

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YUSUFELİ BARAJININ ÇEVRESEL ETKİ MALİYET ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İNŞAAT MÜHENDİSİ NURTAÇ EMİROĞLU

AĞUSTOS 2009
TRABZON

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YUSUFELİ BARAJI'NIN ÇEVRESEL ETKİ MALİYET ANALİZİ

İnşaat Mühendisi Nurtaç EMİROĞLU

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

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 22/07/2009
Tezin Savunma Tarihi : 18/08/2009**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Mehmet BERKÜN
Jüri Üyesi : Prof Dr. Ömer YÜKSEK
Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Mithat VICIL**

Enstitü Müdürü: Prof. Dr. Salih TERZİOĞLU

Trabzon 2009

ÖNSÖZ

Birçok ihtiyacın karşılanması amacıyla inşa edilen barajların faydalarının yanı sıra insanlar, havzalar ve ekosistem üzerinde sosyal ve çevresel etkilerinin de olduğu bilinmektedir. Barajların ekonomik ömrü boyunca getirilerinin, inşa maliyeti ve çevresel etki maliyetiyle karşılaştırılması büyük öneme sahiptir.

Her barajın çevre ile etkileşiminin boyutları farklıdır. Söz konusu etkileşim maliyetinin hesaplanması son derece önemlidir. Bu çalışmada yöntem denemesi olarak bir maliyet karşılaştırması yapılmıştır. Yusufeli Baraj Projesi ayrıntılı bir şekilde incelenip, barajın oluşturacağı çevresel etki maliyeti hesaplanmıştır.

Bu tezin oluşturulmasında, gerek tez konusu seçimi gerekse tezin diğer aşamalarında yardımlarını esirgemeyip, tecrübelerini ve tavsiyelerini benimle paylaşan değerli hocam Prof. Dr. Mehmet BERKÜN' e teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca yararlandığım, kaynakçada adı geçen eserlerin sahiplerine; gösterdiği anlayış ve teşviklerinden dolayı Trabzon İl Özel İdaresi İmar ve Kentsel İyileştirme Müdürü Songül BAYRAK'a, yazım ve düzenlemede emeği geçen Nagihan ERSOY'a ve gösterdikleri sabır ve hoşgörüden dolayı aileme teşekkür ederim.

Nurtaç EMİROĞLU
Trabzon 2009

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET	VI
SUMMARY	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ	VIII
TABLolar DİZİNİ.....	X
SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ	XI
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Barajlar Hakkında Genel Bilgiler	1
1.1.1. Giriş	1
1.1.2. Barajların Kısımları ve Sınıflandırılması	2
1.1.3. Baraj Yerinin Seçimi	4
1.1.4. Barajların Yapılma Nedenleri ve Ömürleri	5
1.1.5. Türkiye’de Mevcut Olan Barajlar ve Sınıflandırılması.....	6
1.2. Tezin Amacı	7
1.3. Suyun Küresel Boyutta Artan Önemi	8
1.4. Ülkemizde Enerji Üretim ve Kullanımının Çevre Üzerindeki Etkileri.....	9
1.5. Baraj - Çevre İlişkileri	14
1.6. Sera Gazı Emisyonları ve Etkileri	17
1.7. Baraj Göçmeleri ve Etkilerinin Analizi.....	19
1.8. Barajların Çevresel Etkileri ile İlgili Literatür Taraması	21
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	25
2.1. Yusufeli Hakkında Genel Bilgiler	25
2.1.1. Yusufeli’nin Tarihçesi	25
2.1.2. Yusufeli’nin Coğrafik Özellikleri.....	28
2.1.2.1. Yusufeli’nin Dağları	30
2.1.2.2. Yusufeli’nin Akarsuları	31
2.1.2.3. Yusufeli’nin İklimi ve Bitki Örtüsü.....	33

