tablo 7. 4 Altınkaya PSPP Noktası İnşaat Maaliyetleri**

Birimler	Maliyet (10 <sup>6</sup> USD)	Notlar
A. Hazırlık Çalışmaları	90.0	
B. İnşaat Çalışmaları	398.7	
Üst baraj ve rezervuar	46.9	
Alt rezervuar	40.4	
Su yolu	154.6	
Santral ve şalt alanı	88.9	
Ana tünel	53.0	
Araştırma ve testler	15.0	
C. Malzeme	409.9	
Hidro mekanik işler	84.3	
Elektro mekanik işler	310.0	
Bina ilişkileri	15.5	Eletkro-mek*0.05
D. Mühendislik çalışmaları	50.0	
E. Danışmanlık harcamaları	9.0	(A-C)*0.01
F. Alan boşaltma ve yer değiştirme	9.0	A*0.1
G. Tedbirler	96.7	(A-F)*0.1
H. Fiyat tedbiri	96.7	(A-F)*0.1
I. Gümrük	41.0	C*0.1
Toplam proje maaliyeti	1201	
Birim maaliyeti(USD/kW)	667	

#### (1) İnşaat Masrafları

##### (a) Hazırlık çalışmaları

Hazırlık çalışmaları, yol yapım çalışmalarıdır. Yol yağım çalışmaları için, 1/5,000 ölçekli topografik haritalar ve alan araştırmaları yapılmıştır.

##### (b) İnşaat Mühendisliği

Mühendislik işler ile ilgili, her iş türü için ayrı maaliyet birim fiyatları hakkında belirleyici makam olan EIE'den alınan birim fiyatlara, Japonya'nın deneyimleri baz alınarak bir kısım düzeltmeler ve eklemeler uygulanmıştır.

İnşaatın boyutu, 1/5,000 ölçekli haritalar ve alan araştırmalarından elde edilen bilgilerle hazırlanan tasarıma göre, her ana yapının kazısı (kum, kaya, tünel), beton, borular ve benzeri birimlerin maaliyetleri hesaplanmıştır. Ayrıca, diğer inşaat masrafları da gözönünde bulundurularak, hafif inşaat masrafları %10, tünel (Yeraltı) inşaatları %15 olur, tünel (Yer altı) inşaatları da dahil olmak üzere jeolojik belirsizlikler gözönüne alınırsa %30 olur.

Tasarım için gerekli araştırma ve test maaliyetleri, 15 milyon dolardır buna inşaat mühendisliği için gerekli olanlar da dahildir.

(c) Çelik Yapılar

Çelik basınç boruları ve geçitlerin maaliyetleri, diğer ülkelerdeki performanslara göre belirlenmiştir. Ayrıca, montaj maaliyetleri de gözönüne alındığında, toplam maaliyet %15 olur.

(d) Elektronik ve İnşaat Aletleri

Yukarıda da belirtildiği gibi tribün jeneratörü formatı, Japonya'daki pomplı hidro elektrik santrallerindeki tecrübelerle dayanarak, Francis tipi tek kademeli olarak belirlenmiştir. Tahminler, güç üretim cihazlarının güç üretim malzemeleri, yerel taşıma maaliyetleri, lojistik masrafları, montaj maliyetleri göz önüne alınarak yapılmıştır.

(2) Mühendislik Hizmetleri

Detaylı tasarımlar, müteahhitlik, üretim, kalite ve inşaat yönetimi için gerekli mühendislik hizmetlerinin maaliyeti yaklaşık 50 milyon dolardır.

(3) Yönetici Maaliyetleri

Projenin alıcısı tarafından belirlenen genel yönetici maaliyetleri aşağıda gösterilen inşaat maliyetlerinin %1.0'i dir.

(4) Toprak Tazminatı

Santral inşaatında, toprak tazminatı, hazırlık inşaatların maliyetinin %10'udur.

(5) Gümrük Vergisi

Önceden de belirtildiği gibi, elektronik malzemeler ve çelik ithal edilmektedir, ithal ürünlerin gümrük maliyeti inşaat masraflarının %10'dur.

(6) Rezerv Kaynak

Rezerv kaynak (1)~(4)'ün %10'udur.

(7) Enflasyon Maliyeti

Enflasyon maliyeti (1)~(4)'ün %10'udur.

## 7.2.4 Projenin Standart Gelişim Süreci

PSPP Projesinin, standart gelişim süreci Tablo 7. 6'daki gibidir.

Buna göre FS'nin başlangıcından, santralin devreye girmesine kadar standart 13 yıl gereklidir. Her yapı için gerekli süre aşağıda belirtilmiştir.

**Tablo 7. 5 Standart Geliştirme Süreci Planı (Altınkaya PSPP)**

	1st Year				2nd				3rd				4th				5th				6th				7th				8th				12th				13th							
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4				
<b>Feasibility Study</b>	[Gantt bar spanning from Q1 Year 1 to Q4 Year 3]																																											
Geological Investigation	[Gantt bar spanning from Q1 Year 1 to Q4 Year 2]																																											
Geological Evaluation & Basic Design	[Gantt bar spanning from Q2 Year 1 to Q4 Year 3]																																											
Environmental Investigation	[Gantt bar spanning from Q1 Year 1 to Q4 Year 2]																																											
Environmental Impact Assessment	[Gantt bar spanning from Q3 Year 2 to Q4 Year 4]																																											
Development Organization & Funding Plan	[Gantt bar spanning from Q3 Year 2 to Q4 Year 4]																																											
Selection of Consultant	[Gantt bar spanning from Q4 Year 3 to Q1 Year 5]																																											
Detailed Design & Bidding Documents	[Gantt bar spanning from Q1 Year 4 to Q4 Year 6]																																											
Bid Tender for Construction Work	[Gantt bar spanning from Q3 Year 6 to Q4 Year 7]																																											
<b>Construction</b>	[Gantt bar spanning from Q1 Year 7 to Q4 Year 12]																																											
Preparatory Works	[Gantt bar spanning from Q1 Year 7 to Q4 Year 8]																																											
Civil Structure	[Gantt bar spanning from Q2 Year 7 to Q4 Year 12]																																											
Electro Mechanical Equipment	[Gantt bar spanning from Q3 Year 7 to Q4 Year 12]																																											
Transmission Line	[Gantt bar spanning from Q4 Year 7 to Q1 Year 12]																																											

### 7.3 Gökçekaya PSPP Noktasının Kosept Tasarımı

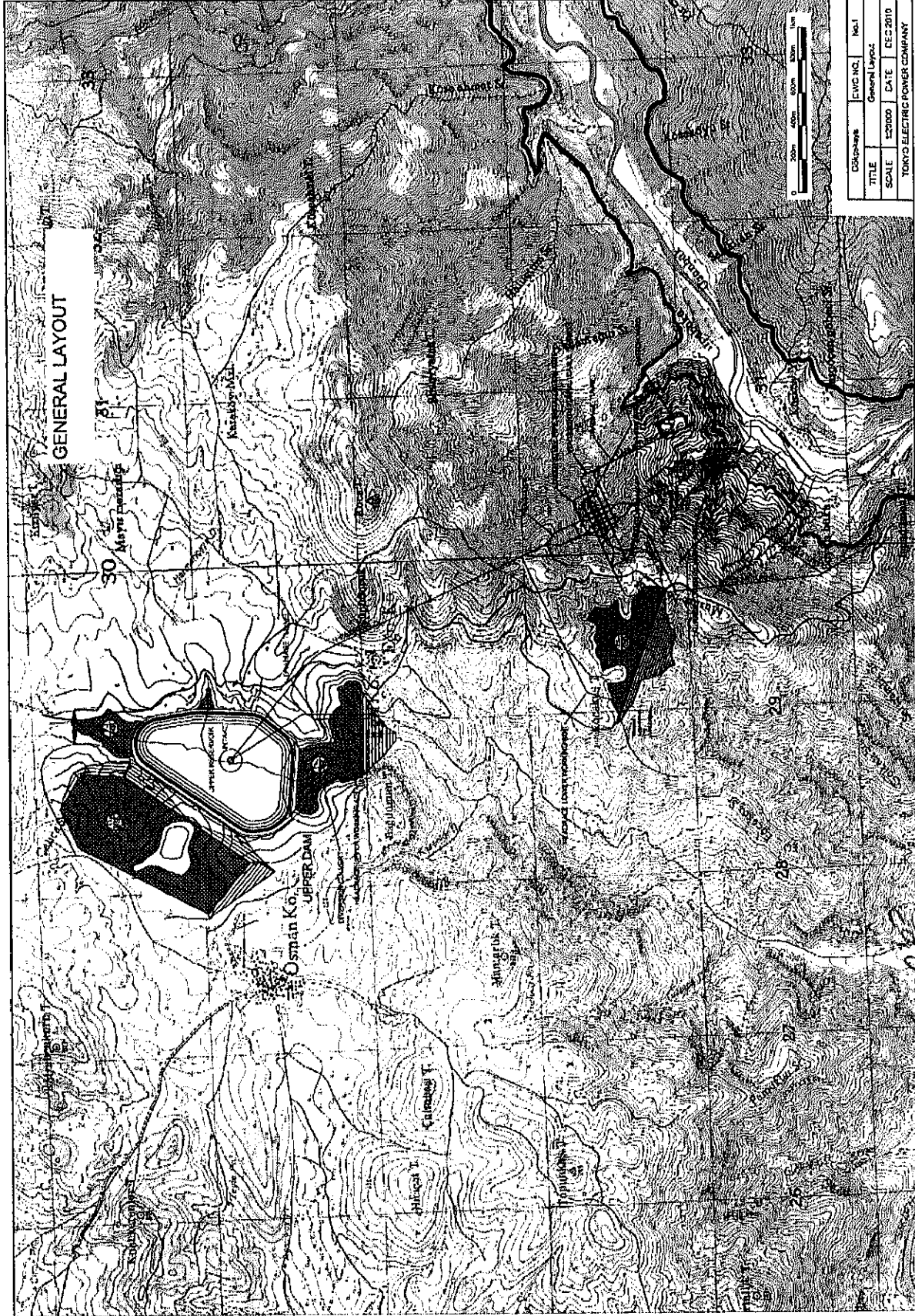
Gökçekaya PSPP noktası hakkında, konsept tasarımı sonucu elde edilen bulguların planlama boyutları Tablo 7. 6 'de, ayrıca plan ve profil Figür 7. 5 ve Figür 7. 6'da gösterilmiştir.

Konsept tasarımın detayları aşağıdaki gibidir.

