



ENERJİ VERİMLİLİĞİ
FORUM ve FUARI
11-12 Nisan 2019 - İSTANBUL

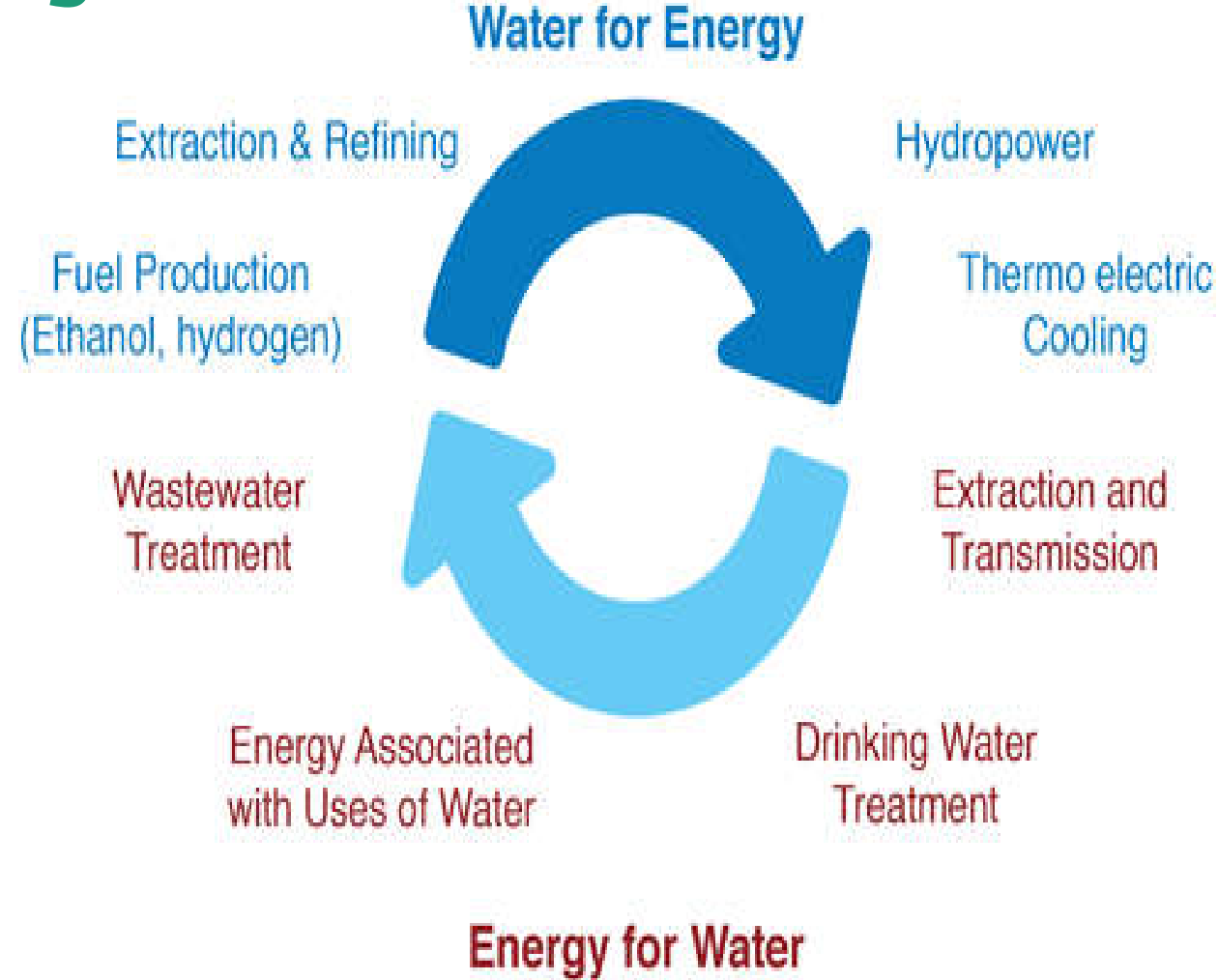


İÇME SUYU TESİSLERİNDEN ENERJİ ÜRETİMİ VE KARBON SALINIMININ AZALTILMASI

Sadık DERTLİ
Elektrik-Elektronik Mühendisi
Trabzon İçmesuyu ve Kanalizasyon İdaresi

Su Temini ve Enerji

- Dünya genelinde su dağıtımı için tüketilen enerji, küresel enerji kullanımının %7'sini oluşturmaktadır.
- Dolayısıyla su-kanal idarelerinin en önemli gider kalemlerinden biri de enerji giderleridir



İçme Suyundan Elektrik Üretimi (Hydropower)

- İdaremizin (TİSKİ) 2018 yılına kadar enerji üretimiyle ilgili sadece Tonya Veli Tepesinde 2007 yılında tarafımızdan devreye alınmış 5kW offline bir GES sistemi mevcut idi.
- Bu tesis de enerji iletim zorluklarından dolayı yapılmış ülkemizin ilk offline Güneş Enerji Sistemlerinden (GES) biridir.
- Buna karşılık yıllık 35GWh'i aşan bir elektrik tüketimimiz mevcuttur
- İdaremizin (TİSKİ) yeterli hidroelektrik potansiyeli olduğunu ilk aylarda fark etmiştik



İçme Suyundan Elektrik Üretimi (Hydropower)



- Sıradan bir musluk akışında bile
- **150W'a kadar potansiyel enerji mevcuttur**
- Aynı enerjinin on binlerce hatta yüzbinlerce katı da içme suyu hatlarında sürekli olarak akmaktadır
- İçme suyu isale hatlarında var olan enerji, basınç ve debinin çok daha yoğun olması nedeniyle megavatlar seviyelerine çıkabilmektedir
- Özellikle şehir ana isale hatları ideal içme suyu HES mekanlarını oluşturabilmektedir
- Bu potansiyel enerji her an kendi kendine akmakta ve teknik altyapıda kaybolmaktadır

