

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

SARIGÜZEL BARAJI ÇEVRESEL ETKİ MALİYET ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş. Müh. Kazım DOĞANOĞLU

**MAYIS 2011
TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

SARIGÜZEL BARAJI ÇEVRESEL ETKİ MALİYET ANALİZİ

İnş. Müh. Kazım DOĞANOĞLU

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“İnşaat Yüksek Mühendisi”
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 21.04.2011
Tezin Savunma Tarihi : 12.05.2011**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Mehmet BERKÜN
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Basri ERTAŞ
Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Hakan ERSOY**

Enstitü Müdürü: Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ

Trabzon 2011

ÖNSÖZ

Sürdürülebilir kalkınmanın gereği olan enerji ihtiyacı başta olmak üzere, içme suyu temini, sulama ve taşkın kontrolü gibi birçok amaçla inşa edilen barajların, doğal sisteme müdahalenin sonucu olarak havzalar, ekosistem ve yapıldığı bölgede yaşamını sürdüren insanların üzerinde ciddi etkileri olduğu bilimsel bir gerçekliktir.

Barajların çevreyle etkileşim boyutları çok farklı olabileceğinden, bir barajın faydazar zarar analizinin bu etkiler çerçevesinde yapılması ve uygulama kararının da, çevre-etki maliyet analizi sonuçları irdelenerek alınması elzemdir. Bu fikir çerçevesinde, Kahramanmaraş Merkez ilçesi sınırları içinde bulunan Sarıgözel Barajı ve HES projesi detaylı olarak incelenmiş, oluşturacağı çevresel etki maliyeti çeşitli yaklaşım teorileri ile hesaplanmıştır.

Sarıgözel Barajı ve HES projesinin çevresel etki maliyet analizini konu alan bu çalışmada, temel düşüncenin oluşmasında ve diğer aşamalarında engin tecrübelerini ve fikirlerini esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Mehmet BERKÜN'e teşekkürü borç bilirim.

Kaynaklarda atıfta bulunulan farklı bilimsel çalışmaların değerli sahiplerine ve çalışmayla ilgili fikir ve düşünceleriyle destek olan Dr. Murat KANKAL'a ayrıca teşekkür ederim.

Kazım DOĞANOĞLU

Trabzon 2011

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	VI
SUMMARY.....	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VIII
TABLolar DİZİNİ.....	IX
SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	XI
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı.....	3
1.3. Barajların Çevresel Etkileri ile İlgili Literatür Taraması.....	3
1.4. Barajlar Hakkında Genel Bilgiler.....	7
1.4.1. Barajların Kısımları ve Sınıflandırılması.....	7
1.4.2. Baraj Yerinin Seçimi.....	9
1.4.3. Barajların Yapılma Nedenleri ve Ömürleri.....	10
1.4.4. Türkiye’de Mevcut Olan Barajlar ve Sınıflandırılması.....	11
1.5. Suyun Önemi.....	12
1.5.1. Suyun Dünya Çapında Artan Önemi.....	12
1.5.2. Suyun Ülkemiz Özelinde Artan Önemi.....	14
1.6. Enerji Üretim ve Kullanımının Çevre Üzerindeki Etkileri.....	15
1.7. Baraj - Çevre İlişkisi.....	22
1.8. Sera Gazı Emisyonları ve Etkileri.....	25
1.9. Baraj Göçmeleri ve Etkilerinin Analizi.....	27
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	29
2.1. Sarıgözel Barajı Uygulama Alanı Hakkında Genel Bilgiler.....	29
2.1.1. Sarıgözel Barajı Uygulama Alanının Coğrafi Özellikleri.....	29
2.1.2. Sarıgözel Barajı Uygulama Alanının Çevresel Özellikleri.....	33
2.1.2.1. Sarıgözel Barajı Uygulama Alanının Fiziksel Çevre Özellikleri.....	33

2.1.2.2.	Sarıgüzel Barajı Uygulama Alanının Sosyoekonomik Çevre Özellikleri.....	36
2.2.	Sarıgüzel Baraj Projesi Hakkında Genel Bilgiler.....	39
2.2.1.	Ceyhan Nehri Gelişme Planı (Genel Durumu).....	39
2.2.2.	Sarıgüzel Baraj Projesinin Tanımı ve Amacı.....	42
2.2.3.	Sarıgüzel Baraj Projesinin Tarihçesi.....	45
2.2.4.	Sarıgüzel Baraj Projesinin Önemi.....	45
2.2.5.	Sarıgüzel Baraj Projesi'nin Ülke Ekonomisindeki Yeri.....	46
2.2.6.	Sarıgüzel Baraj Projesi'nin Gerçekleştirilme Süresi.....	46
2.2.7.	Sarıgüzel Baraj Projesi'nin Nüfus Üzerindeki Etkileri.....	47
2.2.8.	Sarıgüzel Baraj Projesi'nden Etkilenen Yerleşim Yerleri.....	48
2.3.	Sarıgüzel Baraj Projesinin Temel Özellikleri.....	50
2.3.1.	Sarıgüzel Baraj Projesinin Konumu.....	50
2.3.2.	Sarıgüzel Baraj Projesinin Karakteristik Özellikleri.....	50
2.3.3.	Sarıgüzel Baraj Projesinin Yeniden Yerleşim Eylem Planı.....	54
2.3.4.	Sarıgüzel Baraj İnşaatında Mevcut Durum.....	54
3.	BULGULAR.....	55
3.1.	Sarıgüzel Baraj Rezervuarında Su Altında Kalacak Kısmın Alanının Hesaplanması.....	55
3.2.	Sarıgüzel Baraj Projesinde Yeniden Yerleşen Nüfusun Hesaplanması.....	57
3.3.	Sarıgüzel Baraj Projesi'nde Enerji Kayıplarının Hesaplanması.....	57
3.4.	Sarıgüzel Barajı'nda Meydana Gelecek Toplam GHG Emisyon Maliyetinin Hesaplanması.....	58
3.4.1.	Sarıgüzel Barajı'nda İnşaat Sırasında Meydana Gelecek GHG Emisyonlarının Hesaplanması.....	58
3.4.2.	Sarıgüzel Baraj Projesi'nin İşletilmesi Esnasında Meydana Gelecek GHG Emisyonları.....	60
3.4.3.	Sarıgüzel Barajı'nda Meydana Gelecek Yıllık Toplam GHG Emisyonları.....	61
3.4.4.	Sarıgüzel Barajı'nda Meydana Gelecek Toplam GHG Emisyonlarının Maliyeti.....	61
3.5.	Sarıgüzel Barajı'nın Yıkılması Durumunda Meydana Gelebilecek Hayat Kaybı Maliyetinin Hesaplanması.....	62
3.5.1.	Sarıgüzel Barajı'nın Yıkılması Durumunda Hayat Kaybının Hesaplanması.....	62
3.5.2.	Sarıgüzel Barajı'nın Yıkılması Durumunda Gerçekleşmesi Beklenen Hayat Kaybının Hesaplanması.....	64

3.5.3.	Sarıgüzel Barajı'nın Yıkılması Durumunda Meydana Gelebilecek Hayat Kaybı Maliyeti.....	64
3.6.	Sarıgüzel Barajı için Yeniden Yerleşme Maliyetinin (YYM) Hesaplanması.....	65
3.7.	Sarıgüzel Baraj Projesi için Arazi Kaybı Maliyetinin Hesaplanması.....	66
3.8.	Sarıgüzel Baraj İnşaatından Kaynaklanacak Tarım Ürünleri Kaybının Hesaplanması.....	69
3.9.	Sarıgüzel Baraj Projesi için Relokasyon Yolları Maliyetinin Hesaplanması.....	70
3.10.	Sarıgüzel Baraj Projesinin Toplam Çevresel Etki Maliyeti.....	72
4.	İRDELEMELER.....	73
5.	SONUÇLAR.....	77
6.	ÖNERİLER.....	78
7.	KAYNAKLAR.....	79
	ÖZGEÇMİŞ	

ÖZET

Mühendisliğin ve teknolojinin insanlığa sunduğu en önemli fayda araçlarından biri olan barajlar, son yıllarda sadece sağladıkları faydalarla değil kuruldukları bölgedeki nüfusa, doğal yaşama ve çevreye etkileri ile de inceleme konusu olmaktadır. Günümüzde barajlar için yapılan değerlendirmeler, sadece ekonomik getirisini ve inşa maliyetini değil, yapımı amaçlanan barajın çevresel, sosyal ve kültürel etkilerinin maliyetlerinin de incelenmesini öngörmektedir.

Bu tez çalışmasında, 103 MW kapasiteli olarak projelendirilen Sarıgözel Barajı ve HES'in çevresel etkilerinin maliyeti analiz edilmiştir. Kapsam gereği proje ile ilgili teknik veriler; bölgeye yönelik coğrafik, jeolojik, demografik ve sosyal verilerle birlikte irdelenmiştir.

Genel bilgiler kapsamında, tezin amacı belirtilmiş ve baraj-çevre ilişkisi irdelenmiştir. Sarıgözel Barajı ve HES hakkında teknik bilgiler verilmiş ve bölgedeki Sosyoekonomik durum incelenmiştir.

Bulgular bölümünde ise projenin neden olacağı arazi kaybı maliyetleri, bitkisel üretim kayıplarının maliyetleri, meydana gelebilecek olası hayat kaybı maliyetleri, GHG emisyonları, insanların yeniden yerleşim maliyetleri ve yol relokasyonlarının maliyetleri hesaplanarak Sarıgözel Barajı ve HES'in çevresel etki maliyeti irdelenmiştir.

Sarıgözel Barajı ve HES'in bir MWs elektrik üretimi için çevresel etki maliyeti yaklaşık 112.73\$ (158.95TL) olarak hesaplanmış; hesaplanan çevresel etki maliyeti, inşaat maliyetleri ile birlikte barajın işletmeye açıldıktan sonra sağlayacağı elektrik üretim gelirleriyle karşılaştırılmıştır. Barajın sağlayacağı enerji üretiminin; inşa maliyeti 14 ayda, ekonomik ömrü boyunca oluşturacağı tüm maliyetleri ise yaklaşık 27 ayda karşılayacağı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sarıgözel Barajı ve Hidroelektrik Santrali, Ceyhan Nehri Kalkınma Planı, Sürdürülebilir Kalkınma, Barajların Çevresel Etkileri, Barajların Çevresel Etki Maliyetleri, Fayda-zarar Analizi, Karşılaştırmalı Analiz.

ABSTRACT

Environmental Effect Cost Analysis of Sarıgüzel Dam

Dams, which are one of the most important beneficial tools to human being, are subject to study not only with their benefits but also with their effects to population, natural life and environment. Today, the evaluations for dams are being made in terms of not only their cost of construction and economic return but also in terms of the environmental, social, and cultural effects of the dams projected to be constructed.

In this study, cost of the environmental impacts of the Sarıgüzel Dam and HEPP projected with a capacity of 103 MW have been analyzed. Technical data of the project examined in accordance with the scope of the geographical, geological, demographic and social data.

Aim of the thesis is stated and dam-environment relationship is discussed in the overview section. Technical information is given about the dam and HEPP and socio-economic situation of the region is analyzed in this part.

In the symptoms section, the loss of land costs, costs of crop production losses, potential loss of life costs, GHG emissions, costs of the resettlement of people, and costs of relocation of the transportation routes are calculated for analyzing the cost of environmental impact.

Cost of the environmental impacts of the Sarıgüzel Dam and HEPP is calculated as \$ 112.73 (158.95TL) per MWh electricity produced. Cost of the environmental impacts and construction costs are compared with the revenue gained due to electricity production after production started. According to the calculations, the revenue gained due to energy production will compensate the cost of construction in 14 months, and all cost that will occur during its economic life in 27 months.

Key Words: Sarıgüzel Dam and HEPP, the Ceyhan River Development Plan, Sustainable Development, Environmental Effects of Dams, The Environmental Cost of Dams, Benefit-Loss Analysis, Comparative Analysis.

ŞEKİLLER DİZİNİ

		<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.	Baraj haznesinin kısımları.....	7
Şekil 2.	Göreceli yatırım maliyeti.....	16
Şekil 3.	Göreceli üretim maliyeti.....	17
Şekil 4.	Göreceli çevre kirliliği.....	18
Şekil 5.	Yatırım ve üretim maliyetlerinin karşılaştırılması.....	19
Şekil 6.	Yatırım maliyetleri - çevre ilişkisi.....	20
Şekil 7.	İnsan kaynaklı küresel sera gazı emisyonları.....	25
Şekil 8.	15’ m den daha yüksek barajlarda göçme nedenleri.....	27
Şekil 9.	Sarıgüzel köyü genel görünüm.....	29
Şekil 10.	Sarıgüzel barajı aks yeri.....	30
Şekil 11.	Sarıgüzel HES ’in yapılmasının planlandığı alan.....	31
Şekil 12.	Sarıgüzel köyü ve kısmen etkilenen civar köyler.....	32
Şekil 13.	Kahramanmaraş ili Depremsellik Haritası.....	35
Şekil 14.	Proje alanı ve civarının diri fay haritası.....	35
Şekil 15.	Ceyhan Nehri Havzası.....	40
Şekil 16.	Kandil Enerji Grubu Projesi Genel Görünüm Haritası.....	43
Şekil 17.	Baraj aksını ve baraj rezervuar alanını kapsayan bölge krokisi.....	44
Şekil 18.	Sarıgüzel köyü genel görünüm.....	48
Şekil 19.	Sarıgüzel barajı rezervuar alanı ve Hacınınoğlu köyü (Uludere Mahallesi)....	49

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. 1936–1960 Yılları arasında Türkiye’de inşa edilen barajlar.....	2
Tablo 2. Barajların sınıflandırılması.....	8
Tablo 3. Türkiye’de su kaynaklarının gelişmesi.....	11
Tablo 4. Yenilenebilir enerjilerin kaynakları.....	12
Tablo 5. Enerji kaynaklarının çevresel etkileri açısından kıyaslaması.....	13
Tablo 6. Türkiye’nin hidroelektrik potansiyeli.....	14
Tablo 7. Barajların çevreye dolaylı ve doğrudan etkileri.....	22
Tablo 8. Baraj problemlerinin baraj çeşitlerine göre dağılımı	26
Tablo 9. Dünyada meydana gelen önemli baraj göçmeleri	28
Tablo 10. Proje’den etkilenen yerleşimler ile etkinin nedeni ve büyüklüğü	33
Tablo 11. Çalışma alanı sınırları içerisinde bulunan arazi varlığı dağılımı.....	36
Tablo 12. Ceyhan Nehri üzerindeki mevcut tesislerin güç durumu.....	42
Tablo 13. Projeden etkilenen yerleşim yerlerinin nüfus bilgileri.....	47
Tablo 14. Rezervuar uzunluğu hesapları ile ilgili koordinatlar.....	50
Tablo 15. Rezervuar başlangıç ve bitiş koordinatlar.....	51
Tablo 16. Sarıgözel Barajı ve HES Tesisi karakteristikleri.....	51
Tablo 17. Yeni baraj inşaatı sırasında meydana gelecek EF inşaat (emisyona faktörü) değerleri.....	59
Tablo 18. Bir yıllık inşaat süresi boyunca meydana gelecek GHG emisyonları.....	59
Tablo 19. Mevcut rezervuar işletmesi esnasında meydana gelecek EF _{işletme} değerleri.....	60
Tablo 20. Sarıgözel barajı için bir yıllık rezervuar işletmesi sırasında meydana gelecek GHG emisyonları.....	60
Tablo 21. Sarıgözel Baraj Projesi’nde bir yılda meydana gelecek toplam GHG emisyonları.....	61
Tablo 22. Sarıgözel Barajı’ndaki toplam emisyon miktarı maliyetleri.....	62
Tablo 23. Sarıgözel barajının mansabında kalan yerleşimlerin nüfusları.....	63

Tablo 24.	Proje kapsamında kamulaştırılacak alanlar (baraj gövdesi, derivasyon tüneli, tünel giriş-çıkışı, cebri boru, santral binası, göl alanı, ulaşım yolları dâhil).....	67
Tablo 25.	Bitkisel üretim kaybı maliyeti.....	69
Tablo 26.	Sarıgüzel Barajı karayolu yeni güzergah ve iyileştirme yollarının uzunluk ve maliyetleri.....	70
Tablo 27.	Bir MWs için harici maliyetler.....	72

SEMBOLLER DİZİNİ

AKM	: Arazi Kullanım Maliyeti
BÜK	: Bitkisel Üretim Kaybı
BÜM	: Bitkisel Üretim Maliyeti
C_{BM}	: Karbonun Birim Maliyeti
CH_4	: Metan
CO_2	: Karbondioksit
EF	: Emisyon Faktörü
EPA	: Çevre Koruma Ajansı
POP_{risk}	: Risk Altındaki Nüfus
EXP_{hayat}	: Beklenen Hayat Kaybı
FO	: Faiz Oranı
FR_B	: Ortalama Baraj Yıkılma Oranı
GHG	: Sera Gazları
GSHY	: Gayrisafi Yurtiçi Hasıla
GWP_{CH_4}	: Metan Gazının Küresel Isınma Potansiyeli
H_2O	: Su Buharı
H_B	: Baraj Yüksekliği
IA_{RS}	: Su Altında Kalan Rezervuar Alanı
ICOLD	: Dünya Büyük Barajlar Komitesi
IEA	: Uluslararası Enerji Kurumu
IPCC	: Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli
KF	: Kapasite Faktörü
KW_s	: Kilowatt Saat
L_{RS}	: Rezervuarın Uzunluğu
MO	: Maliyet Oranı
MW	: Megawatt
N_2O	: Nitröz Oksit
NGO	: Sivil Toplum Örgütleri
Q_3	: Yapı Önü Belirgin Dalga Yüksekliği

P	: Kurulu Güç
Q_w	: Debi
YGKBM	: Yeni Güzergâh Karayolu Birim Maliyeti
YGKM	: Yeni Güzergâh Karayolu Maliyeti
YGKU	: Yeni Güzergâh Karayolu Uzunluğu
SO ₂	: Kükürt dioksit
Tan α	: Arazinin eğimi
Tan β	: Akarsuyun eğimi
VSL	: İnsan hayatının istatistiksel değeri
W_{RS}	: Rezervuarın genişliği
WCD	: Dünya Barajlar Komisyonu
YYN	: Yeniden Yerleşen Nüfus
YYO	: Yeniden Yerleşme Oranı

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Barajlar, bir akarsu vadisini kapatan ve arkasında su biriktiren; enerji üretimi, içme ve sulama suyu temini ve akarsuların düzenlenmesi amaçlarıyla inşa edilen ekonomik faydası çok büyük olan tesislerdir. “Baraj” kelimesi Fransızca kökenli olup sözlüklerde su bendi, bütet, engel olarak açıklanmaktadır (Turfan, 1996).

Su kaynaklarının korunumu projeleri kapsamında barajlar su temini, sulama, taşkın kontrolü, hidroelektrik enerji üretimi, ulaşım, eğlence, kirlilik azalımı, endüstri gereksinimi, balıkçılık, faunanın korunumu, tuzluluk kontrolü ve yeraltı sularının beslenmesi gibi amaçlara yönelik olarak inşa edilir (Anonim, 2000).

İnsanlar milattan önceki yıllarda sulama amacıyla Irak, Ürdün ve Hindistan’da rezervuarlar oluşturmuşlardır. İlk kurulan bazı barajlar 7000 yıl önce Mezopotamya’da yapılmışlardır. Kayıtlara göre en önce kurulduğuna inanılan 15m yüksekliğindeki kaya dolgu baraj, M.Ö. 2900’de Memphis’in başkentine içme suyu sağlamak için Nil Nehri üzerinde Kosheish’te inşa edilmiştir. Dünyanın en eski kemer barajı, İran’ın Kum şehri yakınlarında M.S. 1300’lü yıllarda Moğollar tarafından inşa edilmiştir. İlk çoklu kemer baraj ise, M.S. 2800’lü yıllarda Hindistan’da inşa edilmiştir (Berkün, 2007).

Dünyada 1997 yılı itibariyle 800,000 baraj olduğu tahmin edilmekte olup bu barajlardan 45,000’i büyük baraj niteliği taşımaktadır. Bu barajların yarısından fazlası son 35 yılda inşa edilmiştir (Anonim, 1998).

Türkiye yapılan ilk baraj içme suyu ve taşkın koruma amaçlı yapılmış olan Çubuk I Barajı’dır. Tablo 1’ de Türkiye’de yapılan ilk barajlar listelenmiştir (URL-1).

Tablo 1. 1936–1960 Yılları arasında Türkiye’de inşa edilen barajlar (URL-1)

Sıra No	Barajın Adı	Barajın Yeri	Barajın Amacı	Talveg Yüksekliği (m)	Açılış Tarihi (Yıl)	Yaşı
1	ÇUBUK 1	Ankara	İçme suyu, Taşkın Koruma	25	1936	74
2	AYRANCI	Karaman	Sulama, Taşkın Koruma	34	1958	52
3	DEMİRKÖPRÜ	Manisa	Sulama, Enerji, Taşkın Koruma	74	1960	50
4	ELMALI II	İstanbul	İçme suyu	42	1955	55
5	GEBERE	Niğde	Sulama	13	1941	69
6	GÖLBAŞI	Bursa	Sulama	11	1938	72
7	HİRFANLI	Kırşehir	Enerji, Taşkın Koruma	78	1959	51
8	KEMER	Aydın	Sulama, Enerji, Taşkın Koruma	108	1958	52
9	MAY	Konya	Sulama, Taşkın Koruma	19	1960	50
10	SARIYAR	Ankara	Enerji	90	1956	54
11	SEYHAN	Adana	Sulama, Enerji, Taşkın Koruma	53	1956	54
12	SİLLE	Konya	Sulama, Taşkın Koruma	39	1960	50
13	ŞABANÖZÜ	Çankırı	Sulama	33	1960	50

1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

İnsanlığın içme ve kullanma suyu ihtiyacını karşılamak amaçlarıyla inşa edilmeye başlanan barajlar, gelişen teknolojiyle birlikte farklı amaçlara da hizmet vermeyi sürdürmektedirler. Bugün dünyadaki nehirlerin yarısı, en az bir büyük baraja sahiptir (WCD, 2000).

Barajlar, çevre sorunlarına yol açmaları bakımından, yıllarca en az etki yaratan yapılar olarak tanımlanmışlardır. Gerçekten bu tür tesisler, çevre için ilk olarak akla gelen, hava kirliliği, su kirliliği ve radyoaktif atık oluşturma gibi olaylara neden olmadıklarından, çevreyle ilişkileri başlangıçlarda önemsenmemiştir. Ancak baraj sayılarının ve büyüklüklerinin artışı ile birlikte yaşanan çevresel sorunların baraj projesinin bitiminden sonra da artarak devam eder durumda oluşu, tüm dünya ülkelerini bu anlamda bazı kararlar almaya ve uygulamaya yöneltmiştir.

Barajlar için planlama-projelendirme süreci, yapım kararının teknik açıdan uygunluğunun ortaya konulduğu önemli bir süreçtir. Bu nedenle çevre etkilerinin bu süreçte ortaya konulmaması, konuya yönelik yanlış projelerin uygulamaya konulması veya gerekli önlemlerin zamanında alınmaması, projenin ekonomik olmaktan çıkmasına neden olabilecektir (Çolak, 2007).

Bu düşünce çerçevesinde Kahramanmaraş Merkez ilçesi sınırları içinde bulunan Sarıgül Barajı detaylı bir şekilde incelenmiştir. Sarıgül Barajının yıllık enerji üretimi, 103 MW'lık çalışma kapasitesi ile 289 GWh olarak planlanmıştır. Barajın gövdesi RCC beton ağırlık barajı olarak tasarlanmıştır.

Bulgular bölümünde Sarıgül barajının çevreye yönelik etkilerinin (GHG emisyonları, yer değiştirme kaybı, arazi ve hayat kaybı, bitkisel üretim kaybı, yeni güzergâh yolları gibi) MW türünden maliyetleri hesaplanmış ve bu maliyetler, baraj maliyeti ve yıllık üretim kazancı ile karşılaştırılarak çevresel etki maliyeti analiz edilmiştir.

1.3. Barajların Çevresel Etkileri ile İlgili Literatür Taraması

Bazı çalışmalara göre dünyada 47,000 civarında büyük baraj olduğu tespit edilmiştir. Uluslararası Büyük Barajlar Komisyonu'nun (ICOLD) tanımlamalarına göre sadece Hindistan'da 4635 büyük baraj vardır. Çevreci kuruluşlar, bu barajların çevresel ve sosyal

etkileri nedeniyle çoğu zaman barajların dünya genelindeki gelişime katkılarını göz ardı ederek şiddetli karşı çıkmaktadırlar, (Zankhana S., M. Dinesh K., 2008).

Gelişmekte olan ülkelerde büyük baraj projeleri, stabil taze su kaynağı ihtiyacı ve hidroelektrik enerjisi temini amaçlarına bağlı olarak gelişmeye devam etmektedir.

Aynı anda çevresel yönden sürdürülebilir gelişmenin, ekolojik hassasiyetlerin de proje, plan ve karar alma aşamalarında dikkate alınmasına yönelik çağrılar, baraj inşaatları endüstrisi üzerine büyük baskı oluşturmaktadır. Bu durum, planlamacılar ve karar mercilerinin değerlendirmelerini daha sağlıklı yapabilmeler için ekolojik etkilerin toplumsal yansımalarını kapsayan, kullanışlı ve anlaşılır ifadelerle hazırlanmış çevresel etki değerlendirme raporlarının hazırlanmasını gerekli kılmaktadır (Brismar, A., 2002).

Dünya Barajlar Komisyonu'nun (WDC) ve ICOLD, yayınladığı raporlar neticesinde, barajların yapıldıkları nehir boyunca ve nehre birleşen yan kollarında bitki ve hayvan habitatlarının etkilendiği, dünya genelinde çoğunluğu Çin ve Hindistan'da olmak üzere 40 ila 80 milyon insanın yer değiştirdiği, dünyadaki nehirlerden % 60'dan fazlasının barajlardan etkilendiği, tatlı su balık türlerinin beşte birinin yok olduğu ve dünyadaki verimli toprakların yarısından fazlasının kaybedildiği belirlendi. Bununla birlikte belirli miktarda metan gazı yaydıkları için, barajların küresel ısınmayı desteklediği de, son zamanlardaki araştırmalara dâhil edilmiştir (Arthur ve Walz, 2006).