#### 7.3.1 Güç Üretiminin Tasarımı

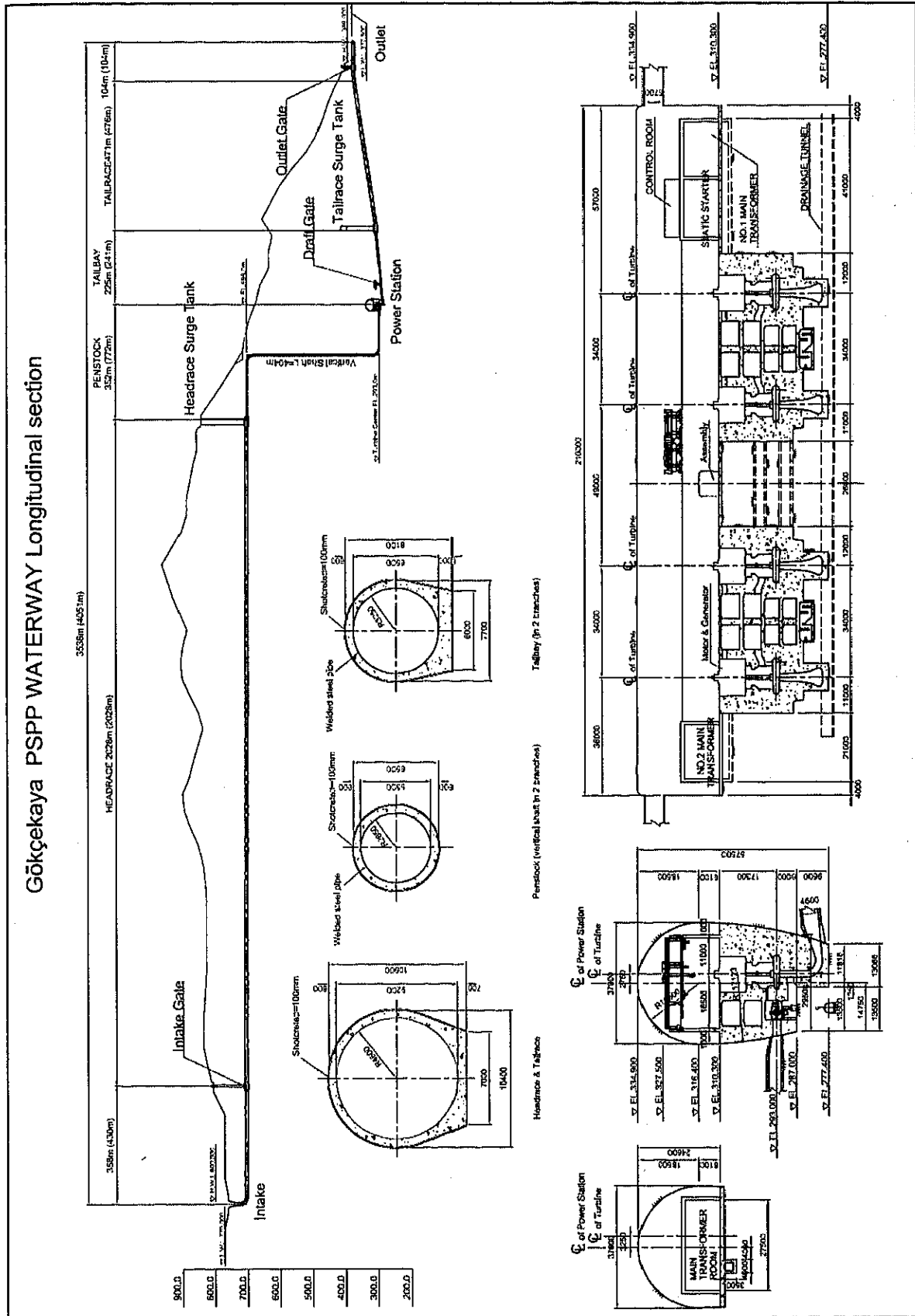
Güç üretimi planlaması, çeşitli pompalı hidro elektrik santrali tasarım şartlarına bağlı önemli bir konudur, yapının tasarımına göre, santralin boyutlarında değişeceğinden, optimal planlama yapılması ve uygulama esnasında planın geliştirilmesi gereklidir.

Konsept tasarım, 1/5,000 ölçekli topoğrafik haritada yapılmıştır, Tablo 7. 6'de planlamanın boyutlarına karar verilmiştir.



Figür 7.5 Gökçekaya PSPP Genel Planı





Figür 7.6 Gökçekaya PSPP Boylamsal Su Figürü

**Tablo 7.6 Gökçekaya PSPP Noktasının Boyutları**

Description		Unit	Gökçekaya PSPP	
General	Installed Capacity	P	MW	1,400
	Designed Discharge	Qd	m <sup>3</sup> /s	428
	Effective Head	Hd	m	379.5
	Peak Duration Time		hrs	7
Upper Dam and Reservoir	Type			Full Face Pond (Asphalt)
	Height	H	m	35
	Crest Length	L	m	2700
	Dam (Bank) Volume	V	m <sup>3</sup>	1,557,000
	Excavation Volume	Ve	m <sup>3</sup>	10,310,000
	Reservoir Area	Ra	km <sup>2</sup>	0.5
	Catchment Area	Ca	km <sup>2</sup>	4.8
	H.W.L		m	800
	L.W.L		m	770
	Usable Water Depth		m	30
	Effective Reservoir Capacity		mil.m <sup>3</sup>	10.8
Lower Dam and Reservoir	H.W.L		m	389
	L.W.L		m	377.5
	Usable Water Depth		m	11.5
	Effective Reservoir Capacity		mil.m <sup>3</sup>	214
Waterway	Intake	L(m) x n	m	Bellmouth 34 x 1, Tunnel 396 x 1
	Headrace	L(m) x n	m	2,028 x 1
	Penstock	L(m) x n	m	662 x 2 , 110 x 4
	Tailbay	L(m) x n	m	125 x 4 , 116 x 2
	Tailrace	L(m) x n	m	476 x 1
	Tailrace	L(m) x n	m	Tunnel 53 x 1, Open 51 x 1
	Total Length	Lt	m	4,051
Powerhouse	Type			Egg-shape (Underground)
	Overburden		m	365.0
	Height		m	57.5
	Width		m	37.0
	Length		m	210.0
	Cavern Volume		m <sup>3</sup>	266,000
Turbine	Type			Single-Stage Francis
	Number		unit	4
	Unit generating capacity		MW	350

## 7.3.2 Büyük Santral Yapılarının Tasarımı

### (1) Genel Yapılarının Tasarımı

#### (a) Üst Baraj ve Rezervuar

Üst göletin çevresi bir hayli düzdür, sert kaya zemini vardır akış yönünde genişleyen bir yapıdadır.

Üst barajın şekli yukarıda belirtilen toprak şekline dolayı kazıya uygundur. Ayrıca göletin etrafındaki kireç oluşumları yüzünden su yalıtımının tam olarak yapılabilmesi için, tüm yüzeyin asfaltlanması gerekir. Bölge nehirden uzak olduğu için yerleşim olmayan sağ kısımdaki göletin su döngüsü ve so yolları belirlenmiştir, yapı tamamlandıca su miktarı 76m<sup>3</sup>/s'ye kadar güvenli bir biçimde taşınması planlanmaktadır.

#### (b) Giriş

Giriş göletinde kazı yapılacağı için buradaki su etkinliği artacaktır, göletin tabanı oluşturulmuştur. Bu yüzden girişi formatı beton yapıda çan şeklinde oluşturulmuştur. Tünelin yapısı sızıntıyı engellemek için giriş geçidine kadar 400m'lik çelik burlarla ve bent kapağıyla bağlıdır.

Tasarım Japonya'daki geçmiş tecübeler gözönünde bulundurularak, perdeleme toplam akış oranı 0.5m/s'den daha az, çan ağzından çıkış oranı 0.7m/s'den az olacak şekilde tasarlanmıştır. Girişte yükseliş L.W.L-0.5m olarak belirlenmiş, yükseklik 8.5m olduğundan girişin çevresindeki gölet tabanındaki eğim korunmuştur.

#### (c) Su ve Yeraltı Güç İstasyonu

Genel olarak, ana kanal yapısı ve jeolojik şartlara göre, giriş ve çıkışa en yakın yolu bağlamak en ekonomiktir ancak, üst göletin güney doğusunda yerleşim birimleri olduğundan burası kullanılamayacağından su yolunun değiştirilmesi gerekmiştir. Buradan, girişten 30D'den fazla mesafede yerleştirilen R-300mdönüşleri vardır. Ayrıca basınç tünelinin dairesel yapısı da su basıncını azaltır.

##### 1) Boru

Boru beton yapılarla desteklenmiştir. Maksimum akış oranı Japonya'da elde edilen sonuçlarda 6.5m/s'çıkışmıştır, iç çap 9.2m'dir.

##### 2) Boru Su Tankı

Boru tankı, boru ve demir boru bağlantılarının birleşmesinden oluşur, yüzeyin kıyı kesiminde su hazasının tepesine yerleştirilecektir. Üst seviye üst gölette H.W.L.+40m'dir, hesaplamalara göre tankın çapı 17m, çıkış çapı 5.0m'dir. Ayrıca, su akışı, boru su tankından bölüm2'ye gönderilir.

##### 3) Boru Hattı

Cebri boru boru su tankından toprak örtüsü 50m den daha az olmayan üst bent kısmına kadar su seviyesi, buradan itibaren şaft olup, alt bent kısmına (türbin merkez yükseltisi) kadar planlanır. Alt basamak su seviyesi kısmında 2 ile 4 kola ayrılıp, bağlantı kısmı konularak, giriş valfine bağlanır. Ayrıca, şaft altına enerji üretim santrali ve alt rezervuar ile arasını geniş tutmak amaçlıdır.

10.0m/s, bağlantı olan borularda 20.0m/s olarak hesaplanmıştır. İnşaat sırasında kazıdan sonra, boru hattı ve kayalar yerleştirilip aralar beton ile doldurulacaktır.

##### 4) Yeraltı Güç İstasyonu

Prensipte, yeraltı güç istasyonunun mağara yeri ve yönü, tünel araştırmasının jeolojik şartlarının detaylı incelemesi sonucu belirlenir, ancak bu çalışmada uzatılan kanal kısa olduğundan ve yüzeye aşırı yük bindiğinden performansın 500m'ye kadar ulaştığı durumlarda mağara noktası seçilmiştir.

Ayrıca, yeraltı güç istasyonu için gerekli, tünel dayanıklılığı için kullanılan madencilik malzemeleri (2,560m), kablolar(960m'de, şaft 30°dir) ve hat (970m) vs. gibi uygulamalarda 1/5,000 ölçekli topoğrafik harita kullanılmıştır.

5) Sulama Havzası

Sulama havzası boşaltma kanalından su deposu yoluna kadar olup, boşaltma geçidi üst kısım taşıyıcı ekipman odası girişi yan tarafına boşaltma geçidi taşıma odası konulur. Ayrıca, boru hattı boşaltım havzası Bölüm 4'ten Bölüm 2'ye uzanır, tank ön kapağa bağlıdır.

6) Su Deposu Hattı

Sı Deposu Hattının, sulama havzasında su yolu ve bağlantılarından oluşturulacaktır, yeraltında kurulacağı için su çıkış sistemi su bölmesi kombinasyonu eklenecektir Alt gölet dalgalanması L.W.L -40m'de, dalgalanma hesaplarına göre iç depo 10m, çıkış ise 5.5m'dir. Ayrıca su deposu hattı Bölüm 1 ile birleştirilecektir.

7) Sel Kanalı

Sel Kanalı beton yapılarla desteklenecektir. Maksimum debi Japonya'da yapılan deneylere göre 6.5m<sup>3</sup>/s'dir, iç çapı 9.2m'dir.

(d) Çıkış

Çıkış pompalı hidro elektrik santrallerinde kullanılan standart türdür, göletin kıyasına yerleştirilmiştir. Mevcut gölet önceden hazır olduğu için, çıkışın kurulumu beklenenden daha önce tamamlanabilir. Tepe L.W.L. -0.5m ve yükseklik 1.5m olan anti vorteks koruması vardır.

(2) Güç Üretimi Cihazlarının Tasarımı (Elektrik Bölümü)

(a) Pompa Tribünü

Gökçekaya PSPP noktasında optimal ölçekli üretim, efektif başlık yaklaşık 350m, tek hattan çıkış 350MW olduğunda sağlanabileceği için, tribün jeneratörün şekli ki gibi Francis Tipi tribün kullanılacaktır.

(b) Jeneratör Motoru

Altinkaya PSPP noktasıyla aynı şekilde, Gökçekaya PSPP noktası jeneratör motoru içinde, çeşitli hızlarda pompalama sistemi uygulanabilir. Bu sistemin iyi ve kötü yönlerini Alinkaya PSPP noktası başlığı altındaki jeneratör motoru detaylarında bulabilirsiniz.

(3) Çelik Yapıların (Boru Hattı, Hidrolik Çelik Borular, Geçitler) Tasarımı

(a) Basınç Çelik Boruları ve Kanal Hattı

Çelik boru basıncı ve boru döşemesinin kalınlığı, kaya yük oranı (=30%: Sadece shaft bölümü) alınarak su basıncı etkisi formülüyle hesaplanır.

(b) Geçit

Geçit olarak, giriş çıkış geçidi, deneme geçidi kurulmuştur. Geçit türü yana açılır geçit olarak belirlenmişti.

