

### **Hidroelektrik Santral Proje Çalışmaları**

- Barajların Projelendirme Kriterleri
- Proje Değerlendirme Teknikleri
- Barajlar ve Hidroelektrik Santrallerin Dizaynı
- Hidroelektrik Enerji Projelerinin Çevre Boyutu ve Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED)



### **Jeolojik ve Jeoteknik Çalışmalar**

- Jeoteknik Çalışmalar
- İstikşaf ve Malzeme Etütleri Çalışmaları
- Kaya-zemin mekaniği deneyleri ve Enjeksiyon Çalışmaları
- Jeofizik Çalışmalar
- Sondaj Çalışmaları
- Devam eden projeler



### **Hidrolojik Çalışmalar**

- Türkiye Akarsu Havzaları
- Akım Gözlem İstasyonları
- Proje Hidrolojisi Çalışmaları
- Değerlendirme Çalışmaları
- Sediment Çalışmaları



### **Enerji Verimliliği Çalışmaları**

- Sanayide Enerji Verimliliği
- Bina ve Ulaşımında Enerji Verimliliği
- Binaların Isınma Sistemlerinde Enerji Verimliliği
- Aydınlatmada ve Elektrikli Ev Aletlerinde Önlemler



### **Rüzgâr Enerjisi**

- Rüzgâr Enerjisi Potansiyelinin Belirlenmesi
- Rüzgâr Enerjisiyle Su Pompalama Sistemleri
- EİE-Rüzgar Enerjisi İstasyonları
- Türkiye Rüzgâr Atlası



### **Güneş ve Diğer Yenilenebilir Enerji Kaynakları**

- Güneş Enerjisi Teknolojileri
- Türkiye'de Güneş Enerjisi
- EİE'nin Güneş Enerjisi Çalışmaları
- Güneş Işınımı Veri Satışı
- Güneş Enerjisi Web Site Bağlantıları



### **Hidrojen Enerjisi**

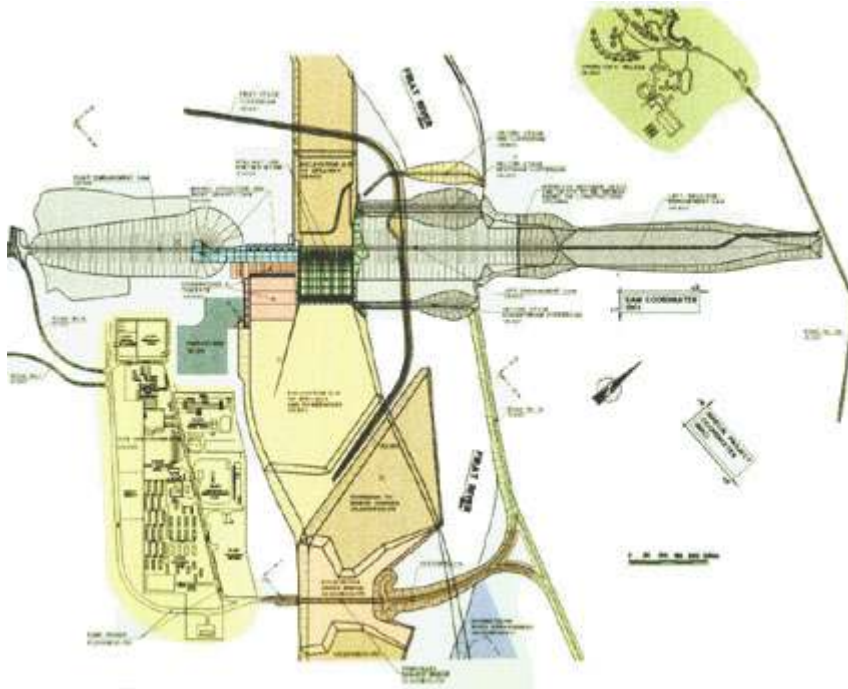
- Hidrojen Enerjisi
- Hidrojenin Üretilmesi
- Teknolojik Gelişmeler
- Türkiye'de Yapılan Çalışmalar
- Yakıt Pilleri



### **Biyoenerji**

- Biyogaz
- Biyodizel
- Gazlaştırma

## **HİDROELEKTRİK SANTRAL PROJE ÇALIŞMALARI**



### **HİDROELEKTRİK ENERJİ PROJELERİNİN ÇEVRE BOYUTU VE ÇEVRESEL ETKİ DEĞERLENDİRMESİ (ÇED)**

#### **1. Genel**

Hidroelektrik enerji üretiminin doğal , tarihi ve kültürel varlıklar ve sosyo-ekonomik çevre üzerinde boyutları projeden projeye değişen etkileri mevcuttur. Barajlı projelerde etki çoğunlukla su altında kalan taşınmazlar ve yöre halkının yeniden iskani, orman varlığının taşınması, nadir ve nesli tehlikedeki bitki ve hayvan türleri konularında ortaya çıkmaktadır. Buna ek olarak, tesislerin yer seçiminde titiz davranılmaması çevresel açıdan hassas yörelerde bir çok projenin iptalini gündeme getirebilmektedir. Ayrıca karşılaşılan en büyük sorunlardan biride uzun tünel alternatifleri ve baraj

yapısından santrale kadar olan nehir kesitine yeterli miktarda su bırakılmamasıdır. Son yıllarda yerli ve yabancı basın ve kamuoyunun da artan ilgisi karşısında yeterli ilgi gösterilmeye başlanan ve nihayetinde planlama aşamasında gözönüne alınan tarihi ve kültürel varlıkların korunması konusu da hidroelektrik enerji planlaması yapan teknik ekibin önündeki handikaplardan biridir.

Hidroelektrik enerji projelerinin çevre boyutu bir çok yabancı ülkede "havza master planı" yapılırken ele alınmakta, projeler belirlenmekte ve fizibilite aşamasında detaylı ÇED çalışmaları yapılmaktadır.