Yukarıda sayılan nedenlerden dolayı bu yapıların sosyal ve ekonomik maliyetlerinin son 20 yıllık dönemde göze çaracak şekilde arttığı gözlemlenmiştir (Postal, SL., 1998).

Dünya genelinde 13631 büyük barajı kapsayan bir araştırma baraj yüksekliğinin depolanan su miktarı için belirleyici bir faktör olmaktan çok baraj kaynaklı güvenlik riskleri için güçlü bir belirleyici faktör olduğunu ortaya koymuştur.

Yine 9878 büyük barajın bilgileri ışığında yapılan başka bir analiz ise, baraj yüksekliğinin suyla kaplanan alanla birebir ilişkili olmadığını, daha çok olumsuz sosyal ve çevresel etkiler için belirleyici olduğunu göstermiştir.

Baraj inşaatlarının yoğun ve çeşitli olduğu Hindistan'da, 156 baraj üzerinde yapılan bir çalışma ise baraj nedeniyle su altında kalan alan ve yerlerini değiştirmek zorunda kalan insanlar arasında normatif bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur.

Bu çalışmalar doğrultusunda, barajların negatif sosyal ve çevresel sonuçlarının değerlendirilmesi için yükseklik, rezervuar hacmi ve batık alan gibi kriterlerin bir kombinasyonda değerlendirilmesine ihtiyaç vardır (Zankhana S., M. Dinesh K., 2008).

Barajlarla ilgili fayda – zarar analizlerinin (BÇA) genel uygulamaları, çevresel etkilerin finansal maliyete eklenmesi şeklinde uygulanır.

Amerika Bileşik Devletleri'nde uygulanan Doğal Kaynakların Zarar Değerlendirmeleri Kanunu (Natural Resource Damage Assessment) gibi mevcut çevresel kanunlar, çevresel zararların maddi karşılığının iki temel durumdan oluştuğunu belirlemektedir. Bunlar;

- Çevresel rehabilitasyon ve iyileştirmenin oluşturduğu doğrudan maliyet,
- Rehabilitasyon ve iyileştirme yapıldığı süreçte, çevresel kaynak kaybının zarar maliyeti şeklindedir (Desmond, N. D., Beacher, G. B. and Beacher, H., 2004).

Günümüzde Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED), karar mercileri için, bir inşaat ya da endüstri tesisi projesinin sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde uygulanıp uygulanamayacağına yönelik değerlendirmelerinde çok önemli bir araç konumuna gelmiştir. Geçmişte benzer projeler, fiziksel, biyolojik ve çevresel etkileri ve bunların sosyoekonomik tesirlerinden bağımsız olarak, sadece fayda-maliyet analizi çerçevesinde değerlendirilirdi (S. Partani, A. Sayadi, and, A. Khodadadi D., 2009).

Gelişmekte olan ülkelerde barajların çevresel etki değerlendirmeleri ilk olarak 70'li yılların başında, uluslararası finans kuruluşu olan Dünya Bankası (WD) ve bazı bölgesel kalkınma bankalarının taleplerini doğrultusunda hazırlanmıştır.

Bu değerlendirmelerin çoğu, bazılarında karşı yerel-yabancı çevreciler ve bilim grupları tarafından şiddetle karşı çıkılan hali hazırda uygulanmış olan baraj projelerinin, karar verici merciler için bir değerlendirme aracı değildi.

ÇED raporları bir veya birkaç uzmandan oluşan gruplar tarafından hazırlanıyordu. Barajların inşaat ve işletme aşamalarının oluşturduğu doğrudan ve dolaylı negatif etkilerin azaltılması, izlenmesi ve üzerine daha fazla çalışma yapılmasına yönelik tavsiye listeleri hazırlanması konularının üzerinde çok sınırlı duruluyordu.

Bu değerlendirmeler genelde uygulama sonrasında, çok belirgin etki sonuçlarını azaltmak için hazırlanıyordu.

Son 20 yıllık dönemde gelişmekte olan ülkelerde hükümetlerin ve yatırımcıların, ÇED' in teknik ve prosedürel avantajları ve sürdürülebilir gelişme konuları hakkında bilinçlenmelerine birçok faktör katkı sağladı (Iara Verocai, 2000).

Barajların doğal taşkın ve sellerle ilgili yaşam güvenlik risklerini etkili bir şekilde azaltmak için aşağıda belirtilen amaçlara yönelik hayat kaybı tespitleri yapılmalıdır.

- Kabul edilebilir risk esasları yerine mevcut ve hesap dışı risklerin tümünü değerlendirmek.
- Daha etkin acil eylem ve tahliye planı gibi yapısal olmayan yaklaşımları içeren risk azaltma önlemleriyle ilgili faydaları değerlendirmek.
- Risk azaltma önlemlerinin giderleri önem derecesine göre sıralamaya ve doğrulamaya yardım etmek için yaşam güvenlik riskini azaltmanın maliyet etkisini belirlemek.

Ayrıca etkin acil eylem planı ve acil cevap planlarının gelişmesi için sellere ilgili hayat kaybı dinamiklerinin daha iyi anlaşılması elzemdir. (McClelland 2002, McClelland, 2003 a, b, ve c).

Baraj yıkılmalarından kaynaklı hayat kayıplarının belirlenmesi için uygulanan en yaygın yaklaşımların tümü, risk altındaki heterojen dağılımlı nüfus (Population at risk) (Par) ve uyarı süresi (Wt) üzerinden yapılan yordama (regresyon)'a bağlıdır (Bowles vd, 2003).

Barajların neden olduğu çevresel karakteristiklerin değişiminin, sebep oldukları ekonomik zararlar açısından incelenmesi;

- Toprak erozyonu ve havza alanında sedimentasyon; havzanın su kapasitesinin azalmasına, güçte azalmaya, su kalitesinin düşmesine ve kullanımının azalmasına,
- Havza su kalitesinin değişmesi; balık üretiminin azalması, üretim için işlem maliyetlerinin artmasına,
- Sel alanındaki verimliliğin yok olması; ağaçlardan elde edilen ürünlerin azalmasına (odun, kereste, meyve vb;),
- Havzadaki evaporasyonun yüksek olması; havza suyunun azalması, yabani yaşamı ve biyolojik çeşitliliği azaltması, ekosistemlerin etkilenmesi, fırsat maliyetlerinin artması ve turist kaybına,
- Ulaşım yollarıyla yeni alanların açılması; ekolojik zararlar ve buna bağlı olarak tarım arazilerinde olumsuz ekonomik etkilere neden olmaktadır.

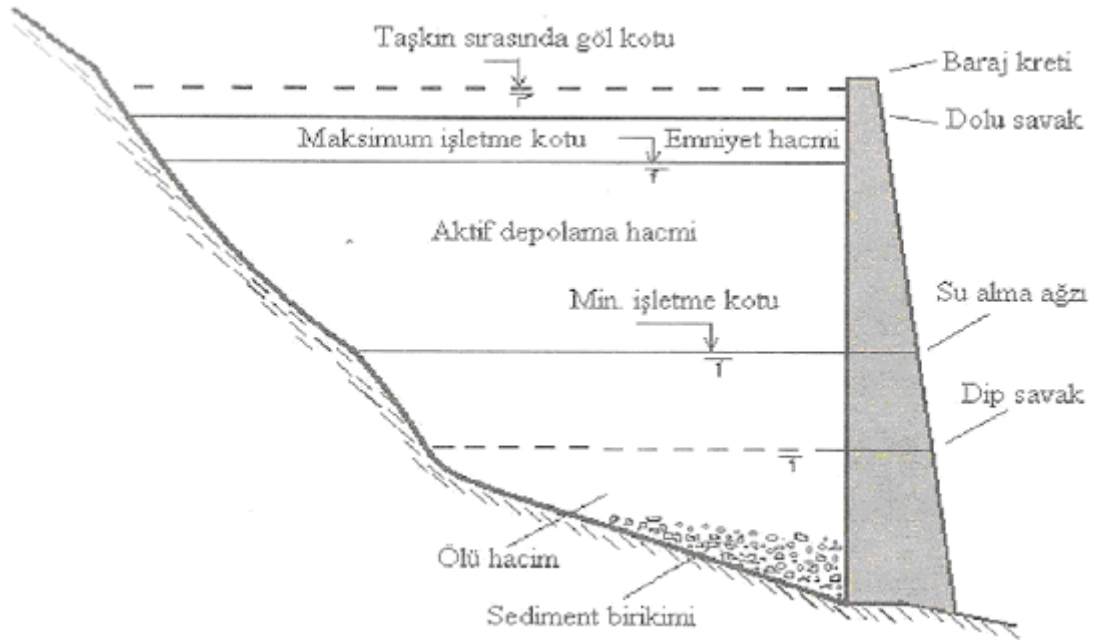
Günümüzde dikkat çekilen önemli bir nokta da, havzalardan potansiyel olarak sera gazlarının çıkmasıdır. Özellikle de biokütlenin ve organik toprakların havzanın içine batması sonucu açığa çıkan metan gazıdır. Ancak çalışmalar göstermiştir ki, birkaç nokta dışında hidroelektrik santraller, fosil yakıt kullanan termik santrallere göre çevresel yönden çok daha avantajlıdır (McCartney vd, 2000).

1.4. Barajlar Hakkında Genel Bilgiler

1.4.1. Barajların Kısımları ve Sınıflandırılması

Barajlar aşağıdaki kısımlardan oluşurlar:

1. Baraj gövdesi
2. Yaklaşım kanalı
3. Dolu savak
4. Boşaltım kanalı
5. Enerji kırıcı tesis
6. Su alma ağızı
7. Dip savak
8. Su yükseltme ve vana odası
9. Tahliye büzü



Şekil 1. Baraj haznesinin kısımları

Genel olarak barajlar, büyüklükleri, yapılış amaçları, fonksiyonları, gövde projelendirme stratejileri, gövde malzemeleri ve hidrolik özelliklerine göre Tablo 2'deki gibi sınıflandırılırlar.

Tablo 2. Barajların sınıflandırılması (Çataklı, 1967)

Büyüklik Kriterlerine Göre	Gövde Yüksekliği; 100m'den fazla :Yüksek Baraj 50-100m arası : Orta Yükseklikte Baraj 50m'den az : Alçak Baraj Gövde Genişliği Gövde Hacmi Hazne Hacmi Üretilen Enerji
Yapılış Amacına Göre	İçme ve kullanma suyu sağlama, hidroelektrik enerji sağlama, endüstri suyu sağlama, taşkın kontrolü, dinlenme yeri sağlama, balıkçılık geliştirilmesi ve korunması, akarsu ve iç yolu ulaşımı, akarsu deltalarında tuzluluğun giderilmesi, katı maddelerin tutulması ve kontrolü, su kalitesinin iyileştirilmesi, atıkların toplanması, canlıların korunması
Fonksiyonlarına Göre	Biriktirme barajı, Taşkın geciktirme barajı, Kabartma barajı
Gövdenin Stratejik Projelendirilmesine Göre	Ağırlık, Kemer ağırlık, Kemer, Payandalı, Dolgu, Ön gerilmeli
Hidrolik Özelliklerine Göre	Üzerinden su akan Üzerinden su akmayan
Gövde Malzemesine Göre	Kâgir, Beton, Dolgu, Ahşap, Çelik, Lastik Baraj

Ayrıca barajların düzenleme devresine göre sınıflandırılması;

- Düzenleme yapmayan çevirme barajlar (Suyu istenilen yöne, örneğin bir kanala veya tünele çevirmeye yarayan),
- Mevsimlik düzenleme yapan barajlar,
- Uzun vadeli düzenleme yapan barajlar (Bir yıldan daha fazla su ihtiyacını depolama özelliği olan) şeklindedir (Turfan, 1996).

1.4.2. Baraj Yerinin Seçimi

Akarsu vadileri, kilometrelerce uzunlukta olabilen ve kendi içinde çok çeşitli hidrolojik, topoğrafik ve jeolojik özellikler gösterebilen yerlerdir. Bu nedenle bir baraj yeri için çeşitli alternatifler içinden en uygun olanının seçilmesi gerekir.

Baraj planlama çalışmaları ile akarsu vadisinde baraj yapımı için uygun yerler belirlenerek, baraj yeri alternatifleri ayrıntılı olarak incelenir. Bu alternatiflerin üstün ve sakıncalı yönleri birbirleriyle karşılaştırılarak su gücünden en fazla yarar sağlanabilecek, en ekonomik ve en emniyetli seçenek baraj tipi faktörüne de bağlı olarak belirlenir.

Baraj yeri seçiminde aşağıdaki etken faktörler dikkate alınır;

- Göl Bölgesinin Özellikleri: Göl bölgesinin hidrolojisi, jeolojik yapısı ve topografyası incelenir. Kayaların cinsi, kalınlığı ve geçirimsizliği, göl bölgesinin su tutma özellikleri ve göl yamaçlarının stabilitesi durumu incelenir. İklim koşulları da baraj yeri seçimini etkiler.

- Baraj Eksen Yerinin Özellikleri: Yapılması düşünülen barajın tipine bağlı olarak; vadi şekli ve faktörü, yerin topografyası, zeminin jeolojik yapısı ve taşıma gücü, faylar, çatlaklar, alüvyon kalınlığı, dolu savak yeri ve kapasitesi açısından uygunluk, derivasyon olanağı ve ulaşım olanakları incelenir.

- Yağış Havzasının Hidrolik ve Hidrolojik Özellikleri: Yağış havzasının hidrolik, hidrolojik, meteorolojik, morfolojik özellikleri incelenir. Bu çerçevede yağış – akış ilişkilerine bağlı olarak, akarsuyun malzeme taşıma miktarı, birikim, sızma, buharlaşma, akarsu drenaj sistemi, bitki örtüsü, havzadaki aşınma ve ayrışması incelenir.

- İskân, İstimlâk ve Yenileme ile İlgili Maliyetler: Baraj gölü nedeniyle bölgede su altında kalacak yerleşim yerleri, endüstriyel tesisler, tarım arazileri, ulaşım yolları gibi tesislerin iskân, istimlâk ve yenilenme olanakları incelenir.

- Çevre Etkisi: Baraj inşaatı nedeniyle bölge ikliminde ve canlı yaşamı dengelerinde oluşacak etkiler, tarım için yeraltı suyu dengesinin korunması (tuzlanma), tarihi yerlerin su altında kalması ve bölgenin doğal yapısının bozulmasının (turizm, vb.) sosyal yaşam üzerindeki etkileri incelenir (Berkün, 2005).

1.4.3. Barajların Yapılma Nedenleri ve Ömürleri

Barajlar, çeşitli gayelerle inşa edilmektedir. Her ülkenin bünyesine, coğrafi, ekonomik ve sosyal şartlarına göre tek veya çok gayeli olarak barajlar yapılmaktadır.

Barajlar;

1. İçme suyu sağlanması,
2. Sulama suyu sağlanması,
3. Sanayi suyu sağlanması,
4. Elektrik enerjisi üretimi,
5. Taşkın denetimi,
6. Akışın düzenlenmesi,
7. Yeraltı suyunun yükseltilmesi,
8. Suyun başka bir yöne çevrilmesi,
9. Sürüntü maddesi denetimi,
10. Canlı hayatının korunması,
11. Sanayi artıklarının tutulması,
12. Su taşımacılığının geliştirilmesi, gibi amaçların birine veya birkaçına hizmet etmek amacıyla yapılır.

Tek amaçlı barajlar, çoğunlukla endüstri suyunu sağlamak için yapılırlar ve ömürleri su kaynağının devamlılığına bağlıdır. Bu tip rezervuarlar, rekreasyon amaçlı veya şehir suyu temini amaçlı inşa edilirler.

Çok amaçlı barajlar ise birden fazla amaca hizmet etmesi için inşa edilirler. Bu tip barajlar; su temini, sulama, silt tutma, ulaşım, elektrik üretimi, rekreasyon, taşkından korunma faydaları sağlarlar.

Barajlar genellikle maliyetlerini 50-60 yıl içinde geri ödeyebilecek şekilde planlanır. Bundan sonra sadece işletme maliyeti kalır. Barajların ömrü akarsu tarafından taşınan silt miktarıyla ilgilidir. Çünkü silt birikmesi rezervuarın kapasitesini zamanla azaltır. (Berkün, 2007).

1.4.4. Türkiye’de Mevcut olan Barajlar ve Sınıflandırılması

ICOLD standartlarına göre şu anda Türkiye’de 673 baraj vardır. Gövde tiplerine göre sınıflandırılmış barajlar ve adetleri aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir;

- Kaya veya toprak dolgu: 650 adet,
- Beton ağırlık barajlar: 8 adet: (Çubuk I, Elmalı II, Sarıyar, Kemer, Gülüç, Porsuk, Arpaçay, Karacaören),
- Kemer tipi: 6 adet (Gökçekaya, Oymapınar, Karakaya, Gezende, Sır, Berke)
- Karışık 9 adet: (Beton Kaplamalı Kaya Dolgu (CFRD) veya Silindirle Sıkıştırılmış Beton Dolgu (RCC) (Kürtün, Birecik, Karkamış, Keban, Muratlı TBMM 85 Yıl Milli Egemenlik, Yamula, Cindere, Dim, Torul)

Şu an DSİ tarafından inşa edilerek işletmeye alınmış büyük baraj adedi 655'tir. Bunlara diğer kuruluşlarca yapılan 18 adet büyük baraj da ilave edilince, Türkiye'deki büyük baraj sayısı 673 adede ulaşmaktadır. DSİ, 242 barajı büyük su projeleri kapsamında ve 413 barajı küçük su işleri kapsamında inşa etmiştir. 242 büyük barajın rezervuar kapasitesi yaklaşık 145 milyar m³ tür. Türkiye'deki su kaynakları gelişmesi Tablo 3'de verilmiştir (URL-2).

Tablo 3. Türkiye’de su kaynaklarının gelişmesi

Su Kaynakları	İşletmede			İnşa Halinde		
	DSİ	Diğer	Toplam	DSİ	Diğer	Toplam
Baraj(adet)	655	18	673	145	1	146
Büyük Su İşleri	242	18	260	63	□	63
Küçük Su İşleri	413	□	413	82	1	83
Hes (adet)	57	115	172	23	235	258
Kurulu Güç (MW)	10.784	2.916	13.700	3.576	7.270	10.846
Yıllık Üretim (GWs)	38.410	9.461	47.871	11.555	27.849	39.404
Gölet (adet)	40	617	657	1	43	44
Sulama (milyon ha)	3	2	5	0	□	0
İçme Suyu (milyon m ³)	3	1	3	1	□	1
Taşkın Kontrol Alanı (milyon ha)	1	□	1	0	□	0

Nehir santralleriyle birlikte diğerkuruluşlarca inşa edilerek işletmeye alınmış olan hidroelektrik santraller toplam 2,916 MW kurulu kapasite ile yılda 9,461 GWs enerji üretmekte olup, toplam hidroelektrik üretimimiz olan 47,871 GWs içindeki payı yaklaşık %20 civarındadır. Hidroelektrik üretimimizin %80'i DSİ tarafından inşa edilen santrallerden elde edilmektedir. Halen 23 adet HES, DSİ tarafından, geri kalan 235 HES ise özel sektörçe inşa edilmektedir. Türkiye'de toplam 258 HES inşa halindedir (URL-2).

1.5. Suyun Önemi

1.5.1. Suyun Dünya Çapında Artan Önemi

Dünyada ve özellikle gelişmiş ülkelerde sürekli ve temiz enerji kaynaklarının oluşturulması ve geliştirilmesi enerji ile ilgili yaklaşımların temelini oluşturmaktadır. İçinde bulunduğumuz yüzyılda, özellikle son 10 yıllık dönemde Dünyanın tanık olduğu afetler ve bunlara sebep olarak görülen küresel ısınma, gelişmiş ülkeleri ve hatta gelişmekte olan OECD ülkelerini de yenilenebilir enerji kaynaklarına yöneltmektedir.

En genel olarak, yenilenebilir enerji kaynağı; enerji kaynağından alınan enerjiye eşit oranda veya kaynağın tükenme hızından daha çabuk bir şekilde kendini yenileyebilmesi ile tanımlanır.

Yenilenebilir enerjinin tesisler, hayvanlar ve insanlar tarafından kalıcı olarak tüketilmesi mümkün değildir. Fosil yakıtlar, çok uzun bir zaman çizelgesi göz önüne alındığında teorik olarak yenilenebilir iken, istismar edilerek kullanılması sonucu yakın gelecekte tamamen tükenme tehlikesi ile karşı karşıyadır.

Tablo 4. Yenilenebilir enerjilerin kaynakları (URL-3)

	Yenilenebilir Enerji Kaynakları	Kaynak veya Yakıtı
1	Güneş Enerjisi	Güneş
2	Rüzgâr Enerjisi	Rüzgâr
3	Dalga Enerjisi	Okyanus ve Denizler
4	Biokütle Enerjisi	Biyolojik artıklar
5	Jeotermal Enerji	Yer altı suları
6	Hidrolik Enerji	Nehirler
7	Hidrojen Enerji	Su ve Hidroksitler

2002 yılı kasım ayı Enerji Ajansı verilerine göre tüm dünyada kullanılan yenilenebilir enerji kaynaklarının, toplam enerji kaynakları içindeki payı %13.8'dir. Bu payın dağılımı ise %80 yanabilir ve yenilenebilir atıklar, %16.5 hidro enerji, %0,5 diğerleri (rüzgâr, jeotermal, güneş vs.) olarak verilmiştir (URL-3).

OECD Ülkeleri arasında ön sıralarda yer alan ve yeni dünyada gelişmiş ülkeler sınıfında yerini alacak olan ülkemizde; nüfus artışı, yaşam kalitesinin artışıyla birlikte her hanede artan teknolojik ihtiyaçlar ve endüstriyel yatırımların yükselen bir ivmeyle artması nedeniyle enerji ihtiyacı da hızla artmaktadır. Özellikle son yıllarda ihtiyaç duyulan enerjinin yerli kaynaklarla, özelliklede yenilenebilir enerji kaynaklarıyla teminine özel olarak önem verilmektedir.

Yenilenebilir temiz enerji kaynaklarının başında hidroelektrik enerjisi gelmektedir. Gelişme ve yaygınlaşma aşamasındaki diğer yenilenebilir enerjilerden farklı olarak hidroelektrik enerji, dünya çapında hidrolik potansiyeline sahip hemen hemen tüm ülkelerde kullanılmaktadır. Hidroelektrik enerjinin üretimi amacıyla kurulan barajlar temiz enerji temininin yanında, tarımsal üretim için sulama suyu ve temiz su temininde de önemli bir işlev görmektedir.

Tablo 5. Enerji kaynaklarının çevresel etkileri açısından kıyaslaması (GER, 2008)

	İklim Değişikliği	Asit Yağmuru	Su Kirliliği	Toprak Kirliliği	Gürültü	Radyasyon
Petrol	X	X	X	X	X	-
Kömür	X	X	X	X	X	X
Doğalgaz	X	X	X	-	X	-
Nükleer	-	-	X	X	-	X
Hidrolik	X	-	-	-	-	-
Rüzgâr	-	-	-	-	X	-
Güneş	-	-	-	-	-	-
Jeotermal	-	-	X	X	-	-

Görüldüğü gibi güneş enerjisi dışında tüm enerji kaynakları çevreyi etkilemektedir. Ayrıca bu tabloda, genişletilmiş çevre tanımı içinde kalan tarihi ve kültürel miras ve biyolojik çeşitlilik hususlar ile etkileşimlere yer verilmemiş olduğu da vurgulanmalıdır.

Çevre, yenilenebilirlik (sürdürülebilirlik yönünden) ve yerli olma özellikleri, enerji konusunda yapılacak bir değerlendirmede mutlaka göz önünde bulundurulması gereken nitelikler olarak belirlenebilir. Bunlara ek olarak yatırım ve üretim maliyetleri de göz ardı edilmemesi gereken hususlardır (GER, 2008).

1.5.2. Suyun Ülkemiz Özelinde Artan Önemi

Türkiye her ne kadar su kaynakları açısından zengin gibi algılansa da, aslında dünya ortalamaları temel alındığında zengin bir ülke olmadığımız gözler önüne serilmektedir.

Türkiye'nin kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı su stresi sınırının çok az üzerindedir. Ancak nüfus artışı düşünüldüğünde yakın gelecekte Türkiye'yi yine su stresi beklemektedir. Yıllık kişi başına kullanılabilir su miktarı nüfus izdüşümlerine göre 2025 yılında 1477,2 m³, 2050 yılında 1316,1 m³'e inecektir. Suyun bol olduğu havzalardan su kıtlığı çekilen havzalara su transferlerinin yapılabileceği düşüncesi bir çözüm gibi görülse de havza ekosistemlerinde yaratacağı sorunlar çok iyi analiz edilmelidir (URL-2).

Türkiye'de hidroelektrik enerji uzun yıllardır kullanılıyor olmakla birlikte gerçek potansiyelini tam olarak kullanılabilir hale getirmeyi başaramamıştır.

Ülkemizde topografya ve hidrolojinin bir fonksiyonu olan brüt hidroelektrik enerji potansiyeli 433 milyar kWh mertebesindedir. Teknik yönden değerlendirilebilir hidroelektrik enerji potansiyeli 216 milyar kWh civarındadır. 2009 yılı başı itibariyle tespit edilen teknik ve ekonomik hidroelektrik enerji potansiyeli de 130 milyar kWh'dir.

Tablo 6. Türkiye'nin hidroelektrik potansiyeli (Gwh,yıl)

	Brüt HES Potansiyeli	Teknik HES Potansiyeli	Ekonomik HES Potansiyeli
Türkiye	433.000	216.000	130.000

2009 sonu itibariyle ülkemizde 208 adet HES (hidroelektrik santral) işletmede bulunmaktadır. Bu santraller yaklaşık 14 300 MW 'lık bir kurulu güce ve toplam ekonomik potansiyelin % 38'ine karşılık gelen yaklaşık 50 000 GWh'lık yıllık ortalama elektrik üretim kapasitesine sahiptir. Halen yaklaşık 4300 MW'lık bir kurulu güç ve toplam ekonomik potansiyelin % 11'i olan yaklaşık 14 000 GWh'lık yıllık üretim kapasitesine

sahip 40 adet hidroelektrik santral inşa halinde bulunmaktadır. Kalan yaklaşık 66 000 GWh/yıl'lık ekonomik potansiyeli kullanabilmek için ileride DSI'ce belirlenen (ilk etüt, ön inceleme, master plan, planlama ve kesin proje aşamasında) 478 HES daha yapılacak ve toplam 36 855 MW'lık kurulu güçle hidroelektrik santrallerin sayısı 726'ya ulaşacaktır. Bu santrallerin tamamının devreye girmesiyle toplam ekonomik hidroelektrik üretim ise 130 milyar kWh mertebesine yükselecektir (URL-4).