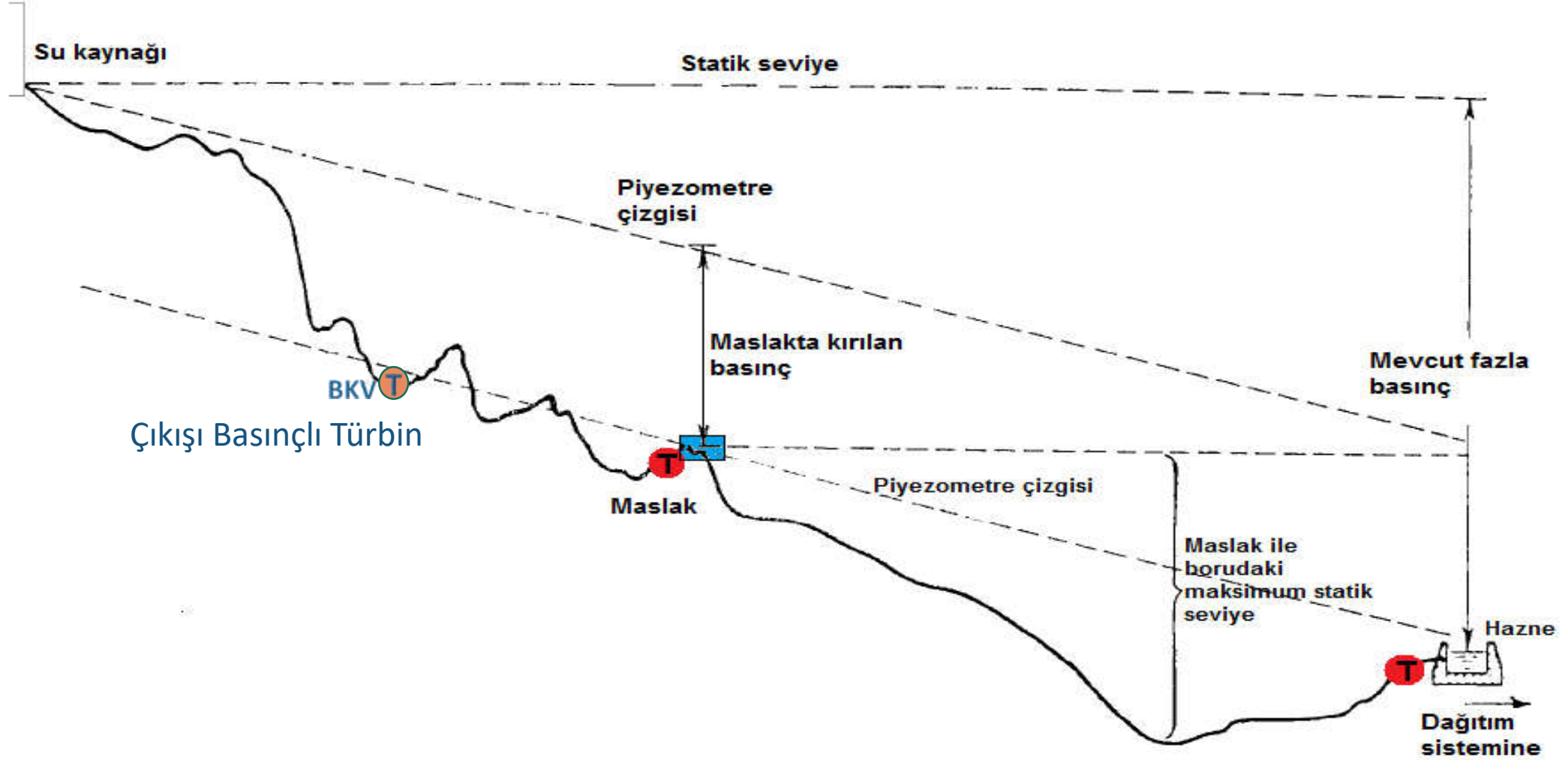
İçme Suyundan Enerji Üretimi

Avantajları

- Kullanılmayan enerjiyi insanlığın hizmetine sunarlar
- Çevreye zarar vermez, teknik alt yapıyı korurlar
- Elektrik hat kayıpları genelde çok düşüktür
- İlave ENH kapasite yatırımları yok denecek kadar azdır
- İlk yatırım değerleri çok düşüktür
- Yatırım geri dönüş süreleri kısadır
- Havalandırma görevi yaparak su kalitesini arttırabilirler
- Tesisat ömrünü uzatır, kaçak ve kayıpları azaltırlar
- Karbon salınımını azaltırlar



İçme Suyundan Elektrik Üretimi (Hydropower)



Maslak & BKV yerine türbin kullanılabilecek noktaların belirlenmesi

Güç Hesabı ve Verimlilik

$$P = Q \rho g H e_o$$

P : güç (watt)

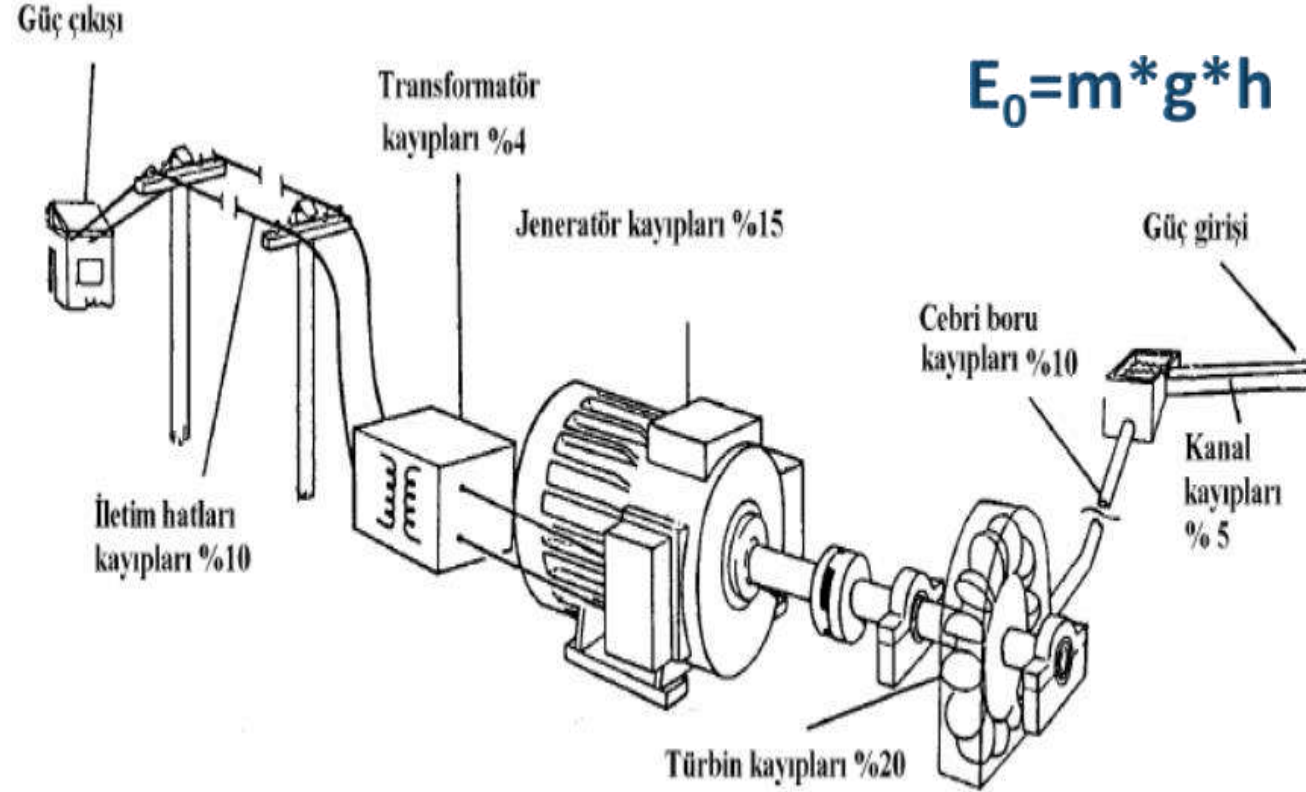
Q : debi (m³/s)

ρ : suyun yoğunluğu (kg/m³)

g : yerçekimi ivmesi (9,81 m/s²)

H : mevcut su yüksekliği (basınç) (m)

e_o : toplam verimlilik ($\approx$ % 50 -88)



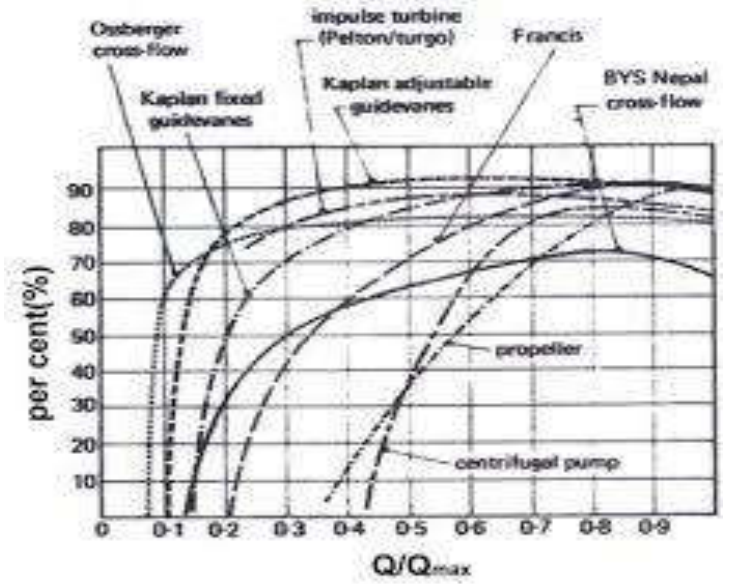
Şekil 5. 1 Bir Hidroelektrik Santralde Toplam Güç Çıkışı ve Kayıplar

$$e_o = \eta_{\text{inşaat}} \times \eta_{\text{cebri boru}} \times \eta_{\text{türbin}} \times \eta_{\text{jeneratör}} \times \eta_{\text{transformatör}} \times \eta_{\text{nakil hattı}} \times \text{Güç girişi}$$