Ülkemizde halen yürürlükte olan ÇED mevzuatına göre Genel Müdürlüğümüzce fizibilite aşamasında hazırlanan ÇED çalışmalarında projenin doğal ve sosyo-ekonomik çevre üzerindeki etkilerini yeterli ölçüde ortaya çıkarabilecek bir format kullanılmaktadır. Hazırlanan bölümde minimum;

- Proje Yeri, Proje Alanının Özellikleri, Etkilerin Özeti'nin yer aldığı bir "Giriş" bölümü
- Doğal Çevrenin Özellikleri
- Sosyo-Ekonomik Çevrenin Özellikleri
- İnşaat Aşaması Etkiler
- İşletme Aşaması Etkiler
- Sonuç, Öneriler, Etkilerin ve Alınan Tedbirlerin Özeti Bölümleri yer almalıdır. Bu bölümlerde en az;
- Yörenin ve inşaat alanı ve malzeme sahaları ile örtüşen alanın flora Alanını, fauna yapısı, orman örtüsü, yeraltı zenginlikleri, koruma alanları (sit alanları, Milli parklar, av alanları v.b. özel statüye haiz alanlar), benzersiz oluşumlar, memba-mansap su kullanım özellikleri, toprak yapısı, iklim yapısı, su ürünleri, sucul canlılar.
- Nüfus, nüfusun özellikleri, gelir kaynakları, sosyal altyapı tesisleri, sağlık, kültür ve eğitim tesisleri, tarım alanları, hayvancılık alanları, yerleşim eğilimleri, (güncel olacak)
- Tesis yerleri seçimi, tesisler ile örtüşen alanda ve malzeme sahalarında yapılan hafriyat, mansaba bulanık su verilmesi, derivasyon, gürültü, vibrasyon, servis yolları, tesis inşaatları etkileri,
- Mansaba su bırakılması, mansap kıyı erozyonu olasılığı.ele alınmış olmalıdır.

Ayrıca raporda; tesbit edilen olumsuz etkiler için önlem alınıp alınmadığı ilgili fizibilite bölümleri ile birlikte değerlendirilmelidir.

İncelenmesi Gereken Hususlar:

ÇED Bölümünde;

Su Altında Kalan Nüfus,

Su Altındaki Arazi ve Kamulaştırma,

Su Altındaki Bitki Örtüsü,

Su Altındaki Toprak Yapısı,

Su Altındaki Tarihi Yapı, Koruma Alanı v.s. ,

Malzeme Sahalarındaki Nüfus ,

Malzeme Sahalarındaki Arazi ve Kamulaştırma,

Malzeme Sahalarındaki Bitki Örtüsü ,

Malzeme Sahalarındaki Koruma Alanı, Tarihi Yapı, Mesire Yeri v.b. yerler,

Uzun enerji tünelli projelerde bent ve santral yeri arasında sulama hariç ekolojik amaçlı su ihtiyacı olup olmadığı ve su bırakılması ve bu su miktarının işletme aşamasında ele alınıp alınmadığı mutlaka incelenmelidir.

## 2. EİE'nin ÇED Yaklaşımı

EİE ÇED yönetmeliğinin öngördüğü şekilde ÇED Raporu hazırlamaktadır. Halen yürütülmekte olan barajlı ve nehir tipi HES'lar için fizibilite aşamasında kapsamlı bir ÇED Raporu hazırlanmaktadır. Proje kesin projeye dönüşüp DSİ'ye devredilmeden (iş işten geçmeden) önce hazırlanmış olan bu ÇED Raporlarında doğal ve sosyo-ekonomik çevre üzerindeki tahribatı en aza indirmek için gerekli önlemler alınmaktadır.

Bu amaçla proje alanında barajın gelecekteki durumunu tahmin etmeye yarayan çevresel su parametreleri ölçülmekte, sosyo-ekonomik anket düzenlenmekte ve en güncel veriler ile yöredeki etkinin belirlenmesine çalışılmaktadır. Daha sonra, fizibilite çalışmasının optimizasyon kısmına geçilmeden, akışaşağı su kullanım şekline bakarak ekolojik denge debisi (EDD) için akımlar gözden geçirilmektedir. Her ne kadar projeden elde edilecek enerji faydası bir miktar düşmekteyse de akışaşağı doğal ortam korunmuş olmaktadır. Buna ek olarak, malzeme sahaları ve atık malzeme alanları gözden geçirilmekte, proje alanına yakın olsa bile önemli sosyo-ekonomik problemler doğurabilecek alanlardan kaçınılmaktadır. Ayrıca konu ile ilgili olarak JICA bir Japon uzman görevlendirmiş ve bu uzman EİE için bir "ÇED Rehberi" hazırlamıştır. Uzman ülkemizde kaldığı sürece mevcut mevzuatı ve yaklaşımı değerlendirmiş ve büyük su projeleri için en uygun yöntemi aktarmıştır.

Bu sayede ÇED Raporu "Herşey bittikten sonra hazırlanan ve içi istatistik ve ansiklopedik veriler ile dolu kalın bir rapor" olmaktan kurtarılarak, gerektiği zaman gereken önlemler alan aktif bir yapıya kavuşmuştur.

## PROJE DEĞERLENDİRME TEKNİKLERİ

### 1. Genel

Projenin fayda ve masraf unsurlarının parasal olarak ifade edilmesine yönelik çalışmaların tamamlanmasından sonra, proje ekonomisinin belirlenmesi için uygulanacak değerlendirme teknikleri tamamen sayısal baza oturtularak yapılan matematiksel işlemlerden ibaret olmaktadır. Bu teknikler fayda ve masrafların neleri kapsayıp neleri kapsamaması gerektiğiyle değil, ne şekilde karşılaştırılarak nasıl bir ekonomik göstergeye dönüştürüleceği ile ilgilidirler.

Aşağıda su ve toprak kaynakları projelerinin ekonomik değerlendirilmesinde kullanılan teknikler özet olarak verilmeye çalışılacaktır.

### 2. Projenin Para Akışı

"Proje bedelini" oluşturan ilk yatırım harcamaları, işletme-bakım-onarım -yenileme ve projenin olumsuz etkilerinden oluşan tüm harcamalar ile primer faydalar sabit fiyatlarla belirlendikten sonra, yatırım başlangıcından ekonomik analiz periyodunun sonuna kadar ait oldukları yılda gösterilecek şekilde sıralanıp (fayda-masraf) farkları cebrik olarak hesaplanmak suretiyle projenin "para akışı" ortaya çıkarılır. Yatırım periyodunda negatif değerlere sahip olan para akışı belli bir yıldan itibaren pozitif değerlere ulaşacaktır. Para akışındaki değerler sabit fiyatlara göre hesaplanmış olup paranın zaman değerini yansıtmamaktadır.