1.6. Enerji Üretim ve Kullanımının Çevre Üzerindeki Etkileri

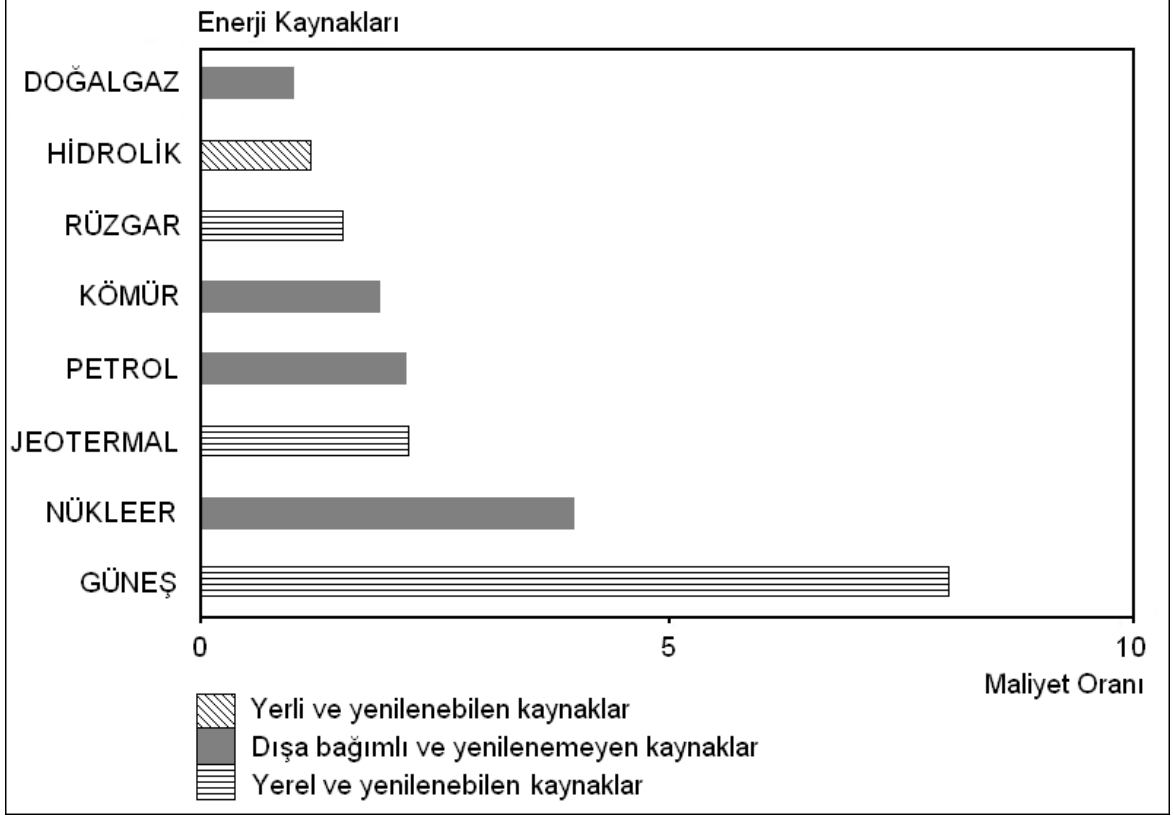
Dünyada, artan nüfus, göçler ve göçlere bağlı olarak hızlı kentleşme, hızlı kentleşmenin de sebep olduğu hızlı ve çarpık sanayileşme, özellikle gelişmekte olan ülkelerde sanayileşmenin eski teknolojiye dayalı olması, iklim değişiklikleri ve buna bağlı olarak ısınma-serinleme ihtiyaçlarının artması gibi birçok nedenle enerji ihtiyacı artan bir ivme ile çoğalmaktadır. Sayılan bu nedenlerin hemen hemen hepsi, ülkemiz özelinde de enerji talebindeki hızlı artışın nedeni olarak gösterilebilir.

Enerji üretimi, tüketimi ve çevrimi nedeniyle oluşan kirleticiler, atmosfere salınan gazların ve kirleticilerin büyük bir bölümünü oluşturmaktadır.

Günümüzde enerji üretimi daha çok fosil yakıtlı termik santrallerden, hidroelektrik ve nükleer enerji santrallerinden karşılanmaktadır. Türkiye'de yaygın olarak kullanılan fosil kökenli petrol, kömür, doğalgaz gibi enerji kaynaklarının sınırlı olması, bu kaynakların kullanımında verimliliğin artırılmasını gerektirmektedir.

Enerjinin üretimi, dönüşümü ve tüketimi sürecinde enerji verimliliğinin iyileştirilmesi, kirlilik önleyecek arıtma teknolojilerinin devreye sokulması, daha da öncelikli olarak arıtmaya gerek kalmaksızın kirliliğin kaynaktan kontrolü, fosil yakıtlardan kaynaklı kirliliğin bertarafı, çevre açısından kabul edilebilir nitelikteki yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması, planlamaların çevresel etkilerle birlikte ele alınması, v.b. önlemler, enerji alanında çevre sorunlarını en aza indirmeye yönelik olarak devreye sokulan yöntemlerdir. Enerjiden kaynaklı çevre sorunlarının önüne geçilebilmesi ancak enerji ve çevre konusuna bütünsel bir bakış açısıyla mümkündür (Anonim, 2006).

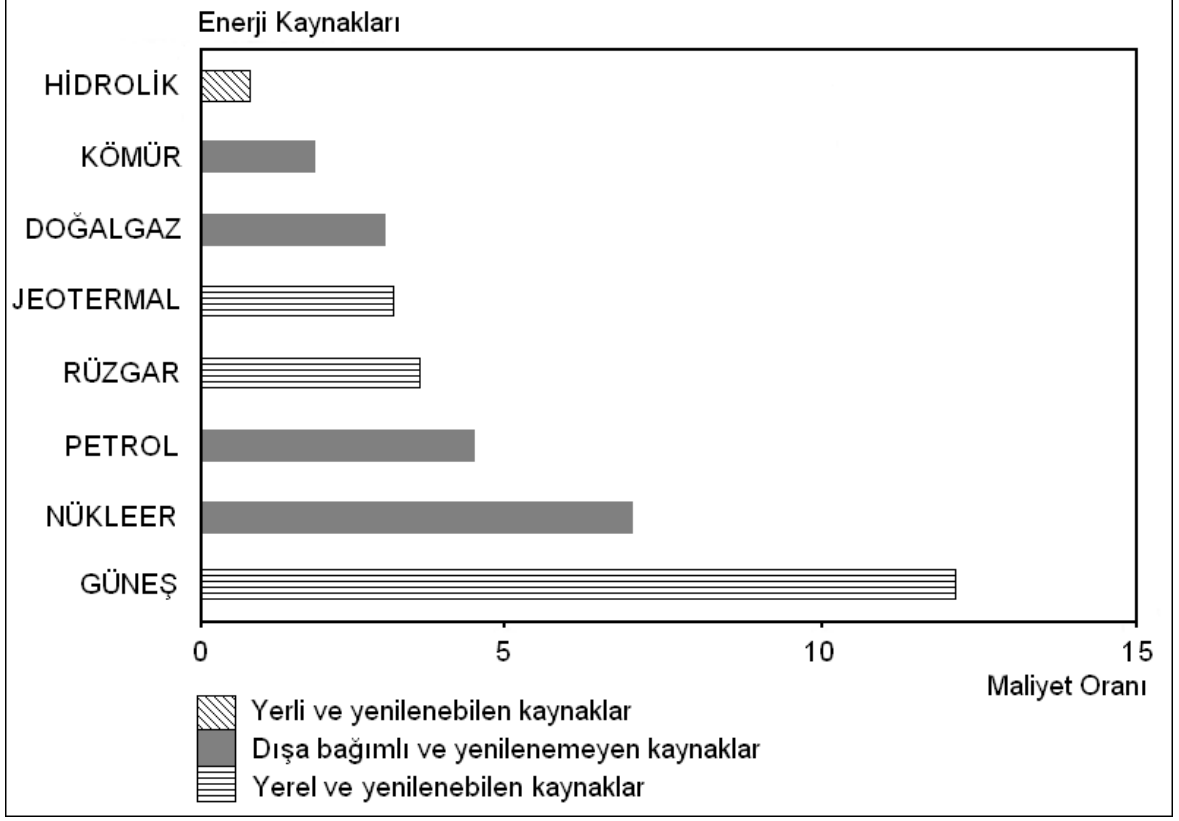
Aşağıdaki şekillerde enerji kaynaklarının; yatırım maliyetleri, üretim maliyetleri ve çevre kirliliği oluşturma durumları karşılaştırılmıştır.



Şekil 2. Göreceli yatırım maliyeti (GER, 2008)

Şekil 2’de enerji kaynaklarının yatırım maliyetleri karşılaştırılmış, aynı zamanda bu kaynakların yenilenebilir olup olmadıkları, yerli olup olmadıkları gibi bilgiler de tarama biçimleriyle gösterilmiştir.

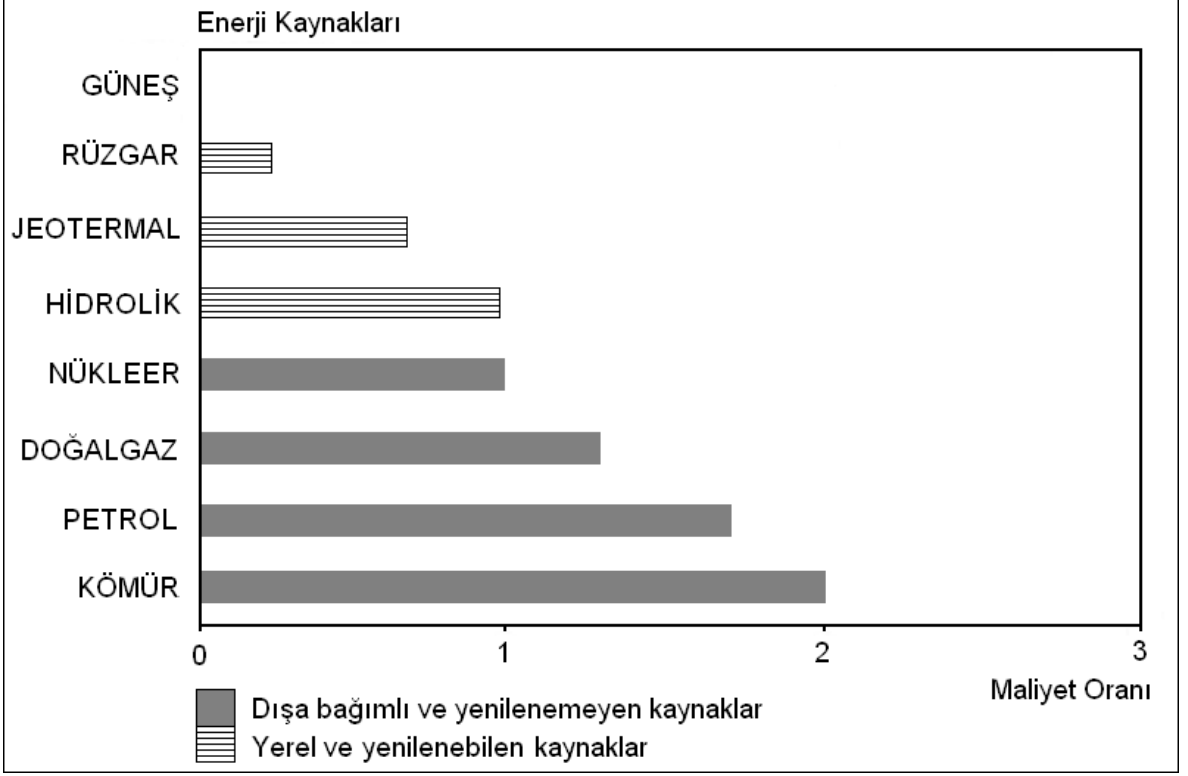
Maliyet karşılaştırmaları çerçevesinden bakıldığında dışa bağımlılık/yerli olma ve yenilenebilirlik boyutlarında net bir kategorileşme söz konusu değildir.



Şekil 3. Göreceli üretim maliyeti (GER, 2008)

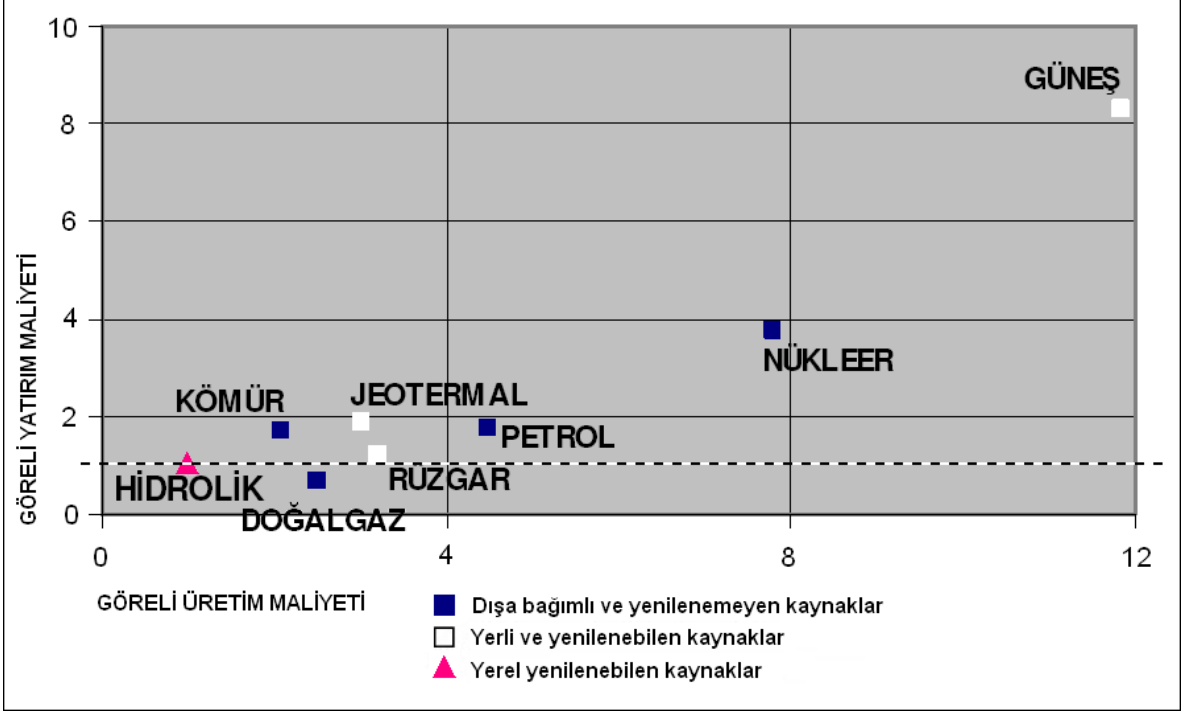
Maliyet karşılaştırmaları çerçevesinden bakıldığında dışa bağımlılık/yerli olma ve yenilenebilirlik boyutlarında net bir kategorileşme söz konusu değildir. Güneş ve nükleer enerji kullanımı hem yatırım hem de üretim maliyetleri açısından en pahalı enerji üretim türleri olarak belirlenmektedir.

Hidrolik enerji ile karşılaştırıldığında yaklaşık olarak 5-10 misli daha büyük maliyetler gerektiren bu iki türün dışında kalan diğer enerji türleri ise genel olarak hidrolik enerjiden 2-5 kat arası daha pahalı türlerdir.



Şekil 4. Göreceli çevre kirliliği (GER, 2008)

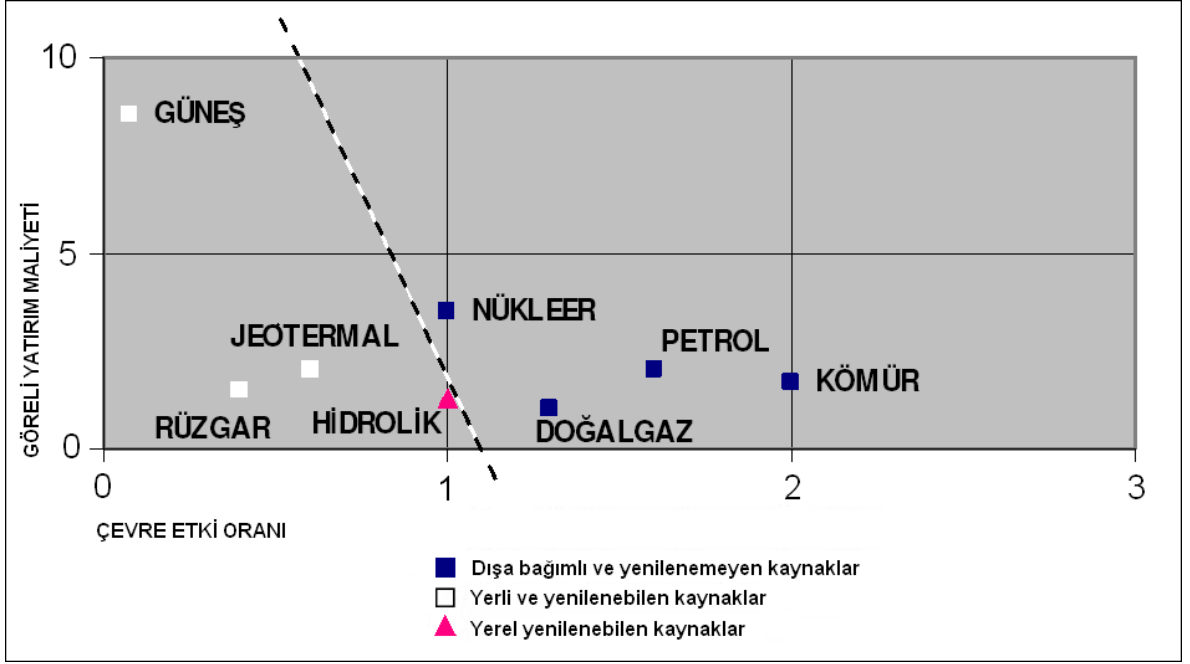
Maliyet karşılaştırmalarından farklı olarak çevre etkisi bağlamında; dışa bağlı kaynaklar, yerli kaynaklarla karşılaştırıldığında kategorik olarak çok fazla zararlı olan kaynaklardır. Hidrolik enerji üretimi ise yerli kaynaklar arasındaki en çok zarar tür olarak göze çarpmaktadır.



Şekil 5. Yatırım ve üretim maliyetlerinin karşılaştırılması (GER, 2008)

Şekillerdeki dolu kutular bir yandan dışa bağımlı öte yandan da yenilenebilir olmayan enerji kaynaklarını, boş kutular ve üçgen yerli yenilenebilir kaynakları simgelemektedir.

Maliyet karşılaştırmalarından farklı olarak çevre etkisi bağlamında; dışa bağımlı kaynaklar, yerli kaynaklarla karşılaştırıldığında kategorik olarak çok fazla zararlı olan kaynaklardır. Şekilde de açıkça görüldüğü üzere güneş ve nükleer enerji kaynaklarının kullanımı diğerleri ilk karşılaştırıldığında oldukça pahalı çözümlerdir. Diğer türlerin yatırım maliyetleri arasında ise genel olarak çok büyük farklar söz konusu değildir.



Şekil 6. Yatırım maliyetleri - Çevre ilişkisi, (GER, 2008)

Şekil 6'da ise maliyet ve çevre etkisi karşılaştırılması yapılırken sadece yatırım maliyetleri kullanılmıştır. Şekil incelendiğinde gözlenen en çarpıcı nokta; dışa bağımlı ve yenilenemeyen enerji kaynakları ile yerli yenilenebilir enerji kaynakları arasında çok bariz bir ayrımın olduğu hususudur.

Dışa bağımlı olan ve ayrıca yenilenebilirlik özelliği olmayan enerji kaynaklarının çevre üzerindeki olumsuz etkileri, yenilenebilir ve yerli olan kaynaklardan çok daha fazladır.

Temelde enerji üretim yöntemlerinden beklenen;

- Temiz ve çevre dostu olması,
- Yenilenebilirliği,
- Yatırımı ucuz olması,
- İşletmesi / üretimi ucuz olması,
- Yerel olması, gibi faktörler dikkate alındığında; jeotermal, hidrolik ve rüzgâr enerjilerinin esas tercihleri oluşturmaları kaçınılmazdır.

Stratejik açıdan enerji çeşitlendirmesi amaçlandığında ise değerlendirmeye alınacak enerji türleri doğalgaz ve nükleer enerji olarak kaydedilmelidir (Ger, 2008).

1.7. Baraj Çevre İlişkisi

Su kaynaklarını geliştirme projeleri, başta barajlar ve hidroelektrik santraller olmak üzere, taşkın kontrol projeleri, sulama veya kurutma (drenaj) projeleri, su iletim ve dağıtım projeleri ile su kalite kontrolü ve kirlenmenin önlenmesi projelerinden oluşmaktadır (Anonim, 2002).

Bu projelerin her birinin olumlu ve olumsuz çevresel etkileri bulunmaktadır. Burada kullanılan “Çevre” kavramının sosyal, ekonomik, fiziksel ve doğal çevre gibi çok geniş bir anlamı vardır. Dolayısıyla, projenin amacı, boyutları ve bulunduğu mekânın özelliklerine göre bir veya birden çok alanda etki veya etkileşim söz konusudur.

Son yirmi yıla kadar su kaynakları projelerinde teknik ve ekonomik yapılabilirlik kıstasları esas belirleyici unsurlar olurken, günümüzde bütün dünyada olduğu gibi ülkemizde de “çevresel yapılabilirlik” ya da “çevresel açıdan sürdürülebilir proje” kavram ve kıstasları öne çıkmaya başlamıştır. Hatta her türlü proje ve yatırım için olduğu gibi, su kaynakları projelerinin de bir “çevresel etki değerlendirmesi” test ve sınavından geçirilmesi bir yasal zorunluluk haline getirilmiştir. İmzalanan uluslararası çevre sözleşmeleri doğrultusunda Türkiye de 1993 yılında hazırladığı çevre yasası ve yönetmelikleriyle bunu uygulamaya koymuştur. 6 Haziran 2002 tarihinde yapılan son değişikliklerle de bu ÇED yönetmeliği büyük ölçüde günümüz Avrupa Topluluğu normlarına uygun hale getirilmiş bulunmaktadır.

Su kaynakları projeleri içinde en dikkat çeken ve fiziksel açıdan en karmaşık olanı barajlardır. Bu projelerin doğal çevreye ve insan yaşamına olan çok önemli olumlu ve/veya olumsuz etkileri nedeniyle daima toplumun ilgi odağı olmuşlardır.

Barajların, akarsu rejiminin düzenlenmesi ve kurak dönemde toplumun su taleplerinin karşılanması, taşkın kontrolü, enerji üretimi, su yolu ulaşımı gibi çok önemli işlevleri vardır (Anonim, 2002).

Bunların yanında Hidroelektrik Santrallerinin (HES) taşkın koruma, çevre ziraatını geliştirme, balıkçılığı destekleme, ağaçlandırma, çevrenin estetik kalitesini ve mansapta su kalitesini yükseltme gibi olumlu etkileri vardır (DPT, 2001).

Hidrolik enerjinin mikroklimatik, hidrolojik ve biyolojik çevre etkileri vardır. Baraj gölünün geniş yüzey alanı, buharlaşmayı artırmakta tarım arazilerinde tuzlanma ve çoraklaşma olmakta, sudan kaynaklanan paraziter hastalıklar artmakta, rezervuar altında kalacak bitki ve ağaçların kesilip temizlenmemesi ile denge oluşuncaya kadar başlangıçta

birkaç yıl su kalitesi negatif yönde etkilenmektedir. Hidrolojik rejimde değişiklik olmakta, zorla göç yaşanabilmektedir. Sıcaklık-yağış-rüzgâr rejimleri değişmekte, yöredeki doğal bitki örtüsü ile su ve kara canlıları yaşam alanında değişiklik olmakta, yaşama adapte olabilen türler varlıklarını sürdürmektedir. Akarsuyun akış rejiminin ve fizikokimyasal parametrelerinin değişmesi yeni hidrolojik etkiler oluşturmaktadır. Doğal fay hareketlerini etkileyerek deprem oluşum riskini artırmaktadır. Ayrıca, yöredeki tabiat ve tarih varlıklarının korunamaması sonucu, kültürel değerlerin kaybı da söz konusu olabilmektedir (DPT 2001).

Bir nehrin önüne set çekilmesi, nehrin aşağı kesimlerinde bulunan toprakların suyun taşıdığı faydalı organizmalardan mahrum kalmasına neden olacak, bu durum ise açığın suni gübreleme ile kapatılmasını gerektirecektir. Denizlere ulaşamayan bu maddeler denizdeki hayvan yaşamının azalmasına sebep olacaktır. Ayrıca bunlar baraj gölünün dolmasına yol açmaktadırlar (Kültür, 2004).

Tablo 7. Barajların çevreye dolaylı ve doğrudan etkileri (Leonard ve Crouzet, 1999)

Etkinin Nedeni	Dolaylı Etkiler	Olası Doğrudan Etkiler
Baraj yapımı	Nehre büyük bir set çekilmesi	Özellikle balıklar olmak üzere, bazı omurgalı su canlılarının göçünü engelleme.
	İnşaatla ilgili konular (gürültü, patlamalar, geçici kanallar vb.)	Doğal ortamın bozulması (örneğin kuşların yavrulama döneminde rahatsız edilmeleri). Erozyonda artış ve nehrin su kalitesi üzerinde geçici etkiler.
	Arazideki değişiklikler	Arazide yeni bir su kütleinin oluşması (özellikle de yarı kurak bir arazide).
		Aynı nehir havzasındaki birkaç barajın arazi üzerindeki toplu etkileri.
		Barajla bağlantılı olarak yapılan ek yapılar (türbin tesisleri, arıtma tesisleri).
Arazi eğiminde değişiklik - erozyonda artış olasılığı. Bölgenin turistik hale gelmesi (rekreasyon). Mevsime bağlı nüfus artışı.		
Havzanın suyla dolması	Toprak kayması	Doğal ortamların zarar görmesi, nadir bulunan türlerin yok olma olasılığı.
		Arkeolojik ve tarihi özelliklerin yok olması.
		Organik maddelerin çürümesi sonucunda geçici ötrofikasyon.
		Ormanlık alanların ikiye bölünmesi. Karadaki faunanın göçünün engellenme olasılığı.