(4) Yol Yapımı Tasarımları

Projenin devamında yaklaşık 30km yeni yol yapılması gereklidir. Ayrıca mevcut 10km'lik yolun yenilenmesi gereklidir. Gelecekte, projenin spesifikasyonları ve süresi göz önünde bulundurularak, yol yapım planlarının yapılması gerekiyor.

### 7.3.3 Tahmini Proje Maaliyetlerinin Hesaplanması

1/5,000 ölçekli haritalar ve alan rezonansından elde edilen bilgilerle hazırlanan konsept tasarına göre, inşaat gereksinimleri hesaplanmıştır, bu sayede inşaat maaliyetlerine de ulaşılmıştır.

Sonuçlar Tablo 7. 7'de verilmiştir.

**Tablo 7. 7 Gökçekaya PSPP Noktası İnşaat Maaliyetleri**

Birimler	Cost (10 <sup>6</sup> USD)	Remarks
A. Hazırlık Çalışmaları	25.0	
B. İnşaat Çalışmaları	418.0	
Üst baraj ve rezervuar	136.4	
Alt rezervuar	26.2	
Su yolu	125.3	
Santral ve şalt alanı	76.2	
Ana tünel	39.0	
Araltırma ve testler	15.0	
C. Malzeme	377.7	
Hidro mekanik işler	64.4	
Elektro mekanik işler	298.4	
Bina ilişkileri	14.9	Elektro-mek*0.05
D. Mühendislik çalışmaları	50.0	
E. Danışmanlık harcamaları	8.2	(A-C)*0.01
F. Alan boşaltma ve yer değiştirme	5.0	A*0.2
G. Tedbirler	88.4	(A-F)*0.1
H. Fiyat tedbiri	88.4	(A-F)*0.1
I. Gümrük	37.8	C*0.1
Toplam proje maaliyeti	1098	
Birim maaliyeti(USD/kW)	785	

### 7.3.4 Projenin Standart Gelişim Süreci

PSPP Projesinin, standart gelişim süreci, Tablo 7. 8'deki gibidir.

Buna göre FS'in başlangıcından, santralin devreye girmesine kadar standart 12 yıl gereklidir. Her yapı için gerekli süre aşağıda belirtilmiştir.

Tablo 7. 8 Standart Gelişim Süreci (Gökçekaya PSPP )

	1st Year				2nd				3rd				4th				5th				6th				7th				8th				11th				12th																											
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4																												
<b>Feasibility Study</b>	█																																																															
Geological Investigation	█				█				█				█				█				█				█				█				█				█																											
Geological Evaluation & Basic Design	█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█																							
Environmental Investigation	█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█																							
<b>Environmental Impact Assessment</b>	█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█																			
<b>Development Organization &amp; Funding Plan</b>	█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█															
<b>Selection of Consultant</b>	█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█											
<b>Detailed Design &amp; Bidding Documents</b>	█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█							
<b>Bid Tender for Construction Work</b>	█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█							
<b>Construction</b>	█																																																															
Preparatory Works	█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█							
Civil Structure	█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█			
Electro Mechanical Equipment	█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█			
Transmission Line	█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█			

## 7.4 Aktarım Tesislerinin Tahmini İnşaat Maaliyetlerinin Hesaplanması

Seçilen 2 nokta için, EIE'den alınan topoğrafik haritalar kullanılarak masa üstünde hat belirlenmiştir. Altınkaya noktası için topoğrafik haritalardan, uzun mezilli kule kurulum noktaları belirlendiğinden, ana araştırmaları yapılarak fizibilite hesapları yapılmıştır. Ayrıca masa üstü yol seçiminin zor olduğu hatlar için TEIAS tasarım kriterine göre ve TEPCO'nun tecrübelerine dayanarak tahmini inşaat maaliyetleri hesaplanmıştır.

### 7.4.1 Aktarım Hatlarının Tahmini Maaliyetlerinin Hesaplanması

TEIAS incelemelerinin sonuçlarına göre, 380kV'lık tek hattın her birim uzunluğu düz olarak 160,000 USD/km'dir. Ayrıca geçmişte, TEPCO'nun 2 hat maaliyeti 1 hattın iki katı olduğundan, buradan 160,000 USD/km'nin iki katı olan 320,000 USD/km elde edilmiştir. Bu düz inşaat maaliyetidir. Yapılacak hattın dağlardan geçeceği düşünülürse, TEPCO'nun dağlarda kurduğu hatların maaliyeti ve düz hatlar kıyaslandığında, 320,000 USD/km'nin 1.25 katı olan, 400,000 USD/km elde edilir, tahmini değer budur.

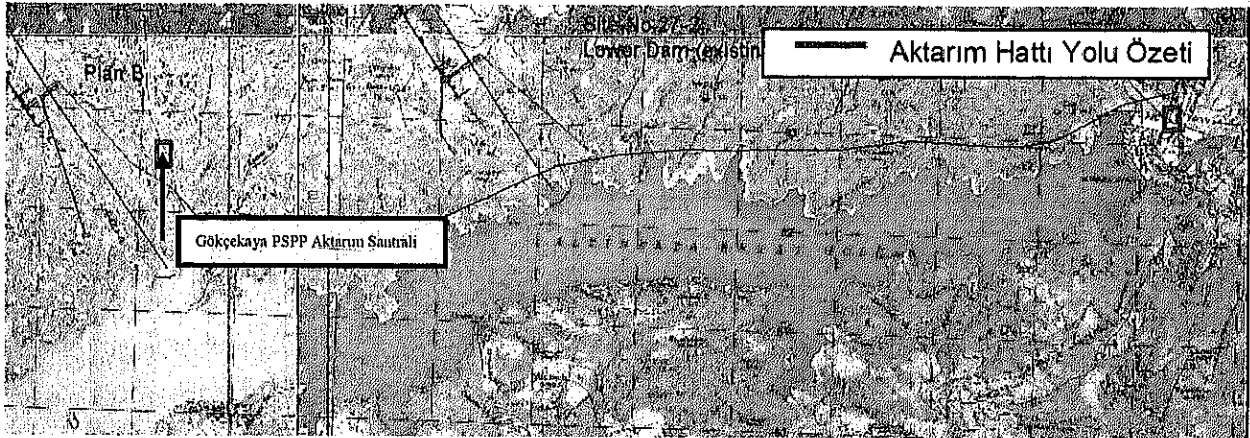
Pompalı hidro elektrik santralin, taşıma hattı inşaatı tahmini fiyatları aşağıdaki gibidir.

**Tablo 7.9 380kV 2 Hatlı Kablolü Aktarım Hattının İnşaat Malliyeti Tahmini**

380kV 2 Hatlı Aktarım Hattı	400,000 USD/km
-----------------------------	----------------

### 7.4.2 Altınkaya PSPP Aktarım Hattı İnşaatı Tahmini Masrafları

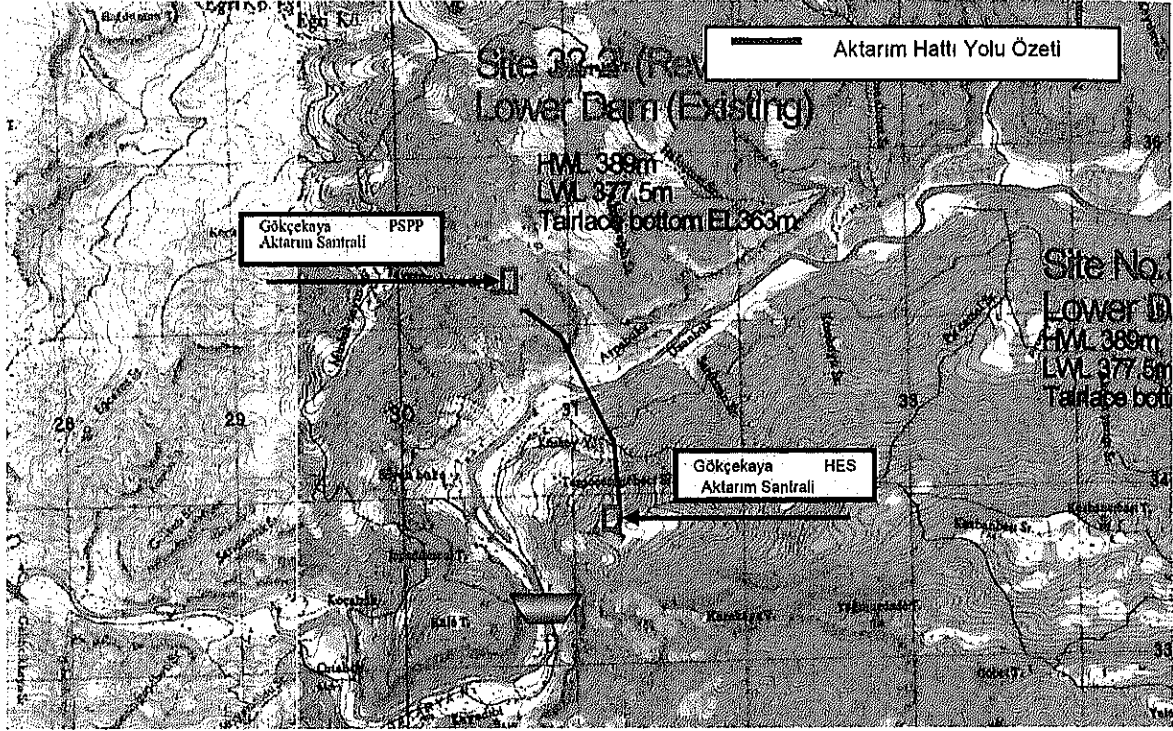
Altınkaya PSPP aktarım istasyonundan TEIAS aktarım hattına olan mesafede, Altınkaya HES'in akatarım hattına kadar olan yol aşağıdaki gibidir. Altınkaya PSPP için planlanan aktarım hattı inşaatının yaklaşık uzunluğu 11.1km olduğundan, tahmini maaliyet  $11.1\text{km} \times 0.4 \text{ milyon USD//km} = \underline{\underline{4.44 \text{ milyon USD}}}$  olur.



**Figür 7.7 Altınkaya PSPP Aktarım Hattı Yolu**

#### 7.4.3 Gökçekaya PSPP Aktarım Hatları İnşaatı Tahmini Maaliyetleri

Gökçekaya PSPP için planlanan aktarım hattının uzunluğu 1,8km'dir ve tahmini inşaat maaliyeti  $1.8\text{km} \times 0.4\text{millionUSD/km} = \mathbf{0.72\text{ milyonUSD}}$  olur



Figür 7. 8 Gökçekaya PSPP Aktarım Hattı Yoluna Bakış

#### 7.4.4 Pompalı Hidro Elektrik Santrali Kurulurken 380kV'lık Hatların Durumu

##### (1) Pompalı Hidro Elektrik Santralin Çalışma Esanasında Gerekli Hatlar

Temel sistem bu amaçla pompalı hidro elektrik santrallere bağlanmıştır, önceki ayarlarda kriterlere uymak için gerekli 380kV'lık aktarım hatları kullanılmıştır.

##### (a) Altinkaya Noktası Pompalı Hidro Elektrik Santralinin Güç Üretimi İçin Gerekli Hatlar

Temel sistemde, Altinkaya pompalı hidro elektrik santralinin çalışması için gerekli 380kV'lık aktarım hatları kullanılmıştır. Altinkaya noktası pompalı hidro elektrik santralinin 380kV'lık 2 hatlı aktarım hattıyla Altinkaya hidro elektrik santraline bağlanmasına karar verilmiştir.

Model A'da jeneratör olarak Altinkaya noktası pompalı hidro elektrik santraline güç verildiğinde, normal kullanımda 380kV'lık aktarım hatlarında aşırı yüklenme olmaz. Ancak, Altinkaya-Kayabaşı-Bağlım-Sincan ve Boyabat- Çankırı arasında 380kV'lık aktarım hatları kullanıldığında, hatlardan biri arızalınrsa aşırı yüklenme olur.