### 3. Yıllık Net Fayda

Proje optimizasyonunun yapılmasında en çok kullanılan bu teknik "Proje Esaslarının Tesbitine Ait Talimat" rehberinde temel yöntem olarak kabul edilmiştir. Yatırım periyodu tamamlanarak projenin işletmeye açıldığı ilk yıl ekonomik analizin zaman bazı kabul edilerek hesaplanan yıllık eşdeğer faydalar ile yıllık eşdeğer masrafların farkı "yıllık net faydayı"(B-C) oluşturur. Değişik proje alternatifleri için hesaplanan bu değer maksimum olduğu alternatif öngörülecek proje formülasyonu olarak seçilir. Bu projeden daha büyük yatırımı gerektiren projeler için elde edilecek inkremental faydalar inkremental masraflardan daha az olacağından, ekonomi literatüründe bu tekniğe "marjinal analiz" tabir edilmektedir.

#### 4. Net Bugünkü Değer

Yıllık net fayda'ya benzer amaçlar için kullanılabilir olan "Net Bugünkü Değer" (NBD), analiz periyodu boyunca hesaplanan proje para akışı'nın her bir yıla ait değerlerinin kabul edilen sosyal iskonto oranına göre yatırımın ilk yılına indirgenerek toplamalarının alınması suretiyle elde edilmektedir. NBD'nin O'dan büyük olması yatırımın ekonomik olduğunu göstermekte ve NBD büyüdükçe proje ekonomisi artmaktadır.

#### 5. Yıllık Fayda/Yıllık Masraf Oranı

Rantabilite olarak da isimlendirilen bu değer, yıllık net faydayı meydana getiren yıllık eşdeğer faydaların yıllık eşdeğer masraflara oranı olmaktadır. Projenin savunulması için kullanılan en önemli göstergelerden biri olan rantabilite emsalinin 1'den büyük olması projenin ekonomik yönden yapılabilirliğini ortaya koymaktadır.

#### 6. Toplam Fayda/Toplam Masraf Oranı

"Net Bugünkü Değer"i oluşturan proje başlangıcına indirgenmiş toplam faydalar ile toplam masrafların oranı olup rantabilite emsalini belirleyen bir başka hesap tekniğidir. Ancak bu teknikte rantabilite emsalinin bulunabilmesi için öncelikle projenin para akışının hesaplanması gerekmektedir.

#### 7. İç Karlılık Oranı

Bu teknik diğerlerden farklı olarak sosyal iskonto oranından bağımsızdır. İç karlılık oranı (İKO), projenin fayda ve masraf akışlarının başlangıca indirgenmiş değerlerini birbirine eşit kılan iskonto oranı olmaktadır. Değişik ifadelerle tanımlamak gerekirse, NBD'yi O yapan veya başlangıca indirgenmiş değerlerle hesaplanan Toplam fayda/Toplam masraf oranını 1'e eşit kılan iskonto oranı İKO olmaktadır.

Projelerde artık yaygın bir biçimde kullanılır hale gelen, özellikle Uluslar arası kredi kuruluşlarına muhatap projeler için talep edilen İKO tekniğinin Yıllık fayda/Yıllık masraf tekniğine göre değinilmesinde yarar görülen önemli bir farklılığı da, bu teknikte yatırım harcamaları içinde yer alan kamulaştırma bedeli yerine projenin masraf akışı içinde "tarımsal gelir kaybı"nın kullanılmakta oluşudur.

### PLANLAMA ÇALIŞMALARININ AŞAMALARI

Su kaynaklarının geliştirilmesine ilişkin projelendirme çalışmaları genellikle 4 aşamada yapılır. Bunlar istikşaf (ön inceleme), master plan, planlama (fizibilite-yapılabilirlik) ve kesin proje aşamalarıdır.

#### 1- İSTİKŞAF (ÖN İNCELEME) ÇALIŞMALARI:

Bu çalışmalar genellikle havza bazında ve havzanın potansiyelini tanımak için yapılırsa da, havza istikşafında yer almayan ve proje fikri sonradan geliştirilen münferit bir ünite için de hazırlanabilirler. Bu maksatla önce havza içindeki toprak kaynaklarının miktarlarıyla özellikleri, bu topraklarda yetiştirilen ve yetiştirilebilecek bitkiler, pazar durumları, havza içinde ve civarındaki yerleşim yerleri, buradaki toplulukların ve endüstri tesislerinin su ihtiyaçları ile ilgili bilgiler derlenir. İklim ve akarsuyun hidrolojisine ait doneler belirlenir, ihtiyaçların ilerde nasıl gelişeceği veya daha ne gibi tesisler kurulabileceği tesbit edilir, daha sonra da büroda haritalar üzerinde ihtiyaçların karşılanması için yapılması gerekli tesisler belirlenerek boyutları saptanır, maliyetleri hesaplanır, ekonomileri incelenir ve müteakip aşamalarda ele alınması uygun görülenler için tavsiyelerde bulunulur. Proje sahasındaki ihtiyaç ve sorunlar ile bunları karşılayabilecek imkan ve tedbirlerin dökümünü veren istikşaf çalışmaları bir sonraki aşamada yapılacak çalışmalara da ışık tutar.

Münferiden ele alınan tali bir havza bazındaki projeler için gerçekleştirilen istikşaf çalışmaları sonunda, projenin teknik ve ekonomik yapılabilirliğe sahip olduğu gösterildiği takdirde, bu proje toplanacak daha ileri detay ve hassasiyette done temini çalışmaları ve etüdlere konu edilerek doğrudan planlama aşamasında ele alınır.