Tablo 7'nin devamı

Sürekli durgun bir su kütlesinin varlığı	Bir durgun su ortamının oluşturulması	Nehir ekosisteminden göl ekosistemine geçiş. Su kütlesinin katmanlaşması ve dolayısıyla ekosistemde değişim.
	Yeni bir mikro-iklimin oluşturulması	Havzanın yukarı kısımlarında nemin artması ve küçük sıcaklık değişiklikleri. Ortalama sıcaklığın olası artışı ve kar - buz döneminin kısalması sonucunda seller, toprak erozyonu vb.
	Havzanın yukarı kısmındaki yer altı su seviyesinin artması	Araziyi sel basma olasılığı ve tuzlanma artışı. Yer altı sularının akış düzeninde değişiklik.
	Asıl kaya tabakasına etkileri	Deprem (sismik faaliyet) olasılığı (yalnızca en büyük su kütlesinde).
	Su kullanımı	Yeni bir su kaynağının (örneğin sulamanın) kullanılması nedeniyle akıntı yönündeki arazilerin kullanımında değişiklik. Birbiriyle çelişen su talepleri olasılığı.
Barajda su birikmesi	Tortu birikimi	Su hacmindeki azalma sonucunda havzada tortu birikmesi. Nehrin aşağı kısmında parçacıkların azaltılması. Besinlerin ve diğer maddelerin süzülmesi.
	Besin birikmesi ve artması sonucunda ötrifikasyon	Ekosistemde değişiklik. Rekreyasyona zararlı bir suyun ortaya çıkması - zehirli yosunlar. İçme suyu elde etmek için daha fazla arıtma yapılması zorunluluğu.
	Kimyasal kirlenme	Böcek zehri, ağır metaller ve diğer mikro-kirleticilerin birikmesi.
Barajın işletme durumu	Yapay su boşaltma ve alma	Nehrin akışındaki yapay değişimler (sellerin azalması, sel sıklığındaki değişiklikler, mevsimlere bağlı akışın yönü değişimi, kurak mevsimde akışın hızlanması) nedeniyle aşağı kısımdaki ekosistemin değişmesi.
		Suyun kalitesinin değişmesi nedeniyle nehrin aşağı kısmındaki ekosistemde değişim.
		Ani ısı değişikliği nedeniyle nehrin aşağı kısmındaki ekosistemde değişim.
		Nehrin aşağısındaki balık üreme alanları üzerinde olası etki ve Nehrin aşağısında biçim değişikliği.
		Nehir yatağında bozulma - setler ya da su alımı üzerinde etkiler.
	Düzenli olarak barajı boşaltma	Nehrin aşağısındaki ekosistemlere etki. Tortu yönetimi uygulanmazsa, nehrin aşağı kenarlarında olası tıkanma.
Barajdaki su düzeyinde değişiklikler	Kıyı ekosisteminde değişim.	
	Kayalık kıyılarda arazide değişim.	
Nehrin yukarı kısmının denetlenmesi	Nehrin yukarısında biriken tortu ya da besinlerin azaltılması için yasalar, düzenlemeler ya da eğitim.	Havzada toprak kullanım biçiminin değişmesi.
		Suni gübre kullanımının değişmesi.
		Atık su arıtma tesislerinin yapılması.
		Nehrin yukarısındaki su kalitesinin artırılması.

Yakın geçmişe kadar barajların olumsuz çevre etkileri olarak, sudan kaynaklanan parazite hastalıklar, bölge iklimine, içinde bulunduğu havzanın ekolojik dengesine, mimari ve kültürel değerlere, su kalitesine, akarsuyun hidrolojik rejimine, rezervuardaki orman ve tarım alanlarına ve göçe zorlanan bölge insanı üzerine olan etkilerinden söz edilirdi. Planlama ve proje aşamasındaki ekonomik analizlerde de su altında kalacak tarım ve orman alanları ile zorla göç ettirilecek kesim için ödenecek kamulaştırma ve iskân bedelleri gibi parasal değeri olan öğeler dikkate alınırdı.

Her ne kadar barajlar, üzerinde bulunduğu akarsuyun regülasyonunu sağlayarak bu kaynaktan çeşitli amaçlarla yararlanmayı sağlıyorsa da, özellikle sualtında kalan ve kurtarılması ya da ikamesi mümkün olmayan doğal ve tarihsel çevreye olan olumsuz etkileri nedeniyle günümüzde çok olumsuz tepkiler almaktadırlar. (Anonim, 2002).

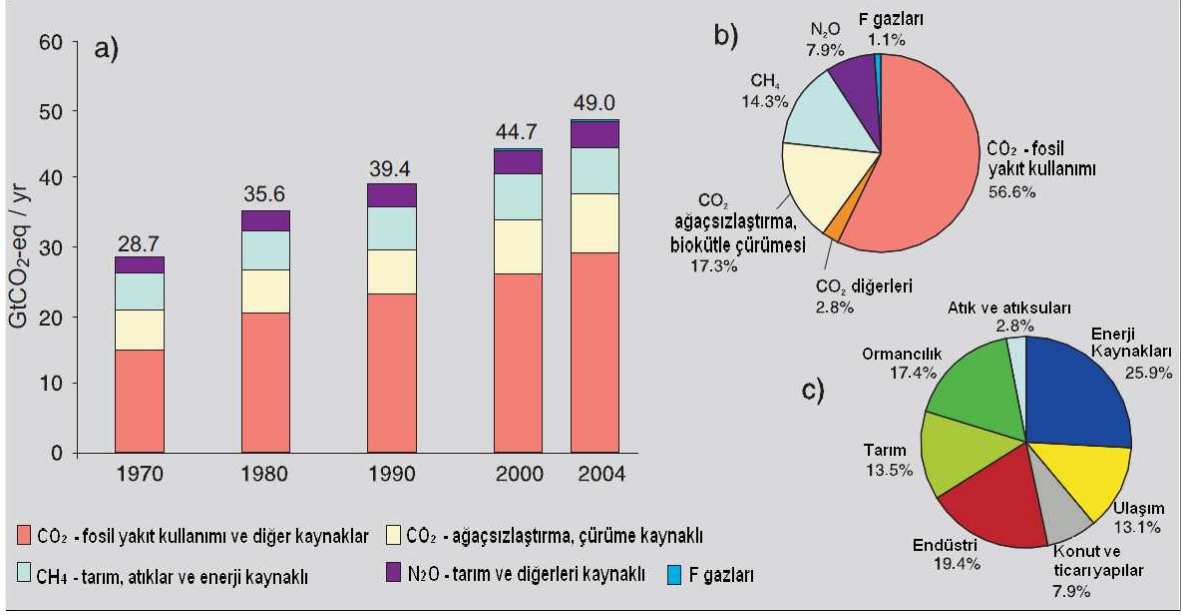
1.8. Sera Gazı Emisyonları ve Etkileri

Günümüzde ortaya çıkan çevre sorunlarının en önemlilerinin sera etkisi, dolayısı ile iklim değişikliği beklentisi, asit yağmurları ve nükleer tehlike olacağı bilinmektedir.

Doğal sera gazları (H_2O , CO_2 , CH_4 , N_2O ve O_3) ile endüstriyel üretim sonucunda ortaya çıkan florlu bileşikler, atmosferdeki sera etkisini düzenleyen temel maddelerdir.

UNFCCC (Birleşmiş Milletler İklim Değişimi Çerçeve Sözleşmesi), 1987 tarihli Birleşmiş Milletler Ozon Tabakasının Korunması Sözleşmesi Montreal Protokolü ile kontrol altına alınamayan bütün sera gazlarını içermektedir.

Atmosferdeki karbondioksit ve diğer sera gazlarının ulaştığı birikim düzeyi, sanayi devriminden bu yana hızla yükselmiştir. Atmosferdeki sera gazı birikimlerinin artmasına en başta fosil yakıt kullanımı, ormansızlaşma ve diğer insan etkinlikleri yol açmış; ekonomik büyüme ve nüfus artışı bu süreci daha da hızlandırmıştır (URL-5).



Şekil 7. İnsan kaynaklı küresel sera gazı emisyonları (URL-6)

(a) 1970-2004 yılları arası insan kaynaklı yıllık sera gazı emisyonları.

(b) O₂ eşitsizliği açısından 2004 yılındaki toplam insan kaynaklı sera gazı emisyonlarının oluşturduğu farklı kaynakların dağılım durumu.

(c) CO₂ eşitsizliği açısından 2004 yılındaki toplam insan kaynaklı sera gazı emisyonları içinde farklı sektörlerin dağılım durumu ormansızlaştırma ağaç sektörü dâhilindedir).

İnsan aktivitelerine bağlı küresel sera gazı emisyonları, yarı endüstrileşme öncesinden bu yana özellikle 1970-2004 yılları arasında gösterdiği %70'lik artışla büyümesine devam ediyor.

Karbondiyoksit en önemli insan kaynaklı sera gazıdır.

1970-2004 yılları arasındaki sera gazı emisyonları, 2004 yılı sonu itibariyle toplam emisyonun %77 gibi ciddi bir bölümünü oluşturmaktadır. Özellikle son 10 yıldaki emisyon artışının (0.92 GtCO₂-eq / yıl), bir önceki on yıllık dönemle kıyaslandığında (0.43 GtCO₂-eq / yıl) çok daha fazla olduğu görülecektir.

1970-2004 yılları arası emisyon artışındaki bu büyük artışın enerji kaynakları, ulaşım ve endüstriden kaynaklandığını; konutlar, ticari yapılar, ormancılık ve tarım sektörlerinin ise çok daha düşük bir artış oranı oluşturduğunu görmekteyiz.

1970-2004 yılları arası %33'lük küresel güç azalışı, %77'lik küresel gelir artışıyla %69'luk nüfus artışının bileşik etkisinden düşük kalmış; bu iki durum enerji kaynaklı CO₂ emisyonlarının artışına neden olmuştur.

Bunların yanında, birim enerji kaynağının neden olduğu CO₂ emisyonları değeri 2000 yılından sonraki dönemde azalma eğilimine girmiştir.

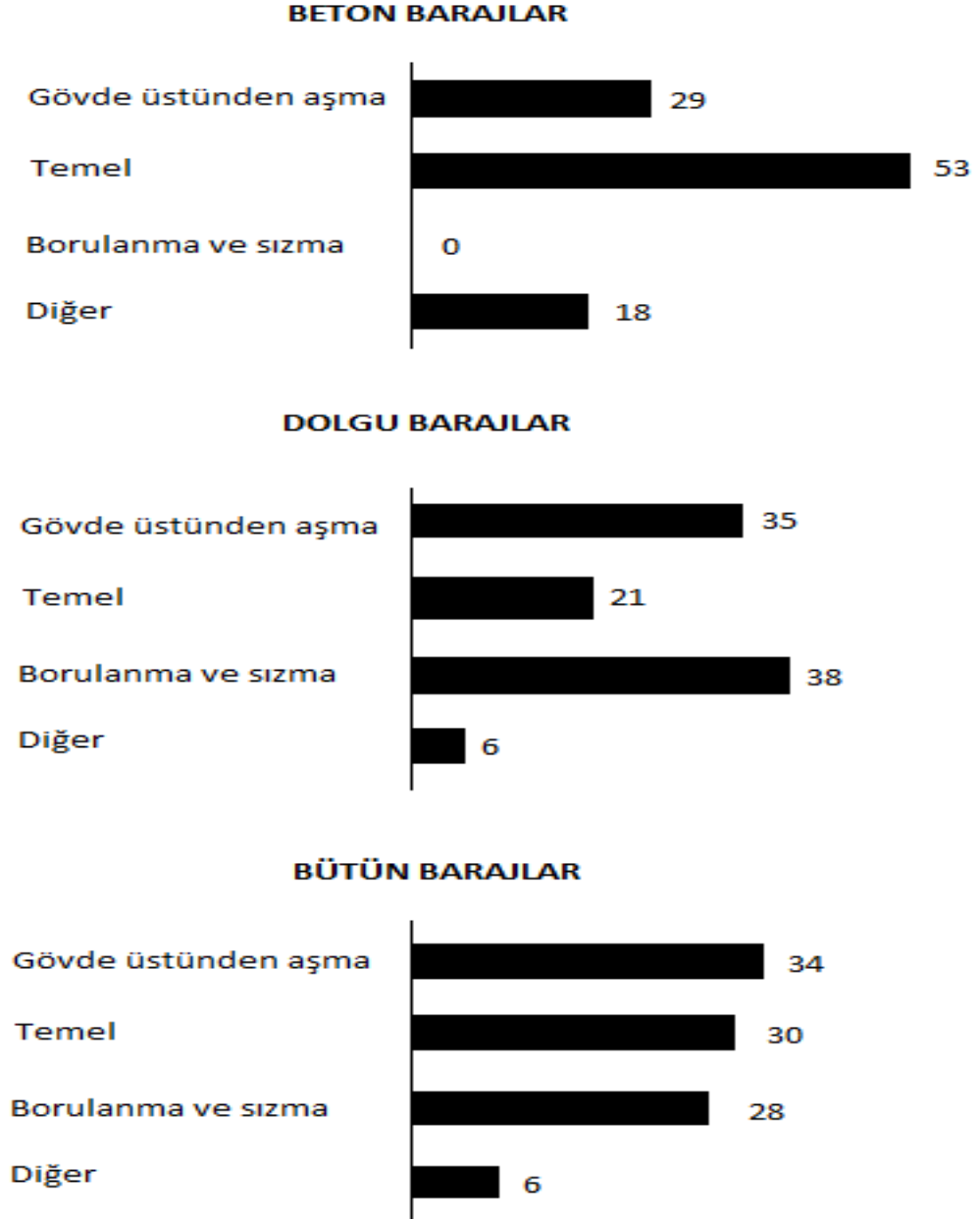
1.9. Baraj Göçmeleri ve Etkilerinin Analizi

Baraj göçmesi ve hasar görmesinin sebepleri, gövde üzerinden aşma, sızma erozyonu, şev koruma kusurları, baraj gövdesi ve temel zemini içinden oluşan su kaçaqları ve borulanma, kayma, deformasyon, zamanla oluşan bozulma, deprem, hatalı inşaat ve kapak göçmeleri olarak verilebilir.

Dünya Büyük Barajlar Komitesi 1975 yılına kadar inşa edilmiş ve sağlam kayıtları olan 14,700 baraj üzerinde geniş bir araştırma yapmıştır (ICOLD, 1983). Bu barajların 1105 tanesinin hasar gördüğü ve 107 tanesinin de göçtüğü belirlenmiştir. Tüm baraj tipleri için temel kusurları, borulanma ve sızma; gövde üzerinden su alma etkisinden sonra en önemli göçme nedenini oluşturmaktadır (Berkün, 2007).

Tablo 8. Baraj problemlerinin baraj çeşitlerine göre dağılımı (ICOLD, 1965)

Etken Faktör	Baraj Tipine Göre Problem Sayısı						
	Kemer	Payandalı	Ağırlık	Toprak Dolgu	Kaya Dolgu	Diğer	Toplam
Yer Seçimi	9	5	6	49	2	1	72
Malzeme	1	-	2	8	-	-	11
Planlama	-	1	4	17	3	-	25
Projelendirme	4	6	13	48	3	2	76
İnşaat	1	1	2	32	5	-	41
Operasyon	-	-	-	5	1	-	6
Yönetme	1	1	-	3	-	-	5
Toplam	16	14	27	162	14	3	236



Şekil 8. 15 m'den daha yüksek barajlarda göçme nedenleri

İnşa metotlarının hatalı olması dolgu barajlarda içsel erozyona sebep olur. Bunun yanı sıra baraj temelleriyle ilgili jeolojik yetersizlikler ve meydana gelen depremler barajlarda büyük tahribatlar oluşturabilirler. Ayrıca, baraj rezervuarında arazi kayması sonucu oluşan dalgalar baraj göçmelerine ve mansapta büyük tahribata neden olabilirler.

Yukarıda yazılan veya diğer hatalardan dolayı, Dünya'da daha önce meydana gelmiş olan baraj göçmeleri Tablo 9'da verilmiştir (Berkün, 2007).

Tablo 9. Dünyada meydana gelen önemli baraj göçmeleri

Baraj	Ülke	Göçme Tarihi	İnsan Kaybı
Puentas	İspanya	1802	60
South Fork	ABD-Pensilvanya	1889	2.200
St. Francis	ABD-Kaliforniya	1929	450
Veg de Tera	İspanya	1959	144
Malpasset	Fransa	1959	421
Oros	Brezilya	1960	1.000
Bab-ı-yar	Rusya	1961	145
Hyokir	Kore	1961	250
Quebrada la Chapa	Kolombiya	1963	250
Vaionton	İtalya	1963	3.000
Baldwin Hills	ABD-Kaliforniya	1963	3
Pardo	Arjantin	1970	25
Teton	ABD- Idaho	1976	14

Bu tezde Sarıgözel Baraj Projesi'nin çevresel etki maliyeti analiz edilirken, oluşabilecek herhangi bir baraj göçmesi durumunda meydana gelebilecek hayat kaybı maliyeti de hesaplanmıştır. Hesaplamalar yapılırken;

1. Riskteki nüfus,
2. Uyarı vakti,
3. Arazi katsayısı,

4. Baraj yıkılma oranı değerleri, gibi etmenler kullanılmıştır. İnsan hayatının istatistiksel değeri de göz önüne alınmıştır.

Bu tez kapsamında Sarıgözel Barajı'nın çevresel etki maliyeti hesaplanırken, yukarıda ayrıntılı şekilde bahsedilen sera gazı emisyonları etkisinin ekonomik analizi de irdelenmiştir.

2. YAPILAN ÇALISMALAR

2.1. Sarigüzel Barajı Uygulama Alanı Hakkında Genel Bilgiler

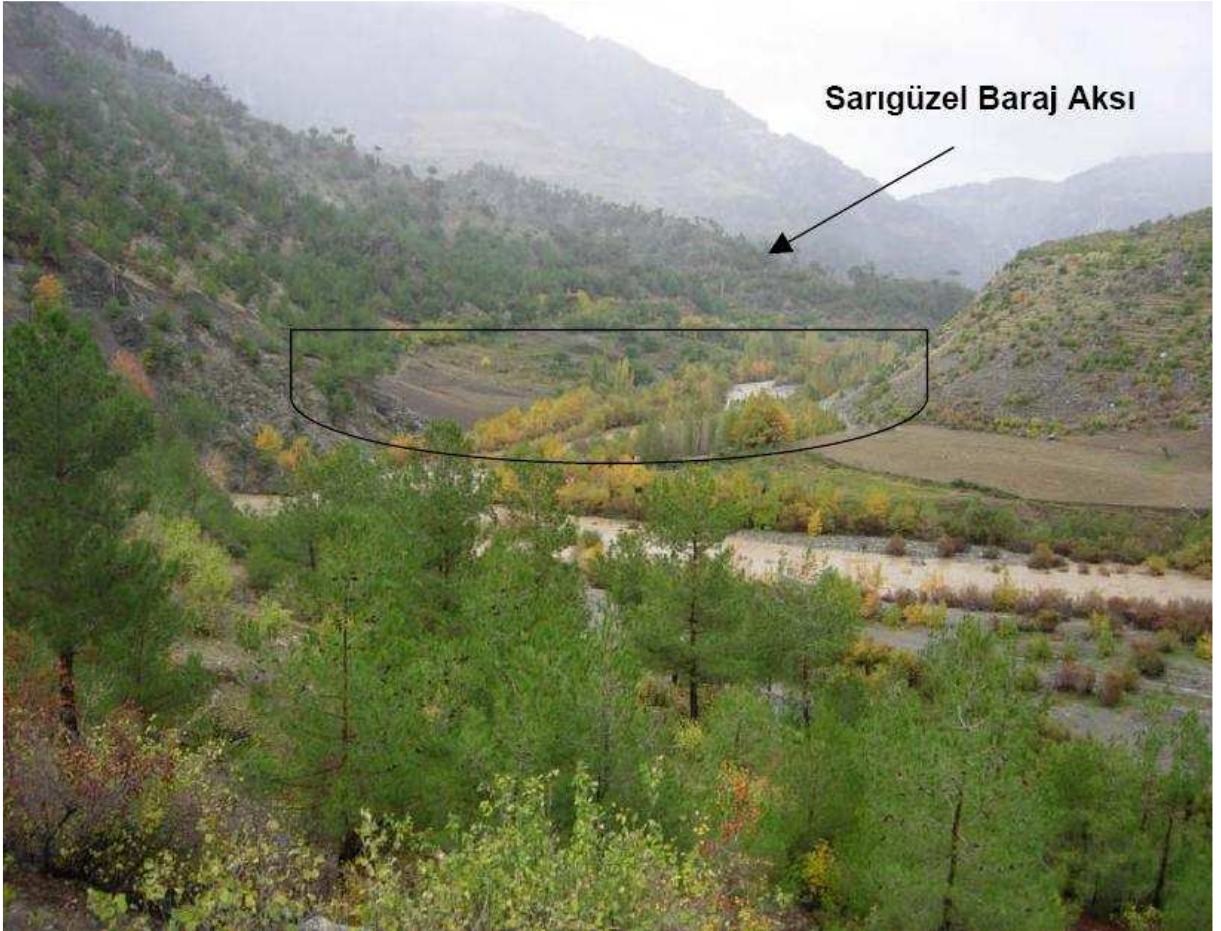
2.1.1. Sarigüzel Barajı Uygulama Alanının Coğrafik Özellikleri

Sarigüzel barajına ismini veren, Sarigüzel köyü kentin kuzeydoğusundaki Engizek dağlarının arkasındadır. Sarigüzel köyü genel anlamda dağların arasına kurulmuştur. Güneydoğu bölgesinde Engizek dağları yer alır. Bu dağların yükseklikleri 2815 m'ye ulaşmaktadır. Sarigüzel köyünün kuzeybatısında ise Berit dağı yer alır. Berit dağının en yüksek doruk noktası ise 3015m'dir. Köyün iç kesimlerinde ise irili ufaklı birçok dere ve tepeye rastlamak mümkündür. Sarigüzel köyünün kent merkezine olan uzaklığı 105km'dir (URL-7).



Şekil 9. Sarigüzel köyü genel görünüm (URL-8)

Ceyhan Nehri üzerinde yer alacak olan Sarıgüzel Barajı, HES ve Malzeme Ocakları Projesi alanı; Kahramanmaraş iline asfalt yoluyla yaklaşık 100-150km mesafededir. Sarıgüzel Barajı ve HES, Kandil Enerji Grubu Projeleri kapsamında planlanan dört projeden birisidir ve Kahramanmaraş Merkez İlçe sınırları içerisinde yer almaktadır. Sarıgüzel barajı ve HES, en mansapta yer alacak olan Hacımnoğlu Regülatörü ve HES projesinin hemen akış yukarısında yer alacaktır.



Şekil 10. Sarıgüzel barajı aks yeri

Çalışma alanına ait jeolojik veri olarak kullanılacak 1962 yılında MTA Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan jeoloji haritaları bulunmaktadır. 1974–1978 yıllarında MTA Genel Müdürlüğü tarafından Engizek Projesi adı altında civarın 1/25000'lik jeoloji haritası hazırlanmıştır. Kahramanmaraş ili maden bakımından oldukça zengindir. Ancak proje alanında herhangi bir maden işletmesi bulunmamaktadır (Encon, 2007).

Sarıgüzel Barajı, HES ve Malzeme Ocakları proje alanı Doğu Anadolu iklim bölgesi ile Akdeniz iklim bölgesi geçiş kuşağında yer almaktadır. Ancak proje noktalarındaki yağış alanlarının büyük bir kısmı Doğu Anadolu iklim bölgesi içerisinde yer almaktadır. Dolayısıyla alanda yazları sıcak ve kurak, kışları ise soğuk ve yağışlı geçmektedir.

Söz konusu iklim kuşağının güneyi Akdeniz ikliminin etkisinde kalmakta, yağıştaki ani artışlar havza verimindeki büyük artışları doğurmaktadır. Bölge iklim ve tabiat şartları olarak İç Anadolu ve Doğu Anadolu bölgelerinin tipik özelliklerini taşımaktadır.

Kahramanmaraş İstasyonu'nda ortalama toplam yağış miktarı yıllık 731.3mm'dir. Ortalama toplam yağış miktarı Aralık ayında 132.3mm ile en yüksek, Ağustos ayında 0.5mm en düşük değerdedir. Günlük en çok yağış ise 98.2mm olarak yine Aralık ayında gözlenmiştir.



Şekil 11. Sarıgüzel HES 'in yapılmasının planlandığı alan (Encon, 2007)

Proje alanının civarı yüzey suyu bakımından incelendiğinde Ceyhan Nehri'ni besleyen sürekli ve süreksiz dereler belirlenmiştir.

Çalışma bölgesinde yeraltı suyu yüzey sularını beslemektedir. Özellikle vadi yakınlarında açılmış olan temel sondaj kuyularında belirlenen su seviyelerinin değişimi yeraltı suyunun Ceyhan nehrine doğru olan hareketini açıkça ifade etmektedir. Açılmış olan sondajlardaki su seviyeleri topografyanın aksine yaklaşık düz olarak tanımlanabilecek edecek bir gradyan oluşturmuştur.



Şekil 12. Sarıgözel köyü ve kısmen etkilenen civar köyler (URL-9)

2.1.2. Sarıgüzel Barajı Uygulama Alanının Çevresel Özellikleri

2.1.2.1. Sarıgüzel Barajı Uygulama Alanının Fiziksel Çevre Özellikleri

Proje alanı genel olarak geçirimsiz özellikteki metamorfik kayalar üzerinde yer almaktadır. Rezervuar alanının büyük kısmı alüvyon üzerinde bulunurken, çalışma alanı çevresinde metamorfik kayalara ek olarak magmatik ofiyolit birimlerinin yüzeyletiği görülmektedir.