Model B'nin güç üretiminde, Altinkaya noktası pompalı hidro elektrik santrali çalıştığında, normal çalışmada ve 380kV'lık aktarım hattı kullanıldığında, tek hat arızalandığında aşırı yüklenme olmaz.

Bu yüzden, Altinkaya noktası pompalı hidro elektrik santrali çalıştığında, Model A üretimi için aşağıdaki hatlar kullanılır.

- Altinkaya noktası pompalı hidro elektrik santrali - Altinkaya 380kV 11.1 km 2 hatlı
- Altinkaya-Kayabaşı-Bağlım-Sincan 380kV 394 km 1 hatlı



- Çayırhan-Adapazarı 380 kV 136 km 1 tek hatlı

Yukarıdaki sistem artışı sonrasında, hafif yük olduğu zamanlarda, Altınkaya noktası pompalı hidro elektrik santrali pompa sürücüsü olduğunda, normal hizmet olduğunda ve hatlardan birinde arıza olduğunda aşırı yüklenme olur. Ayrıca uzun mesafelerde, mevcut akım arasında kaza olduğunda analiz sonuçlarında, yüzey stabilitesinde de problem olmayacağı düşünölmektedir.

#### (b) Gökçekaya Noktası Pompalı Hidro Elektrik Santralinin Güç Üretimi İçin Gerekli Hatlar

Önceki Temel sistemde, Gökçekaya pompalı hidro elektrik santralinin çalışması için gerekli 380kV'lık aktarım hatları kullanılmıştır. Gökçekaya noktası pompalı hidro elektrik santralinin 380kV'lık 2 hatlı aktarım hattıyla Gökçekaya hidro elektrik santraline bağlanmasına karar verilmiştir.

Model A'da jeneratör olarak Gökçekaya noktası pompalı hidro elektrik santraline güç verildiğinde, normal kullanımda 380kV'lık aktarım hatlarında aşırı yüklenme olmaz. Ancak, Gökçekaya- Eskişehir ve Gökçekaya- Adapazarı arasında 380kV'lık aktarım hatları kullanıldığında, hatlardan biri arızalanırsa aşırı yüklenme olur.

Model B'nin güç üretiminde, Gökçekaya noktası pompalı hidro elektrik santrali çalıştığına, normal çalışmada ve 380kV'lık aktarım hattı kullanıldığında, tek hat arızalandığında aşırı yüklenme olmaz. Ancak, Gökçekaya- Eskişehir ve Gökçekaya- Adapazarı arasında 380kV'lık aktarım hatlarında birinde arıza olursa, aşırı yüklenme olur.

Bu yüzden A ve B methodlarının üretiminde Gökçekaya noktası pompalı hidro elektrik santralinin çalışması için aşağıdaki aktarım hatları gereklidir.

- Gökçekaya noktası pompalı hidro elektrik santrali – Gökçekaya 380kV 1.8 km 2 hatlı
- Gökçekaya noktası pompalı hidro elektrik santrali (veya Gökçekaya hidro elektrik santrali)- Adapazarı 380 kV 100 km 1 hatlı

Yukarıdaki sistem artışı sonrasında, hafif yük olduğu zamanlarda, Gökçekaya noktası pompalı hidro elektrik santrali pompa sürücüsü olduğunda, normal hizmet olduğunda ve hatlardan birinde arıza olduğunda aşırı yüklenme olur. Ayrıca aşağıda belirtildiği gibi uzun mesafeli ağırlık aralığı arıza olduğunda analiz sonuçlarına göre, yüzey stabilitesinde problem olmayacağı düşünölmektedir.

## 7.5 Üretim Öncelikleri İncelemeleri

Altınkaya PSPP ve Gökçekaya PSPP noktalarında yapılan incelemelerde üretim öncelikleri sıralaması yapılmıştır, sonuçlar aşağıdaki gibidir.

Tahminler,

- ✓ Çevresel Etki İncelemeleri(Sosyal/Çevresel)
- ✓ İnşaat Maaliyetleri(Santral İnşaatı Masrafları/Aktarım Hattı İnşaat Masrafları)
- ✓ Talep alanına olan mesafe

olarak üç başlıkta toplanmış, her bir konum belirlendikten sonra genel konumlara karar verilmiştir.

Ayrıca sistemi dengelemeye katkı derecesi değerlendirme maddelerinden biri olarak düşünölebilir fakat, bunun hakkında başka bir bölümde bahsedilecektir. Her planda da 380kV yeni kurulacak elektrik nakil hattı ile mevcut aktarım istasyonuna doğrudan bağlantı yapılması planı olup, yeni kurulacak hat ile mevcut aktarım istasyonuna kadar, elektrik nakil hattı kurulum maaliyeti, hali hazırda 7.4 de belirttiğimiz elektrik nakil hattının yapım maaliyetlerini yapım maaliyetleri değerine eklenmiştir.

Genel sonuçlar aşağıdaki tabloda verilmiştir.

**Tablo 7. 10 Öncelikli Üretim Alanlarının Potansiyel Bölgelerinin Genel Oranları**

Tahmin Birimi		Altinkaya PSPP	Gökçekaya PSPP
Çıkış Gücü		1,800MW	1,400MW
Standart İnşaat Süresi		13 yıl	12 yıl
Çevre	Sosyal Çevre	Doğrudan etkilenecek ev sayısı : 0 hane Etkilenecek değirmen: 2 adet Tarım alanı kaybı : 16 ha	Doğrudan etkilenecek ev sayısı : 2 hane (Fakat, 2 Yapı da ikinci konut) Etkilenecek hayvan barınağı : 2 adet Tarım alanı kaybı : 110 ha Pek çok mezarın yerde değiştirilmesi gerekiyor İçme suyu için kullanılan derin kuyuların yeniden kazılması gerekiyor
	Doğal Çevre	Doğa çevrenin doğrudan etkilendiği alanlar çok azdır	Doğa çevrenin doğrudan etkilendiği alanlar çok azdır
İnşaat Masrafları	Jeneratör İnşaat Masrafları	1,201mil. USD, 667 USD/ kW	1,098 mil. USD, 785 USD/ kW
	Aktarım Hattı İnşaat Masrafları	100 mil. USD (530km+11km)	19 mil. USD (100km+2 km)
	Toplam	1,301mil. USD, 723 USD/ kW	1,117 mil. USD, 798 USD/ kW
Ankara'ya olan mesafe		Yaklaşık 300 km	Yaklaşık 170 km
Doğal Öncelikler		①	②
Ekonomik Öncelikler		①	②
Genel Oran		①	②

## 7.6 Bir Sonraki Adım İçin Araştırma Tavsiyeleri

### 7.6.1 Hidro Meteorolojik

Her iki konsept tasarımında da alt gölet olarak mevcut gölet kullanılacaktır, Altinkaya PSPP hakkında üst baraj tasarımı (Gölet kapasitesi, sel oranı, üst bara) ve inşaat planı formülü ayrıca, Gökçekaya PSPP hakkında üst baraj tasarımı (Su hatları, turtullaşma mühendislik çalışmaları ) ve inşaat planlaması hakkında, her baraj noktası yakınına yeni bir ölçüm istasyonu kurulması, hidrolojik ve meteorolojik verilerin ölçülmesi gerekiyor.

### 7.6.2 Jeoloji

#### (1) Altinkaya PSPP Noktası

Bir sonraki araştırmada çözülecek problemler hakkında jeolojik araştırmalar ve laboratuvar testlerinin listesi Tablo 7. 11'de belirtilmiştir.

**Tablo 7. 11 Altınkaya PSPP Noktasının Sonraki Adında Araştırılması Gereken Konuların Listesi**

Hedef Yapı	Engel	Gerekli Araştırma	Notlar
Üstü Baraj/ Düzenleme Göleti	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Jeolojik Yapının Anlaşılması</li> <li>➤ Baraj temelinin özelliklerinin anlaşılması</li> <li>➤ Baraj tabanı ve gölet tabanının özellikleri su seviyesinin özelliklerinin anlaşılması</li> <li>➤ Çamurlu taşının sulanma oranının anlaşılması</li> </ul>	<p>Jeolojik Araştırma Elastik Dalga Araştırması</p> <p>Sondaj İncelemesi Su geçirgenliği (Lu) testi</p> <p>Uzun vadeli Su İncelemesi İç kaya Testi</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yüzey araştırması üst barajın göletle birlikte tamamını kapsar</li> </ul>
Üst Barajın Kaya Yapısı	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ağır beton destekli barajın karışım betonu olan CFRD'nin kalite araştırması</li> </ul>	<p>Elastik Dalga Sondaj Araştırması İç Kaya Testi</p>	
Giriş	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kuyubaşı yakının jeolojik karakteristiklerinin kontrolü</li> </ul>	<p>P Dalga Araştırması Sondaj Araştırması İç Kaya Testi</p>	
Su Yolu/ Su Tankı	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Su altında kalacak alanın jeolojik karakteristiklerinin kontrolü (çatlaklar ve zayıf alanlar gözden kaçmış olabilir)</li> </ul>	<p>Jeolojik Araştırma Elastik Dalga Araştırması Sondaj İncelemesi (Delik İçi Dalga Hızı dahil) Su geçirgenliği (Lu) testi Uzun vadeli Su İncelemesi İç kaya Testi</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yüzey araştırmasında su tankı ve Yeraltı jeneratörü ana hedeflerdir</li> <li>• Sismik araştırma sadece ana kanal için</li> </ul>
Yeraltı Santrali	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Jeolojik yapının anlaşılması</li> <li>➤ Çevredeki kaya mağaranın kesinleştirilmesi</li> </ul>	<p>Jeolojinin Araştırılması Sondaj İncelemesi Su geçirgenliği (Lu) testi Uzun vadeli Su İncelemesi İç kaya Testi</p>	
Su çıkışı / Geçici baraj	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Jeolojik Yapının Anlaşılması</li> <li>➤ Kaygan alan ve heyelan araştırması</li> <li>➤ Yapım alanı yakınındaki yıpranma, yıpranma derinliği ve kaya durumunun kontrolü</li> <li>➤ Baraj yapısının jeolojik olarak anlaşılması</li> </ul>	<p>Jeolojik araştırma Elastik dalga araştırması</p> <p>Sondaj Araştırması İç kaya testi</p> <p>Sondaj Araştırması İç Kaya Testi Akustik İncelemeler</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jeolojik saha incelemesi, su çıkışı çevresi ile Altınkaya göl sol sahil yol kenarında uygulanır.</li> </ul>

(2) Gökçekaya PSPP Noktası

Bir sonraki araştırmada çözülecek problemler hakkında jeolojik araştırmalar ve laboratuvar testlerinin listesi Tablo 7. 12'de belirtilmiştir.