İçme Suyundan Enerji Üretimi

Dikkat Edilecek Hususlar

- İçme suyu **debileri genelde değişken** olduğundan sadece bazı türbin tiplerine elverişlidirler
- Debileri genelde nehir-baraj tipi HES'lerden daha düşüktür
- Sayıca çoğunluğu mikro HES grubundadır
- Otomatik By-Pass hattı zorunlulukları vardır
- Membanın mansaptan yüksek olduğu eğimli coğrafyalarda yapılabilmektedirler

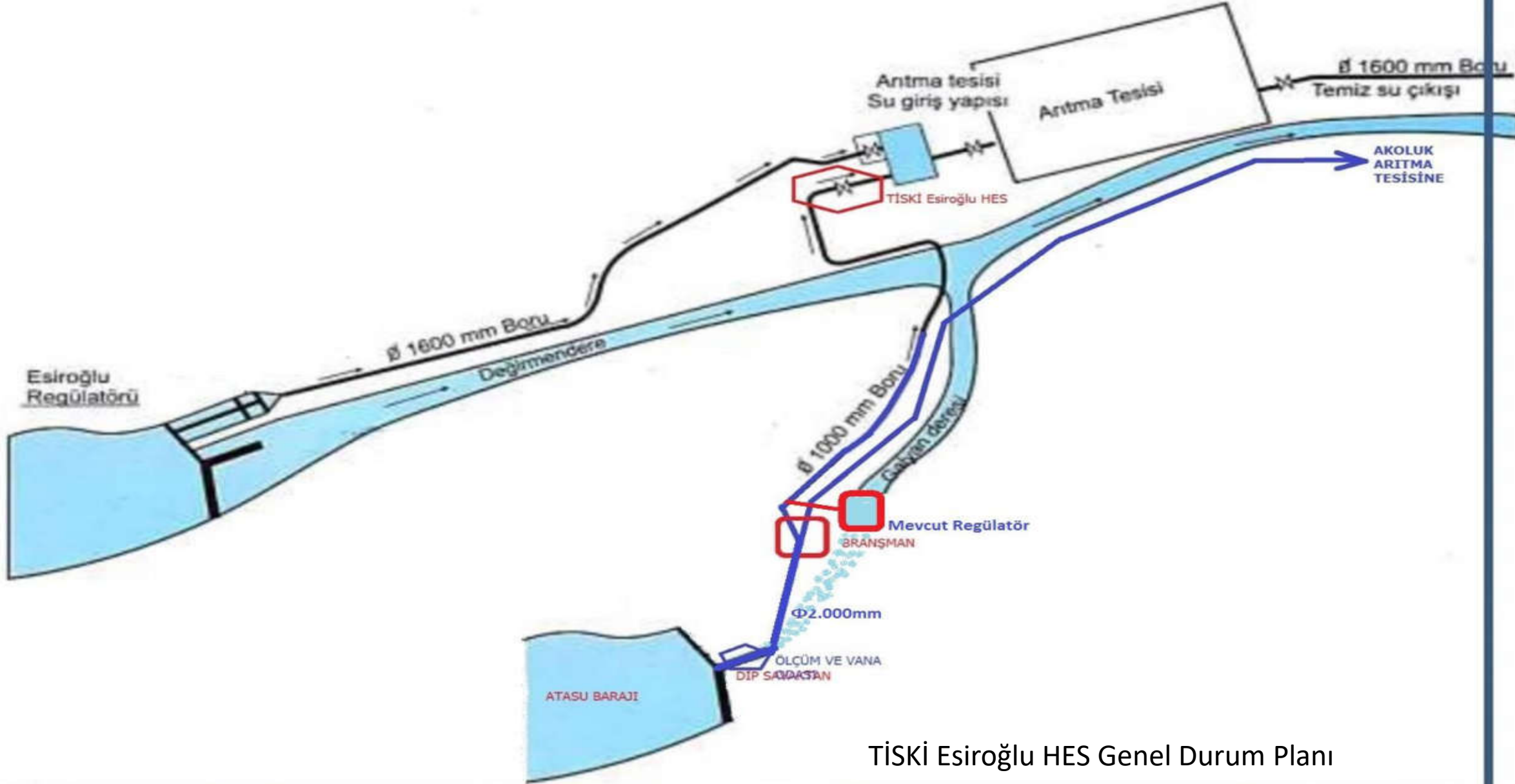


İçme Suyundan Enerji Üretimi

TİSKİ İçme Suyundan HES Planlamaları

S. NO	TESİS ADI	GÜC	YILLIK KAPASİTE	PİYASA DEĞERİ (USD)	AŞAMASI
		(kW)	(MWh/Yıl)		
1	TİSKİ Esiroğlu HES (İPA)	2.240	19.500	1.750.000	Yapım
2	Karakaya HES	90	500	45.000	İdari Onay
3	Karakaya HES 2	90	500	45.000	Proje
4	Arsin-Sürmene Grup HES	110	700	63.000	Proje
5	Beşikdüzü A.D. HES	80	400	36.000	Proje
6	Vakfıkebir A.D. HES	100	500	45.000	Proje
7	Akçaabat İAT HES	80	400	36.000	Etüt
TOPLAM		2.790	22.600	2.020.000	YILLIK

- Güç azaldıkça içme suyundan elektrik üretilebilecek nokta sayısının da arttığı gözlemlenmiştir
- Örneğin 50-120kW arasında 11-12 nokta, 15-50kW yaklaşık 25-30 nokta civarlarında toplam potansiyelimizin olduğunu gördük