2.1.3.	Yusufeli'nin Mevcut Çevresel Özellikleri.....	34
2.1.3.1.	Yusufeli'nin Fiziksel Çevre Özellikleri.....	34
2.1.3.2.	Yusufeli'nin Sosyo-Ekonomik Çevre Özellikleri.....	35
2.2.	Yusufeli Baraj Projesi Hakkında Genel Bilgiler	37
2.2.1.	Çoruh Nehri Gelişme Planı.....	37
2.2.2.	Yusufeli Baraj Projesi'nin Tanımı.....	38
2.2.3.	Yusufeli Baraj Projesi'nin Tarihçesi	39
2.2.4.	Yusufeli Baraj Projesi'nin Önemi	39
2.2.5.	Yusufeli Baraj Projesi'nin Projenin Ülke Ekonomisindeki Yeri	40
2.2.6.	Yusufeli Baraj Projesi'nin Gerçekleştirilme Süresi... ..	40
2.2.7.	Yusufeli Baraj Projesi'nin Nüfus Üzerindeki Etkileri.....	40
2.2.8.	Yusufeli Baraj Projesi'nden Doğrudan Etkilenecek Yerleşim Birimleri... ..	42
2.3.	Yusufeli Baraj Projesinin Başlıca Özellikleri.....	58
2.3.1.	Yusufeli Baraj Projesi'nin Konumu	58
2.3.2.	Yusufeli Baraj Projesi'nin Karakteristik Özellikleri	58
2.3.3.	Yusufeli Baraj Projesi'nin Yeniden Yerleşim Eylem Planı	62
2.3.4.	Yusufeli Baraj İnşaatında Mevcut Durum.....	62
3.	BULGULAR	63
3.1.	Yusufeli Baraj Rezervuarında Su Altında Kalacak Kısımın Alanının Hesaplanması.....	63
3.2.	Yusufeli Baraj Projesi'nde Yeniden Yerleşen Nüfusun Hesaplanması... ..	64
3.3.	Yusufeli Baraj Projesi'nde Enerji Kayıplarının Hesaplanması	64
3.4.	Yusufeli Barajı'nda Meydana Gelecek Toplam GHG Emisyon Maliyetinin Hesaplanması	65
3.4.1.	Yusufeli Barajı'nın İnşaatı Sırasında Meydana Gelecek GHG Emisyonlarının Hesaplanması	65
3.4.2.	Yusufeli Baraj Projesi'nin İşletilmesi Esnasında Meydana Gelecek GHG Emisyonları.....	67
3.4.3.	Yusufeli Barajı'nda Bir Yılda Meydana Gelecek Toplam GHG Emisyonları.....	68
3.4.4.	Yusufeli Barajı'nda Meydana Gelecek Toplam GHG Emisyonlarının Maliyeti... ..	69
3.5.	Yusufeli Barajı'nın Yıkılması Durumunda Meydana Gelebilecek Hayat Kaybı Maliyetinin Hesaplanması	70
3.5.1.	Yusufeli Barajı'nın Yıkılması Durumunda Hayat Kaybının Hesaplanması	70

3.5.2.	Yusufeli Barajı'nın Yıkılması Durumunda Gerçekleşmesi Beklenen Hayat Kaybının Hesaplanması	72
3.5.3.	Yusufeli Barajı'nın Yıkılması Durumunda Meydana Gelebilecek Hayat Kaybı Maliyeti	72
3.6.	Yusufeli Barajı için Yeniden Yerleşme Maliyetinin (YYM) Hesaplanması.....	73
3.7.	Yusufeli Baraj Projesi için Arazi Kaybı Maliyetinin Hesaplanması.....	75
3.8.	Yusufeli Baraj İnşaatından Kaynaklanacak Bitkisel Kayıpların Hesaplanması.....	77
3.9.	Yusufeli Baraj Projesi'nin Toplam Çevresel Etki Maliyeti	78
4.	İRDELEMELER	79
5.	SONUÇLAR.....	82
6.	ÖNERİLER	84
7.	KAYNAKLAR.....	85
8.	EKLER	90
	ÖZGEÇMİŞ	94

ÖZET

Son yıllarda büyük barajların insanlığa sağladıkları faydaların yanı sıra sosyal ve çevresel etkileri tartışılmaya başlanmıştır. Birçok kişinin yerinden edilmesi, barajların büyük maliyetleri, deniz ekosistemindeki değişimler oluşan en büyük dezavantajlardır. Barajların sağladıkları faydalara karşı maliyetlerin hesaplanması kamu yararına göre yapılmakta fakat insanlar, havzalar ve ekosistem üzerindeki etkilerinin maliyeti yeterince önemsenmemektedir.

Bu tez çalışmasında, 540 MW maksimum kapasiteye sahip Yusufeli Barajı'nın çevresel etkilerinin maliyeti analiz edilmiştir. Bu analiz için çalışma ile ilgili konularda veriler toplanmıştır. Yusufeli Barajı'nın yüksekliği, arazi ve topografya özellikleri, nüfus yoğunluğu ve su altında kalan rezervuar alanı göz önüne alınmıştır.

Genel bilgiler bölümünde, tezin amacı belirtilip, baraj – çevre ilişkileri incelenmiştir. Yapılan işler bölümünde barajlar hakkında bilgi verilmiştir. Yusufeli ilçesi ve Yusufeli Baraj Projesi tanıtılıp, projenin karakteristik özellikleri verilmiştir.