**Tablo 7. 12 Gökçekaya PSPP Noktasının Sonraki Adımda Araştırılması Gereken Konuların Listesi**

Hedef Yapı	Engel	Gerekli Araştırma	Notlar
Üsty Baraj/ Düzenleme Göleti	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Jeolojik Yapının Anlaşılması</li> <li>➤ Baraj temelinin özelliklerinin anlaşılması</li> <li>➤ Baraj akarı ve gölet tabanının özellikleri su seviyesinin özelliklerinin anlaşılması</li> <li>➤ Temg ve altta bulunan Tpek'nin sınırı ve Tpek'nin su geçirgenliği kontrolü</li> <li>➤ Genişleyen kireç minerallerinin varlığı</li> </ul>	<p>Jeolojik inceleme</p> <p>Elastik Dalga incelemsi</p> <p>2 boyutlu direnç araştırması</p> <p>Sondaj araştırması</p> <p>Standart penetrasyon testi</p> <p>Lugeon Testi</p> <p>Uzun Dönemli Su Seviye Ölçümleri</p> <p>İç Kaya Testi</p> <p>(X Işımları İncelemesi dahil)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yüzey araştırması üst barajın göletle birlikte tamamını kapsar</li> <li>• İki Boyutlu Direnç Araştırması ile P Dalga Araştırması aynı kurallar dahilinde uygulanır</li> <li>• Çalışmada baraj boyunca yıpranma SPT'si incelenir</li> </ul>
Giriş	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kuyubaşı yakının jeolojik karakteristiklerinin kontrolü</li> <li>➤ Temg ve altta bulunan Tpek'nin sınırı ve Tpek'nin su geçirgenliği kontrolü</li> </ul>	<p>Sondaj Araştırması</p> <p>Hız ölçümü</p> <p>(Delik İçi Dalga Hızı dahil)</p> <p>İç kaya testi</p>	
Su Yolu/ Su Tankı	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Su altında kalacak alanın jeolojik karakteristiklerinin kontrolü (çatlaklar ve zayıf alanlar gözden kaçmış olabilir)</li> </ul>	<p>Jeolojik Araştırma</p> <p>Elastik Dalga Araştırması</p> <p>Sondaj İncelemesi</p> <p>(Delik İçi Dalga Hızı dahil)</p> <p>Su geçirgenliği (Lu) testi</p> <p>Uzun vadeli Su İncelemesi</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yüzey araştırmasında su tankı ve Yeraltı jeneratörü ana hedeflerdir</li> <li>• Sismik araştırma sadece ana kanal için</li> </ul>
Yeraltı Santrali	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Jeolojik yapının anlaşılması</li> <li>➤ Çevredeki kaya mağaranın kesinleştirilmesi</li> </ul>	<p>Jeolojinin Araştırılması</p> <p>Sondaj İncelemesi</p> <p>Su geçirgenliği (Lu) testi</p> <p>Uzun vadeli Su İncelemesi</p> <p>İç kaya Testi</p>	
Su çıkışı / Geçici baraj	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Jeolojik Yapının Anlaşılması</li> <li>➤ Kaygan alan ve heyelan araştırması</li> <li>➤ Yapım alanı yakınındaki yıpranma/yıpranma derinliği ve kaya durumunun kontrolü</li> <li>➤ Baraj yapısının jeolojik olarak anlaşılması</li> </ul>	<p>Jeolojik araştırma</p> <p>Elastik dalga araştırması</p> <p>Sondaj Araştırması</p> <p>İç kaya testi</p> <p>Sondaj araştırması</p> <p>İç Kaya Testi</p> <p>Akustik İncelemeler</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yüzey araştırması çıkış yakınında e Gökçekaya gölet yolunun sol tarafında gerçekleştirilmiştir,</li> </ul>





## Bölüm 8 Çalışma Hakkında Tavsiyeler

### 8.1 Uzun Süreli Güç Üretim Planı Hakkında Tavsiyeler

#### (1) Tüketici Perspektifinden Bakıldığında Risk Azaltımı

Türkiye'de elektrik sektörünün özelleşme süreci devam etmektedir, güç sektöründe su anda çeşitli firmalar bulunmaktadır. Her firma karşılıklı olarak birbirinin ihtiyaçlarını karşılayarak iş yapmamaktadır. Bu yüzden, muhtemel riskler her firma için farklıdır, bir firma için riski aşma yolu diğer firmalar için risk oranını arttırabilir.

Bu bölümde, tüketicilerin bakış açısından güç üretiminde meydana gelen riskleri inceleyeceğiz.

Tüketiciler açısından büyük riskler aşağıdaki iki ana grupta toplanabilir.

- Güç kalitesindeki azalma
- Güç fiyatları

Yukarıdaki riskler göz önüne alındığında, genel olarak küçük boyuttaki genel tüketiciler, risk engelleme yöntemi olarak, güç alımında tek kaynak seçmek zorunda kalmak istemiyorlar. Bu yüzden, güç temini dışında alternatif olmadığı için güç alımında istenen genel tüketiciler, dağıtıcı şirketlerin hizmetleri konusunda, kalite ve fiyat oranı ne olursa olsun zorla almak zorunda kalıyor.

Elektrik Piyasasının özelleşmesiyle, özel santral çalışmaları tamamiyle harcama bazlı kararlara göre yapılacaktır. Bir başka deyişle, diğer santrallerle kıyasla, ucuz fiyata güç temini sağlandığında o santral tercih edilecektir. Bu yüzden fiyatların düşeceği öngörülmektedir. Ancak, özel elektrik şirketleri, toplu üretimde oranları arttırdıkça mevcut sistemde daha fazla kar elde edebilmek için sürekli %100 çıkışı hedeflemektedirler.

Diğer yandan güç sistemi sabit olduğunda, müşteriler için her zaman iyi güç kaynağı sunulabilmesi için aşağıdaki iki nokta gereklidir.

#### (a) Rezerv Kapasitesinin Güvenliği

Santralin aniden arızalanması durumunda ya da telebin hızlı arttığı durumlarda destekplanı olması gerekir, her zaman çalışan üretim malzemelerinin üretim rezerv aralığı güvence altına alınması, operasyonun güvenliği için gereklidir. Diğer ülkelerden destek alınması beklenebilir ama bu diğer ülkelerin arz talep durumuna göre değişebilir. Bu yüzden, en büyük parça olarak, düşük güç talebi %3'ün üzerinde olan evleri garantilemek gerekmektedir.

Üretim rezerv aralığını garantilemek için tesislerin, sürekli bekleme operasyonlarını güçlendirmelidir, yıllık kullanım %10'un altında olursa sistem çok düşük seviyede kalır. Bu yüzden mevcut sistemde, özel elektrik şirketleri gibi oluşumların gelişme ihtimali azdır, yakın gelecekte rezerv kapasitesi yetersiz santrallerde meydana gelecek kazalar ve benzeri sebepler yüzünden ani durmalar olma ihtimali de vardır.

#### (b) Frekans Ayar Kapasitesini Garantilemesi

Akım frekansını sabit tutmak için, zamana göre değişen talep oranına göre, santral çıkışının bazı durumlarda sürekli değişmesi gerekir. Santral çıkış ayarları direktiflerinde, temel olarak Sistem Operatörü kullanılır ama Sistem Operatörü ne kadar iyi olursa olsun Sistem Operatörünün kararları yanı sıra ani çıkış değişiklikleri yapabilen bir santral olmadan, ihtiyacın sağlıklı bir şekilde karşılanması mümkün değildir. Başka bir deyişle, ev ihtiyacı için iyi güç temini açısından bakıldığında, çıkış

oranının değişimindeki hız ve Sistem Operatörünün verdiği direktifler santrali için kesinlikle gereklidir.

Şu anda, EUAS'ın sahip olduğu santral oranı yarıdan fazladır, buna göre frekans ayar operasyonu mümkün olan santrallerde Sistem Operatörü'nün talimatlarına göre frekans ayar operasyonu gerçekleşir. Ancak, yakın gelecekte buna benzer santraller de özel şirketlere satılabileceğinden, frekans ayarında kayıpların artması endişesi bulunmaktadır.

Yukarıda da belirtildiği gibi, güç kalitesini garantileme açısından, tüm özel üretim şirketlerin gönüllü olarak bu işi bırakmalı mümkün değildir, özel sektörün tüketicilerin görüntülerini dikkate almaya devam etmesi önemlidir. Özellikler aşağıdaki konular önemlidir.

- Özel şirketlerin çalışma frekansı ayarı ve bekleme operasyonunu yapabilecek olması, ilgi çekici tüm hizmetler için uygun seviyede ödeme sisteminin oluşturulması
- Güç kalitesinin geliştirilmesi için üretim cihazlarının özel sektör tarafından alınması (ayrıca, serbest kullanım hakları)
- Tüm özel elektrik şirketlerinin elektrik üretiminde uygun özellikleri kullanması  
Hizmetin mümkün olmadığı jeneratör kullanımı haricinde özel şirketlerden hizmetin alınması sonucu ortak hizmet pazarının oluşturulması.

## (2) Aktarım Ağının Planlanması

Aktarım ağının gelişim planlarına göre, doğal olarak üretimini TEIAS yapacaktır. Şimdiye kadar, EUAS'dan geleceğe yönelik santral yapım planı bilgileri temin edilmiştir, buna göre etkili aktarım hattı yapım planı yapılmaktadır. Ancak elektrik pazarının özelleşmesi sürecinde, santral yapım planları hakkında bilgi toplama zorlaşmaktadır, gelecekte beklenen etkili aktarım ağı kurulum planını gerçekleşmesi de aynı durumdadır.

Türkiye'de gelecekte yıllık %6~%7 oranında yüksek güç talebi artışı beklenmektedir. Bu öngörüye bakıldığında 2020 yılında mevcut oranın iki katı, 2030 yılınca mevcut oranın üç katı olacak şekilde talep artışı beklenmektedir, büyümeye paralel biçimde santral yapımı ve aktarım ağının gelişiminin de hızlandırılmış bir biçimde devam etmelidir. Nispeten yakın bir gelecekte (5 yılı içinde) santral projesi bilgilerine göre, santralin güç transferi tek yol olarak değerlendirildiğinde dar görüşlü bir aktarım planlaması oluşur, aktarım ağı zayıfladığında fiyat artışları gözlenebilir.

2030 yılında, şu ankinden 3 kat daha fazla talep olacağı tahmin edildiğinden, mevcut maksimum voltaj 380kV'ta aktarım kısıtlanır, ancak daha yüksek voltajla geçme ihtimali de vardır. Gelecekte stabilite ve etkinlik dengesi saplanmış bir güç ağı oluşturmak için, yüksek voltaj kullanıma geçilmesi planlanmaktadır, bu bağlamda bu raporda bulunan güç hatlarının tasarımı ve bakımı önem kazanmaktadır.

Ek olarak aktarım hatları bakımının zorluklarını azaltmak için talep alanı yakınları ve arz talep dengesinin düşük güçte olduğu noktalardaki tesisler için, bölgedeki santral yerleşimi tercihleri verilmiştir, aktarım şirketlerinin, istenen alana santral kurulumu konusunda sistem geliştirilmesini istenmektedir.



## 8.2 Pompalı Hidrolik Santrali Hakkında Tavsiyeler

### 8.2.1 Pomplama Teknolojisinin Güncellenme Çalışması

Aşağıdaki iki mühendislik çalışmasında en yüksek teknoloji kullanılarak yüksek performans yüksek kapasiteli Altinkaya PSPP geliştirilmiştir, inşaat masraflarını azaltma ihtimali vardır ama bu işlemler de pahalı olduğundan gelecekte kullanılmaları tavsiye edilir. Ayrıca, elektrikle ilgili yeni yeni teknolojiler geliştikçe, belirgin değişiklikler olacağından, bu tavsiyelerin de zaman içinde yeniden gözden geçirilmesi gerekir.

- ◆ Mühendislik Bağlantıları
  - Tam kesit şaft TBM Sondası
  - Güçlü Çelik HT100
- ◆ Elektrik Mekanik Bağlantıları
  - Splitter Runner

#### (1) Tam Kesit Şaft TBM Sondası

Altinkaya PSPP noktasının, konspet tasarımında geleneksel Alimak Climber ile şaft deliği sondajı tavsiye edilmiştir, 900m'ye kadar uzanan boru hattının eğimli şaft sondajı için, orta ve alt olmak üzere iki kazı operasyonunun düzenlenmesi gerekir. Diğer yandan, tam kesit şaft TBM kullanıldığında alttan yukarıya sondaj yapılabileceği için kazı işlemine gerek yoktur. Ayrıca, geleneksel yöntemde meydana gelebilecek genişletme inşaatı sırasındaki çökme ve kayma riskleri ortadan kalkar. Ek olarak inşaat güvenliği de daha fazladır.

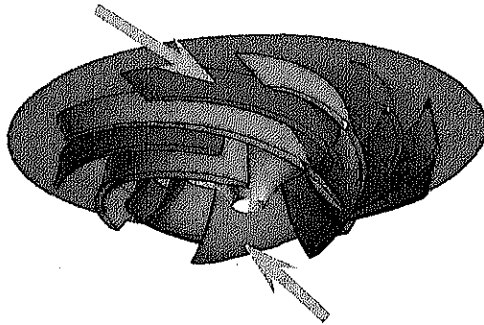
#### (2) Güçlü Çelik HT100

Altinkaya PSPP noktasının konsept tasarımında kullanılan en güçlü çelik HT80'dir. Ancak çelik borunun maksimum kalınlığı 80mm'dir . HT100 kullanıldığında, HT80'den daha az kaya aşınma oranı beklenir, aşırılığı HT80'e oranla %20 daha azdır. Ayrıca, bu aşırılık farkı yüzünden kurulum işlemleri sırasında da %20 zaman tasarrufu sağlanır.