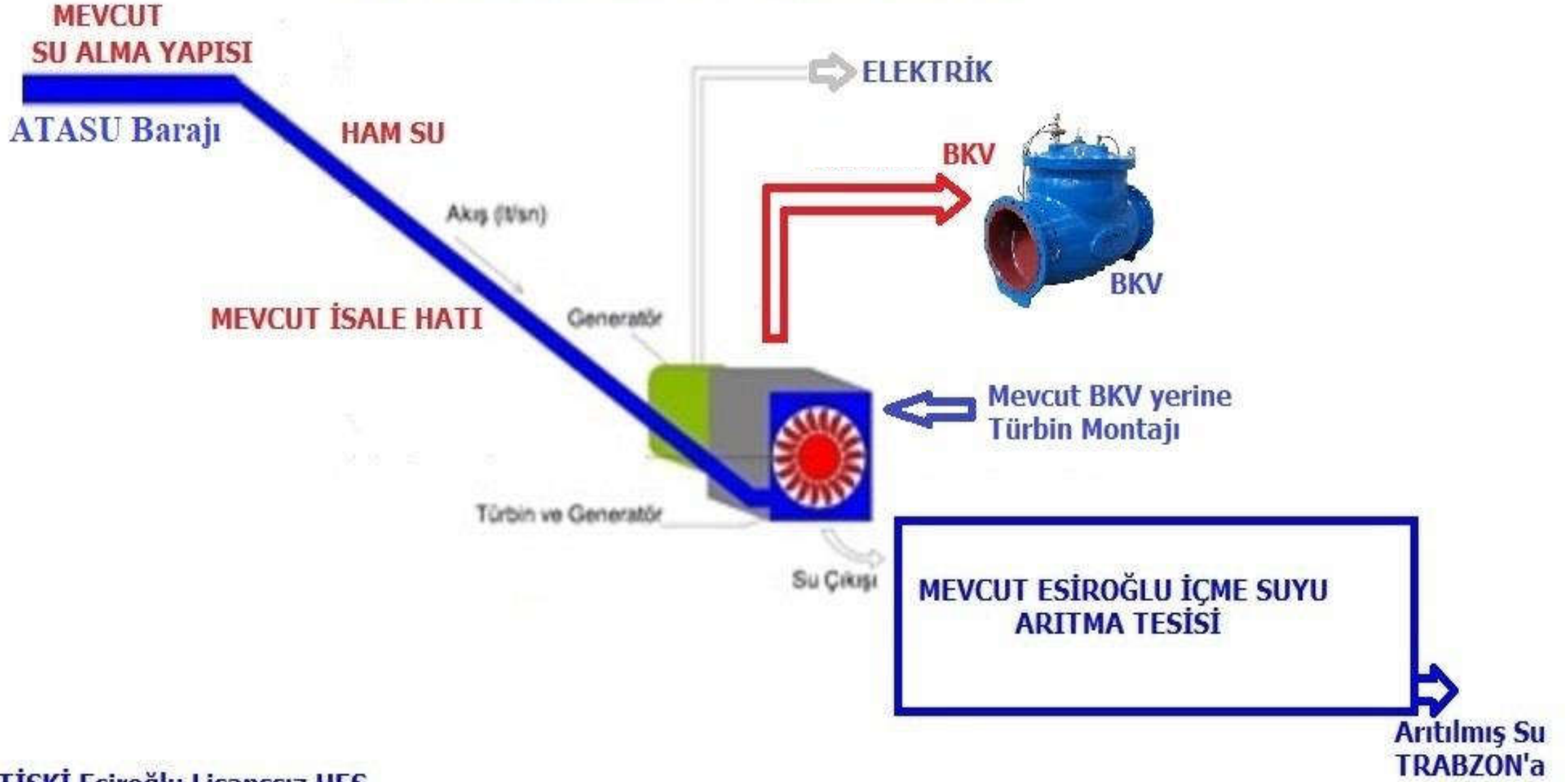


TISKİ Esroğlu HES Genel Durum Planı

TİSKİ Esiroğlu HES Genel Özellikler

- Tünel, su alma yapısı, regülatör, su rejimi değişikliği, su yatağı değişikliği...vb durumların hiç biri mevcut değildir
- İçme suyu açısından tek değişiklik mevcut basınç kırıcı yerine by-pass hattı ile türbin konulacaktır
- Bu sayede basınç kırıcıda kırılan potansiyel enerji elektrik enerjisine dönüştürülecektir
- ETKB bu tür tesisler için lisans talep etmemektedir
- Bu tür tesisler için ÇED raporu gerekli değildir

LİSANSSIZ HES ÇALIŞMA PRENSİBİ



TİSKİ Esiroğlu Lisanssız HES



TİSKİ Esiroğlu HES Enerji Nakil Hatları



TİSKİ Esiroğlu HES Santral Kurulum Sahası

TİSKİ Esiroğlu HES

İPA Program Kronolojik Süreci

- 2015 yılında mevcut ana isale hatlarımızın Katodik Koruma ölçümleri esnada tesisin yüksek enerji potansiyeli fark edildi
- Kasım 2017’de ETKB ve CFCU tarafından ortak yürütülen «**Belediyeler İçin Yenilenebilir Enerji ve Enerji Verimliliğine Yönelik Tedarik**» programına alınıp projelendirildi
- 2017 yılında baraj ile regülatör arası basınçlı hat kısmı tamamlandı
- Mart 2018 tarihine kadar revize proje ile güç 2,24 MW’a çıkarılıp DSİ formatlı fizibilite raporu hazırlandı
- Haziran 2018’de hibe iptal riskiyle karşı karşıya geldi (mali & süre)
- 2019 Şubat ayında [EuropeAid/139703/IH/SUP/TR \(supply\)](#) ihale kodu ile ihalesi ve sözleşmesi tamamlandı
- Yer tesliminin bu ay içerisinde yapılması beklenmektedir
- 2019 yılı içerisinde yapımının tamamlanması hedeflenmektedir.