Planlama sürecinin ilk aşamasını teşkil eden istikşaf çalışmalarında çok kapsamlı ve detaylı done toplama ve etüd faaliyetlerine girilmez. Bu çalışmalarda;

- 1/25 000 ölçekli topografik haritalar,
- Yüzeysel gözlemlere dayalı, bazen muayene çukur ve hendekleri açılarak elde edilen jeolojik bilgiler,
- Yüzeysel gözlemlere dayalı araştırmalar yapılarak, öngörülecek tesislerin muhtemel kazı yerlerinden veya civardaki ocaklardan temin edilebilecek yapı gereçlerinin cins, miktar ve inşaat sahalarına uzaklıkları hakkındaki ön bilgiler,
- Toprak kaynakları için herhangi bir laboratuvar araştırmasına girilmeksizin mevcut amenajman çalışmalarından istifadeyle veya dar kapsamlı tutulan arazi çalışmaları sonucunda belirlenen toprak yapısının nicelik ve niteliklerinin tasnifini %75 doğruluk derecesiyle içeren bilgiler,
- Su temini, değişik maksatlı su ihtiyaçları ve öngörülecek tesisler ile inşaat aşamasındaki geçici tesislerin taşkın risklerinin tayininin belirlenmesi amacıyla, asgari yeterlilikte bir gözlem periyodunu kapsayan veya sentetik yöntemlerle yapılan proje hidrolojisi çalışmaları,
- Proje kapsamındaki tesislerin, bazı kabullere dayalı olarak ve detay çalışmaları içermeden çıkarılan metrajlara göre bulunan keşif maliyetleri,
- Proje faydalarının belirlenmesi amacıyla, kapsamlı anket ve araştırmalar yapılmadan derlenen istatistiki bilgilerle yetinilen tarımsal ekonomi etüdlere,

Yeterli görülerek, istenen fonksiyonu görece en ekonomik ve inşa kabiliyeti olan bir çözüme gitmeye veya mümkün mertebe yaklaşılmaya çalışılır. İstikşaf aşamasında, aynı fonksiyonu sağlayacak alternatif araştırma çalışmaları ağırlık taşımazsa da, gerek genel formülasyon gerekse herhangi bir proje ünitesi için ekonomik karşılaştırma yapmadan karar verilemeyen durumlar için bu çalışmalara ihtiyaç duyulur.

## **2- MASTER PLAN ÇALIŞMALARI**

Havza çapında yapılan veya tali bir havza bazındaki münferit tesis ya da tesisler grubunu kapsayacak şekilde gerçekleştirilen istikşaf çalışmalarının müteakip aşaması, genellikle planlama çalışmaları olmaktadır. Ancak, planlama çalışmalarının büyük bir havza çapında yapılması, hem güçlükler arzedeceğinden ve hem de uygulama programlarının uzun periyotları kapsaması nedeniyle ileride yeni donelerin ışığı altında revizyona ihtiyaç duyulacağından, bir bakıma gereksiz görülmektedir. Bundan dolayı, havza istikşafının gözden geçirilmesiyle bir Master Plan hazırlanması ve bu planda teklif edilen projelerin münferiden planlama aşamasında etüd edilmesi daha uygun olmaktadır.

Master Plan aşamasındaki çalışmaların mutlaka havza çapında yapılması gerekmez. Bazen birden fazla projenin birbiri ile yakın fiziki ilişki içinde bulunduğu durumlar söz konusu olmaktadır. Bu projelerden veya proje ünitelerinden bir tanesi ortadan kalkarsa, diğer projelerin birbiri ile ilişkilerini daha iyi belirlemeden veya grup içindeki projelerin yapılabilirliğini daha sağlıklı bir şekilde ortaya çıkarmadan planlama çalışmalarına geçilmemesi gerekmektedir. İşte bu maksatla yapılan çalışmalar da Master Plan çalışmaları olarak ifade edilmektedir.

Bu çalışmalarda kullanılan done ve etüd çalışmalarının istikşaf aşamasındakilere kıyasla daha ileri seviyede olmaları gerekmektedir. Done ve etüd imkanlarının yeterli düzeyde olması halinde istikşaf çalışmalarına gerek görülmeden Master Plan aşamasında çalışmalar yapılabilir. Master Plan

aşamasında teknik ve ekonomik yapılabilirliğe sahip olduğu ortaya konan projeler, bir program dahilinde planlama aşaması çalışmalarına konu teşkil ederler. Ancak bu projelerden herhangi biri yeterli sayılabilecek done ve etüdle Master Plan kapsamında ele alınmış ve aynı zamanda diğer projelerin planlama aşamasında yapılacak fiziki boyutlandırmalarına bağlı olarak, söz konusu projenin belirlenen karakteristiklerinin değişmeyeceği kesinlikle ortaya konmuş ise, bu proje planlama çalışmalarına ihtiyaç görülmeksizin kesin proje çalışmalarına konu olacak ve uygulamaya teklif edilebilecektir.

### **3- PLANLAMA (FİZİBİLİTE-YAPILABİLİRLİK) ÇALIŞMALARI**

Uzun bir süreci kapsayan, temini oldukça zor ve pahalı meteorolojik, hidrolojik, jeolojik, topoğrafik ve çok yönlü istatistik bilgiyi içeren sistematik done toplama faaliyetleri ile herbiri başlıbaşına bir mühendislik disiplini konusu etüd faaliyetlerine dayalı olarak gerçekleştirilen çalışmalardır. Bu çalışmalar sonucunda ele alınmış olan projenin teknik, ekonomik ve mali yapılabilirliği kesinlikle ortaya konur. Donelerin hacmi ve kapsadığı süreyle orantılı olarak, her ne kadar planlama çalışmasının güvenilirliği artarsa da varılan sonucu "Kesin doğru" değil "doğruya en yakın" yaklaşımıyla kabul etmek gerekir. Nitekim, planlaması tamamlanan, ancak ödenek yetersizliği nedeniyle uygulaması geciken bazı projelerin yeni donelerin ışığında yapılan planlama revizyon çalışmalarında bazen orijinal formülasyondan çok farklı çözümlere ulaşıldığı görülmektedir.