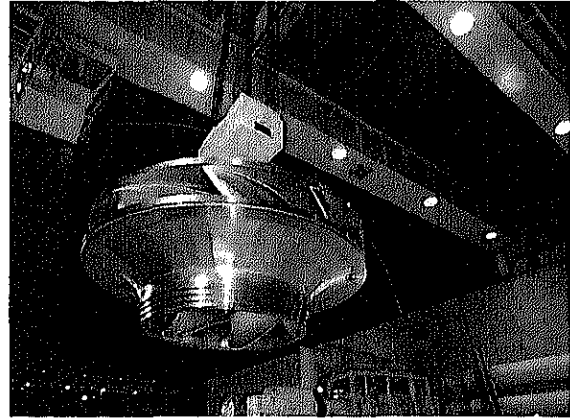
#### (3) Splitter Runner

Splitter Runner, pompalı tribünün etkinliğini artırır, çıkış ayar aralığını genişletir ve yüksek noktalı çok çeşitli düşüş sağlar, son zamanlarda Francis tipi pompalı tribünler de kullanılır.

Kısa Pervane (Splitter Blade)



Ana Pervane (Main Blade)



Figür 8.1 Splitter Blade

Uzun pervane ve kısa pervane sırayla dönecek şekilde tasarlanmış çok pervaneli sistemdir, ilk splitter bladein kullanılışı Kamagawa Santralinde (2005 yılı) geleneksel sondaj cihazına kıyasla, pompalı tribün etkinliği %1,5 artış göstermiş, çalışma alanı 1,2 kat genişlemiştir.

- ✓ Pervanelerin sayısı arttığından düzenleme etklisi ve sonja çapı küçüldüğü için disk kaybı oranı azalmış, verimlilik artmıştır. Verimliliğin artmasıyla, ekonomik avantajlar olarak, operasyon zamanı su pompalama – gücün devir kaybı azalmış, pompalama maliyeti de azalmıştır.
- ✓ Pervane sayısının artışıyla basınç dalgalanmaları ve kazı performansı gelişmiş, çıkış ayar aralığı genişlemiştir. Çıkış ayar aralığının genişlemesiyle ekonomik avantajlar olarak, güç üretimi sırasındaki minimum çıkış süresi azalır, AFC miktarı azalır, termik birimlerim AFC oranı da azalır (Termik cihazın çıkış artışı: yüksek etkili operasyon) ve böylece, minimum çıkış düşer su kullanımı da azalır, o miktarda saf su pomplama işlemi de azalmış olur. Dahası, basınç etkileri ve titreşim cihazlarının azalmasıyla, bakım masrafları da (malzeme ömrü uzar) azalmış olur.
- ✓ Pervane sayısının artışıyla, düzen artar ve güvenilirlik gelişir.

### 8.2.2 Çevresel ve Sosyal Değerlendirmeler

Pompalı Hidro Elektrik Projesindeki çevresel ve sosyal değerlendirmeler, temelde genel büyük boyutlu hidro elektrik projeleriyle aynıdır ancak, özel değerlendirmeler aşağıdaki notalarda belirtilmiştir.

#### 1) Baraj ve göletin yerinin özellikleri:

- Üst baraj ve alt baraj için iki göletin yüksekliğinin farklı olması yüzünden su kalitesi ve su ısısı bir hayli farklıdır.
  - ✧ Bu yüzden su kalitesinin değerlendirilmesi gerekir.
- İki çok farklı eko sistem olabilir.
  - ✧ Bu yüzden su canlılarına gelebilecek etkilere dikkat etmek gerekir.

#### 2) Santralin Çalışmasıyla İlgili:

- Santralin çalışmasıyla iki göletin suyu karışır.
  - ✧ Özellikle su ısısı, debirsinin değerlendirilmesi gerekir.
- Göletin günlük su seviyesi değişimi çok yüksektir.
  - ✧ Nehir kullanıcılarının akitivteleri ve güvenliği gözönünde bulundurulmalıdır.

#### 3) Üretim Oranı ile İlgili:

- PSPP'de, iki baraj, pek çok tünel, yeraltı yapısı ve ulaşım yolları olduğundan geniş bir alanın modifiye edilmesi gerekir.
  - ✧ Yerel halka olan etki, özellikle yer değiştirme ve yaşama alanı etkileri değerlendirilmelidir.
  - ✧ Önemli hayvan ve bitki değerlendirilmesi gereklidir.

Projenin negatif etkilerini olabildiğince azaltmak önemlidir.

- 1) Aday alan seçimi sürecinde çevreye büyük zarar verilmemesine özen gösterilmelidir.
- 2) Alan araştırması yapılırken şartlar tam olarak anlaşılmalıdır.
- 3) Pompalı hidro elektrik santralin karakteristiklerinin anlaşılması, önceden tahmin edilen etkilerin etkin önlemlerle uygun şekilde giderilmesi.
- 4) Yeterli incelemenin yapılması.

Olarak belirtilmiştir.

Pompalı hidro elektrik santralin yapımında çevre ve sosyal değerlendirmeler rehberi olarak, "Pompalı Hidro Elektrik Santrali Çevre ve Sosyal Ortam Rehberi (Taslak)" EIE ile ortaklaşa hazırlanmıştır.

Gelecekte de pompalı hidro elektrik santrallerin bu rehber gere göre hazırlanması beklenmektedir.

### 8.3 Pompalı Hidro Elektrik Sistemin Sahiplenilmesi Hakkında Teklif

Türkiye'deki elektrik pazarının özelleşmesi aşamasında, ulusal elektrik şirketlerinin, gelecekteki zor talep dönemleri, kriz zamanları gibi acil durumlar haricinde, herhangi santral yapımı kanun hükmünce yasaklanmıştır. Bu yüzden gelecekte pompalı hidro elektrik sistemi yapılırken , “kimin pompalı hidro elektrik sistemini yapacağı, yapım sermayesinin nasıl toplanacağı” problem olmuştur.

Elektrik pazarının özelleşmesinden sonra (2001 yılı), yapım trendi, inşaat süresi kısa olan, stabil gelirli gaz ateşlemeli ve küçük boyutlu hidrolik santraller olmuştur, düşük riskli küçük santrallerden pek çok üretilmiştir. Bu şekildeki büyük santrallerin yapımı zaman aldığından kısa vadede güç yetersizliği riski vardır, bu yüzden yakın gelecekte elektrik kesintileri yaşanabilir. Ayrıca bu yılın Eylül ortalarında Avrupa(UCTE)sistemine geçilmesi planlandığından, gelecekte Avrupa Birliği elektrik pazarı kurallarına geçme ihtimali yüksektir.

Bu şartlarda, gelecekte, pompalı hidro elektrik üretiminin, ne şekilde olacağına baktık.

#### 8.3.1 Diğer Ülkelerdeki Pompalı Hidro Elektrik Sisteminin AB içindeki Kullanımı

##### (1) Eu Bölgesi

Türkiye'nin sistemi Eylül 2010 tarihinde, Yunanistan ve Bulgaristan sistemi aracılığı ile Avrupa sistemine senkronize oldu. Bir yıllık çeşitli senkronize çalışma testleri uygulanıp, sonrasında piyasanın bütünleşmesi planlanıyor. Piyasanın bütünleşmesi sonrasında Türkiye'nin elektrik enerjisi Avrupa sisteminde alım-satımı mümkün olabilecek; bu durum Pompalı Elektrik Üretimi Santralleri için de istisna değil.

Yine, Avrupa Komisyonunda '20-20-20 Strategy', başka bir deyişle 2020 yılı hedeflenerek sera etkili gazların %20 azaltılması, elektrik enerjisi toplamında yenilenebilir enerji oranını %20 den fazla hale getirmek, enerji verimlilik oranını %20 arttırmak, gibi politikalar yürütülmekte olup, yenilenebilir enerjinin artışına paralel arz ve talebi dengelemek, sistem istikrarını sağlamak amaçlı enerji tesislerinin bulunması da sorun olmaktadır. Bu çerçeveden Avrupa sistemindeki pompalı elektrik üretim durumunu, Almanya RWE ile İtalya Terna'da ki işletim durumlarından ana hatlarıyla özetleyelim.

##### (a) Almanya RWE Sistemi

Almanya'da Pompalı Enerji Üretim Santrallerinin mülkiyeti i) Elektrik üreticisi sanayici tek başına, ii) Birden çok sanayicinin birlikteliği ile, iii) Elektrik üretim şirketi ile diğer şirketlerin beraberlikleri gibi şekillerde olup, 3 tür hak bulunmaktadır. İlk olarak, tesislerin mülkiyet hakkı, ikinci olarak tesislerin işletim hakkı, üçüncü olarak pompalanmış su kaynakları ile elektrik üretim opsiyonlarının alım satım haklarıdır.

Pompalı elektrik üretim santralının işletimi ile ilgili, örneğin i) durumunda Elektrik üreticisi sanayicisinin öz mülkiyetindeki enerji üretim santralının işletimini, piyasa eğilimlerinde göz önüne alarak, ekonomik verimliliği en yüksek olacak çalışma planı hazırlar. Bu yapılırken, Almanya piyasasında, elektrik üreticisi sanayici N-1 koruyabilecek şekilde yedek gücü rezerv güç olarak hazır bulundurması zorunlu tutulduğundan, sahip olduğu elektrik santralının bir kısmını hazır konumda bekletmek, türev pazarlardan temin etmek gibi yöntemler ile rezerv güç temin eder. ii) Durumunda, birden çok elektrik üreticisi sanayicisi tesislerin işletimi haklarına sahip olması durumunda, herbiri iştirak ettiği elektrik santrali ile ilgili elektrik üreticisi sanayici konumuna uygun çalışma planı

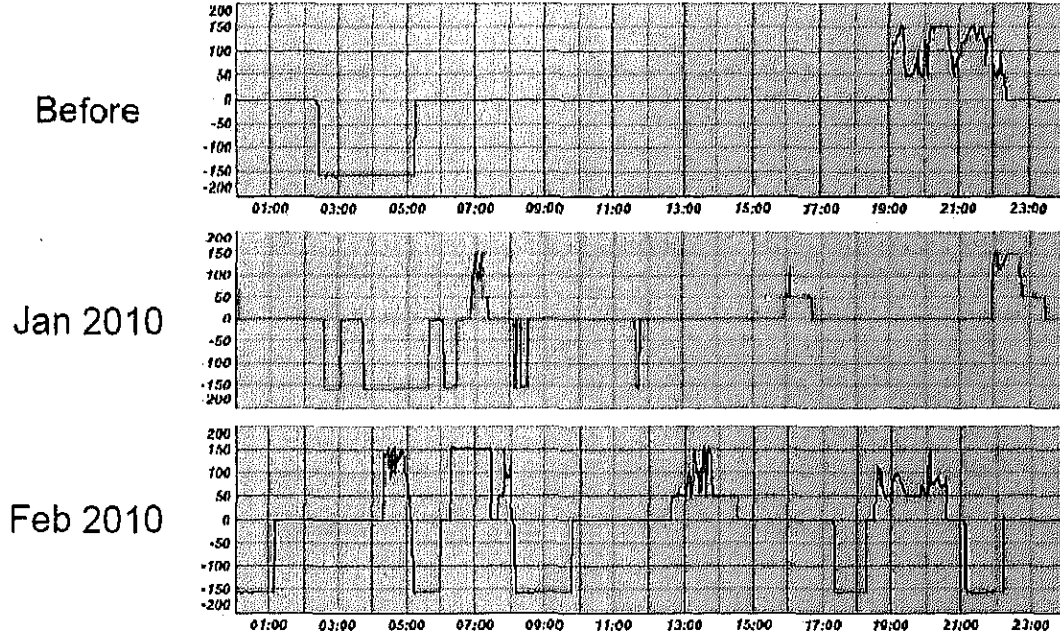
hazırlandıktan sonra, birlikte sahip oldukları enerji üretim santralini belirterek, enerji üretim santrali çift taraflı belirtilen çalışma planı düzenlenerek kararlaştırılır. Yine iii) durumunda, tesislerin işletim hakkına sahip olduğu halde teknik olarak tesislerin işletimini yapamadığı durumlarda, bunu satarak kar elde edilmektedir.