TİSKİ Esiroğlu HES Toplam Nakit Akışı

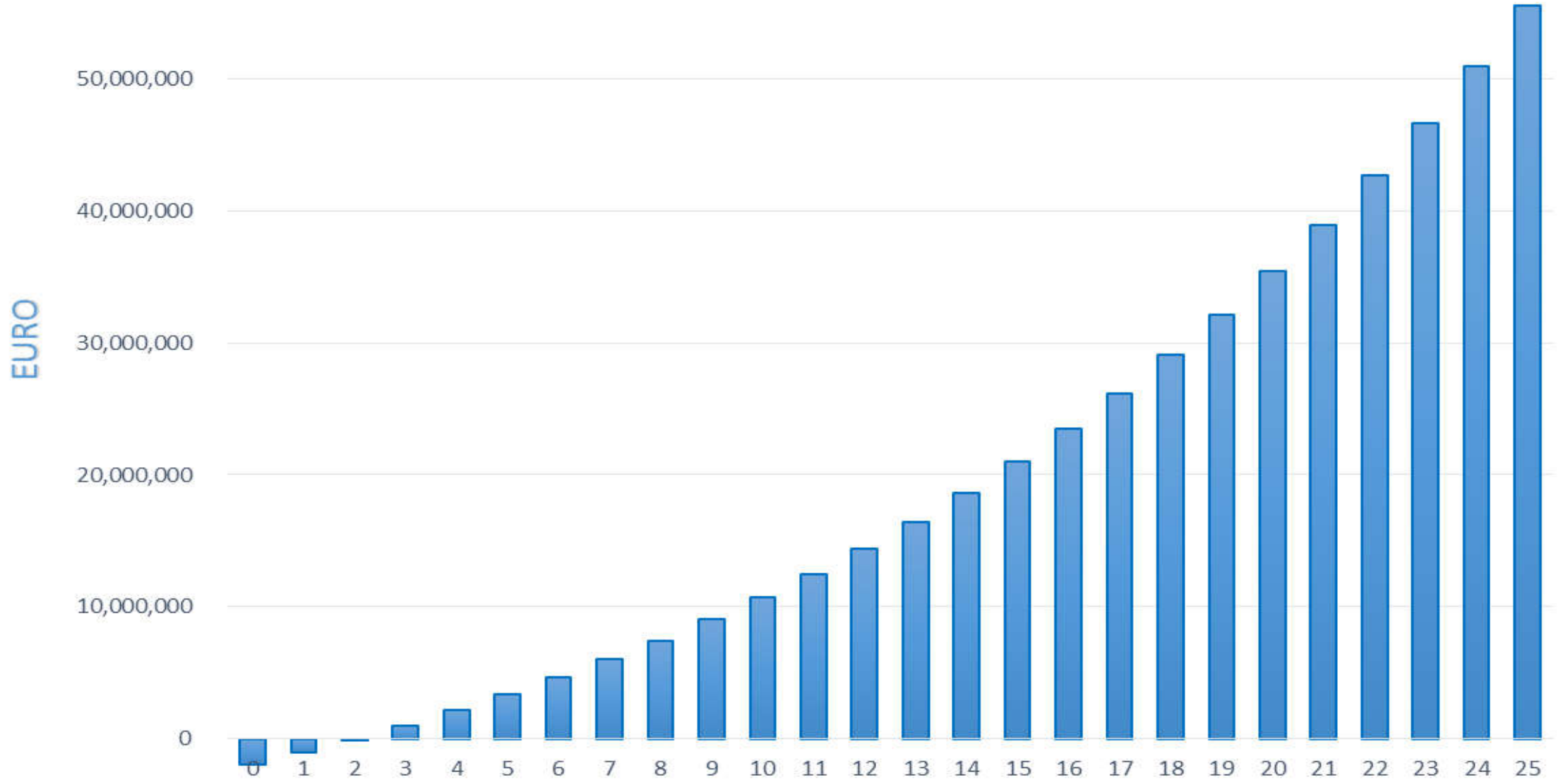


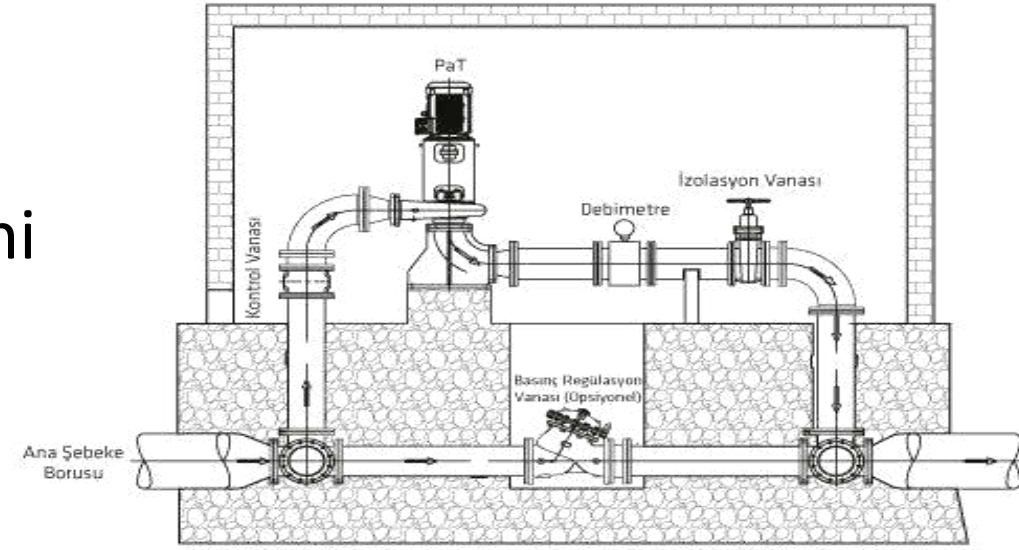
Figure 4: Project 1 Total Cash Flow

TİSKİ Esiroğlu HES Beklentilerimiz

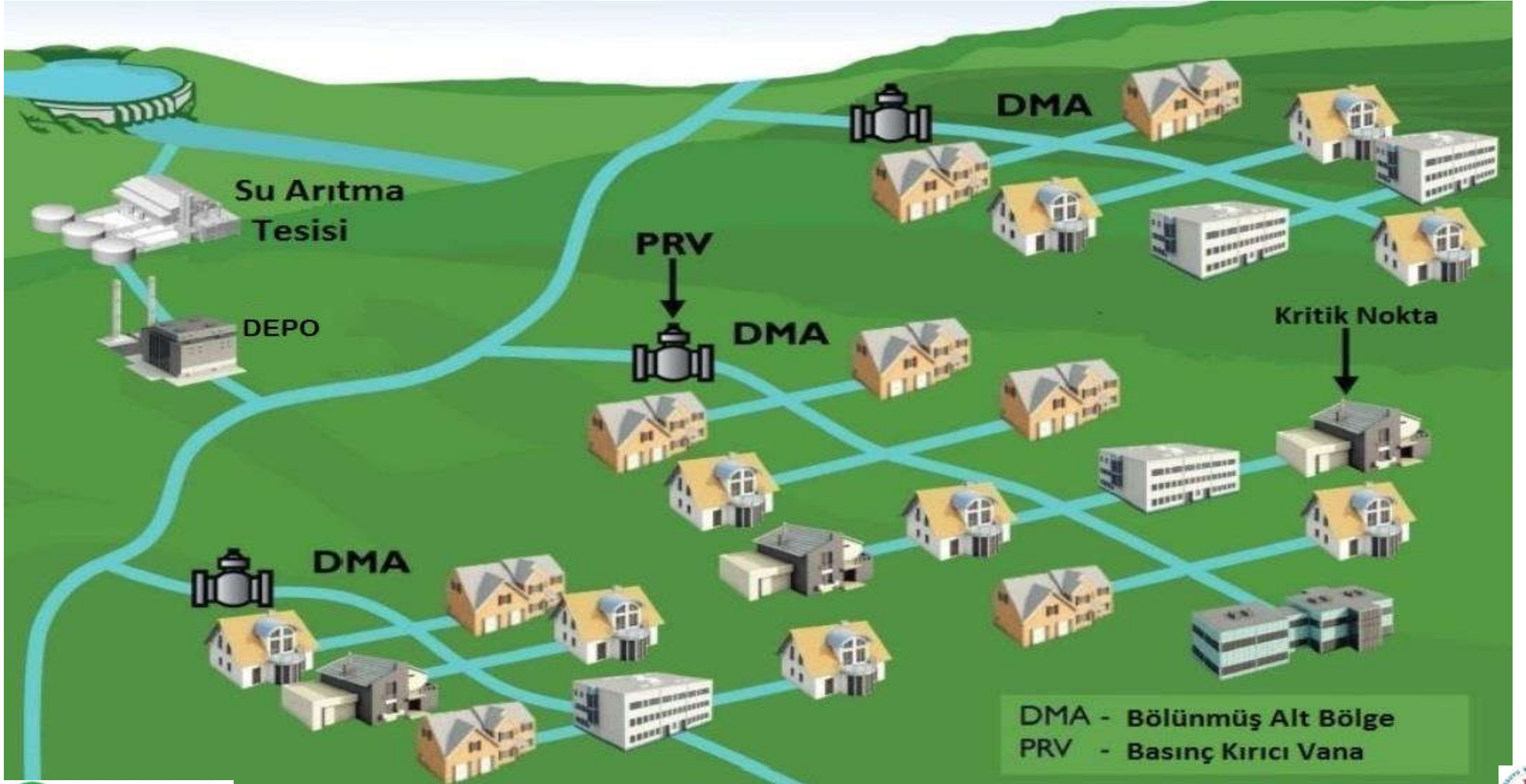
- TİSKİ Esiroğlu HES sayesinde yılda en az **9.431,5 ton CO₂eq** emisyonu azalımı sağlaması (844,9 ton CO₂eq tesiste)
- Yıllık **19,5GWh**'e kadar elektrik enerjisi üretmesi (TİSKİ yıllık toplam elektrik tüketiminin %55'i)
- İdaremizin elektrik giderlerinin **yıllık 1,6 milyon dolarlık** kısmını karşılaması
- 2 yıldan önce toplam yatırım değerini amorti etmesi
- **İdaremize ve diğer belediyelere potansiyellerinin keşfinde farkındalık oluşturmaları**
- Boşa akmakta olan potansiyel enerjiyi insanlığın hizmetine sunması
- İdaremizin daha kolay yatırım kararları almasını sağlaması
- Su faturaları üzerindeki fiyat artışı baskısını azaltması beklenmektedir.

TİSKİ Karakaya HES

- TİSKİ Karakaya HES prototip olarak tasarlanmış, Esiroğlu HES'in 1/30 (75kW) gücündedir
- Arıtma tesisi girişinde en az 15mss (1,5 Atm) basınç istendiğinden çıkışı basınçlandırılabilen pompa tipinde türbin (PaT) kullanılmıştır
- Mevzuat iş ve işlemlerde tecrübelenmemize katkı sağlamıştır
- Yıllık piyasa değeri 45.000USD civarlarında elektrik enerjisi üretecek olup; yatırım değerini 13 ayda karşılayacağını hesaplamaktayız
- Tipinin ilk online örneğidir