Planlama çalışmalarında ihtiyaç duyulan bilgiler şunlardır:

- Rezervuar alanı için 1/5000, depolama tesisleri için 1/1000 ölçekli haritalar,
- 1/5 000 ölçekli harita üzerine rezervuar,
- 1/1 000 ölçekli harita üzerine işlenmiş baraj yeri yüzey jeolojileri; sondaj, galeri, çukur ve hendek açılarak belirlenen jeolojik kesitler, formasyonların fiziksel özellikleri ve hidrojeolojik bilgileri,
- Doğal yapı gereçlerini laboratuvar deneyleri de yapmak suretiyle cins, yer ve miktar olarak belirleyen araştırma sonuçları,
- Toprak kaynaklarının yeri, derinliği, yapısı, drenaj kabiliyeti, erozyona mukavemeti yönlerinden niteliklerini belirleyen, uzun süreli arazi araştırmaları ve gözlemleri ile toprak numuneleri üzerinde yapılan laboratuvar deneylerine dayalı %90 doğruluk derecesinde arazi tasnif ve drenaj etüdüleri,
- Proje sahasındaki sosyal yapıyı, insan kaynağının nitelik ve niceliğini, projeli koşullara adaptasyon kabiliyetini, ekonomik ve idari yapının projeye yönelik etkilerini, projeli ve projersiz koşullardaki bitki desenlerinin, gelir durumlarını, pazar araştırmalarını içeren tarımsal ekonomi etüdüleri,
- Proje ile öngörülecek su yapılarının ekonomisi ve stabilite şartlarının sağlanması yönünden yeterli görülecek periyotları kapsayan su temini donelerini, katastrofal ve muhtelif tekerrürlü taşkın hesaplarını, kesin olarak belirlenen ihtiyaçlara göre yapılan detaylı işletme çalışmalarını içeren proje hidrolojisi çalışmaları,
- Projenin her maksadına ilişkin detaylı ihtiyaç ve talep tahmin etüdüleri,
- Mevcut ya da temini mümkün teknolojilerin projeye tatbik kabiliyetlerine yönelik çalışmalar.

Zaman faktörünün kaynak potansiyelini harekete geçirmede olumsuz bir parametre olduğu gerçeği dikkate alınarak, done toplama, etüd ve mühendislik faaliyetlerini gereğinden fazla süreyi kapsayacak şekilde uzatmadan, proje sahasındaki ihtiyaç ve sorunlar ile kaynak ve imkanlar optimum olduğu yargısına varılan bir çözümde birleştirilerek planlama çalışmaları ikmal edilmelidir.

Fizibilite (Yapılabilirlik-Planlama) çalışmaları sonucunda hazırlanacak raporların formatı Ek-1'de verilmiştir.

#### 4- KESİN PROJE ÇALIŞMALARI

Yapılabilirlik çalışmaları sonucunda belirlenmiş olan tip ve boyutlara göre; baraj, regülatör ve ilgili yardımcı yapıların ve hidroelektrik santralın gerekli statik, betonarme, hidrolik ve diğer hesaplarının yapılmasına ilişkin rapor ile inşaat ve imalat yapılmasına esas detaylı proje çizimlerinin ve inşaat yapım kriterlerine ait teknik şartnamelerin hazırlanması hizmetleri, kesin proje çalışmaları kapsamındadır. Yapılan bu çalışmaların sonuçları proje raporları, teknik şartnameler ve proje albümü (çizimler) adı altında toplanmakta olup, inşaat ihalesi bu dokümanlara göre yapılmaktadır.

**Bu çalışmalara ek olarak, projelerin gerçekleştirilmesi için gerekli olabilecek kredinin temini maksadıyla kesin proje safhasında "Kredi Aplikasyon Raporu" hazırlanmaktadır. Ayrıca kesin proje çalışmalarında gerektiği zamanlarda, hidrolik model deneyleri, zemin ve kaya mekaniği deneyleri ve diğer lüzumlu deneyler de özel etütler kapsamında yapılmaktadır. Kesin projeler için çalışma süresi genellikle 2-3 yıl TÜRKİYE'NİN HİDROELEKTRİK ENERJİ POTANSİYELİ**

##### 1. Giriş

Ülkemiz hızlı bir sosyal ve ekonomik gelişim göstermektedir. Bu gelişmeye paralel olarak gereksinim duyulan elektrik enerjisini; öncelikle yerli enerji kaynaklarından elde etmek üzere projeler geliştirmeli ve gerekli yatırımlar yapılmalıdır. Kesintisiz, kaliteli, güvenilir ve ekonomik enerji elde etmek üzere hazırlanan projelerin; çevreye olumsuz etkilerinin en az olmasına dikkat edilmelidir.

Elektrik enerjisi üretiminde; fosil ve nükleer yakıtlı termik ve doğalgazlı santraller yanında hidroelektrik santrallerin yenilenebilir ve puant çalışma gibi iki önemli özelliği mevcuttur.

Elektrik enerjisi tüketimi ekonomik gelişmenin ve sosyal refahın en önemli göstergelerinden biridir. Bir ülkede kişi başına düşen elektrik enerjisi üretimi ve/veya tüketimi o ülkedeki hayat standardını yansıtmaları bakımından büyük önem arz etmektedir.

2003 yılı başı itibarıyla Türkiye'de kişi başına elektrik enerjisi tüketimi brüt 1903 kWh'ye ulaşmış olmasına rağmen, bu rakamın Avrupa'da yaklaşık 6500 kWh/kişi ve dünya ortalamasının ise 2350 kWh/kişi olduğu dikkate alınır; ülkemiz için kişi başına düşen elektrik enerjisi tüketiminin oldukça düşük seviyede olduğu gözlenmektedir. Bu nedenle, başta hidrolik enerji olmak üzere, elektrik enerjisi arzının artırılmasının gereği ortadadır.

##### 2. Hidroelektrik Potansiyelimiz

Hidroelektrik potansiyelin belirlenmesinde "brüt potansiyel" , "teknik potansiyel" ve "ekonomik potansiyel" kavramları önem taşımaktadır.

Bir akarsu havzasının hidroelektrik enerji üretiminin teorik üst sınırını gösteren brüt su kuvveti potansiyeli; mevcut düşü ve ortalama debinin oluşturduğu potansiyeli ifade etmektedir. Topoğrafya ve hidrolojinin bir fonksiyonu olan brüt hidroelektrik enerji potansiyeli, ülkemiz için 433 milyar kWh mertebesindedir.

Teknik yönden değerlendirilebilir su kuvveti potansiyeli; bir akarsu havzasının hidroelektrik enerji üretiminin teknolojik üst sınırını göstermektedir. Uygulanan teknolojiye bağlı olarak düşü, akım ve dönüşümde oluşabilecek kaçınılmaz kayıplar hariç tutulmaktadır. Bölgede planlanan hidroelektrik projelerin teknik açıdan uygulanabilmesi mümkün olan tümünün gerçekleştirilmesi ile elde edilecek hidroelektrik enerji üretiminin sınırlarını temsil etmektedir.