Pompa elektrik üretim santrali işletim modelinde 1998 yılındaki piyasanın liberalleşmesi öncesi ile sonrasında büyük değişiklik oldu. Liberizasyon öncesinde, talebin az olduğu zamanlarda su pompalamakta, maksimum talep zamanlarında elektrik üretmekte olduğu modeldi fakat, liberal piyasalarda, maksimum talep zamanları veya talebin az olduğu zamanlara bağlı olmaksızın, denge güç olarak yedek gücü (elektrik üretimi ile pompalama her iki yönlü) piyasada satmak amacı ile, genel olarak tam kapasite çalıştırmayan çalışma planı olmaktadır. Bundan dolayı, düzenli olarak enerji üretimi ile pompalamayı tekrarlayan durumda olup, çalışıp durma sayısı liberizasyon öncesine göre %78 daha fazla oldu. Yine, yukarıda söylendiği gibi elektrik üreticisi sanayici N-1 yüklenecek şekilde yedek gücü bulundurmaya zorunluluğu olması, black start için yedek güç bulundurma gereği, bu amaçla çalışma ile kapasite denetimine uyumluluk amacıyla pompa elektrik santralleri kullanılmasından dolayı, pompa elektrik santrallerinden rezerv güç sağlamak için tesis kullanım oranı düşüş eğilimindedir. Diğer termal enerji tesisleri gibi yerlerde de yedek güç bulundurma amaçlı minimum kapasite ile çalıştırma zorunluluğu durumları olup, verim düşmesine sebep olmaktadır.

Ek hizmetlerin içinde, TSO ikincil yedek güç sağlamak için türev pazarlardan temin edebilmektedir. TSO 9 şirket katılmakta ikincil pazarlara 15 dakikalık aralıklarla sürülen sürülmüş yedek güçden, ileride belirli bir zaman diliminin ikincil yedek gücün teklif bedeli ile aldığı hakkı (opsiyon) Elektrik üreticisi sanayicisinden satın alması üzerine, o günün arz talep durumu ve piyasa fiyatına göre aldığı haktan faydalanıp faydalanmayacağına karar verebilir.

Yakın yıllarda rüzgar gücü enerji üretimi başta yenilenebilir enerjinin büyük miktarda girişine bağlı, düşük talep zamanlarının dengeleme amaçlı yedek güç yetersizliği, güç alım satım fiyatı eksi olduğu durumlar meydana gelmektedir. 2009 yılında anlık rezerv gücün yetersizliği nedeni ile rüzgar gücü enerji üretiminin kapasite kısıtlaması ilk defa uygulanarak, 26 Aralık 2009 tarihinde, tatil nedeni ile düşük talep ve rüzgar gücü enerji üretimindeki artıştan kaynaklanan, enerji piyasalarının alım satım fiyatı ▲200 Euro/MWh kaydetmiştir.

2020 yılına kadar 30GW PV kullanıma girmesi, yine nükleer elektrik santrallerin durdurma planı olup, maksimum talep anında anlık rezerv gücün düşmesi, ve beraberinde voltaj desteği amaçlı reaktif güç kapasitesinin yetersizlik tehlikesi olup, sistemi elektrik kalitesinin devamı için pompa elektrik santrallerinin geliştirilmesi Alman Hükümeti tarafından istenmektedir.



Kaynak: RWE

**Figür 8. 2 Elektrik Piyasaları Öncesi ve Sonrası Pompalı Elektrik Santralleri Çalışma Modeli**

(b) İtalya Terna sistemi

İtalya'da bu zaman kadar Enel birleşik enerji şirketi iken, 2000 yılında üretim ve dağıtım ayrılarak, Enel enerji üretim şirketi, Terna ise TSO olmuştur, günümüzde İtalya'daki PSPP mülkiyetinin yarısından fazlası Enel'e ait olup, Edipower'in payı ile birleştirildiğinde %90 'ı bulmaktadır.

Enerji piyasası 2005 yılında açılarak, GME (Gestore dei Mercati Energetici S.p.A.) tarafından işletilmekte, elektrik enerjisinin ticaretinin yapıldığı enerji pazarı (Energy Market) ile Terna'nın işlettiği çalıştırdığı yedek güç (ikincil rezerv) ticaretinin yapıldığı dengeleme piyasasından (Ancillary Service & Balancing Market) meydana gelmektedir. Yine, anlık yedek rezerv (birincil rezerv) her elektrik üreticisi sanayiciye zorunlu tutulup, elektrik üretim tesis kapasitesinin %1,5 ini sağlamak gerekmektedir.

Pompalı Elektrik Üretiminin enerji üretim miktarı, olumlu ekonomik şartların etkisi ile 1990 yılı başları 4,000GWh dan büyük miktarda artarak, 2000 li yılların başında 10,000GWh e ulaşmıştır. 2002 yılı civarında güç arz talep durumuna tehdit oluşturmuş, üstelik 2003 yılının İtalya yarım adasında elektrik kesintisi sonrası, güç yetersizliğini gidermek için bir kaç yılda, 20Gw'lık CCGT yapılarak, 2005 yılında çalışmaya başlamıştır. Bu CCGT çok yüksek verimli olması nedeni ile ucuz fiyatla pazarda elektrik satışı yaparak, talebin az olduğu zamanlarda çalışır duruma gelmeye başladı. Buna bağlı olarak 2005 yılının enerji pazarı açılışı sonrası, Pompalı Elektrik Üretim Santrallerinin kapasitesinde hemen hemen değişim olmamasına rağmen, enerji üretim miktarı azalma eğiliminde olup, 2009 yılı finansal krizi etkisi ile talebin %6 azalmasıyla olup, 6,000Gwh'de kaldı.

2010 Yılında enerji pazarında enerji fiyatları ortalama 70 Euro / MWh düzeyinde, maksimum talep anında fiyat 90Euro / MWh düzeyinde, talebin az olduğu zamanlar fiyat 40 Euro / MWh düzeyindedir. Denge pazarında fiyat, enerji pazarı fiyatının yaklaşık 2 katına denk 120 ila 140 Euro / MWh dir.

Pompalı Elektrik Santralinin işletimi, enerji pazarlarında pompa kapasitesinin satın alınarak, denge pazarlarında elektrik satışı ile başarıya ulaşır. 2008 yılı, 2009 yılının Pompalı Elektrik Üretimi alım

satım gerçekleştirmelerine bakılırsa, enerji üretimi enerji pazarında %74, denge pazarında %26, pompa hidrolik enerji pazarında %52, denge pazarında %48 dir.

Denge pazarında, artan kapasite miktarının fiyatı ile düşüş miktarının fiyatı saatlere göre fiyatlandırılır. Terna bu teklif sonuçlarından, 1 gün öncesinde yedek gücün fiyat tablosunu hazırlayarak, bunu baz alan işletimi gerçekleştirmekte, çalışma gerçekleşen değerlerine göre ödeme yapmaktadır. Denge pazarlarında, Pompalı Elektrik Üretimi tüm saat dilimlerinde çift yönlü alım satımı yapılmakta olup, doruk arz ile aynı anda sistemin frekans dengesinede Pazar aracılığı ile katıldığı anlaşılabilir.

Avrupa komisyonu 2020 hedefini temel alarak, İtalyan hükümeti rüzgar gücünü (12GW), PV (8GW), biyokütleyi (8GW) büyük miktarda katma planı yürütmektedir. Rüzgar gücü, PV genel olarak güney bölgesi Sicilya Adası, Sardinnia Adasına yapımı planlanmaktadır fakat, bu bölgenin talep boyutu düşük, gücün İtalya merkez ve kuzey bölgelerine iletimi için güney kuzey arası sistemin güçlendirilmesi gereklidir.

Yine, günümüzde rüzgar gücü enerji üretiminin katılımına paralel talebin az olduğu zamanlar anlık yedek gücünün yetersizliği gerçekleşmeksizin, mevcut kurulu rüzgar gücü elektrik üretim tesislerinin kapasite kısıtlaması uygulanmamaktadır. Fakat, daha sonra, doğal enerji kaynaklarının artması ve uzun mesafeye nakledilen elektrik artışına bağlı, sistem frekans rakamının korunması, voltajın korunması amaçlı tesislerin ilaveten gerekli olacağı bilinmekte olup, Terna Pompalı Elektrik Üretimi, akümülatör, SVC gibi, eykileri ve ekonomik yönünü incelemektedir. İtalyan hükümeti sistem güç istikrarı amaçlı donanım olacak, bu donanımları Ternanın başında olduğu organizasyonun geliştirmesine ve montajına onayı vermeyi planlanmakta.

### 8.3.2 İşletme Modeli Teklifi

Bu durumda aşağıdaki fikirlerin iyice değerlendirilmesi

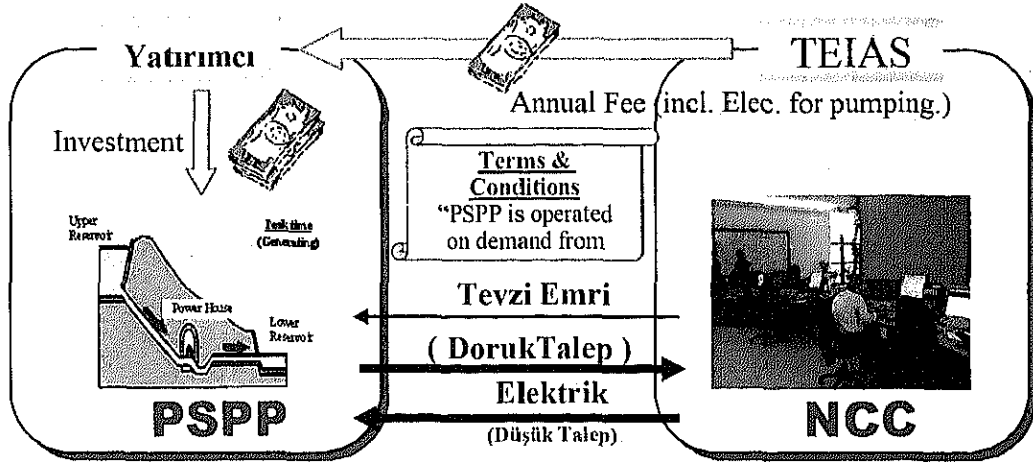
- Pompalı hidro elektrik santralin kullanımıyla gelecek faydaların yanı sıra, sistemin zorluklarını göze aldıktan sora elde edilen en büyük fayda, güç kalitesindeki (bakım frekansı, sürekli voltaj, kaza durumu stabilitesi gelişmiştir) artıştır. Bu anlamda, bu faydalar genelde tüketici tarafından hissedilir, elektrik fiyatları da çok fazla değildir, bu tarz bir sistemi her elektrik şirketi kurmak ister.
- Yakında AB Üyesi olmak  
Gerekli sistem gerekliliklerine bakıldığında, adil rekabet için mevcut engelleri olabildiğince kaldırmak gerekir.
- Yukarıda belirtilen riskleri olabildiğince minimuma indirmek  
Yatırım yaparken karşılaşılan en büyük risk, yeterli kar edememektir, riskleri azaltmak için gerekli önlemlerin alınması önemlidir.