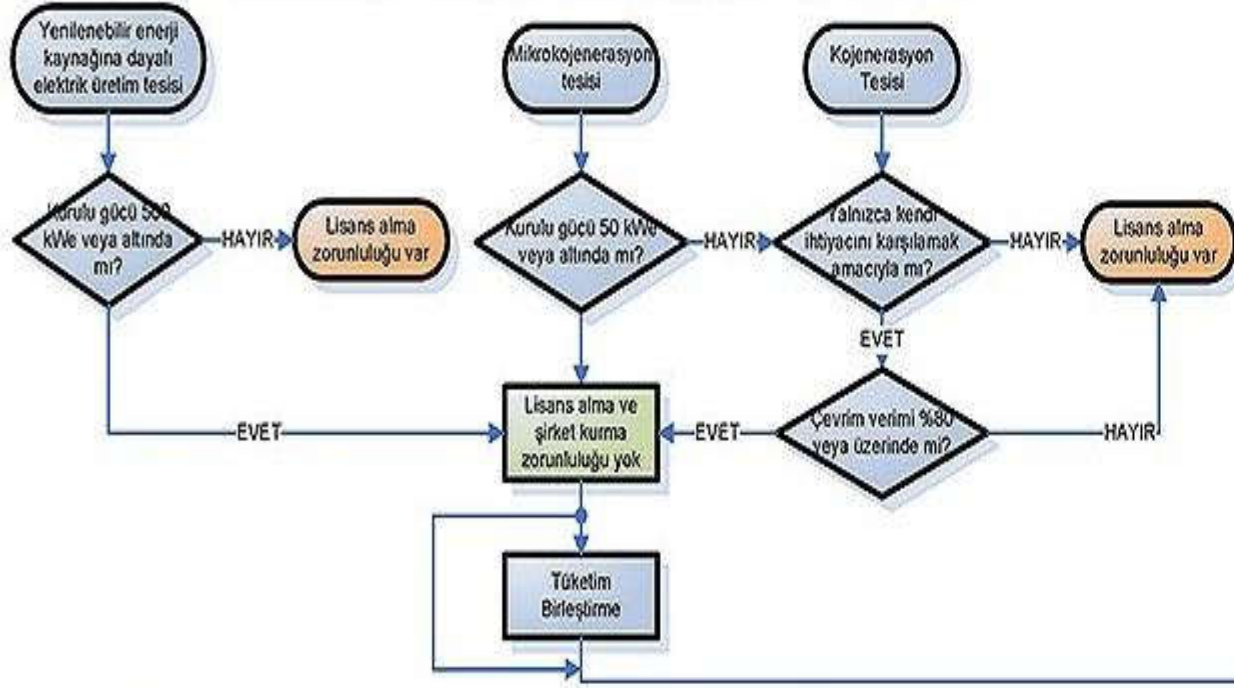


İçme Suyu Şebekesinden Elektrik Üretimi



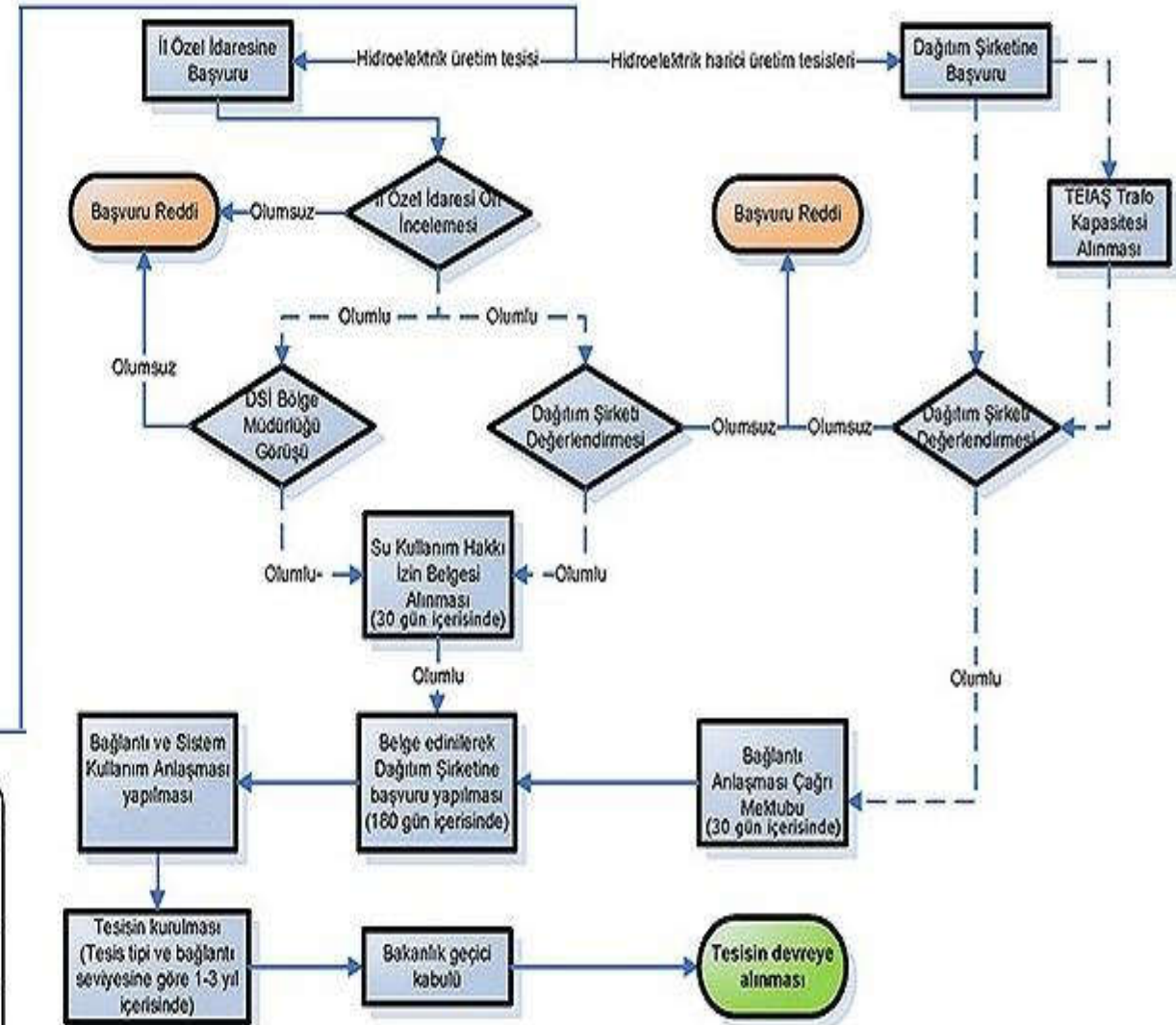
Mevzuat (Lisanssız Elektrik Üretimi)

Lisanssız Elektrik Üretimine dair Yol Haritası



AÇIKLAMALAR:

- (1) Bu doküman bilgi verme amaçlı olup eksiklikler içerebilir; Resmi Belge niteliği taşımamaktadır. Ayrıntılı bilgi için Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmeliğe başvurulmalıdır.
- (2) Kesikli oklar bilgi amaçlı olup yatırımcılar tarafından takip gerektirmeyen işlemleri belirtmektedir.
- (3) Dağıtım Şirketi, ilgili bölgede faaliyet gösteren Elektrik Dağıtım Şirketini belirler. Üretim tesisi kuracak kişilerin üretim tesisleri ile tüketim tesisleri aynı dağıtım bölgesi içerisinde olmak zorundadır.
- (4) İlgili il özel idaresi, su kullanım hakkı izin belgesini ancak başvurunun DSİ taşra teşkilatınca üretim tesisinin yapımının su rejimi açısından uygun bulunduğuna dair görüşü ve ilgili dağıtım şirketinin uygun bağlantı görüşünün birlikte bulunması halinde düzenleyebilir.
- (5) Bağlantı ve Sistem Kullanım Anlaşması yapılması için gerekli belgeler Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmeliğin 9. Maddesinde belirtilmiştir.
- (6) Bakanlık: T.C Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı



Mevzuat

- Belediyeler için LEÜ yönetmeliğinde bazı pozitif ayrımcılıklar öngörülmektedir
- Ancak belediyeler bu potansiyellerini yeterince kullanamamışlardır
- Mevcut LEÜ Yönetmelik gereği sıkıntı çekilen bazı noktalar vardır
- 2019 yılında «**Elektrik Piyasasında Lisanssız Yürütülebilecek Faaliyetlere İlişkin Yönetmelik**» adını alacak yeni yönetmelikle ilgili bazı taleplerimiz ETKB' ile paylaşılmıştır

Su Kullanım İlanı

- Yönetmelik gereği içme suyu HES tesisleri, diğer HES'lerden ayrılmadığından İl Özel idarelerince «**su kullanım hakkı izin belgesi**» amacıyla ilana çıkmaktadır
- İlan ile içme suyu hatları kar amaçlı şirket başvurularına açılmaktadır
- Ayrıca ilan sürecinin sonuçlanması birkaç ayı bulabilmektedir