Bu niteliğiyle teknik yönden değerlendirilebilir hidroelektrik potansiyel, brüt potansiyelin bir fonksiyonu olmakta ve çoğunlukla onun yüzdesi olarak ifade edilmektedir. Ülkemizin teknik yönden değerlendirilebilir hidroelektrik enerji potansiyeli 216 milyar kWh civarındadır.

Ekonomik olarak yararlanılabilir hidroelektrik potansiyel, bir akarsu havzasının hidroelektrik enerji üretiminin ekonomik optimizasyonunun sınır değerini gösteren, gerek teknik açıdan geliştirilebilmesi mümkün, gerekse ekonomik yönden tutarlı olan tüm hidroelektrik projelerin toplam üretimi olarak tanımlanabilir. Bir başka deyişle ekonomik olarak yararlanılabilir hidroelektrik potansiyel, beklenen faydaları (gelirleri), masraflarından (giderlerinden) fazla olan su kuvveti projelerinin hidroelektrik enerji üretimini göstermektedir.

Hidroelektrik santralların ekonomik yapılabilirliğinin hesaplanabilmesi için; enterkonnekte sistemde aynı enerjiyi üretecek kaynaklar gözden geçirilmekte ve en ucuz enerji kaynağı belirlenerek hidroelektrik santral (HES) projesi bu kaynakla mukayese edilmekte ve ancak daha ekonomik bulunursa önerilmektedir. Ekonomik HES potansiyeli içindeki tüm projeler; termik santrallara göre rantabiliteleri daha yüksek projelerdir.

Ülkemizin 2004 yılı başı itibarıyla tesbit edilen teknik ve ekonomik hidroelektrik enerji potansiyeli 127,6 milyar kWh'dir. Bu potansiyel; en az ilk etüt seviyesindeki hidroelektrik projelerle, istikşaf (ön inceleme), master plan, fizibilite (planlama-yapılabilirlik), kesin proje, inşa ve işletme aşamalarından oluşan 674 adet hidroelektrik projenin toplam enerji üretim kapasitesini ifade etmektedir.

Havza gelişme planlarının farklı zamanlarda hazırlanmış olmalarından dolayı projeler sonraki tarihlerde ekonomik yönden tutarsız duruma gelebilmektedir. Bununla birlikte zaman içinde enerji fayda ve maliyetlerinde meydana gelen değişikliklere göre ekonomik bulunabilecek tesislerin, ilk etütlerde terkedilmiş olmalarına da rastlanılmaktadır. Bu nedenle havza gelişme planlarının belirli aralıklarla, özellikle enerji faydalarına esas teşkil eden alternatif referans santral grubundaki değişikliklerden sonra, tekrar gözden geçirilip değerlendirilmesi uygun olacaktır. Bunlara karşılık, su kaynaklarının geliştirilmesinde görev üstlenen EİE ve DSİ gibi kuruluşların yapmış oldukları, yeni enerji kaynaklarının yaratılmasına yönelik ilk etüt çalışmalarıyla bu potansiyelle her yıl ilaveler olabilmektedir. Bütün bu olumlu ve olumsuz etkilerin de dikkate alınmasıyla, Türkiye'nin ekonomik hidroelektrik potansiyeli yıldan yıla ufak farklılıklar göstermekle birlikte bugün için 127,6 milyar kWh civarında olduğu kabul edilebilir.

Türkiye 433 milyar kWh brüt teorik hidroelektrik potansiyeli ile dünya hidroelektrik potansiyeli içinde %1 paya sahiptir. 127,6 milyar kWh ekonomik olarak yapılabilir potansiyeli ile Avrupa ekonomik potansiyeli içinde yaklaşık %15 hidroelektrik potansiyeline sahip bulunmaktadır.

### **3. Hidroelektrik Potansiyel Gelişiminin Bugünkü Durumu**

2003 yılı sonu itibarıyla Türkiye'nin toplam kurulu gücü 35.587 MW olup, bunun 20.888 MW 'ı termik, 37 MW 'ı jeotermal ve rüzgar, 12578,7 MW 'ı hidrolik santrallara aittir. 2003 yılı toplam elektrik enerjisi üretimi ise 140.580 GWh olup, bunun 105.100 GWh'i (%74,2) termik, 150 GWh'i jeotermal ve rüzgar (%0,1), 35.329 GWh'i (%24,9) hidroelektrik santrallardan sağlanmıştır.

Hidroelektrik santralların üretimi, yağış koşullarına bağımlı olduğundan her yıl toplam üretim içindeki payı değişim göstermekle birlikte, Türkiye'de elektrik enerjisinin yaklaşık %20-30'u sudan üretilmektedir.

Bugün için 127,6 milyar kWh olan ekonomik hidroelektrik potansiyelimizin %35'i (45.155 GWh) işletmede, %8'i (10.129 GWh) inşa halinde ve %57'si (72.339 GWh) ise çeşitli aşamalardan oluşan projeler (ilk etüt ön inceleme, master plan, planlama ve kesin proje) düzeyindedir.

127,6 milyar kWh'lik yıllık ortalama enerji üretim değerini oluşturan 674 adet hidroelektrik santralin 133'ü işletmede, 32'si inşa halinde ve 509 adedi ise proje seviyesindedir.

Türkiye'de hidroelektrik proje üretimiyle ilgili EİE ve DSİ gibi kuruluşların önemli görevlerinden biri de; ülkenin hidroelektrik potansiyelinin gelişimini temin edecek şekilde; tüm etüt ve proje hizmetlerinin ihtiyacı olan veri toplama faaliyetlerini yürüterek, havza master planlarını, baraj ve santrallerin ön inceleme, planlama ve proje çalışmalarını sürdürmektir. Hidroelektrik enerji potansiyelinin halen yararlanılmayan bölümünün gecikmeden hizmete alınmasını sağlamak üzere ihtiyaç öncesinden yeterli miktarda projeyi hazır halde bulundurmaya ilke olarak benimsenmiştir.

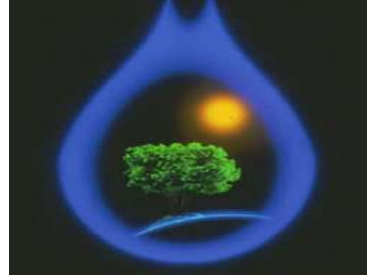
dır.