Proje alanında bulunan ve temel kaya olan metamorfik kayaların geçirimsiz özellikte olduğu belirlenmiştir.

Proje alanı ve yakın çevresinde herhangi bir sanayi kuruluşu bulunmamaktadır. Bölgede dağınık köy ve mahalleler yer almaktadır. Kentsel bir yerleşim alanı bulunmadığından dolayı bölgede kırsal arazi kullanımı yaygındır (Encon, 2007).

Tablo 10. Proje'den etkilenen yerleşimler ile etkinin nedeni ve büyüklüğü (EnerjiSA, 2009)

Yerleşim Yeri	Etki Nedeni	Etkilenen Alan	Köylerdeki Toplam Parsel Sayısı	Şahıslara Ait Etkilenen Parsel Sayısı	Etkilenen Parsellerin Toplama Oranları
Demirlik Köyü	Rezervuar alanı	Ceyhan Nehri'ne yakın araziler	1611	17	1,1
Hacıbudak Köyü	Rezervuar alanı	Ceyhan Nehri'ne yakın araziler	1445	Yok	0,0
Hacıminoğlu Köyü	Rezervuar alanı	Merkez ve Uludere mahalleleri	1675	118	7,0
Kabaktepe Köyü	Rezervuar alanı	Ceyhan Nehri'ne yakın araziler	2769	Yok	0,0
Kertmen Köyü	Erişim yolu	Tilkiler mahallesi	1314	3	0,2
Kürtül Köyü	Rezervuar alanı	Çamçukuru mah. ve Ceyhan Nehri'ne yakın araziler	3319	17	0,5
Sarıgüzel Köyü	Baraj gövdesi, erişim yolu ve malzeme sahası	İkizce ve Payamlı mahalleleri	2576	142	5,5
Yeniköy	Rezervuar alanı	Ceyhan Nehri'ne yakın araziler	921	5	0,5

Kahramanmaraş İli'nde jeolojik ve topografik yapının uygun olması nedeniyle merkez ilçe ve diğer ilçelere bağlı birçok yerleşim biriminde özellikle kış aylarında yağışların bol olduğu dönemlerde heyelan olayları gözlenmektedir.

Sarıgüzel Barajı, HES ve Malzeme Ocakları Projesi Kahramanmaraş İli Merkez İlçe sınırları içinde kalmaktadır. Proje Uygulama Alanını da kapsayan bölgede büyük toprak gruplarının yanı sıra toprak örtüsünden yoksun bazı arazi tipleri görülmektedir.

Kahramanmaraş topraklarını örten bitki varlığı, Akdeniz bölgesinden farklı özellikler gösteren bir yapıya sahiptir. Kahramanmaraş'ın kuzey ve kuzeydoğu kısımlarında İç Anadolu iklimi hüküm sürdüğü için buralarda daha çok şekerpancarı, buğday ve bakliyat yetişmektedir. Bitki örtüsü step özelliğinden dolayı zayıftır. Hâlbuki güney ve güneybatı kısımları Doğu Akdeniz Bölgesinde olduğu için bitki örtüsü maki topluluğu şeklindedir.

Bölgede yükseltiye bağlı olarak bitki örtüsü de değişmektedir. Çalı Formasyonu (Maki), Orman Formasyonu ve Alpin Formasyonu olmak üzere üç çeşit bitki formasyonu görülmektedir.

Bunlardan Çalı Formasyonu 500-1200 metreler arasında yer almaktadır. Bu formasyon; Kermes meşesi, Mazı meşesi, Laden, Sandal, Dişbudak, Sumak, Akça Kesme, Karaçalı ve Erguvan gibi bitki türlerini kapsamaktadır.

900 ile 2000 metrelere kadar olan kısımlarda kuru ve yarı nemli olarak ayırabileceğimiz Orman Formasyonu yer almaktadır. Burada iğne yapraklı ağaçlardan Kızılçamlar bol miktarda bulunmaktadır. Kızılçamların arasında kışın yaprağını döken ağaçlara da rastlanmaktadır.

1400-2000 metreler arasında Karaçam, Göknar, Sedir, Ardıç türleri, Meşe Türleri, Kızılçamların arasında karışık halde bulunmaktadır. 2000 metrelerin üzerinde ise Alpin Ot Formasyonu görülebilmektedir. Geven, Burçak, Menekşe, Gelincik, Çoban Yastığı gibi türlerin hakim olduğu bu formasyon Ahır ve Çimen dağının yüksek kısımlarında görülmektedir (Encon, 2007).

2.1.2.2. Sarıgüzel Barajı Uygulama Alanının Sosyo-Ekonomik Çevre Özellikleri

Projeden etkilenen yerleşim yerlerinin ekonomik özellikleri incelendiğinde, İl Merkezi, Elbistan ve Afşin İlçeleri dışında proje alanı ve yakın çevresinde herhangi bir sanayi tesisi veya endüstriyel faaliyetin olmadığı görülmektedir. Söz konusu etkilenen yerleşim yerlerinde (Hacınınoğlu köyü ve bu köye bağlı Uludere mahallesi, Kertmen köyüne bağlı Tilkiler mahallesi, Sarıgüzel köyüne bağlı İkizce (İkizler), Dömüler ve Evcili mahalleleri ve Demirlik köyü) temel ekonomik faaliyetler hayvancılık ve tarımdır. Bu yerleşimlerde tarım ve hayvancılıktan köylüler hem gelir elde etmekte, hem de geçimlik ekonomilerine önemli bir katkı sağlamaktadırlar.

Sarıgüzel Rezervuar alanının yaklaşık %23'ünü (yaklaşık 62 hektar) tarım alanları oluşturmaktadır.

Bölgede tarım alanlarının en yaygın bireysel kullanma şekli kuru tarımdır. Kuru tarım arazisi alüvyal ve kolüvyallerin sulanmayan kısımlarını, bunlara bitişik sekileri, hafif ve orta eğimi yüksek arazi topraklarını kapsamına almaktadır. Maraş alüvyallerinde ve çevrelerinde kuru tarım nadassız olarak gerçekleştirilmektedir. Tahıl, baklagiller ve hatta pamuk sırayla ekilmektedir (Encon, 2007).

Tablo 11. Çalışma alanı sınırları içerisinde bulunan arazi varlığı dağılımı (ERE, 2006)

Kullanım Şekli	Alan (Ha)	Oranı (%)
Dikili Tarım Arazileri	335,54	11,39
Kuru Marjinal Tarım Arazileri	2,83	0,10
Marjinal Tarım Arazileri	86,82	2,95
Mutlak Tarım Arazileri	33,43	1,14
Nehir	46,59	1,58
Orman Arazileri	2351,37	79,83
Özel Ürün Arazileri	2,07	0,07
Yerleşim Yerleri	12,02	0,41
Diğer Araziler	74,92	2,54
Toplam	2945,58	100,00

Tarım alanları içinde en fazla ekimi yapılan tarla bitkileri tahıllardır. Başta buğday olmak üzere arpa ve fiğ üretilemekle birlikte sulu tarımın yapılabildiği bölgelerde meyve ve sebze de yetiştirilmektedir. Yamaçlarda ise badem ve ceviz üretilmektedir.

Arazinin kuru marjinal tarım arazisi niteliğinde olması, toprak derinliğinin 0-20 cm arasında olması, orta derecede erozyon ve taşlılık probleminin bulunması ve yağış rejiminin sulu tarıma uygun olmaması gibi etmenlerin, tarımsal ürünlerin çeşitliliğinde kısıtlayıcı etkileri olmaktadır.

Tarım ve hayvancılıktan elde edilen ürünler, hanelerin geçimlik ekonomilerine sağladığı katkının yanında, parasal anlamda da hane bütçesinin büyük bir bölümünü oluşturmaktadır.

Yüksek arazilerde otlatma ve hayvan yetiştiriciliği önemli hale gelmektedir.

Bölgede, çok yaygın olmamakla beraber, arıcılık da yapılmaktadır. Üretilen ballar genellikle bölgedeki köylerde arıcılıkla uğraşmayan diğer haneler tarafından satın alınmaktadır.

Ekinözü İlçesine bağlı Demirlik Köyünde tarım, hayvancılık ve mevsimlik işçiliğin yanı sıra, koruculukta önemli bir geçim kaynağıdır. Demirlik Köyünde aylık maaşlı 34 korucu görev yapmaktadır.

Söz konusu yerleşim yerlerinde tarım ve hayvancılıktan başka bir ekonomik faaliyet olmadığından, vilayete, ilçe merkezlerine ve büyük şehirlere yılın belirli zamanlarında mevsimlik işçi olarak çalışmaya giden köylüler de bulunmaktadır.

Projeden etkilenen İkizce (ikizler) ve Uludere Mahalleri dışında, Hacınınoğlu ve Demirlik Köyleri ile Tilkiler, Dömüler ve Evcili Mahalleleri'nde son 15 yıl içerisinde özellikle Kahramanmaraş, Elbistan ve diğer büyük şehirlere göçler yaşanmıştır. Bu nedenle söz konusu yerleşim yerlerinde nüfus azalma eğilimindedir.

Aynı şekilde Demirlik Köyü, Tilkiler, Dömüler ve Evcili Mahalleleri'nde de nüfus ve hane sayılarında son 15 yıl içerisinde göçten dolayı belirgin bir şekilde azalma görülmektedir. Sarıgözel Köyüne bağlı İkizce Mahallesi'nde ise diğer yerleşimlerim tam tersine son 15 yıl içerisinde nüfus çok büyük bir artış göstermiştir.

Projeden etkilenen yerleşim yerlerinde yaşayan nüfusun yaş ortalaması (40-45 yaş üstü) orta yaşın üzerinde seyretmektedir.

Projeden etkilenen köylerde de il genelindeki diğer köylerde olduğu gibi işsizlik il merkezi ve ilçelere göre çok daha düşüktür. Bunun en önemli nedeni ise kırsal alanda yaşayan hane üyelerinin fiili olarak tarımsal alanda (kendi tarlalarında) çalışıyor olmaları

ve hane içersinde üretilen tarımsal ve hayvansal ürünlerin bir bölümünün öz tüketimi (geçimlik ekonomi) karşılamak amacıyla yapılıyor olmasıdır. Projeden etkilenen yerleşim yerlerinde de Kahramanmaraş il genelinde olduğu gibi işsiz nüfusun büyük çoğunluğunu gençler oluşturmaktadır.

Projeden etkilenen yerleşim yerlerinde il genelindeki köylerde olduğu gibi erkeklerde okuryazarlık oranı kadınlara göre daha yüksektir. Okuma yazma bilmeyen nüfusun büyük bölümünü 50 yaşın üzerindeki yaşlı nüfus oluşturmaktadır.

Projeden etkilenen Sarıgüzel Köyüne ait İkizce (İkizler) Mahallesiinde, Hacınınoğlu köyü ve bu köye ait Uludere mahallesiinde ve Demirlik köyünde 5 yıllık eğitim veren birer ilkokul bulunmaktadır. Hacınınoğlu köyündeki ilkokulda 75 öğrenci, İkizce (İkizler) mahallesiindeki ilkokulda 150 öğrenci, Uludere mahallesiindeki ilkokulda 25 öğrenci ve Demirlik köyündeki ilkokulda ise 74 öğrenci öğrenim görmektedir. Kertmen'e bağlı Tilkiler mahallesiindeki ilkokul öğrencileri yakın olmasından dolayı Sarıgüzel Köyü'ne ait İkizce mahallesiindeki ilkokula, Evcili ve Dömüler mahallelerindeki öğrenciler ise İkizce'deki ilkokula veya İl merkezindeki yatılı bölge okullarına gitmektedirler.

Sağlık Hizmetleri yönünden bölge, genel kırsal yerleşim sorunlarını yaşamaktadır. Hacınınoğlu köyünde bir ebenin görev yaptığı sağlık evi bulunmaktadır. Sağlık hizmeti alabilmek için köylüler genellikle Hacınınoğlu köyünün yakınında merkez ilçeye bağlı Ilıca Beldesi'nde bulunan sağlık ocağına veya il merkezindeki hastanelere gitmektedirler. Projeden etkilenen diğer yerleşim yerlerinde sağlık ocağı veya hastane bulunmadığından dolayı bu yerleşimlerde yaşayanlar da sağlık hizmeti alabilmek için Ilıca Beldesi'ne veya il merkezi ve yakın ilçe merkezlerine gitmektedirler.

Bunların yanında yapılacak yeni yollar ve iyileştirmeler ile bölgede eğitim ve sağlık kurumlarına ulaşım kolaylaşacak ve bu kurumlardan alınacak hizmetler etkinleşecektir. Bunun sonucunda okullardaki öğrenci sayısında artış ve verilen eğitimde etkinlik öngörülmektedir. Ayrıca, sağlık hizmetlerinde ise gerekli hasta nakillerinde iyileşme sağlanacak ve hastaların ihtiyacı olabilecek medikal ve tıbbi ihtiyaçlar daha etkin bir biçimde karşılanabilecektir (Encon, 2007).

2.2. Sarıgüzel Baraj Projesi Hakkında Genel Bilgiler

2.2.1. Ceyhan Nehri Gelişme Planı (Genel Durumu)

Ceyhan Nehri Türkiye’de önemli bir potansiyele sahip akarsu havzasıdır. Toplam uzunluğu 509km’dir.

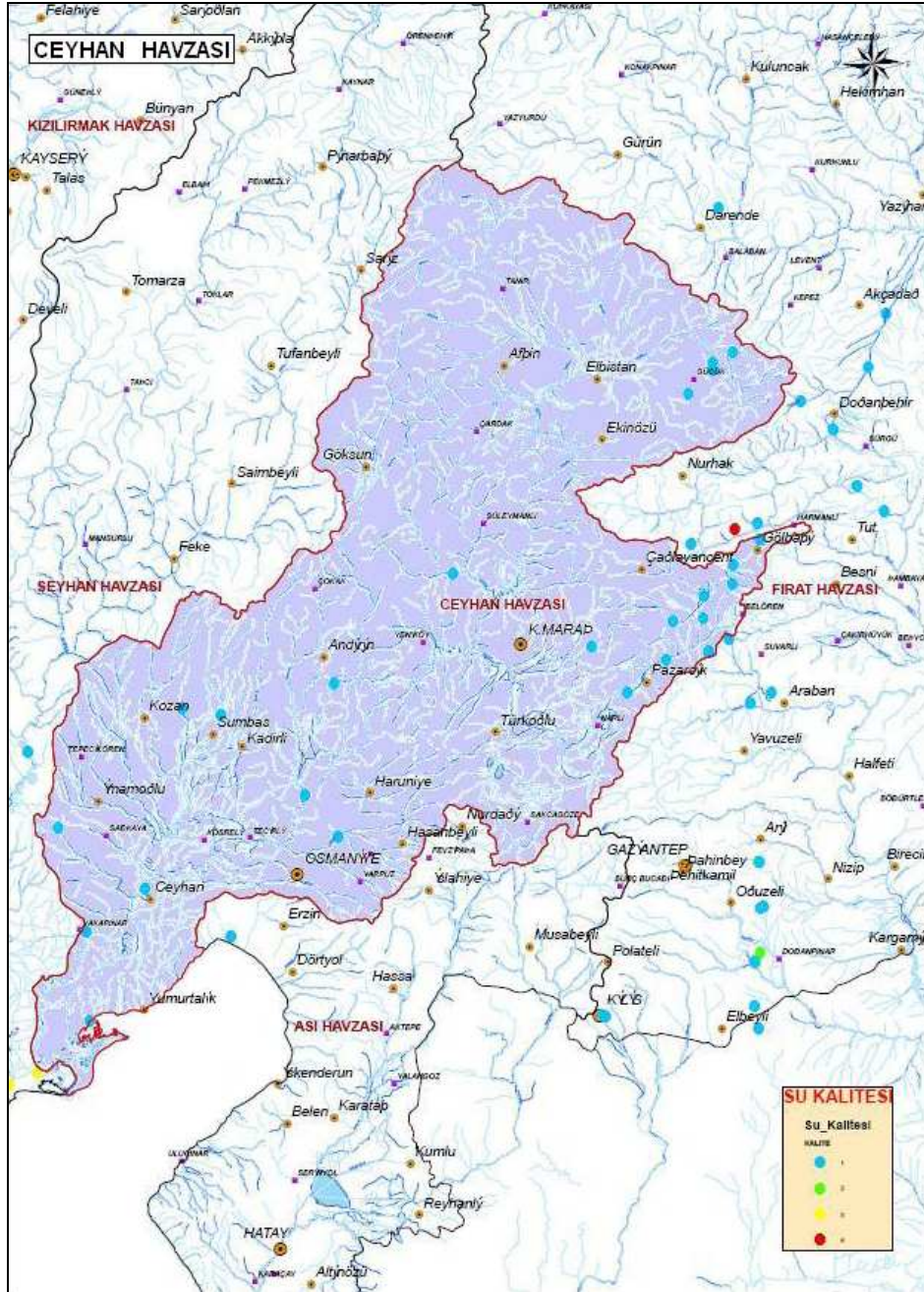
En düşük ve en yüksek akışlar 0.106 ve 179m³/s’dir. Söğütlü suyu, Elbistan’ın kuzey ve doğusunun sularını toplar. Elbistan – Afşin arasında, yine Söğütlüyle birleşen Hurma suyu, havzanın kuzey köşesinin sularını toplayan Hurman, Çeşirlik ve Çatağın derelerini alır. Göksun, Hurma ve Söğütlü kollarını alan Ceyhan Irmağı, güneye doğru akar. Maraş’a kadar doğudan Nargile, Çokum, Bertiz, batıdan Kavurma, Hanas, Kayaözü derelerini alır. Ormanlık yüksek araziden çıkan bu derelerin akışları yüksektir. Kahramanmaraş’ın doğu ve güneyinin sularını toplayan Aksu, Çeçeli Koyu kuzeyinde Ceyhan’a katılır. Kahramanmaraş-Tecirli arasındaki yağışlı kesimin suları birçok küçük derelerle Ceyhan’a boşalır.

Elbistan Afşin ve Göksun, Ekinözü, Nurhak ilçelerini içine alan, en düşük rakımı 1000m, en yüksek rakımı 3000m olan, kış aylarında yağışın genellikle kar, yazların genelde kurak, yıllık ortalama sıcaklığın 10°C olduğu bir bölgedir. Yukarı Ceyhan havzasına su taşıyan en önemli kaynaklar Hurman, Söğütlü Göksun ve Sarsap çaylarıdır.

Yukarı Ceyhan havzasına göre daha az meyilli arazi yapısına sahip olan bu bölümün denizden yüksekliği 350m-3000 m arasında değişmektedir. Orta Ceyhan havzasında yarı nemli iklim tipi hüküm sürmektedir. Ortalama sıcaklık 15°C olup kışlar ılık ve yağışlı yaz ayları kuraktır. Ceyhan nehrinin bu bölümde kalan kısmını besleyen yan kollar Aksu, Körsulu ve Tekir dereleridir. Bunların içerisinde Aksu çayı toplam kapasitenin %60’ını teşkil etmektedir.

Ceyhan nehrinin İskenderun körfezine döküldüğü yerden başlayıp Sır barajına kadar olan bölümünü teşkil etmektedir. Aşağı Ceyhan havzası Ceyhan Kadirli kozan ilçeleri ile Osmaniye ilinin tamamı Kahramanmaraş ilinin bir kısmını içine alır. Aşağı Ceyhan havzasında Akdeniz iklimi hâkim olup ortalama sıcaklık 17°C derecedir (URL-11).

Ceyhan Havzası, Proje alanının yer aldığı Kahramanmaraş ilini tümüyle içine almaktadır. Havza batıdan Seyhan, kuzey ve kuzeydoğudan Fırat, güneyden Asi havzalarıyla komşudur. Ceyhan Havzası'nın toplam yağış alanı 21,222 km²'dir. Havzada meydana gelen yıllık ortalama akım miktarı 211,19 m³/s, ortalama yıllık akım yüksekliği ise 313,84mm'dir. Ceyhan Havzası'nın bütün havzalar içinde toplam akışa katkısı %3,9'dur (Encon, 2007).



Şekil 15. Ceyhan Nehri Havzası (URL-11)

Nehir üzerine ilk kurulan baraj Aslantaş barajıdır. Bu baraj 1975-1984 yılları arasında kurulmuştur. Bunların yanında 1989 yılında Menzelet Barajı,1991 yılında Sır Barajı,1999 yılında Berke Barajı kurulmuştur. Kılavuzlu HES ve Kandil enerji grubuna dâhil olan Sarıgözel Barajı gibi birçok barajda proje ve inşaat safhalarındadır. Bunların yanında nehrin diğer kolları üzerinde farklı aşamalarda olan küçük barajlar ve regülâtörler bulunmaktadır (URL-12).

Ayrıca Ceyhan Nehri ve kollarında; inşa halinde, kati projesi hazırlanan, planlama rapor aşamasında olan, master planı rapor aşamasında olan ve ilk etüd aşamasında olan 19 ayrı proje yürütülmektedir.

Tablo 12’de Ceyhan nehri ve kolları üzerinde bulunan su yapıları görülmektedir (URL-13).

Tablo 12. Ceyhan Nehri üzerindeki mevcut tesislerin güç durumu

Tesis	Kurulu Güç	Yıllık Üretim
Suçatı HES	7.00 MW	28.00 GWh
Kısık HES	9.60 MW	48.00 GWh
Menzelet HES	124.00 MW	515.00 GWh
Sır HES	283.50 MW	725.00 GWh
Aslantaş HES	138.00 MW	569.00 GWh
Berke HES	510.00 MW	1668.00 GWh
Ceyhan	3.60 MW	12.00 GWh
Osmaniye-Karaçay	0.40 MW	3.00 GWh
Ceyhan-Maraş	3.60 MW	20.00 GWh
Kargılık	24.00 MW	71.00 GWh
Kısık	9.35 MW	35.00 GWh
Suçatı	7.00 MW	28.00 GWh
Süleymanlı	4.60 MW	19.00 GWh
Kartalkaya	9.00 MW	39.00 GWh

2.2.2. Sarıgözel Baraj Projesinin Tanımı ve Amacı

Hızla gelişen ve endüstrileşen bir ülke olarak Türkiye'de Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı döneminde, ekonomik büyüme ve nüfus artışı paralelinde birincil enerji ve elektrik enerjisi tüketiminde önemli artışlar kaydedilmiştir. Diğer yandan Dokuzuncu Kalkınma Planı döneminde elektrik talebinin, ağırlıklı olarak sanayi üretim ve hizmetler sektöründeki gelişmelere paralel olarak, yılda ortalama yüzde 8,1 oranında artış göstereceği tahmin edilmektedir.

Devlet Planlama Teşkilatı (DPT) tarafından hazırlanan kalkınma plan ve programlarında açıklandığı gibi, Türkiye'nin enerji alanındaki ulusal politikasının temel hedefi; kaliteli, güvenilir, rekabete dayalı, enerji pazarı koşullarında ucuz elektrik enerjisinin yeterli düzeyde ve zamanında temin edilmesidir (URL-14).

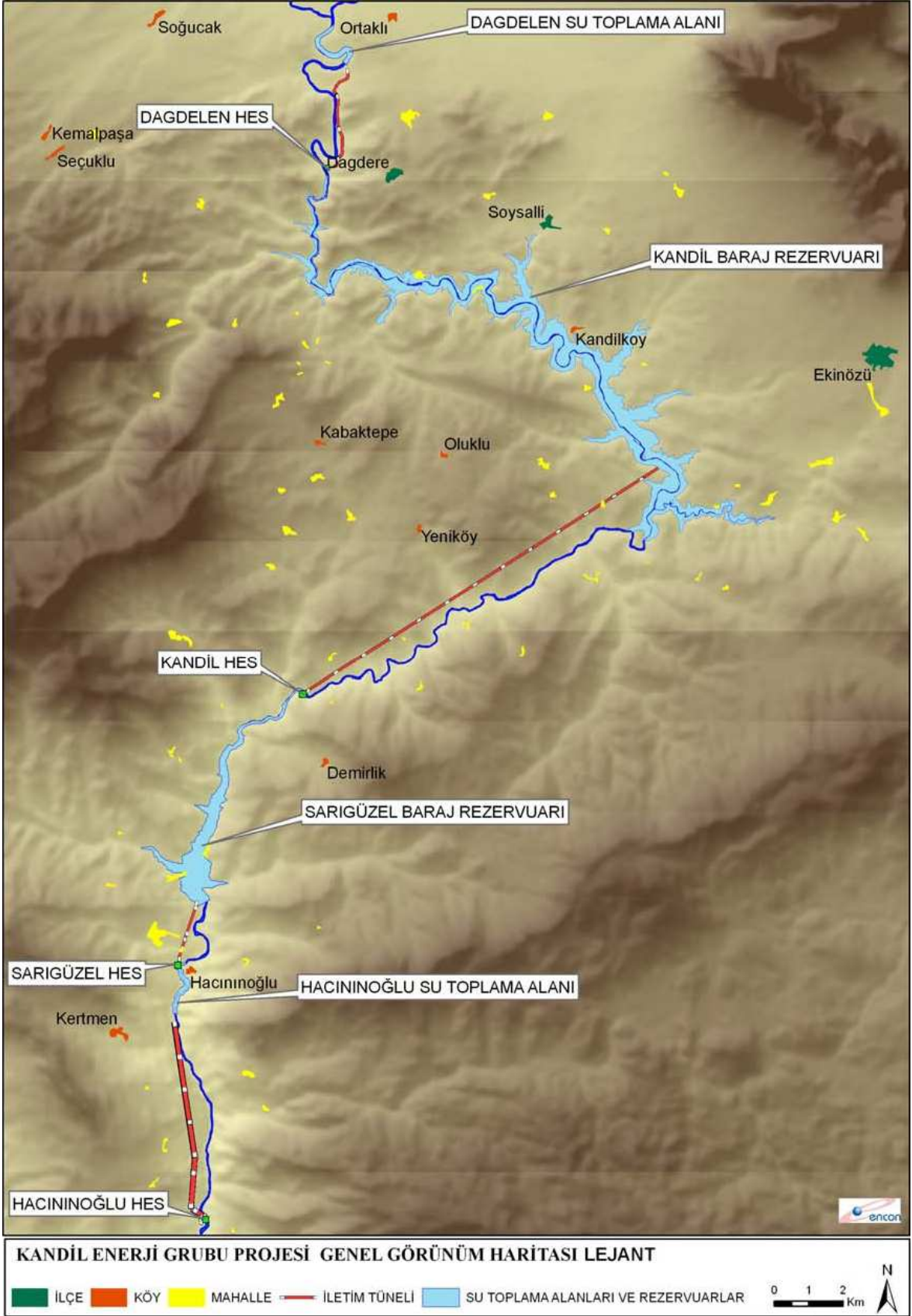
Birleşmiş Milletler (BM) Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi'nde (2002), küçük-büyük ayrımı yapılmadan hidroelektriğin yenilenebilir enerji teknolojisi içinde yer aldığı teyit edilmiştir. Bu önemli karar neticesinde, hidroelektrik enerji ve barajlar çok daha önemli bir niteliğe bürünmüştür.