Tahsisli İçme Suyuna DSI Görüşü

- İnsani kullanım ve içme suyu tahsisleri 1. önceliğe sahiptir
- Tahsis kararları bulunan ve fiilen içme suyu olarak kullanılan tesislerde basınç kırıcı yerine koyacağımız türbinden ibaret HES'ler için DSI görüşü aranmamasının esas olması gerektiği düşünülmektedir

Proje Onayı ve (TEMSAN) Süreci

- Küçük santral projelerinin onay işlemleri (ETKB adına) TEMSAN tarafından yürütülmektedir.
- TEMSAN yönetmeliğine göre Lisanssız HES'ler “KESİN PROJE” ile başvurması gerekmektedir, ÖN PROJE ile lisanssız santral başvurusu yapılamamaktadır
- Kesin proje için «**Türbin Uygunluk Belgesi**» ve «**Üniversite Onayı**» **dolayısı ile türbinin üretilmiş olması** gerekmektedir
- Kamu Kurumları ihale yapmadan ve türbin alamayacağından kesin proje sunmaları mümkün değildir. 4734 sayılı kanuna göre de onaylı projesi olmayan yapım işi ihale edilememektedir.
- Küçük türbinler hemen imalata geçmekte, ancak mevzuat sürecinin tamamlanması uzayabilmektedir (Karakaya HES gibi)

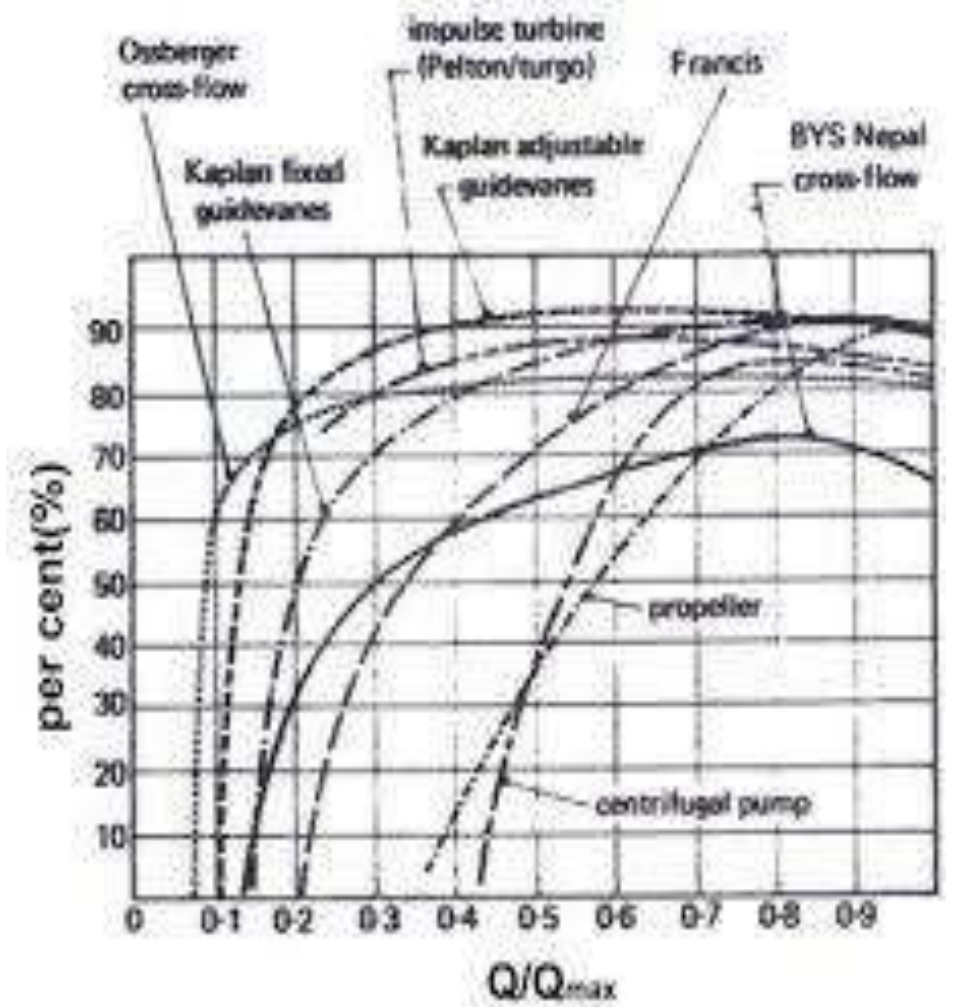
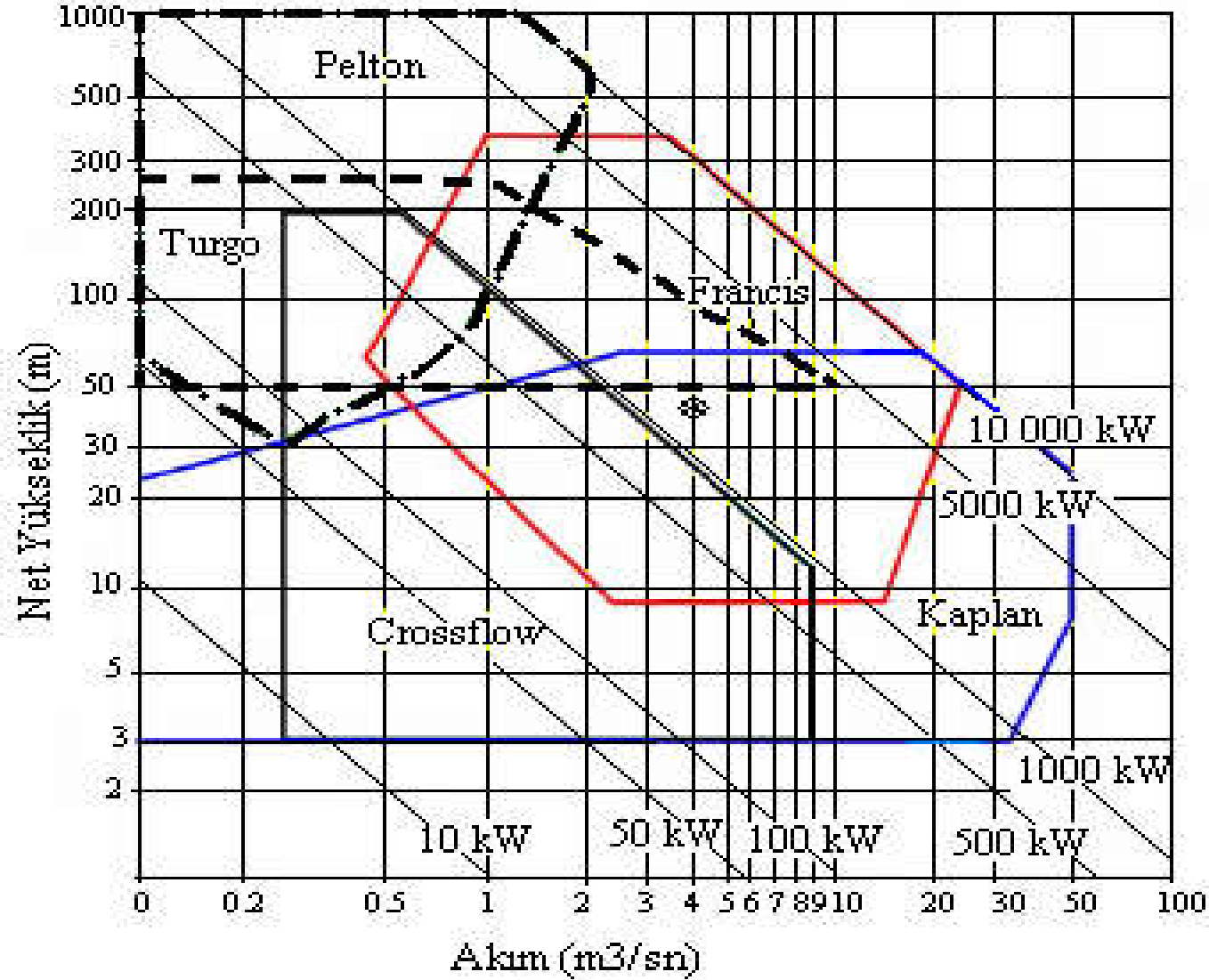
Mevzuat (Lisanssız Elektrik Üretimi) mikro HES mevzuat ihtiyacı