**BİYOĞAZ**



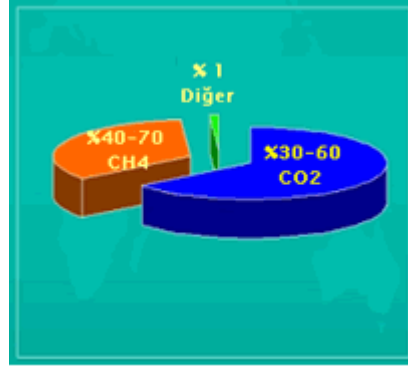
**BİYODİZEL**



**GAZLAŞTIRMA**



**BİYOĞAZ;** organik bazlı atık/artıkların oksijensiz ortamda (anaerobik) fermantasyonu sonucu ortaya çıkan renksiz - kokusuz, havadan hafif, parlak mavi bir alevle yanan ve bileşiminde organik maddelerin bileşimine bağlı olarak yaklaşık; % 40-70 metan, % 30-60 karbondioksit, % 0-3 hidrojen sülfür ile çok az miktarda azot ve hidrojen bulunan bir gaz karışımıdır.



### **Biyogaz Üretiminin Yararları**

### **Biyogaz Üretimi Akış Şeması**

### **Biyogaz Tesislerinin Tasarımı ve tasarımında dikkate alınması gereken parameteler**

### **Biyogaz Üretiminde Kullanılan Hammaddeler, Biyogaz Verimleri ve Biyogazdaki Metan Gazı Oranları**

### **Hayvansal Kaynaklardan Elde Edilebilecek Ortalama Gübre ve Biyogaz Miktarları**

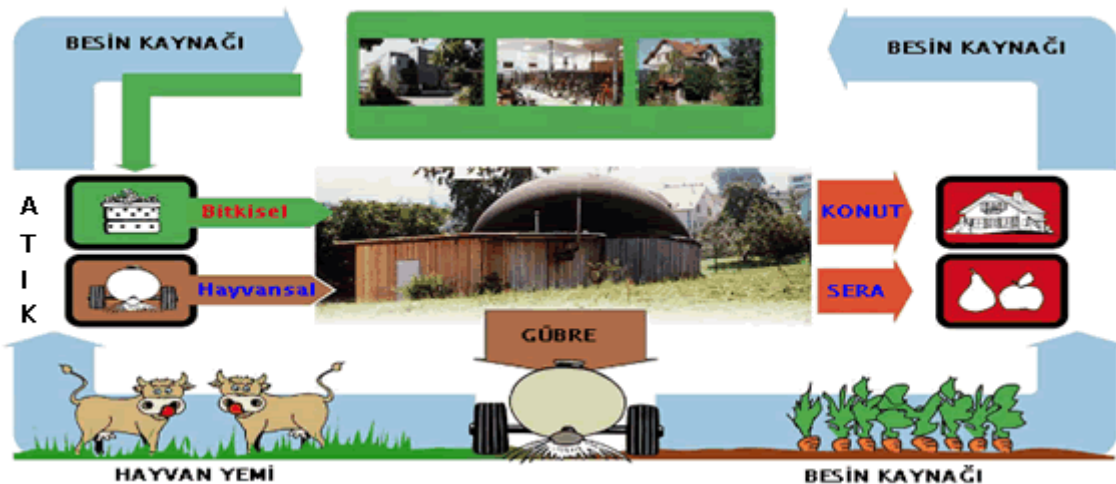
### **Biyogaz Üretiminde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar**

### **Biyogaz ve Biyogaz Üretimi Yan Ürünlerinin Kullanım Alanları**

### **Biyogaz Üretiminin Mikrobiyolojisi**

### **1 m3 biyogazın sağladığı ısı miktarı ve eşdeğer yakıt miktarları**

### **Türkiye'nin Hayvansal Atık Potansiyeline Karşılık Gelen Üretilen Biyogaz Miktarı ve Taşkörü Eşdeğeri**



## BİYOĞAZ ÜRETİMİNİN YARARLARI

Hayvansal ve bitkisel organik atık/artık maddeler, çoğunlukla ya doğrudan doğruya yakılmakta veya tarım topraklarına gübre olarak verilmektedir. Bu tür atıkların özellikle yakılarak ısı üretiminde kullanılması daha yaygın olarak görülmektedir.

Bu şekilde istenilen özellikte ısı üretilmediği gibi, ısı üretiminden sonra atıkların gübre olarak kullanılması da mümkün olmamaktadır. Biyogaz teknolojisi ise organik kökenli atık/artık maddelerden hem enerji eldesine hem de atıkların toprağa kazandırılmasına imkan vermektedir.

### Genel Olarak Biyogaz;

o Ucuz - çevre dostu bir enerji ve gübre kaynağıdır.

o Atık geri kazanımı sağlar.

o Biyogaz üretimi sonucu hayvan gübresinde bulunabilecek yabancı ot tohumları çimlenme özelliğini kaybeder.

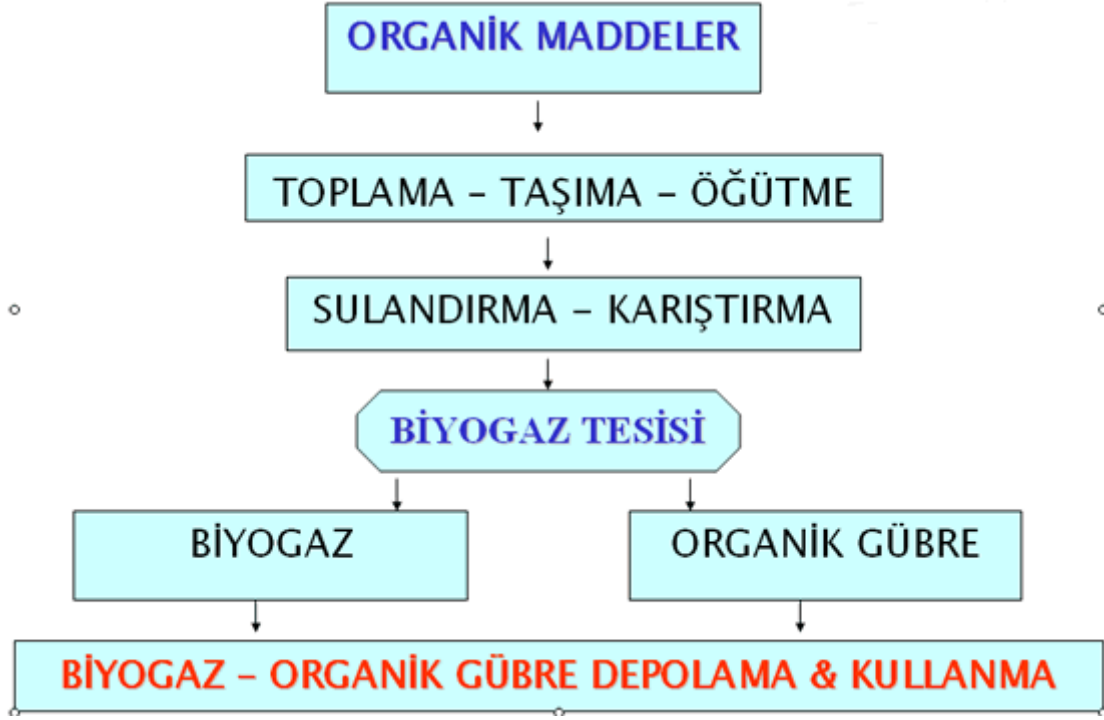
o Biyogaz üretimi sonucunda hayvan gübresinin kokusu hissedilmeyecek ölçüde yok olmaktadır.