EnerjiSA tarafından Ceyhan Nehri üzerinde yapılması planlanan Kandil Enerji Grubu Projesi Ekinözü İlçesi ile Merkez İlçe sınırları içerisinde yer almaktadır. Sarıgözel Barajı, HES ve Malzeme Ocakları, Kandil Enerji Grubu Projeleri kapsamında planlanan dört projeden birisidir ve Kahramanmaraş Merkez İlçe sınırları içerisinde yer almaktadır. Bahse konu projeler membadan mansaba doğru aşağıdaki şekilde sıralanmakta, bu projelerin gösterildiği harita Şekil 16'de verilmektedir (Encon, 2007).

- Dağdelen Regülâtörü, HES ve Malzeme Ocakları,
- Kandil Barajı, HES ve Malzeme Ocakları,
- Sarıgözel Barajı, HES ve Malzeme Ocakları,
- Hacınınoğlu Regülâtörü, HES ve Malzeme Ocakları,

Kandil HES çıkış akımları, Sarıgözel Barajı ile biriktirilecek ve iletim tüneli, denge bacası, cebri boru sistemi ile santrale düşürülerek enerji üretilecek ve akımlar tekrar nehir yatağına bırakılacaktır.

Sarıgözel Barajı ve HES 'in de dâhil olduğu Kandil Enerji Grubu Projesi Kahramanmaraş Merkez İlçesi'nin kuzeyinde 38°07'30"-37°49'30" kuzey enlemleri ile 36°57'00"-37°07'30" doğu boylamları arasında yer almaktadır. Proje alanı, Kahramanmaraş İli'ne asfalt yol ile 100 ila 150 km uzaklıktadır (Encon, 2007).



Şekil 16. Kandil Enerji Grubu Projesi Genel Görünüm Haritası

Sarıgüzel Barajı ve HES, 103 MW kurulu kapasitesi ile yılda 289 GWh enerji üretecektir. Bu Proje, Kandil Grubu Projeleri içerisinde enerji üretim kapasitesi açısından ikinci büyük baraj projesidir.

Sarıgüzel Barajı ve HES 'in normal su yüksekliği (860,00 m) Kandil Barajı'nın kuyruk yüksekliği ile aynıdır. Sarıgüzel Barajı'ndan çıkacak su, Hacıninoğlu HES 'ten geçecektir. Hacıninoğlu Regülâtörü ve HES, Sarıgüzel Barajı ve HES 'in tamamlayıcı parçası olacaktır. Proje'den etkilenen bölgeyi gösteren bir harita Şekil 1-1'de sunulmuş olup Proje yerini gösteren genel bir harita ise Şekil 17'de verilmektedir (EnerjiSA, 2009).



Şekil 17. Baraj aksını ve baraj rezervuar alanını kapsayan bölge krokisi

Proje bileşenleri bir rezervuar alanı, bir elektrik santrali ve diğer yardımcı tesislerden oluşmaktadır.

2.2.3. Sarıgüzel Baraj Projesinin Tarihçesi

Sarıgüzel Barajı HES ve Malzeme Ocakları Projesi'nin de bir parçası olduğu Enerji Grubu Projesi'nin gerek DSİ Genel Müdürlüğü gerekse Ere Hidroelektrik Üretim ve Ticaret A.Ş. için oldukça eski bir geçmişi bulunmaktadır.

Ceyhan Havzası Master Planı kapsamında DSİ yatırım planına alınan bu proje, geçen yıllar içerisinde bütçe yetersizliği sebebiyle hayata geçirilememiştir. 1996 yılında Ere Hidroelektrik Üretim ve Ticaret A.Ş. tarafından hazırlanan fizibilite raporu kapsamında, proje tesislerinin yerleştirileceği bölgelerde detaylı harita çalışmaları, arazi gözlemleri ve çok geniş çaplı sondaj ve jeolojik etütler yapılmıştır (Encon, 2007).

2004 yılında, Ceyhan Nehri üzerinde inşa edilecek dört adet baraj ve HES projesi için Kandil Enerji Grubu Projeleri (KEGP) adı altında fizibilite çalışmaları yapılmıştır. KEGP lisans belgeleri ilk olarak ERE Elektrik Üretim ve Dağıtım Sanayi ve Ticaret A.Ş. tarafından alınmıştır (EnerjiSA, 2009).

Sarıgüzel Barajı ve HES Projesi'nin de yer aldığı Kandil Enerji Grubu Projesi için ERE Hidroelektrik Üretim ve Ticaret A.Ş. ile DSİ arasında 31 Ocak 2006 tarihinde Su Kullanım Hakkı ve İşletme Esaslarına İlişkin Anlaşma imzalanmıştır. Sarıgüzel Barajı, HES ve Malzeme Ocakları Projesi EPDK ile 9 Mart 2006 tarihinde imzalanan Üretim Lisansı ile 49 yıllığına ERE Hidroelektrik Üretim ve Ticaret A.Ş.'ye verilmiştir. Daha sonra ilgili üretim lisansı EnerjiSA'ya satılmıştır.

Sarıgüzel, EnerjiSA tarafından inşa edilecek ve 49 yıl boyunca işletilecek bu dört KEGP projesinden biridir (Encon, 2007).

2.2.4. Sarıgüzel Baraj Projesinin Önemi

Sarıgüzel Barajı üretebileceği enerjinin yanı sıra içinde bulunduğu sisteme düzenli su verebilmesi, Seyhan Nehri'nin taşımış olduğu rusubatu önemli ölçüde tutarak diğer barajın ömrünü uzatması ve Seyhan Nehri'nin teskin yaptığı dönemlerde etrafına verebileceği zararları önleyebilecek olması sebepleriyle çok önemli bir projedir.

Ülkemiz enerji problemlerinin çözümüne katkı sağlayacaktır.

Sarıgüzel Baraj gölü inşaatı tamamlandığında bölgede; Balıkçılık, su sporları, kültürel turlar, gibi pek çok turistik etkinliğin yapılabilmesi de mümkün olacaktır.

İnşaat işlerinin hızlı ve güvenilir şekilde yürütülebilmesi için; baraj aks yeri ile HES binası arasında 5.29 km yeni yol yapımı ve yaklaşık 1.62 km köy yolunun genişletilerek iyileştirilmesi yörede ulaşımın gelişimi açısından pozitif bir gelişmedir.

Sarıgüzel Barajının İnşaat döneminde 100, işletme döneminde 10 kişi olmak üzere toplam 110 kişiye iş olanağı sağlanacaktır. İnşaat döneminde gerekli olan araç-gereçlerin temini esnasında da bölgede ekonomik hareketlilik beklenmektedir (Encon, 2007).

2.2.5. Sarıgüzel Baraj Projesi'nin Ülke Ekonomisindeki Yeri

Kandil HES çıkışından sonraki düşüden yararlanmak amacı ile çeşitli alternatifler araştırılmıştır. Vadinin çok dar olması nedeni ile kanal-tünel sistemi, çökeltim havuzu gibi tesislerin yerleştirilmesi maliyetleri yüksek kılmıştır. Buna karşılık jeolojik şartlar Kandil HES mansabında bir depolama yapmayı zorunluluk haline getirmiştir. Bu nedenle, Kandil HES mansabına Sarıgüzel Barajı'nın yapılmasına karar verilmiştir.

Sarıgüzel barajından, Kandil Enerji Grubu Barajlarından elde edilmesi beklenen 1525GWh'lik yıllık toplam enerjinin % 19'una tekabül eden yaklaşık 289GWh'lik bir enerji beklenmektedir. Ülkemizin yıllık enerji ihtiyacının %0.144'ünü karşılaması beklenen Sarıgüzel Barajının, toplam hidrolik enerji potansiyeli içinde ciddi bir paya sahip olmamakla birlikte, enerji alanında ülke ekonomisine şüphesiz katkıları olacaktır.

Sarıgüzel Barajı ve HES Projesi için proje bedeline karşılık gelen yaklaşık 52 milyon dolarlık bir yatırımın ülke ekonomisine de ciddi katkıları olacaktır (Encon, 2007).

2.2.6. Sarıgüzel Baraj Projesi'nin Gerçekleştirilme Süresi

Sarıgüzel HES'nin inşasına 1 Temmuz 2009 tarihi itibariyle inşaatına başlanmıştır.

Sarıgüzel Baraj aks yeri ile HES binası arasında ulaşımın sağlanabilmesi için bir kısım yolun inşa edilmesi gerekmektedir. Ayrıca arada kalan köy yollarında da iyileştirme çalışmaları yapılacaktır. Ancak ulaşım ile ilgili inşaatların diğer barajın inşaat aşmasında yapılması planlanmaktadır. Bu nedenle Sarıgüzel Barajı ve HES inşaatının bitim süresine bir etkisi olmayacaktır.

Proje tamamlama süresi olarak 36 ay belirlemiştir. Hali hazırda inşaat ilerleme durumu %20 dolayındadır.

2.2.7. Sarıgözel Baraj Projesi'nin Nüfus Üzerindeki Etkileri

Genel olarak baraj projelerinin en önemli iki etkisi, kamulaştırma ve yeniden yerleşme etkileridir. Sarıgözel Baraj Projesi, bölgede çok sınırlıda olsa yeniden yerleşimi gerektirecek bir projedir. Esas olarak, kırsal nüfusun temel geçim kaynaklarının tarım ve hayvancılığa dayanıyor olması rezervuar alanı içinde kalan tarım arazilerinin yöre halkı üzerine ciddi etkiler doğurması beklenmektedir. Projenin genel çerçevede insanlar üzerinde bu iki kalemden kaynaklanan doğrudan veya dolaylı etkileri vardır.

Yeniden yerleşimin neden olduğu negatif etkiler; meskenlerin, çiftlik yapılarının ve diğer yapıların kaybı (kaynaklar, kuyular, sulama yapıları ve çitler), tarım arazilerinin, ağaçların, su kaynakların kaybı ve bunlara bağlı geçim kaynaklarının kullanma hakkının yitirilmesi, tarlalardaki mahsullerin kaybı, hayvancılık olumsuz etkilenmesi ve bu kayıplardan kaynaklanan gelir kayıplarından oluşmaktadır.

Bunlarla birlikte insanların yeniden yerleşiminin, yaşayacakları sosyal uyum problemlerinin, köy meraları ve mezarlıklar gibi manevi anlamı olan değerlerin bırakılmasının verdiği psikolojik zararlar olacaktır (Encon, 2007).

Tablo 13'de Sarıgözel Baraj Projesinin etkilediği yerleşim yerlerinin nüfus ve hane sayısı bilgileri yer almaktadır.

Tablo 13. Projeden etkilenen yerleşim yerlerinin nüfus bilgileri (URL-15)

Bağlı Olduğu İl, İlçe	Yerleşim Yeri	Nüfus (TUİK 2009)	Hane Sayısı (TUİK 2009)
Kahramanmaraş Ekinözü İlçesi	Demirlik Köyü	452	72
	Kabaktepe Köyü	930	103
	Kürtül	759	87
	Yeniköy	291	34
Kahramanmaraş Merkez İlçe	Hacıbudak Köyü	692	125
	Hacınınoğlu Köyü	608	125
	Hacınınoğlu Köyü (Uludere Mah.)	165	32
	Kertmen Köyü (Tilkiler Mah.)	220	35
	Sarıgözel Köyü (İkizler Mah.)	1000	110
	Sarıgözel Köyü (Dömüler Mah.)	150	24
	Sarıgözel Köyü (Evcili Mah.)	65	10

2.2.8. Sarıgüzel Baraj Projesi'nden Etkilenen Yerleşim Yerleri

Yapılan münferit optimizasyon çalışmalarında Sarıgüzel Barajı'nın 836.00 m normal su kotundan daha yüksek yapılması uygun çıkmasına rağmen, membasında bulunan Kandil Hidroelektrik Santralinden dolayı bu kotta yapılması uygun görülmüştür (Encon, 2007).

Sarıgüzel Barajı ve HES' in normal su yüksekliği (836.00m) Kandil Barajı'nın kuyruk yüksekliği ile aynıdır. Sarıgüzel Barajı'ndan çıkacak su, Hacınınoğlu HES' ten geçecektir. Hacınınoğlu Regülâtörü ve HES, Sarıgüzel Barajı ve HES' in tamamlayıcı parçası olacaktır (EnerjiSA, 2009).

Sarıgüzel Baraj rezervuarında tutulacak su kotunun sınırlandırılması ve membasındaki yüksek arazi eğimi, vadinin darlığı gibi etkenler, Barajın toplamda etkilediği alanların kısmen sınırlandırılması sağlamıştır.



Şekil 18. Sarıgüzel köyü genel görünüm (URL-16)

Sarıgüzel Barajı ve HES projesine en yakın yerleşimler doğuda Demirlik ve Alışar Köyleri, batıda Sarıgüzel Köyü ve Hacıbudak Köyü, güneybatıda Kertmen Köyü ile güneyde Hacınoğlu Köyü'dür. Hacınoğlu Köyü'ne ait Uludere Mahallesi ile Sarıgüzel Köyü'ne ait Dömüler Mahallesi Sarıgüzel Baraj'ının rezervuar alanından etkilenecektir. Ayrıca rezervuar alanı içerisinde yukarıda bahsi geçen yerleşimlere ait tarım arazileri de bulunmaktadır.

Şekil 19'da Sarıgüzel Barajı rezervuar alanı ve Uludere Mahallesi görülmektedir (Encon, 2007).



Şekil 19. Sarıgüzel barajı rezervuar alanı ve Hacınoğlu köyü (Uludere Mahallesi)

2.3. Sarıgüzel Baraj Projesinin Temel Özellikleri

2.3.1. Sarıgüzel Baraj Projesinin Konumu

Sarıgüzel Baraj Projesi Kahramanmaraş'ın kuzeyinde 38°07'30" - 37°49'30" kuzey enlemleri ile 36°57'00" - 37°07'30" doğu boylamları arasında yer alan Kandil Enerji Grubu projesi kapsamındadır. Proje alanı Kahramanmaraş'ın 105 km kuzeyindedir.

Sarıgüzel HES binasının yapılacağı alana kuş uçuşu yaklaşık 290 m uzaklıkta Hacınınoğlu Köyü bulunmaktadır. Baraj aksının yapılacağı yerin en yakınında bulunan yerleşim yeri, 1 km uzaklıkta bulunan Dömüler Mahallesi'dir (Encon, 2007).

2.3.2. Sarıgüzel Baraj Projesinin Karakteristik Özellikleri

Baraj aksına ait ve rezervuar bitiş koordinatına yakın olan 2 koordinat noktasının orta noktası, rezervuar başlangıç noktası olarak tayin edilmiştir. Bu bağlamda rezervuar başlangıç noktası aşağıda verilen hesaplamalarla bulunmuştur.

Tablo 14. Rezervuar uzunluğu hesapları ile ilgili koordinatlar

Nokta	X(m)	Y(m)
Baraj aksı koordinatı	321250	4198151
	321646	4198385
	321683	4198323
	321287	4198092
Rezervuar Alanı Başlangıç	Baraj gövdesinden başlayacak	
Rezervuar Alanı Bitiş	324395	4204421

Rezervuar başlangıç noktasının koordinatları, seçilen ilgili iki noktanın koordinatlarından hareketle aşağıdaki sistemde hesaplanmıştır;

$$X = \frac{321646 + 321683}{2} = 321665$$

$$Y = \frac{4198385 + 4198323}{2} = 4198354$$

Tablo 15. Rezervuar başlangıç ve bitiş koordinatları

Nokta	X(m)	Y(m)
Rezervuar Alanı Başlangıç	321665	4198354
Rezervuar Alanı Bitiş	324395	4204421

$$\Delta X = |321665 - 324395| = 2730\text{m}$$

$$\Delta Y = |4198354 - 4204421| = 6067\text{m}$$

$$\text{Rezervuar Uzunluğu} = \sqrt{(6067^2 + 2730^2)}$$

Rezervuar Uzunluğu = 6653m olarak hesaplanmıştır.

Ortalama Rezervuar Genişliği de, Rezervuar alanı Rezervuar boyuna bölünerek tespit edilmiştir.

Sarıgül Barajı ve HES Tesisi karakteristikleri Tablo 16 ' da gösterilmektedir.

Tablo 16. Sarıgül Barajı ve HES Tesisi Karakteristikleri

Konu	Birim	Veri - Özellik
Hidroloji		
Nehir	–	Seyhan
Drenaj alanı	km ²	6,593.40
Ortalama yıllık akım	hm ³	1,469.56
Ortalama yıllık debi Q5 / Q10 / Q15	m ³ /sn	332 / 437 / 595
Baraj gölü		
Normal su seviyesi	m	836.00
Minimum işletme seviyesi	m	830.00
Toplam depolama hacmi	hm ³	80.40
Ölü hacim	hm ³	65.26
Aktif hacim	hm ³	15.14
Ağırlıklı işletme kotu	m	834.82
Baraj Gövdesi		
Baraj tipi	–	RCC beton ağırlık
Talveg kotu	m	772.00
Kret kotu	m	840.00
Talvegden yüksekliği	m	68.00

Tablo 16' nın devamı

Kret genişliği	m	4.00
Kret uzunluğu	m	418.00
Toplam gövde dolgu hacmi	hm ³	0.502
Memba şevi	–	Dik
Mansap şevi	–	0.8/1.0
Rezervuar alanı	ha	265,730.00
Rezervuar Uzunluğu	m	6,653.00
Rezervuar Genişliği	m	399.4
Dolusavak		
Tipi	–	Kontrollü (radyal kapak)
Yeri	–	Gövde üstü
Yaklaşım kanalı kotu	m	821.00
Eşik kotu	m	821.00
Kapak üst kotu	m	836.40
Kapak boyutları	m	10.00x15.40
Kapak sayısı	–	4.00
Boşaltım kanalı boyu	m	64.00
Boşaltım kanalı genişliği	m	46.00
Boşaltım kanalı eğimi	–	Gövdeye uyuma göre
Enerji kırıcı havuz tipi	–	Fırlatma eşiği
Dolusavak taşkın debisi	m ³ /sn	5,141.00
Derivasyon Tesisi		
Tipi	–	Dairesel Kondüvi
Yeri	–	Sağ sahil
Derivasyon tüneli çapı	m	6.00
Derivasyon tüneli uzunluğu	m	60.00
Derivasyon tüneli kapasitesi	m ³ /sn	580.00
Enerji Yapıları		
Enerji tüneli tipi	–	Dairesel
Enerji tüneli uzunluğu	m	1,700.00
Enerji tüneli çapı	m	18,384.00
Enerji tüneli kaplama kalınlığı	m	0.60
Enerji tüneli kapasitesi	m ³ /sn	85.00
Denge bacası sayısı	–	1.00
Denge bacası çapı	m	20.00
Cebri boru uzunluğu	m	207.00
Cebri boru çapı	m	4.50
Cebri boru et kalınlığı	mm	24.00
Cebri boru kapasitesi	m ³ /s	85.00
Cebri boru sayısı	–	1.00

Tablo 16' nın devamı

Santral Binası		
Eni	m	13.00
Boyu	m	30.00
Yüksekliği	m	22.50
Şalt Sahası		
Yeri	-	Santralin sağında, işletme yolu sağı
Eni	m	20.00
Boyu	m	40.00
Kotu	m	755.00
Hidroelektrik Santral		
HES net düşüşü	m	87.22
Kurulu Gücü	MW	103.00
Ünite adedi	-	2.00
Ünite gücü	MW	51.50
Kuyruk suyu kotu	m	747.00
Türbin		
Tipi	-	Düşey eksenli Francis
Ünite adedi	-	2.00
Ünite gücü	kW	49,000.00
Verimi	-	0.85
Jeneratör		
Tipi	-	Çıkık kutuplu sekron
Ünite adedi	-	2.00
Ünite gücü	kVA	35,880.00
Güç faktörü	-	0.90
Anma gerilimi	kV	11±%5
Devir sayısı	d/d	250.00
Verimi	-	0.97
Ünite Transformatörleri		
Tipi	-	Harici tip yağlı
Ünite adedi	-	2.00
Ünite gücü	kVA	36,600.00
Anma gerilimi	kV	11/154 ± %5
Soğutma şekli	-	ONAN
Verimi	-	0.99
İç İhtiyaç Transformatörü		
Tipi	-	Harici tip yağlı
Ünite adedi	-	1.00
Ünite gücü	kVA	500.00
Anma gerilimi	kV	11/0.4 ± %4

Tablo 16' nın devamı

Soğutma şekli	–	ONAN
Yollar		
Yeni yol (HES-Aks arası)	km	5.29
Yenilenmiş yol (Köy Yolu)	km	1.62

2.3.3. Sarıgözel Baraj Projesinin Yeniden Yerleşim Eylem Planı

Sarıgözel Barajı ve HES 'in inşaatı neticesinde oluşacak baraj gölü, bölgede sekiz yerleşim birimini farklı ölçülerde etkilemektedir. Projenin etkilediği arazi ve diğer varlıkların ediniminde tazmininde uygulanan genel çerçeveyi ve izlenen prosedürleri betimlemek için, proje sahibi EnerjiSA tarafından, Eylül 2009'da Yeniden Yerleşim Eylem Planı (YYEP) hazırlanmıştır (EnerjiSA, 2009).

Yeniden Yerleşim Eylem Planının amacı, Proje'nin yöredeki insanların geçim kaynaklarına dönük olumsuz etkilerini en aza indirilmesi için alınan önlemlerin nasıl hayata geçirildiğini ve etkilerin azaltılmasına yönelik çalışmaların başarısını güvence altına almak amacıyla nasıl bir izleme-değerlendirme sürecinin yürütüleceğini betimlemektir.

Yöre halkının maruz kalabileceği olası olumsuz etkilerden kaçınmak ya da bu etkileri en aza indirmek için daha da gelişkin yönlendirmelere ihtiyaç duyulmuş ve bu çerçevede, Yeniden Yerleşim Eylem Planı'nın (YYEP) uygulama kapsamı, Türk yasaları ile birlikte Dünya Bankası/Uluslararası Finans Kurumu (DB/IFC) Performans Standartları (PS) kullanılarak belirlenmiştir. EnerjiSA, Proje'nin etkilenen insanlar üzerindeki olumsuz etkilerini en aza indirmek için IFC PS 5'e uygun hareket etmiştir.

2.3.4. Sarıgözel Baraj İnşaatında Mevcut Durum

Proje bileşenleri bir rezervuar alanı, bir elektrik santrali ve diğer yardımcı tesislerden oluşmaktadır.

Proje tamamlama süresi olarak 36 ay belirlemiştir. Sarıgözel Baraj Aksı ile Hacınıoğlu Köyü arasında nehir yatağındaki doğal alüvyon çakılın agrega malzemesi olarak değerlendirilmesi inşaat süresinin kısalmasında önemli bir faktör olmuştur.

Yetkililerden alınan bilgilerden, hali hazırda inşaat ilerleme durumunun %20 dolayında olduğu ve inşaat çalışmalarının programa uygun olarak ilerlediği öğrenilmiştir.

3. BULGULAR

Çalışma kapsamında 103 MW maksimum kapasiteye sahip Sarıgözel Barajının çevresel etkilerinin maliyetleri irdelendi. Arazinin mevcut durumu, topografyası ve barajın teknik özellikleri, bölgedeki nüfus yoğunluğu ve su altında kalan rezervuar alanı baz alınan dataları oluşturdu. Bu kapsamda ayrıca GHG (sera gazı) emisyonları ve tarımsal kayıplar hesaplanıp; insanların yeniden yerleşimleri ya da oluşabilecek arazi kaybı maliyetleri tespit edildi.

3.1. Sarıgözel Baraj Rezervuarında Su Altında Kalacak Kısımın Alanının Hesaplanması

Sarıgözel baraj rezervuarında, su altında kalacak alanın (IRS) hesaplanabilmesi için öncelikle aşağıdaki trigonometrik eşitlikler yardımıyla rezervuarın su altında kalan kısmının alanı hesaplandı. İlgili hesaplamalarda Sarıgözel Barajı'nın karakteristik özellikleri göz önünde tutuldu.

- H_B : Baraj yüksekliği [m]
 W_{RS} : Rezervuarın genişliği [m]
 L_{RS} : Rezervuarın uzunluğu [m]
 I_{ARS} : Su altında kalan rezervuar alanı [km²]
 $\tan \beta$: Akarsuyun eğimi ve
 $\tan \alpha$: Arazinin eğimi olmak üzere;

$$\tan \beta = \frac{H_B}{1000 \times L_{RS}} \quad (1)$$

$$\tan \beta = \frac{68}{1000 \times 6653} = 1.022 \times 10^{-5}$$

$$\tan \alpha = \frac{H_B}{0.5 \times 1000 \times W_{RS}} \quad (2)$$

$$\tan \alpha = \frac{68}{0.5 \times 1000 \times 399.4} = 3.405 \times 10^{-4}$$

$$I_{ARS} = \frac{(Ha [m])^2}{\tan \beta \times \tan \alpha \times 10^6} \quad (3)$$

$$I_{ARS} = \frac{68^2}{1.022 \times 10^{-5} \times 3.405 \times 10^{-4} \times 10^6} = 1.329 \text{ km}^2$$

Rezervuar alanında su altında kalacak alan 1.329 km² olarak hesaplanmıştır.