(1) TEIAS'ın Her Yıl Ödemesi Gereken Miktar

Sahip: Özel Yatırımcılar

İnşaat Sermayesi: Özel Yatırım

Gelir Kaynağı: TEIAS'dan Gelen Yıllık Miktar



Figür 8.3 Pompalı Hidro Elektrik Santralin Alımının Örneği

TEIAS, sabit yıllık masraflı pompalı hidro elektrik santralin sahibi olarak, bu masrafları ödeyen sahip olarak daha fazla karı güvence altına alır. Sahip olarak, TEIAS'tan sabit yıllık masrafları almak yerine, sürekli TEIAS'ın NCC'nin isteklerine göre operasyon (Güç üretimi ve su pompalama) belirlemesi gerekir. Yıllık yapılması gereken bakım için gerekli süre ve bakım masrafları için TEIAS'tan izin alınması gerekir. Ayrıca pompalama gücü hakkında bilgiler de, TEIAS'ın kontrolündedir.

TEIAS, santralin günlük çalışması hakkında, bir gün önceden tahmin raporları alır, PMUM aracılığıyla üretim araçlarının durumunu öğrenir, fiyatlar çıkışın yapıldığı mazemelerin düşüklük oranına göre belirlenir. Bu durumda, pompalı hidrolik santralin gücü, pompalama operasyonu, çalışma süresiyle belirlenen net oran, daha sonra PMUM tarafından uygun bir fiyat olarak belirlenir.

(2) Tamamen Serbest Piyasada Güç Temini Bağımlılıkları

Sahip: Özel Yatırımcılar

İnşaat Sermayesi: Özel Yatırım

Gelir Kaynağı: Elektrik Fiyatı + Bağımlı Yoğunlaşma

Pompalı hidro elektrik santrallerin sahibi tam serbest piyasada, güç desteği ve bağımlılık sağlar, bu yaklaşımla kar elde edilir. AB sistemiyle tamamen aynı olursa, AB'nin gelişim zorunlulukları gibi çok fazla olmaz.

Bu raporda mevcut şartların geliştirilmesi, hidrolik pompa formülü içindeki özellikleri de artırır, özelliklere bağlı uygun sistemin geliştirilmesi gerekir. Bu durumdaki aşağıdaki iki teklif geçerlidir.

(a) Pompalı Hidro Elektrik santrallerinde yapılabilir çeşitli hizmetlerin uygun oranları

Aşağıdaki şekilde hizmet sağlandığında, gerekli miktar TEIAS tarafından ödenir.

- 1 saniyede frekans ayarı (Gündüz vakti, sabah saatleri talep ani bir biçimde arttığında, gece vakti)
- 1 dakikada frekans ayarı (Gündüz vakti, sabah saatleri talep ani bir biçimde arttığında, gece vakti)

- Bekleme operasyonu(Tesislerin arıza sonucu güç üretiminin durdurulması veya ani talep artışı durumunda destek sağlanır, sistem her zaman hazır, acil bir durumda sistem 5 dakika içinde devreye girer.)
- Voltaj ayarı (Reaktif güç üretimi)

(b) Tüm güç üretim tesislerinin kullanımı gereklidir

Güç sistemi tüm desteklerin olduğu bir yapıdadır (yenilenebilir enerji dahil) ve elektrik üretimi hedeflenir. Bu sayede, yardımcı özellikler olmadan üretim yapılırsa, bu fonksiyonun başka güç tesislerinden temin edilemesi gerekir.

(3) TEIAS Doğrudan İnşaat Yapar ve Sahiptir.

Sahip: TEIAS

İnşaat Sermayesi: Halk katılım (veya özel finans)

Gelir Kaynağı: Wheeling Charge

Pompalı hidro elektrik santrallerde gerilim frekansı, voltajın düzenlenmesi gerekir, sistemin güç üretimi kalitesi artar, aktarım hatları ve alt istasyonlarda TEIAS'a ait olduğu için bu noktada serbest kullanım mümkündür.

(4) TEIAS Sabit Tesis Utilizasyonu Sağlar (Al ya da Öde anlaşması)

Sahip: Özel Yatırımcılar

İnşaat Sermayesi: Özel Sermaye

Gelir Kaynağı: Elektrik fiyatı + (İşlem az olduğu durumlarda TEIAS tarafında ödenen garanti ücreti)

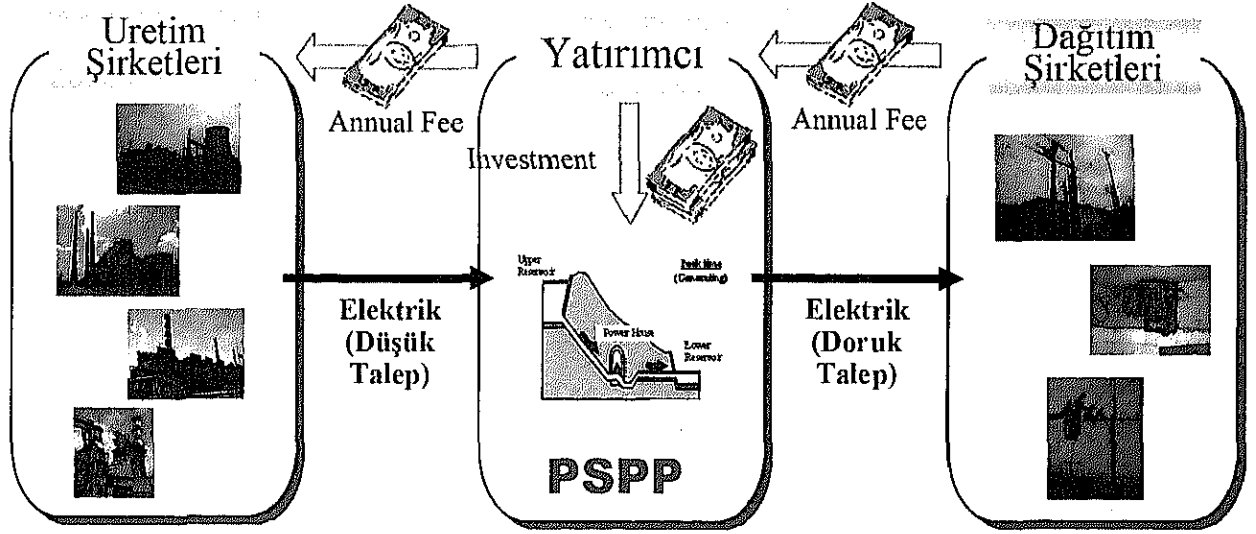
Teklif (1) ve Teklif (2) arasında bir tekliftir. Mevcut seviyede ödemeye yapılır, sistem düzgün çalışmayıp pompalı hidro elektrik üretimi yeterli olmazsa, Teklif (2)'de olduğu gibi elektrik parası + sistem için yeterli gelir ödenir, kapasite faktörü düzeldiğinde (%5 seviyesinde) ya da daha yukarı çıktığında eski düzene dönlür. Ancak, yılarıda belirtilen pompalı hidrolik kapasite faktörü, büyük ölçüde artz talep gibi dış faktörlerden etkilenir, bu faktörleri tahmin etmek çok zor olduğundan, yapıcı kararların verilmesi de zordur.

Tedbir olarak, pompalı hidro elektrik santralin sahibi ve TEIAS arasında, önceden belirlenmiş bir pompalı hidro elektrik formülü saptanır, TEIAS, elektrik üretimi oranına bakmadan, sahibin bu oranı elde etmesini sağlar.

Temel olarak, pompalı hidrolik santralin sahibi tam serbest piyasadadır, gücü ve yardımcı servisleri kendi temin eder, geliri ödenmektedir ama TEIAS gerekli ihtiyaçları sahipten bekler, operasyon, bekleme ve benzeri konuları belirleme hakkına sahiptir. Sonuç olarak eğer güç minimum miktarın altında olursa sahip çekilebilir, TEIAS en düşük orandan aradaki farkı öder. Diğer yandan, sahip minimum üretim yaptığıında, önceden belirlenmiş parayı kaaznmış olur, iki tarafta şartları yerine getirmiş olur.



- (5) Güç Dağıtım Şirketi ve Üretim Şirketi Arasında Uzun Vadeli Anlaşma  
Sahip: Özel Yatırımcılar  
İnşaat Sermayesi: Özel Yatırımcı  
Gelir Kaynağı: Dağıtım Şirketinden Yıllık Ödeme



Figür 8. 4 Pompalı Hidro Elektrik Santraline Sahip Olma Örneği

Pompalı hidro elektrik santralının sahibi, bir kaç dağıtım şirkettir, doruk talep süreleri üzerinden uzun vadeli anlaşmalar yapılır, belirlenen utilizasyon faktörünü sabit tutarak gelir garantilenir.

Pompalı hidro elektrik santrali hakkında, bir kaç güç şirketi bağlantılı anlaşmalarla üretim yapar, böylece su pompalaması sonucu fiyat artışı olmaz.

(6) Sonuç

Bu zamana kadar bahsettiğimiz 5 taslak ile ilgili yatırımcı açısından görünen riskten kaçınabilmek, ulusal politikalara uygunluk, EU yönetmeliklerine uygunluk, kaliteli enerjinin arzı diye ifade edilen 4 kısımda tüm tasarıları karşılaştırarak aşağıdaki çizelgede gösterdik.

**Tablo 8.1 İş Model Tasarıları Karşılaştırılması**

	1	2	3	4	5
	TEIAS'ın Her Yıl Sabit Miktarda Ödeme Teminatı	Elektrik Arzı + Ek Hizmetler Uygulanması	TEIAS'ın Doğrudan Yapım ve Mülkiyeti	TEIAS'ın Sabit Alım Teminatı	Uzun Vadeli Karşılıklı Alımın Uygulanması
Mülkiyet Sahibi	Özel Yatırımcılar	Özel Yatırımcılar	TEIAS	Özel Yatırımcılar	Özel Yatırımcılar
Yapım Sermayesi	Özel Sermaye	Özel Sermaye	Kamu Sermayesi	Özel Sermaye	Özel Sermaye
Gelir Kaynakları	TEIAS'dan Yıllık Kullanım Bedeli	Elektrik Arz Karşılık Bedeli + Servis Bedelleri	Wheeling Charge	Elektrik Arz Karşılık Bedeli + TEIAS'dan Destek	Dağıtım Şirketinden Yıllık Kullanım Bedeli
Yatırımcı Açısından Görünen Riskten Kaçınabilme	⊙	×	—	○	△
Ulusal Politikalara Uygunluk	△	⊙	×	○	○
EU Talimatlarına Uygunluk	×	⊙	×	△	△
Yüksek Kalitede Elektrik Sağlama	⊙	○	⊙	△	△
Sıra (Şimdiki Şartlara Göre)	1	×	1	2	×
Sıra (Gelecekte)	×	1	×	3	2

Yatırımcı yönünden bakıldığında, riskten kaçınmak açısından her yıl düzenli gelirin sağlanacağı, ilk tasarı çok çekici olup, bütün geliri pazara bağımlı kılan ikinci tasarı en arkadadır. Ulusal politikalara uyumluluk yönünden bakıldığında, 4628 sayılı kanunun amaçlarına paralel ikinci tasarı çok çekici olup, kamu sektörünün gelişimi uygulayacağı üçüncü tasarı en arkadadır. EU talimatnamelerine uygunluk yönünden ikinci tasarı çok çekici olup ilk tasarı ve üçüncü tasarı en arkadadır. Yüksek kaliteli elektrik sağlanması yönünden ilk tasarı ve üçüncü tasarı çok çekicidir.

Ek hizmetlere yönelik uygun bedel ödenmediği koşullarda ikinci tasarı tercih edilse bile, yatırımcı gelir yönünden riski çok büyük olduğu için yatırım kararı veremeyeceğinden, PSPP'nin sisteme katılım olasılığı oldukça düşüktür. Elektrikte kalite sağlanması önlemlerinden biri olarak PSPP'nin katılımı düşünülmesi durumunda ise belli bir süre için ilk tasarıyı veya üçüncü tasarıyı seçerek, ek hizmetlere yönelik uygun bedel ödenecek şekilde düzenlenmelerin yapılması sonrası ikinci tasarıya geçiş yürütülür.