o Hayvan gübrelerinden kaynaklanan insan sağlığını ve yeraltı sularını tehdit eden hastalık etmenlerinin büyük oranda etkinliğinin kaybolmasını sağlamaktadır.

o Biyogaz üretiminden sonra atıklar yok olmamakta üstelik çok daha değerli bir organik gübre haline dönüşmektedir.



## BİYOĞAZ ÜRETİMİ AKIŞ ŞEMASI



### **BİYOĞAZ ÜRETİMİNDE KULLANILAN ORGANİK ATIK/ARTIK HAMMADDELER**

Biyogaz üretimi için organik içerikli maddeler kullanılmaktadır.

Bunlar;

#### **1. Hayvansal Atıklar**

Siğır, at, koyun, tavuk gibi hayvanların dışkıları, mezbahane atıkları ve hayvansal ürünlerin işlenmesi sırasında ortaya çıkan Atıklar özellikle kırsal kesimler için önerilen biyogaz tesislerinde kullanılmaktadır.



#### **2. Bitkisel Artıklar**



artıkları, şeker pancarı yaprakları ve çimen artıkları gibi bitkilerin işlenmeyen kısımları ile bitkisel ürünlerin işlenmesi sırasında ortaya çıkan atıklardır.

Bitkisel artıkların kullanıldığı biyogaz tesislerinin işletilmesi sırasında proses kontrolü büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle kırsal kesimlerde bitkisel artıklardan biyogaz eldesi önerilmemektedir.



### 3. Organik İçerikli Şehir ve Endüstriyel Atıklar

Kanalizasyon ve dip çamurları, kağıt sanayi ve gıda sanayi atıkları, çözülmüş organik madde derişimi yüksek endüstriyel ve evsel atık sular biyogaz üretiminde kullanılmaktadır. Bu atıklar Özellikle belediyeler ve büyük sanayi tesisleri tarafından yüksek teknoloji kullanılarak tesis edilen biyogaz üretim merkezlerinde kullanılan atıklardır.



**Çeşitli Kaynaklardan Elde Edilebilecek Biyogaz Verimleri ve Biyogazdaki Metan Miktarları;**

<b>KAYNAK</b>	<b>BİYOĞAZ VERİMİ (Litre/kg)</b>	<b>METAN ORANI (Hac. %'si)</b>
<b>Sığır Gübresi</b>	<b>90-310</b>	<b>65</b>
<b>Kanatlı Gübresi</b>	<b>310-620</b>	<b>60</b>
<b>Domuz Gübresi</b>	<b>340-550</b>	<b>65-70</b>
<b>Buğday samanı</b>	<b>200-300</b>	<b>50-60</b>
<b>Çavdar samanı</b>	<b>200-300</b>	<b>59</b>
<b>Arpa samanı</b>	<b>290-310</b>	<b>59</b>
<b>Mısır sapları ve</b>	<b>380-460</b>	<b>59</b>

artıkları		
<b>Keten &amp; Kenevir</b>	<b>360</b>	<b>59</b>
<b>Çimen</b>	<b>280-550</b>	<b>70</b>
<b>Sebze Artıkları</b>	<b>330-360</b>	<b>Değişken</b>
<b>Ziraat atıkları</b>	<b>310-430</b>	<b>60-70</b>
<b>Yerfıstığı kabuğu</b>	<b>365</b>	<b>-</b>
<b>Dökülmüş ağaç yaprakları</b>	<b>210-290</b>	<b>58</b>
<b>Algler</b>	<b>420-500</b>	<b>63</b>
<b>Atık su çamuru</b>	<b>310-800</b>	<b>65-80</b>

### **HAYVANSAL KAYNAKLARDAN ELDE EDİLEBİLECEK ORTALAMA GÜBRE VE BİYOGAZ MİKTARLARI**

Hayvan ağırlığı bazında üretilebilecek günlük ve yıllık yaş gübre miktarları aşağıda verilmiştir;

- Büyükbaş hayvan canlı ağırlığının % 5-6'sı kg-yaş gübre/gün
- Koyun-Keçi canlı ağırlığının % 4-5'si kg-yaş gübre/gün
- Tavuk canlı ağırlığının % 3-4'si kg-yaş gübre/gün

Diğer bir yaklaşımla;

- 1 adet büyükbaş hayvan 3,6 ton/yıl yaş gübre
- 1 adet küçükbaş hayvan 0,7 ton/yıl yaş gübre
- 1 adet kümes hayvanı 0,022 ton/yıl yaş gübre dir.

Bu değerlerden yola çıkarak;

- 1 ton sığır gübresi 33 m<sup>3</sup>/yıl biyogaz
- 1 ton kümes hayvanı gübresi 78 m<sup>3</sup>/yıl biyogaz
- 1 ton koyun gübresi 58 m<sup>3</sup>/yıl biyogaz üretilebilir.



[http://www.eie.gov.tr/biyogaz/hayvansal\\_kaynaklar.html](http://www.eie.gov.tr/biyogaz/hayvansal_kaynaklar.html)