3.2. Sarıgözel Baraj Projesinde Yeniden Yerleşen Nüfusun Hesaplanması

Sarıgözel Barajı'nda su altında kalan rezervuar alanı bulunduktan sonra, fiziksel olarak yeniden yerleşen nüfus, barajın rezervuar alanına ve proje alanı nüfus yoğunluğuna bağlı olarak hesaplandı.

$$\text{Yeniden Yerleşen Nüfus} = IA_{RS} [\text{km}^2] \times \text{Nüfus Yoğunluğu} [\text{insan sayısı} / \text{km}^2] \quad (4)$$

$$5332$$

$$\text{Yeniden Yerleşen Nüfus} = 1.329 \times \frac{5332}{2945.58 \times 0.01} = 240.57 \approx 241 \text{ kişi}$$

3.3. Sarıgözel Baraj Projesi'nde Enerji Kayıplarının Hesaplanması

Sarıgözel Barajı'nın gücü ve debi göz önüne alınarak meydana gelecek enerji kayıplar hesaplandı. Hidrolik kayıpların %10 olacağı varsayımı yapılarak sıradaki işlem yolu yardımıyla hesaplamalar yapıldı.

$$\text{Yük} = \frac{P[\text{MW}] \times 1000}{9.81 \left[\frac{\text{m}}{\text{sn}^2} \right] \times 0.9 \times Q_w \left[\frac{\text{m}^3}{\text{sn}} \right]} \quad (5)$$

Kurulu güç (P) 103 MWs ve debi (Q_w) $85 \text{ m}^3/\text{sn}$ olmak üzere;

$$\text{Yük} = \frac{103 \times 1000}{9.81 \times 0.9 \times 85} = 137.25 \text{ m} \text{ olarak hesaplandı.}$$

ΔH , barajın tabanından başlayıp güç kaynağına kadar giden iletim hattının başlangıç ve bitiş kotları farkıdır. Bu çerçevede yapılacak değerlendirmelerde ΔH değerinin, farklı örneklerde baraj yüksekliğinin birkaç katı büyüklüğünde olabileceği görülecektir. Baraj yüksekliği ve özellikle iletim hattının çap, malzeme ve dönme açıları gibi teknik özellikleri hesap edilirken bu değer göz önüne alınması gerekir.

$$H_B = \text{Yük}[m] - \Delta H [m] \quad (6)$$

$$\Delta H = 137.25 - 68 = 69.25 \text{ m olarak hesaplandı.}$$

Görüleceği üzere burada da ΔH değeri, baraj gövde yüksekliğinden daha büyük bir değere sahiptir.

3.4. Sarıgüzel Barajı'nda Meydana Gelecek Toplam GHG Emisyon Maliyetinin Hesaplanması

3.4.1 İnşaat Sırasında Meydana Gelecek GHG Emisyonlarının Hesaplanması

Enerji üretimi esnasında, atmosfere sera etkisine sebep olan bazı kirleticiler (GHG) verilmektedir. Bu gazların başında CO_2 (karbondioksit) gelmektedir. İklim değişikliği ve sera etkisinin önlenmesinde, bu emisyonların kontrol altına alınması oldukça önemlidir.

En fazla CO_2 emisyonu, içerdikleri karbondan dolayı fosil yakıtlardan (Kömür, petrol, doğalgaz) kaynaklanmaktadır. En az emisyon ise hidrolik, rüzgar, nükleer ve güneş kaynaklı enerji üretiminde görülmektedir (Ertürk, Akkoyunlu ve Varınca, 2006).

Çalışmanın bu kısmında havaya salınan kirletici miktarları göz önüne alınarak, bunların meydana getirdiği çevresel etki maliyetleri emisyon faktörlerinin kullanılmasıyla hesaplanmıştır. Emisyon faktörü, bir sanayinin yıl içerisindeki üretim faaliyetleri göz önüne alınarak tespit edilmiş ortalama emisyonlarını hesaplamaya yarayan; birim ürün, birim hammadde veya birim yakıt başına oluşan kirletici kütlesini ifade eden katsayıdır (Elbir, Müezzinoğlu, Bayram, Seyfioğlu ve Demircioğlu, 2001).

Tablo 17'de, emisyon faktörleri 100 yıllık zaman dilimi esas alınarak verilmiştir.

Tablo 17. Yeni baraj inşaatı sırasında meydana gelecek EF inşaat (emisyon faktörü) değerleri (IEA, 1998)

EF inşaat				
Emisyon Miktarları	CO _{2(g/kWs)}		SO _{2(g/kWs)}	NO _{x(g/kWs)}
	Beton	Kaya Dolgu		
Düşük	1.00	0.10	0.008	0.003
Yüksek	5.90	1.00	0.100	0.013
Ortalama	2.733	0.55	0.035	0.006

Kapasite faktörü (KF), bir santralin ne kadar verimli kullanıldığını gösteren bir parametredir. Santralin nominal gücü ile yıllık sağladığı enerji miktarı arasında ilişki kurar (URL-17).

Aşağıdaki bağıntı yardımıyla, baraj inşaatı sırasında meydana gelen yıllık emisyonlar, ortalama kapasite faktörü KF[%] ve kurulu güç P[MWe] kullanılarak hesaplandı.

$$\text{Emisyon}_{\text{inşaat,yılda}} = \frac{\text{EF}_{\text{inşaat}}[\text{g/kWs}] \times \text{P}[\text{MWe}] \times 8760[\text{s/yıl}] \times \text{KF}[\%]}{1000} \quad (7)$$

Kapasite faktörü (KF) kabulü yapılırken Türkiye’de yapılmış barajlar için verilen KF değerlerine yakın bir değer olarak 0.25 alındı. Hesap sonuçları Tablo 18’de verildi.

Tablo 18. Bir yıllık inşaat süresi boyunca meydana gelecek GHG emisyonları

Emisyon inşaat,yılda			
Emisyon Miktarları	CO ₂ (ton/yıl)	SO ₂ (ton/yıl)	NO _x (ton/yıl)
Düşük	225.57	1.805	0.676
Yüksek	1330.86	22.557	2.932
Ortalama	616.48	7.895	1.353

3.4.2. Sarıgözel Barajı Projesi'nin İşletilmesi Esnasında Meydana Gelecek GHG Emisyonları

Sarıgözel Barajı'nın işletilme sürecinde gelen her iki sera gazının toplam yıllık emisyonunu tahmin etmek için, su altında kalan alanın ve işletme esnasındaki emisyon faktörünün bilinmesi gerekir. Tablo 19'da birim alan için yıllık emisyonlar verilmiştir.

Tablo 19. Mevcut rezervuar işletmesi esnasında meydana gelecek $EF_{işletme}$ değerleri (WCD, 2000; IEA, 1998)

$EF_{işletme}$				
Emisyon Miktarları	Tropik		Kuzey	
	CO ₂ (ton/km ² /yıl)	CH ₄ (ton/km ² /yıl)	CO ₂ (ton/km ² /yıl)	CH ₄ (ton/km ² /yıl)
Düşük	150	1.5	183	1.8
Yüksek	4,000	40	1,350	13.5
Ortalama	1,798	18	693	6.9

* Sarıgözel Barajı için Kuzey sütunundaki değerler dikkate alındı.

$$\text{Emisyon}_{işletme,yılda} = IARS[km^2] \times EF_{işletme} [\text{ton}/km^2/ \text{yıl}] \quad (8)$$

Bir yıllık rezervuar işletmesi sırasında meydana gelecek GHG emisyonları, yukarıdaki bağıntı yardımıyla; emisyon miktarlarının düşük, yüksek ve ortalama olduğu durumlar için incelendi. Tablo 19'dan alınan $EF_{işletme}$ değerleri ve daha önceden hesaplanan su altında kalan rezervuar alanı ($IARS = 1.329 \text{ km}^2$) kullanılarak hesaplamalar yapıldı, hesap sonuçları Tablo20'de verildi.

Tablo20. Sarıgözel barajı için bir yıllık rezervuar işletmesi sırasında meydana gelecek GHG emisyonları

$EF_{işletme,yılda}$		
Emisyon Miktarı	CO ₂ (ton/yıl)	CH ₄ (ton/yıl)
Düşük	243.21	2.39
Yüksek	1794.15	17.94
Ortalama	921.00	9.17

3.4.3. Sarıgözel Barajı'nda Meydana Gelecek Yıllık Toplam GHG Emisyonları

Karbon eşdeğer formundaki toplam GHG emisyonları; CH₄ (metan) gazının küresel ısınma potansiyeli (GWP_{CH₄}), karbon ve karbondioksit gazlarının molekül ağırlıklarının bilinmesiyle hesaplandı.

$$\text{GHG}_{\text{toplam,yılda}} = [\text{CO}_2 \text{ inşaat} + \text{CO}_2 \text{ işletme} + (\text{GWP}_{\text{CH}_4} * \text{CH}_4 \text{ işletme})] \times (12/44) \quad (9)$$

Metan gazının küresel ısınmaya etkisi potansiyelinin, CO₂'nin küresel ısınmaya etkisi potansiyelinin 21 katı olduğu kabul edildi. Tablo 17 ve Tablo 19'dan alınan değerler ile hesaplamalar yapıldı; hesap sonuçları Tablo 21'de verildi.

Tablo 21. Sarıgözel Baraj Projesi'nde bir yılda meydana gelecek toplam GHG emisyonları

Toplam Emisyonlar	
Emisyon Miktarı	GHG emisyonları _{toplam,yılda} (ton/yıl)
Düşük	141.54
Yüksek	955.02
Ortalama	471.83

3.4.4. Sarıgözel Barajı'nda Meydana Gelecek Toplam GHG Emisyonlarının Maliyeti

Toplam emisyon maliyetinin hesaplanabilmesi için karbonun birim maliyetinin bilinmesi gerekmektedir. Karbonun birim maliyeti (C_{BM}); Küresel Çevre Tesisi (Global Environmental Facility) ve Prototip Karbon Fonu (Prototype Carbon Fund)'na göre, 12–35 \$/ton arasında bir değer almaktadır. Emisyon miktarının, ekonomik maliyetinin harici bileşeni (MWs) aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplandı. (Emiroğlu, 2009).

$$\text{Emisyon Maliyeti}_{\text{MWs,harici}} = \frac{\text{GHG Emisyonları}_{\text{toplam,yılda}} \times C_{\text{BM}}}{P[\text{MWs}] \times 8760 \times \text{KF}[\%]} \quad (10)$$

Güncel verilere göre, ülkemiz için karbonun birim fiyatı 16.81\$/ton (23.54TL/ton) olduğu tespit edildi.

Tablo 22. Sarıgözel Barajı'ndaki toplam emisyon miktarı maliyetleri

Emisyon Miktarı	Emisyon Maliyeti $MW_{s,harici}$ (\$)
Düşük	0.0105
Yüksek	0.0685
Ortalama	0.035

Emisyon Maliyeti $MW_{s,harici} = 0,035\$$ (0,0492 TL) olarak hesaplandı.

3.5. Sarıgözel Barajı'nın Yıkılması Durumunda Meydana Gelebilecek Hayat Kaybı Maliyetinin Hesaplanması

3.5.1. Sarıgözel Barajı'nın Yıkılması Durumunda Hayat Kaybının Hesaplanması

Bir barajın yıkılması, oluşabilecek ani ve şiddetli sel medeniyle ciddi sonuçlar doğuracaktır. Böyle bir durumda mal mülk hasarları hatta can kayıpları yaşanabilir. Bu sonuçlarda doğal olmayan felaket olarak nitelendirilebilecek boyutlara ulaşabilir. Böylesi bir durumda meydana gelebilecek hasarlar, özellikle bölgenin durumu ve topografyası gibi etmenlere bağlı olarak çok değişken şekillerde gerçekleşir.

Brown ve Graham (1993) geçmişte gerçekleşen baraj yıkılmaları hakkında yaptıkları incelemeler sonucunda, baraj yıkılma düzeylerini belirlemede anahtar rol oynayan birtakım faktörler bulmuşlardır. Bu faktörler; riskteki nüfus ve mal-mülk miktarları, uyarı vakti ve arazi tipi olarak sıralanabilir (Brown, 1993). Burada riskteki nüfus kavramı, barajın mansap kısmında yaşayan insan sayısını; uyarı vakti, barajın yıkılmak üzere olduğu uyarısı alınmasından barajın tamamen yıkılmasına kadar geçen süreyi, başka bir deyişle insanların yerlerini boşaltmaları için geçen süreyi ifade etmektedir.

ABD'de baraj güvenliğinden sorumlu kamu kuruluşlarından olan Bureau of Reclamation'un geçmiş baraj yıkılmalarından elde edilmiş mevcut veriler ışığında yaptığı çalışmalarda, 90 dakikadan fazla bir uyarı süresi için tehlike altındaki yerleşim birimindeki

nüfusun sadece % 0,02'si risk altındayken, 15 dakikadan az uyarı süresinin olduğu yerleşim birimlerinde söz konusu nüfusun %50'sinin risk altına girdiği görüldü (Brown ve Wayne, 1998).

Bu kapsamda Sarıgüzel Barajı'nın yıkılması durumunda oluşabilecek hayat kaybı miktarı ($Hayat_{kayıp,acc}$); riskteki nüfus (POP_{risk}), uyarı süresi ve arazi katsayısı dataları ile hesaplandı.

Riskteki nüfus miktarını bulmak için, Sarıgüzel Baraj yerinin mansap kısmında bulunan yerleşim birimlerinin nüfusları tespit edildi. Bu yerleşim birimlerinin nüfusları, Tablo 23'de verildi.

Tablo 23. Sarıgüzel barajının mansabında kalan yerleşimlerin nüfusları

Yerleşim Birimi	İl	İlçe	Nüfus
Hacıninoğlu Köyü (Uludere Mah.)	Kahramanmaraş	Merkez	165
Sarıgüzel Köyü (Dömüler Mah.)	Kahramanmaraş	Merkez	150
Toplam			315

Uyarı zamanı, 0.75'den küçük bir değer alındığında eşitliğe aykırı düştüğünden minimum değer olan 0.76 saat olarak kabul edildi.

Arazi katsayısı kanyonlar için 4.012 alınırken düz araziler için 0 alınır. Sarıgüzel Baraj yeri için arazi katsayısı 4.012 alındı (Emiroğlu, 2009).

$$Hayat_{kayıp,acc} = \frac{POP_{risk}}{(1 + 5.207) \times (5.838 \times \text{Uyarı süresi [saat]} - \text{Arazi Katsayısı})} \quad (11)$$

315

$$Hayat_{kayıp,acc} = \frac{315}{(1 + 5.207) \times (5.838 \times 0.76 - 4.012)} = 119.44 \approx 119 \text{ kişi}$$

3.5.2. Sarıgözel Barajı'nın Yıkılması Durumunda Gerçekleşmesi Beklenen Hayat Kaybının Hesaplanması

Ortalama baraj yıkılma oranına (FR_B) bağlı olarak bir yılda gerçekleşmesi beklenen hayat kaybı ($EXP_{\text{hayat}}^{\text{kayıp,yılda}}$), aşağıdaki bağıntı yardımıyla hesaplandı.

$$EXP_{\text{hayat}}^{\text{kayıp,yılda}} = FR_B \times \text{Hayat}_{\text{kayıp,acc}} \quad (12)$$

$FR_B = 0.0001$ (Tatolovich, 1998) olduğuna göre;

$$EXP_{\text{hayat}}^{\text{kayıp,yılda}} = 0.0001 \times 119 = 0.0119 \text{ kişi}$$

3.5.3. Sarıgözel Barajı'nın Yıkılması Durumunda Meydana Gelebilecek Hayat Kaybı Maliyeti

Meydana gelebilecek herhangi bir kazadan kaynaklanması beklenen yıllık hayat kaybı değerinin ($EXP_{\text{hayat}}^{\text{kayıp,yılda}}$) harici maliyete çevrilebilmesi için, insan hayatının istatistiksel değerinin (VSL) bilinmesi gerekmektedir. Dünyanın en saygın çevre ajanslarından biri olan Amerikan Çevre Koruma Ajansı (EPA) verilerine göre maliyet-kazanç analizleri sonucunda, bu değer 6.9 milyon\$ olarak kabul edilmiştir. Kazalardan kaynaklanması beklenen hayat kaybı maliyetinin harici bileşeni [\$/MWs]; Eşitlik 13 yardımıyla hesaplandı (DeKay, 1993).

$$\text{Hayat Kaybı Maliyeti}_{\text{MWs, harici}} = \frac{EXP_{\text{hayat}}^{\text{kayıp,yılda}} \times \text{VSL}}{P[\text{MWh}] \times 8760 \times \text{KF}[\%]} \quad (13)$$

$$EXP_{\text{hayat}}^{\text{kayıp,yılda}} = 0.0119 \text{ kişi}$$

$$0.0119 \times 6.9 \times 10^6 \$$$

$$\text{Hayat Kaybı Maliyeti}_{\text{MWS, harici}} = \frac{0.0119 \times 6.9 \times 10^6 \$}{103 \times 8760 \times 0.25}$$

Hayat Kaybı Maliyeti $_{\text{MWS, harici}} = 0.364\$$ (0.51TL) olarak hesaplandı.

3.6. Sarıgözel Barajı için Yeniden Yerleşme Maliyetinin (YYM) Hesaplanması

Yeniden yerleşme maliyeti, Markandya (2000) tarafından geliştirilen Eşitlik 14 yardımıyla hesaplandı (Emiroğlu,2009).

Burada, kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasıla (GSYH) değeri, 6 Temmuz 2010'da Ekonomik ve Kalkınma Gözden Geçirme Komitesi tarafından onaylanan OECD'nin Türkiye Raporundan alınmış Yeniden yerleşen nüfus, daha önce 241 kişi olarak hesaplandığından;

$$\text{YYM} = \text{YYN} \times (1.33 \times \text{GSYH}_{\text{kişi başı}} [\$/\text{kişi}]) \quad (14)$$

$$\text{YYM} = 241 \times (1.33 \times 13,054)$$

$$\text{YYM} = 4.184 \times 10^6 \$$$

Yeniden yerleşme maliyetinin hesaplanabilmesi için, yer değiştirme maliyetinin harici bileşeninin bilinmesi gerekir. Bu değer de yer değiştiren ancak yeniden yerleşemeyen veya zararı karşılanamayan insan sayısının, tamamına oranına bağlı olarak hesaplanır (Emiroğlu, 2009).

Ancak Sarıgözel Barajı için yeniden yerleşme henüz yapılmadığından yeniden yerleşme oranı bilinmemektedir. Bu çalışma için yeniden yerleşme oranı 0.5 olarak kabul edildi.

(YYM) yeniden yerleşme maliyeti ve (YYO) yeniden yerleşme oranı olmak üzere;

$$\text{Yeniden Yerleşme Maliyeti}_{\text{harici}} = \text{YYM} \times \text{YYO} \quad (15)$$

$$\text{Yeniden Yerleşme Maliyeti}_{\text{harici}} = 4.184 \times 10^6 \times 0.5 = 2.092 \times 10^6 \$$$

Faiz oranının sıfırdan büyük veya sıfıra eşit olması durumları için ayrı ayrı belirlenen eşitlikler yardımıyla, yer değiştirme maliyeti harici bileşeni [\$/Mw's] hesaplandı. Sarıgüzel Baraj Projesi'nin ekonomik ömrü ise 50 yıl olarak kabul edildi (Encon, 2007).

$$\begin{aligned}
 & \text{FO} \times (1+\text{FO})^{\text{Ekonomik Ömür}} \\
 \text{YYM}_{\text{harici}} [\text{\$}] & \times \frac{\text{FO} \times (1+\text{FO})^{\text{Ekonomik Ömür}}}{\left[(1+\text{FO})^{\text{Ekonomik Ömür}} - 1 \right]} \\
 \text{YYM}_{\text{Mw's, harici}} & = \frac{\text{YYM}_{\text{harici}} [\text{\$}] \times \frac{\text{FO} \times (1+\text{FO})^{\text{Ekonomik Ömür}}}{\left[(1+\text{FO})^{\text{Ekonomik Ömür}} - 1 \right]}}{\text{P[MWe]} \times 8760 \times \text{KF}[\%]} \quad (16)
 \end{aligned}$$

Güncel Faiz Oranı [FO] = % 5.75 olarak alındı, FO>0 için,

$$\begin{aligned}
 & 5.75 \times (1+5.75)^{50} \\
 2.092 \times 10^6 & \times \frac{5.75 \times (1+5.75)^{50}}{(1+5.75)^{50} - 1} \\
 \text{YYM}_{\text{Mw's, harici}} & = \frac{2.092 \times 10^6 \times \frac{5.75 \times (1+5.75)^{50}}{(1+5.75)^{50} - 1}}{103 \times 8760 \times 0.25}
 \end{aligned}$$

YYM Mw's, harici = 53.33 \$ [75.20 TL] olarak hesaplandı.

3.7. Sarıgüzel Baraj Projesi İçin Arazi Kaybı Maliyetinin Hesaplanması

Bu bölümdeki hesaplarda, tamamen su altında kalacak araziler incelendi.

Arazi, resmi tapuya sahip olan insanlar tarafından kullanılıyorsa, o insanların kayıpları kolaylıkla karşılanır. Ancak bazı araziler, resmi tapusuz veya kamu arazisi olabilir. Tamamen su altında kalacak arazi ve kamulaştırma bedelleri Tablo 24'te gösterilmiştir.

Tablo 24. Proje kapsamında kamulaştırılacak alanlar (baraj gövdesi, derivasyon tüneli, tünel giriş-çıkışı, cebri boru, santral binası, göl alanı, ulaşım yolları dâhil) (Encon, 2007)

Yerleşim Yeri	Parsel Sayısı	Alanı (ha)
Hacımnoğlu Köyü*	284	74.83
Kertmen Köyü	53	13.41
Sarıgüzel Köyü	237	51.65
Demirlik Köyü	20	1..23
Orman Arazisi	50	96.38
Maliye Hazinesi	53	25.15
TOPLAM	697	262.65

*Hacımnoğlu köyünde etkilenen 6952 m² mezarlık alanı mevcuttur.

Bu kısmın maliyetinin hesaplanabilmesi için maliyet oranının bilinmesi gerekir. Bu çalışma için maliyet oranı 0.5 olarak kabul edildi. Matete(2005) tarafından geliştirilen aşağıdaki eşitlik yardımıyla, arazi kaybı maliyetinin harici bileşeni (\$/MWs) hesaplandı. AKM, arazi kaybı maliyeti olmak üzere;

$$\text{Arazi Kaybı Maliyeti}_{\text{harici}} = (1 - MO) \times [IA_{RS}(\text{km}^2) \times AKM(\$/\text{ha}) \times 100] \quad (17)$$

Çevre Etki Değerlendirme raporunda kamulaştırma bedeli 298,936.2 \$ (421.500 TL) olarak ilan edilmiştir.

$$\text{Arazi Kaybı Maliyeti}_{\text{harici}} = (1 - 0.5) \times [IA_{RS}(\text{km}^2) \times AKM (\$/\text{ha}) \times 100]$$

$$\text{Arazi Kaybı Maliyeti}_{\text{harici}} = 0.5 \times 298,936.2$$

$$\text{Arazi Kaybı Maliyeti}_{\text{harici}} = 149,468.1 \$$$

Faiz oranının sıfırdan büyük ve sıfıra eşit olması durumları için 18 ve 19 nolu eşitlikler geliştirilmiştir (Emiroğlu, 2009).

FO = 0 için;

$$\text{Arazi Kaybı Maliyeti}_{\text{MWS, harici}} = \frac{\text{Arazi Kaybı Maliyeti}_{\text{harici}} [\text{\$}]}{P[\text{MWe}] \times 8760 \times \text{KF}[\%] \times \text{Ekonomik Ömür}} \quad (18)$$

FO > 0 için;

$$\text{Arazi Kaybı Maliyeti}_{\text{MWS, harici}} = \frac{\text{Arazi Kaybı Maliyeti}_{\text{harici}} \times \frac{\text{FO} \times (1 + \text{FO})^{\text{Ekonomik Ömür}}}{(1 + \text{FO})^{\text{Ekonomik Ömür}} - 1}}{P[\text{MWe}] \times 8760 \times \text{KF}[\%]} \quad (19)$$

Türkiye için faiz oranı değeri sıfırdan büyük olduğundan Eşitlik (19) kullanıldı.

$$\text{Arazi Kaybı Maliyeti}_{\text{MWS, harici}} = \frac{149,468.1\$ \times \frac{5.75 \times (1 + 5.75)^{50}}{(1 + 5.75)^{50} - 1}}{103 \times 8760 \times 0.25}$$

Arazi Kaybı Maliyeti_{MWS, harici} = 38.81\$ (54.72 TL) olarak hesaplandı.

3.8. Sarıgözel Baraj İnşaatından Kaynaklanacak Tarım Ürünleri Kaybının Hesaplanması

Baraj inşaatları, inşa edildikleri bölgede, daha önce yapılmakta olan bitkisel üretimi sonlandırır. Bu nedenle Sarıgözel Barajı'nın çevresel etki maliyeti hesaplanırken, bitkisel üretim kayıpları da göz önüne alındı. Baraj yerinde ve rezervuar alanında yetiştiği tespit edilen tarım ürünlerinin, sebzelerin ve meyvelerin yetiştiği alanların büyüklüğü ve üretime göre dağılım değerleri, ÇED raporu kapsamında bulunan, bölgedeki üretimle ilgili genel değerler kullanılarak Tablo 25'de özetlendi.

Tablo 25. Bitkisel üretim kaybı maliyeti

Ürünler	Üretim alanı
Tahıl (Buğday ağırlıklı)	57.74 ha
Baklagiller	6.42 ha
Sebze	10.48 ha
Meyve	31.50 ha
Bağlar (üzüm)	15.32 ha
TOPLAM	139 ha

Tarımsal üretimle ilgili toplam maliyet ise ürünlerin üretim değerleri ile ilgili anketler üzerinden yapılan maliyet analizinden hesaplanan bir yıllık değer 931000\$ olarak alındı.

$$\text{Bitkisel Üretim Kaybı Maliyeti}_{\text{MWS, Harici}} = \frac{(\text{BÜK}[\text{ton}] \times \text{BÜM} [\$])}{\text{P}[\text{MWe}] \times 8760 \times \text{KF}[\%]} \quad (20)$$

$$\text{Bitkisel Üretim Kaybı Maliyeti}_{\text{MWS, Harici}} = \frac{931,000.00\$}{103 \times 8760 \times 0.25}$$

Bitkisel Üretim Kaybı Maliyeti $_{MWs, Harici} = 4.13\$ (5.82 TL)$ bulundu.