- Belediyelerin ya da su-kanal idarelerinin kendi depo-maslak girişlerinde yapacağı basınç kırıcı mantığında çalışacak **mikro HES'ler (5-100kW)** için; daha basit yeni bir yönetmelik çıkarılması gerektiği kanaatindeyiz (Çatı GES gibi)
- Mevcut yönetmeliklerle maslaklarda ve BKV'lerde yok olan mikro HES potansiyel enerjisini bu güne kadar insanlığın hizmetine sunabilen idare pek olmamıştır
- TİSKİ için maslak & BKV tipi mikro HES (5-100kW) potansiyeli 2 MW civarlarında olup; bu da yıllık 11GWh civarlarında bir enerji üretimine denk gelmektedir
- Bu hesaplamalara 100kW üstü tesisler dahil değildir
- ETKB için çok küçük görünen bu enerji, belediyeler için sürdürülebilirlik kaynağı olabilecek potansiyeldedir

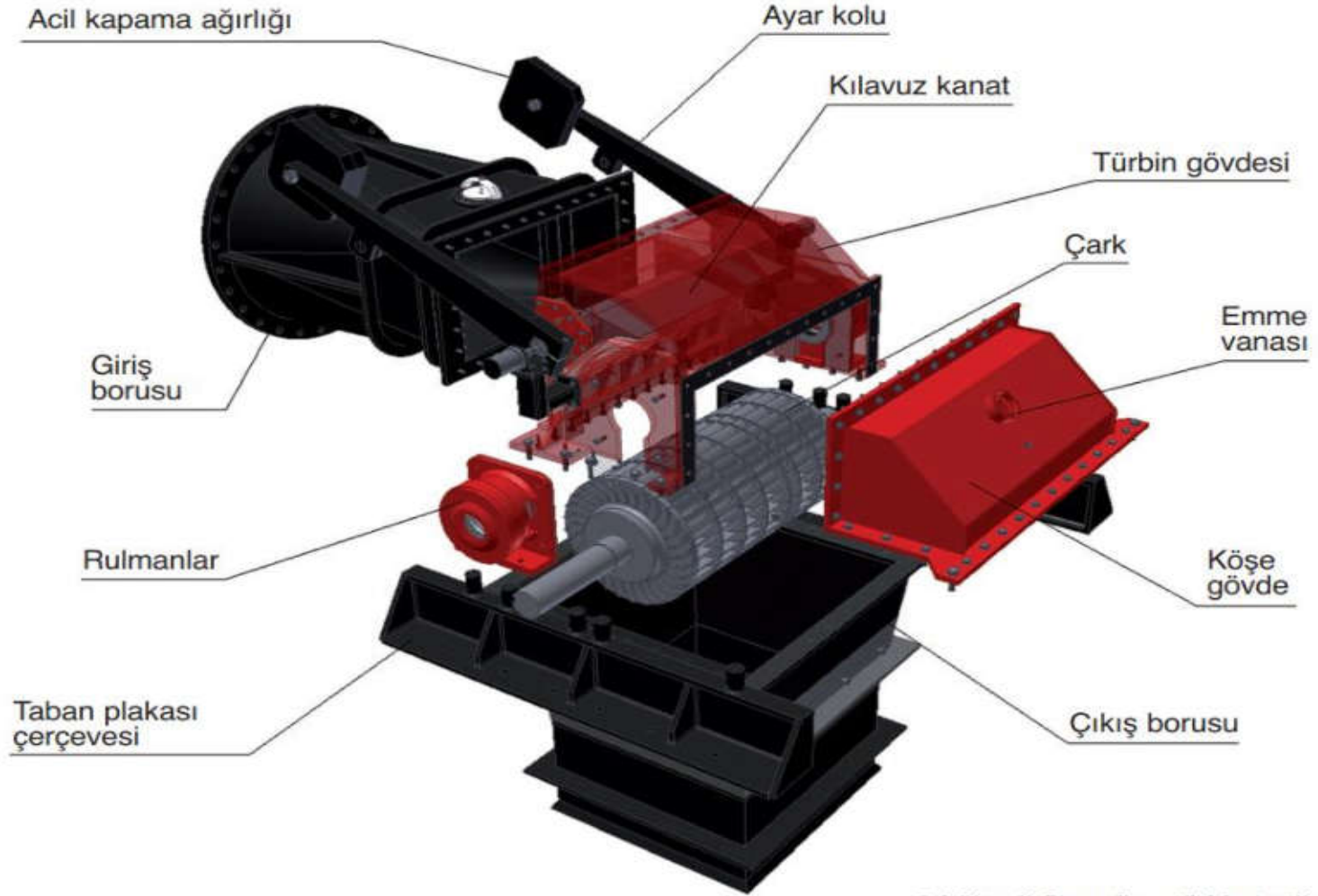
İçme Suyu HES'lerinde En Çok Kullanılan Türbinler

- Türbin seçimini temelde basınç ve debi belirlemektedir
- Ana isale hatlarında debi değişkenliği, basınç, güç, verimlilik, işletme gibi pek çok etken olsa da hemen her tip türbin kullanılabilir.
- Ancak nispeten daha düşük güce sahip içme suyu tesislerinde ve depo girişlerinde Banki (Cross-flow), Boru veya Pompa tipi türbinler (PaT) daha ideal olarak kullanılabilir.
- Şebekelerde ve bazı tesislerde çıkış basıncı talebi nedeniyle boru veya PaT tipi türbin kullanılması gerekmektedir

Türbin Seçimi



Banki (Michel-Ossberger) Türbinler



2-bölmeli Crossflow türbin tertibatı

Banki Türbinlerin Özellikleri

- Nominal debilerinin 1/15'inde bile elektrik üretebilirler
- 10kW-3.000kW aralığında üretilebilirler
- 5-200metre düşülerde kullanılabilirler
- Su döner çarktan 2 kez girip çıkmaktadır
- Çıkış basınçları sıfırdır

HydroPower – Türbin Gibi Çalışan Pompa (PaT)



hydropower

Su Şebekelerini Elektrik Kaynağına Çeviriyor!

İlk online PaT tesisi tarafımızdan yapılmıştır. (Karakaya HES 100kWe)

Avantajları:

- Emsallerinin yarısından daha az (%30-%40) ilk yatırım bedeli
- Çıkışın basınçlandırılabilmesi
- Kolay montaj ve kurulum
- Teslimat süreleri daha kısadır

Dezavantajları:

- Verimlerinin nispeten düşük oluşu
- Genelde offline sistemlerde kullanılmaları
- Sabit basınç ve debiye ihtiyaç duymaları
- 100kW'lar üzerinde nispi fizibilite yetersizliği

Debi	:10- 1000 l/sn
Kurulu Güç	:600 kW'a kadar
Net Düşü	:2 –4 – 6 – 8 kutup senkron devir
Tasarım Tipi	:Norm, çift girişli veya kademeli

Boru Türbini (Kaplan)

- Küçük güçlü Kaplan türbinleridirler
- Nominal debilerinin %40'ında dahi verimleri %75'in üzerinde olabilmektedir
- 20kW'lara kadar üretilebilmektedirler (20kW+)
- Düşük basınçta çalışırlar
- Yatay, eğik ve dikey konumlanabilirler
- Çıkış basınçları sıfır olmak zorunda değildir

Farklı Boru Tipi Türbinler



SORU VE ÖNERİLER





İZLEDİĞİNİZ İÇİN TEŞEKKÜRLER

Sadık DERTLİ – Elektrik-Elektronik Mühendisi
Trabzon İçmesuyu ve Kanalizasyon İdaresi