3.9. Sarıgözel Baraj Projesi için Yeni Güzergâh Yolları Maliyetinin Hesaplanması

Sarıgözel Baraj Projesi'nin inşaatı ve işletme dönemleri için mevcut köy yollarının iyileştirilmesi ve yeni güzergâhların oluşturulması gerekmektedir. Karayollarının iyileştirilmesi, etkilenen alanlardaki ulaşım gücünün azaltılması açısından çok büyük önem taşımaktadır. Bu Proje için çalışma yapılan ve raporun kalan kısmında da atıfta bulunulan yollar aşağıda tanımlanmıştır;

- Yeni Güzergâh Yolu: Baraj su tutmaya başladığında kimi kısımları su altında kalacağı için Sarıgözel'in obalarını (mahalle) birbirine bağlayan mevcut köy yolunun güzergâhı değiştirilecektir.

- Sarıgözel Sağ Sahil Yolu: Bu yol Hacınıoğlu Köyü'nün Uludere Obası'ndan geçen 1.62km'lik başka bir köy yoludur. Yol, ağır vasıtaların baraj gövdesine ulaşmalarını ya da denge bacası ile enerji santrali arasındaki erişimini sağlamaya elverişli olmadığından, mevcut yol iyileştirilecektir.

- Sarıgözel Baraj Aksı ile Sarıgözel HES yapısı arasında 5.29km'lik yeni yol yapımı planlanmaktadır.

Yol İyileştirme için toplam maliyet Sarıgözel Barajı ÇED Raporundan alınmıştır. Yapılacak yeni yolun yapım maliyeti Hacınıoğlu HES kapsamında değerlendirildiğinden, bu kısım için Dsi Ilisu Barajı Konsorsiyumu'nun belirlediği birim fiyatlara göre 1 km karayolu yeni güzergâh maliyeti olan ortalama 610,000 \$/km değeri baz alınmıştır (URL-18). Yol Uzunlukları ve Yol Maliyetleri Tablo 26'da verilmiştir.

Tablo 26. Sarıgözel Barajı karayolu yeni güzergâh ve iyileştirme yollarının uzunluk ve maliyetleri

Yol Güzergâhı	Yol Uzunluğu (km)	Yol Maliyeti (\$)
Sarıgözel Sağ Sahil Yolu İyileştirme	1.62	394,767.00
Sarıgözel HES – Sarıgözel Baraj Aksı	5.29	3,226,900.00
TOPLAM	6.91	3,621,667.00

$$YGKM_{\text{harici}} = YGKU[\text{km}] \times YGKBM[\$/\text{km}] \quad (21)$$

$$YGKM_{\text{harici}} = 5.29[\text{km}] \times 610000[\$/\text{km}]$$

$$YGKM_{\text{harici}} = 3,226,900.00 \$$$

1.62km'lik iyileştirme için 394,767.00 \$ olarak hesap edilen maliyet, ÇED raporundan alınarak genel yol yeni güzergâh maliyet analizine dâhil edildi.

Toplam yol maliyeti, ilgili maliyetlerin toplamı olan 3,621,667.00\$ olarak hesaplandı. Harici maliyetler, $MW_{s,\text{harici}}$ olarak saatlik enerji üretim karşılığı türünden yeniden hesaplandı.

Yeni Güzergâh Yolu Maliyeti_{harici} [\$]

$$\text{Yeni Güzergâh Yolu Maliyeti}_{MW_{s,\text{harici}}} = \frac{\text{Yeni Güzergâh Yolu Maliyeti}_{\text{harici}} [\text{\$}]}{P[\text{MWe}] \times 8760 \times \text{KF}[\%]} \quad (21)$$

3,621,667.00 \$

$$\text{Yeni Güzergâh Yolu Maliyeti}_{MW_{s,\text{harici}}} = \frac{3,621,667.00 \$}{103 \times 8760 \times 0.25}$$

Yeni Güzergâh Yolu Maliyeti_{MWs,Harici} = 16.06\$ (22.64 TL) olarak hesaplandı.

3.10. Sarıgözel Baraj Projesinin Toplam Çevresel Etki Maliyeti

Projenin inşa ve işletme aşamalarındaki toplam çevresel etki maliyetinin hesabı, bir MWs elektrik üretimi için tespit edilen çevresel etki maliyeti paydasında toplandı. Ele alınan birçok çevresel maliyet faktörü (emisyon, yer değiştirme, hayat kaybı, arazi kaybı, bitkisel üretim kaybı, karayolu) üzerinde ayrı ayrı Bir MWs için harici maliyet hesaplamaları yapıldı. Hesaplanan değerler Tablo 27’de gösterildi.

$$\text{Toplam Maliyet}_{\text{MWs, harici}} = \sum \text{Maliyet}_{\text{MWs, harici}} = 112.729 \$ (158.939 \text{ TL}) \quad (22)$$

Tablo 27. Bir MWs için harici maliyetler

Harici Faktörler	Maliyet _{MWs} (\$)	Maliyet _{MWs} (TL)
Emisyon	0.035	0.049
Hayat Kaybı	0.364	0.510
Yeniden Yerleşim	53.330	75.200
Arazi Kaybı	38.810	54.720
Bitkisel Üretim Kaybı	4.130	5.820
Karayolu	16.060	22.640
TOPLAM	112.729	158.939

4. İRDELEMELER

Enerji temel ihtiyaçların karşılanması ve yaşamın sürdürülebilmesi için vazgeçilmez bir unsurdur. Ekonomik ve sosyal kalkınmanın temel girdilerinden biri olan enerjinin, dünyanın ve insanlığın geleceğindeki belirleyici konumu, geçtiğimiz her geçen gün daha da artmaktadır. Günümüz toplumlarında modern enerji hizmetlerinin yaygınlaşması kalkınma ve sosyal gelişme açısından yaşamsal önemdedir.

Enerjinin ve elektrik enerjisinin yeterli, güvenilir, tüm toplumsal kesimler için erişilebilir bir şekilde temini ve bunun sürdürülebilir olması ülkelerinde kalkınma planlarında öncelikli konuları arasındadır. Bu anlamda enerjinin planlama ve yönetim boyutları önem kazanmaktadır.

Enerji üretimi halen büyük ölçüde petrol, doğalgaz, kömür gibi fosil yakıtlara dayalıdır ve bu durumun yakın gelecekte de süreceği öngörülmektedir. Bununla birlikte Fosil yakıtların yanması sonucu oluşan karbondioksit ve sera etkisi yaratan diğer kirleticiler mevcut enerji sisteminin sürdürülebilirliğini riske sokmaktadır (Anonim, 2006). Gelecek nesiller için, fosil yakıt yataklarından olan kömürün 250 yıl, petrolün ise 50 yıl sonra tükeneceği düşünüldüğünde bunların yerine yeni enerji kaynaklarının ikame edilmesinin ne kadar gerekli olduğu ortaya çıkmaktadır (Şen, 2004).

Türkiye'nin linyit haricindeki diğer yerli kaynakları da değerlendirilmeyi beklemektedir. Son çalışmalarla yılda 170 milyar kWh elektrik üretim kapasitesine sahip olduğu tahmin edilen Türkiye hidroelektrik potansiyelinin Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanının 16.11.2009 tarihli açıklamasına göre 51,8 milyar kWh'lik bölümü işletmede, 21 milyar kWh'lik kısmı ise yatırım aşamasındadır. Potansiyelin yaklaşık 97,2 milyar kWh kapasiteye sahip % 57,18'lik bölümü ise değerlendirmeyi beklemektedir.

Son yıllarda hidroelektrik enerjinin toprak kaybı, fauna ve flora etkisi, nehirlerin akış rejimlerindeki değişiklik gibi negatif etkilerine dikkat çekilmiştir. Hidroelektrik sistemlerin çalışma sistemi gereği, doğal akışındaki koşullara göre su sıcaklığı, oksijen içeriği, çözünmüş/taşınan madde içeriği ve nitrojen dengesindeki değişiklik olabilmektedir (Anonim, 2010).

Enerjinin önemi, insan hayatı üzerindeki yoğun etkileri, dünyada ve ülkemizde enerji durumu gibi genel bilgiler ışığında irdelenen baraj çevre ilişkileri, gelişmiş ülkelerde geniş bir süreç kapsama alınarak incelenirken gelişmekte olan ülkelerin birçoğunda dar

kapsamlı olarak irdelenmekte ve ülkelerin enerji politikaları gereği birçok çevresel etkide değerlendirme dışında tutulmaktadır.

Baraj çevre etkileşiminin kuruldukları bölgelerin jeolojik, coğrafik ve kentsel yerleşim özelliklerine bağlı olarak değişiyor olması, barajların ekonomik ömrü boyunca sağladığı getirinin, sadece inşa maliyeti ile değil; inşası, işletmesi ve işletme sonrası dönemlerde çevreye verdiği etkilerin maliyetlerinin tümüyle karşılaştırılmasının daha gerçekçi ve tutarlı bir karlılık analizini sunacaktır. Böyle bir düşünce çerçevesinde gerçekleştirilen bu çalışma Sarıgözel Barajı'nın çevresel maliyet karşılaştırması yapıldı.

Sarıgözel Barajı ve HES Projesi'nin, Türkiye'nin enerji üretimine 2012 yılında katılarak tahmin edilen enerji ihtiyacının % 0.144'luk kısmını karşılaması beklenmektedir.

Ekinözü İlçesi ile Merkez İlçe sınırları içerisinde yer alacak olan Kandil Enerji Grubu Projesi kapsamında projelendirilen Sarıgözel Barajının rezervuarı, Kandil HES çıkış akımları ile beslenecek ve yine Sarıgözel HES'in çıkış akımları da aynı grup içinde projelendirilen Hacıninoğlu su toplama havzasına alınacaktır. Buradan da enerji tüneli ile Hacıninoğlu HES'e alınan su havzaya serbest bırakılacaktır. Sedimentasyon sorunlarının bu şekilde minimuma indirilmesinin yanı sıra akım rejimi de, birbirine bağlı bu sistemde oldukça stabil tutulmuştur. Sedimentasyon sorunları minimuma indirilmekle birlikte araştırma konusu kapsamında Sarıgözel Barajı ve HES Projesinin ekonomik ömrü 50 yıl olarak kabul edilmiştir. Ceyhan nehrinin kapsam dâhilindeki bölümü ve havza mansabında da nehir faunasının korunumu sağlanmıştır.

Bu çalışmada, Sarıgözel Barajı'nın bir MWs elektrik üretiminin çevresel etki maliyeti 112.73\$ (158.94TL) olarak hesaplandı. TEDAŞ 'ın hazırladığı, elektrik satış tarifelerine göre, nihai tüketici olarak konutlara satılacak elektriğin 2010 yılı birim fiyatı 216.59 TL/MWs olarak kabul edilmiştir (URL-19).

Sarıgözel Barajının yıllık elektrik üretimi 289×10^6 KWs , yani 289×10^3 MWs 'dir. Proje ekonomik ömrü ile ilgili 50 yıl kabulü üzerinden gerekli hesaplamalar irdelenecektir. Bu bağlamda ekonomik ömrü boyunca toplam elektrik üretimi;

$$289 \times 10^3 \times 50 = 14,450.00 \times 10^3 \text{MWs}, \text{ olarak hesaplanmıştır.}$$

Enerji Üretiminden beklenen yıllık kazanç ise;

$289 \times 10^3 \times 216.59 = 62,595 \times 10^6$ TL , buda yaklaşık 44.393×10^6 \$ 'dır.

Sarıgüzel Barajı'nın işletmeye alınması için gerekli toplam maliyeti yaklaşık 51.42 milyon dolar olarak tespit edilmiştir. Baraj tamamlandığında, ekonomimize yılda 44.393×10^6 \$ katma değer temin edeceğine göre;

$$\frac{51.42 \times 10^6}{44.39 \times 10^6} = 1.158 \text{ yıl}$$

Bu oran farklı bir ifadeyle 14 ay gibi kısa bir sürede, projenin yatırım maliyetinin karşılanacağı anlamına gelmektedir.

Sarıgüzel Barajı'nın bir MWs elektrik üretiminin çevresel etki maliyeti (112.73\$) olduğuna göre projenin ekonomik ömrü olan 50 yıl içerisinde;

$$112.73 \times 8760 \times 50 = 49,375,740.00 \$'lık \text{ çevresel etki meydana getirecektir.}$$

Sarıgüzel Barajının 50 yıllık elektrik üretiminin çevresel maliyeti, barajın toplam inşaat maliyetiyle karşılaştırıldığında; çevresel etki maliyetinin, inşaat maliyetine yakın bir değer olduğu $51.42 \times 10^6 \$ > 49.38 \times 10^6 \$$ görülmektedir.

Sarıgüzel Baraj Projesi'nin ekonomik ömrü olan 50 yıldaki çevresel etki maliyetini ve inşaat maliyetini kapsayan toplam maliyet, yıllık ekonomik getiri ile kıyaslandığında;

$$\frac{51.42 \times 10^6 \$ + 49.38 \times 10^6 \$}{44.39 \times 10^6 \$} = \frac{100.80 \times 10^6 \$}{44.39 \times 10^6 \$} = 2.27 \text{ yılda karşılanacağı görülmüştür.}$$

Sarıgüzel Baraj Projesi tamamlandığında, Türkiye ekonomisine yıllık ortalama 44.393×10^6 \$ katkısı bulunacağından, ekonomiye toplam katkısının 50 yılda;

$$44.39 \times 10^6 \$ \times 50 = 2,219.65 \times 10^6 \$ \text{ olacağı hesap edilmiştir.}$$

Ülkemiz ekonomisine sağlayacağı $2.219.65 \times 10^6$ \$'lık katkının yanında, proje için öngörülen yapım maliyetinin ve çalışma kapsamında incelenen çevresel etki maliyetinin oldukça küçük bir değer olduğu tespit edilmiştir.

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, Sarıgözel Barajı'nın bir MWs elektrik üretimi için tespit edilen çevresel etki maliyetleri, farklı çevresel faktörler (emisyona, yer değiştirme, hayat kaybı, arazi kaybı, bitkisel üretim kaybı, karayolu relokasyonu v.b.) göz önüne alınarak hesaplanmıştır.

Sonuç olarak;

Sarıgözel Barajı'nın, yılda 289×10^6 KWs elektrik üreteceği kabul edildiğinden, proje ekonomik ömrü olan 50 yıl için toplam elektrik üretimi $14,45 \times 10^9$ KWs olarak hesaplanmıştır.

Sarıgözel Baraj Projesi tamamlandığında yaklaşık 51.42×10^6 \$'lık yatırım yapılacağı ve yıllık bazda ekonomiye 44.39×10^6 \$ katma değerinin olacağını ve bu hesaplar ışığında 1.16 yıl yani 14 ay gibi kısa bir süre zarfında yatırımın kendi maliyetini karşılayacağı görülmüştür.

Sarıgözel Barajının çevresel etki maliyetinin, saatte 112.73\$ olarak hesaplanmıştır ve buna göre projenin ekonomik ömrü olan 50 yıllık süre zarfında 49.38×10^6 \$'lık bir çevresel etki maliyetine sebep olacağı görülmüştür.

Sarıgözel Barajı'nın çevresel etki maliyeti dâhilinde basit bir hesapla 2.27 yılda, yani yaklaşık 27 ay gibi kısa bir sürede tüm maliyetini karşılayacağı görüldü.

Sarıgözel Baraj Projesinin tamamlandığında, Türkiye ekonomisine yıllık ortalama 44.39×10^6 \$ katkıda bulunacağı, bu değere göre 50 yıllık ekonomik ömür boyunca ekonomiye katkısının $2,219.65 \times 10^6$ \$ 'a ulaşacağı tespit edildi.

Ülkemiz ekonomisine sağlayacağı $2,219.65 \times 10^6$ \$'lık katma değerinin yanında, proje yapım maliyeti olan 51.42×10^6 \$'ın oldukça küçük bir yatırım değeri olduğu sonucuna varıldı.

6. ÖNERİLER

Sarıgüzel Barajı ve HES ile ilgili bu çalışmanın genel konusunu oluşturan çevresel etki maliyet analizi, yatırım planının rantabilitesine olan etkileri çerçevesinde değerlendirildi. Bu değerlendirmede çalışmaya konu olan barajdan, inşa aşaması ve işletme sürecini kapsayan süreçte fiili olarak etkilenmesi söz konusu varlıklar ve bu varlıklara bağlı maliyetler irdelendi.

Bu bağlamda daha uzun bir süreç incelemeye alındığında, çalışmanın kapsamının genişleyeceği açıktır. Esasen böyle bir izleme süreci takip edildiğinde, çalışmaya konu barajın ekonomik ömrünü doldurması sonrasında yerinden kaldırılması ve rezervuar alanında nehir yatağının eski fiziksel yapısına çevrilmesi gibi ciddi maliyetlerde inceleme kapsamına alınabilir. Bu fikir, nehrin rehabilitasyonunun yapılmaması ve eski formunu alamaması durumunda, uygulanan baraj projesi ile devamlılığı kesilen nehir taşımacılığı, balıkçılık ve fauna-floranın oluşturacağı maliyetlerin devamlılığında doğmuştur.

Ayrıca dünyadaki bazı baraj uygulamalarında, detaylı etki analizlerinin yapılmadığı ve yapılan yatırımın; nehir ekosistemini bozması, biolojik çeşitliliği yok etmesi, toprak kalitesini bozması ve insanları göçe zorlaması gibi planlanan faydalarından daha fazla zarara sebebiyet verdiği bilinmektedir. Konu bu çerçevede değerlendirildiğinde, biolojik çeşitliliğe ve toprak kalitesine olan uzun süreli etkilerin maliyetlerinin de hesaplanması, ihtimal dâhilinde olan bu tür telafisi güç zararları da değerlendirmeye katacak ve daha gerçek bir yaklaşım sunacaktır.

7. KAYNAKLAR

- Anonim, 1998. WCD, World Commission on Dams: 'Strategy and Objectives'
- Anonim, 2000. 'Dams and Development', World Commission on Dams, Report, November.
- Anonim, 2002. Türkiye Mühendislik Haberleri, Yayın No. 419, Mart, Ankara.
- Anonim, 2006. TMMOB Enerji Raporu, Bildiriler Kitabı, 45, Ekim, Ankara.
- Anonim, 2010. TMMOB Türkiye'nin Enerji Görünümü, Bildiriler Kitabı, Mart, Ankara.
- Arthur, H. ve Walz, J., 2006. United States Society on Dams, Development and Management of Water Resources.
- Berkün, M., 2005. Su Kaynakları Mühendisliği, Baraj Yerinin Seçimi, Ocak, İstanbul.
- Berkün, M., 2007. Su Yapıları, Barajlar, Savaklar ve Su Kuvveti Tesisleri, Barajların Yapılma Nedenleri, Ağustos, İstanbul.
- Bowles, D.S., Anderson, L.R., Glover, T.F. and Chauhan, S.S., 2003. 'Dam Safety Decision-Making: Combining Engineering Assessments with Risk Information.' In Proceedings of the 2003 US Society on Dams Annual Lecture, Charleston, South Carolina.
- Brismar, A., 2002. River Systems as Providers of Goods and Services: A Basis for Comparing Desired and Undesired Effects of Large Dam Projects., Environmental Management, 29,598-609.
- Brown, C. A., and Wayne, J. G., 1988. "Assessing the Threat to Life from Dam Failure," Water Resources Bulletin, 24,6.
- Çataklı, O. N., 1967. Büyük Bentler, İTÜ İnşaat Fakültesi Ders Notları, İstanbul.
- Çolak, Ç., 2007. Baraj İşleyiş Sürecinde Sosyal ve Fiziksel Çevre Etkileri – Doğu Karadeniz Bölgesi Barajları, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- D.P.T., 2001. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Enerjisi Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Devlet Planlama Teşkilatı, Yayın No. 2569, Ankara.
- Desmond, N. D., Beacher, G. B. and Beacher, H., 2004., CEA technologies. Dam Safety Interest Group, s. 294.

- Elbir, T., Müezzinoğlu, A., Bayram, A., Seyfioğlu, R., Demircioğlu, H., 2001. DEÜ. Mühendislik Fakültesi, Fen ve Mühendislik Dergisi, Mayıs, İzmir.
- Emiroğlu, N., 2009. Iısu Barajının Çevresel Etki Maliyet Analizi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Encon, 2007. Sarıgözü Barajı, HES ve Malzeme Ocakları Projesi, Çevresel Etki Değerlendirmesi Raporu, Haziran, Ankara.
- ERE, 2006. Sarıgözü Barajı Hidro Elektrik Santrali, Toprak Koruma Projesi, Aralık, Ankara.
- Ertürk, F., Akkoyunlu A. ve Varınca, B., 2006. Enerji Üretimi ve Çevresel Etkileri, Mart, İstanbul.
- Ger, M., 2008. Neden Hidrolik Enerji, Cumhuriyet Enerji Gazetesi, 10-11, Aralık, İstanbul.
- Graham, W.J. 1999. A Procedure for Estimating Loss of Life Caused by Dam Failure. Report No. DSO-99-06, Dam Safety Office, US Bureau of Reclamation, Denver, CO.
- Verocai, I. 2000. "Environmental and Social Impact Assessment for Large Dams - Thematic Review from the Point of View of Developing Countries", Kasım.
- ICOLD, 1965. Proceedings of the Eighth International Congress on Large Dams, 4-8 May, Edinburgh, Great Britain.
- ICOLD, 1983. International Commission on Large Dams, Seismicity and Dam Design, 45, p 121.
- Kültür, Ö. F., 2004. Enerji ve Çevre İlişkisi, Mimar ve Mühendis Dergisi, Yayın No. 33, Nisan, Ankara.
- Leonard, J. and Crouzet, P., 1998. Lakes and Reservoirs in the EEA Area. Topic report No 1/1999. European Environment Agency, Copenhagen, Denmark.
- McCartney M. P., Sullivan, C. and Acreman, M.C., 2000. Ecosystem Impacts of Large Dams; The World Conservation Union; Center for Ecology and Hydrology, UK.
- McClelland D.M., 2002. 'A Team Approach to Improving Dam-Safety Emergency Action Plans, Flood Maps, and Emergency Response Plans Using Life-Loss Risk Assessment'. In EAP 2002: International Workshop for Emergency Preparedness at Dams, sponsored by FERC and ASDSO, Nisan.
- McClelland, D.M., 2003a. 'Optimizing EAPs and ERPs, Part 1: Risk-Based Planning.' In Proceedings of the 2003 US Society on Dams Annual Lecture, Charleston, SC. US Society on Dams, Denver, CO.

- McClelland, D.M., 2003b. 'Optimizing EAPs and ERPs, Part 2: Team Planning.' In Proceedings of the 2003 US Society on Dams Annual Lecture, Charleston, SC, April. US Society on Dams, Denver, CO.
- McClelland, D.M., 2003c. 'Optimizing EAPs and ERPs, Part 3: Prescriptive Flood Maps.' In Proceedings of the 2003 US Society on Dams Annual Lecture, Charleston, SC. US Society on Dams, Denver, CO.
- Postal, S.L., 1998. Water For Food Production: Will There Be Enough in 2025?, BioScience 48, 629-637.
- Partani, S., Sayadi, A. and Khodadadi, D., 2009. "Environmental Impact Assessment of Gotvand Hydro-Electric Dam on the Karoon River Using ICOLD Technique" World Academy of Science, Engineering and Technology.
- Şen, Z., 2004. Türkiye'nin Temiz Enerji İmkânları, Mimar ve Mühendis Dergisi, Sayı: 33, Ankara.
- Turfan, M., 1996. Enerji ve Tabii kaynaklar Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Özetle Baraj Nedir? 6-8, Ankara.
- WCD, 2000. A New Framework for Decision-Making, The Report of the World Commission on Dams, Earthscan Publications Ltd., November, London, England.
- Zankhana, S. and Kumar, M. D., 2008. In the Midst of the Large Dam Controversy: Objectives, Criteria for Assessing Large Water Storages in the Developing World Water Resour Manage, 22, 1799.
- URL-1, <http://www2.dsi.gov.tr/baraj/barajsonuc.cfm>, 18.11.10
- URL-2, <http://www.dsi.gov.tr/topraksu.htm>, 19.11.10
- URL-3, http://en.wikipedia.org/wiki/Renewable_energy, 05.10.10
- URL-4, <http://www.limakinvestorrelations.com/index.php?lang=tr&pid=800&year=2010&nid=22>, 09.12.10
- URL-5, <http://www.kuresel-isinma.org/kuresel-isinma/baslica-sera-gazlari.html>, 23.12.10
- URL-6, http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf, 08.02.11
- URL-7, <http://www.pamucakovasi.tr.gg/Ana-Sayfa.htm>, 09.02.11
- URL-8, http://www.sariguzel.net/habergoster.php?haber_id=36, 13.01.11
- URL-9, <http://maps.google.com/maps?ct=reset>, 13.01.11

URL-10, <http://www.deprem.gov.tr/Sarbis/depbolge/kmaras.gif>,24.01.11

URL-11, www.atikyonetimi.cevreorman.gov.tr/belge/atikeylemplani.pdf,19.01.11

URL-12, www.akuademi.net/ca/ALA2009/25.pdf,09.03.11

URL-13, <http://www.dsi.gov.tr/skatablo/Tablo1.htm>,18.11.10

URL-14,www.dpt.gov.tr/DocObjects/Download/3146/oik571.pdf,03.02.11

URL-15, <http://tuikapp.tuik.gov.tr/adnksdagitapp/adnks.zul>,04.03.11

URL-16, <http://sariгуzel.wordpress.com/2008/08/05/veee-nihayet/>,15.01.11

URL-17, <http://www.yildiz.edu.tr/~tanriov/RG5.pdf>,21.10.10

URL-18, http://www.dsi.gov.tr/ilisu/ilisu_ced_tr.pdf,28.03.11

URL-19, <http://www.tedas.gov.tr/265,2010tarifeleri.html>,04.04.11

ÖZGEÇMİŞ

Kazım DOĞANOĞLU 1984 yılında Ankara'da doğdu. 1998 yılında Orhan Cemal Fersoy İlköğretim Okulu'ndan mezun oldu. 2002 yılında Prof. Dr. Şevket Raşit Hatipoğlu Anadolu Lisesi'nden mezun oldu. Lisans eğitimini 2008 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde tamamladı. Ağustos 2008 – Ağustos 2010 tarihleri arasında Işın Proje İnş. Ltd. Şti.'de statik hesap uzmanı olarak görev yaptı. İyi derecede İngilizce bilmektedir.