Bulgular bölümünde ise Yusufeli Baraj Projesi'nin çevresel etki maliyeti; GHG emisyonları, bitkisel üretim kayıpları ve meydana gelebilecek hayat kaybı maliyetleri, insanların yeniden yerleşmelerinden kaynaklanan maliyetler ve arazi kaybı maliyetleri göz önüne alınarak hesaplanmıştır.

Yusufeli Barajı'nın bir MWs elektrik üretimi için çevresel etki maliyeti yaklaşık 148.97\$ (221.64TL) olarak hesaplanmış; hesaplanan çevresel etki maliyeti, mevcut elektrik tüketim maliyeti ve baraj maliyetiyle karşılaştırılmıştır. Barajın enerji üretimi ile kendini amorti edeceği süre 6.05 sene olarak tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yusufeli Barajı, Çoruh Nehri Kalkınma Planı, Barajların çevresel etkileri, Çevresel maliyet, Fayda-zarar analizi, Karşılaştırmalı analiz.

SUMMARY

Environmental Cost Analysis of Yusufeli Hydropower Dam

Water is considered a major cause of international conflicts in the 21st century and one of the most controversial issues of the water sector in recent years has been the impacts of large dams. Türkiye has made considerable progress in developing its water resources for multiple uses. The construction of dams and reservoirs are the main reasons of saving water during the short rainfall seasons to facilitate year round availability. Today, an extensive network of dams and reservoirs is maintained of which the larger dams serve multiple purposes (e.g. flood control, irrigation, domestic water supply, hydropower etc). Although there are many benefits arising from hydropower, they cause negative impacts as well. Slowing down the river's velocity causes changes in sediment transport, storing huge amounts of water in reservoir changes significantly the water's quality and influences the micro-climate of the area.

In this study, Yusufeli Hydropower Dam in Çoruh river project with installed capacity of 540MW is analyzed for its environmental costs. For the cost analysis Yusufeli Dam's height, terrain or topography, population density and the area inundated by reservoir are taken into consideration. In general information chapter, the scope of the study is explained and dam – environment relationship is examined. In investigation chapter, general information of dam is given. Yusufeli Town and Yusufeli Dam Project are introduced and the project's characteristic properties are given. In discovery chapter, GHG emissions cost of agricultural production lost and expected loss of life, cost of resettlement and cost of land loss are taken into consideration. Environmental cost of Yusufeli Dam Project is accounted.

The results show that environmental cost in terms of one MWh electricity generation is about 148.97\$ (221.64TL) for Yusufeli Dam. Calculated environmental cost is compared with the electrical consumption cost and dam construction cost. Yusufeli Dam's amortization period is calculated in terms of energy production.

Key Words: Yusufeli Dam, Çoruh River Development Plan, Environmental effects of dams, Environmental cost, Cost-benefit analysis, Comparative analysis.

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Baraj haznesinin kısımları	2
Şekil 2. Göreceli yatırım maliyeti	10
Şekil 3. Göreceli üretim maliyeti.....	11
Şekil 4. Görelî çevre kirliliği	12
Şekil 5. Yatırım ve üretim maliyetlerinin karşılaştırılması	13
Şekil 6. Yatırım maliyetleri – çevre ilişkisi.....	13
Şekil 7. Çeşitli insan etkinliklerinin on yıl süresince (1980-1990) radyatif kuvvetteki değişikliğe yaptığı tahmini katkı	18
Şekil 8. Yusufeli 1960	26
Şekil 9. Yusufeli'nin gündüz görünümü	27
Şekil 10. Yusufeli'nin gece görünümü.....	27
Şekil 11. Yusufeli'nin haritadaki yeri.....	28
Şekil 12. Yusufeli'ne Barhal Çayı'ndan bakış	28
Şekil 13. Yusufeli'nin bir görünümü	29
Şekil 14. Dağlardan bir görünüm	30
Şekil 15. Barhal Çayı.....	32
Şekil 16. Yusufeli'nin kültürel miras haritası.....	36
Şekil 17. Yusufeli Merkez.....	42
Şekil 18. Alanbaşı Köyü.....	43
Şekil 19. Arpacık Köyü	44
Şekil 20. Bahçeli Köyü.....	45
Şekil 21. Bostancı Köyü	46
Şekil 22. Çıralı Köyü	48
Şekil 23. Darıca Köyü	49
Şekil 24. Dereiçi Köyü	50
Şekil 25. Irmakyanı Köyü.....	51
Şekil 26. İşhan Köyü	52
Şekil 27. Kınalıçam Köyü	53

Şekil 28. Küplüce Köyü	54
Şekil 29. Pamukçular Köyü	55
Şekil 30. Sebzeciler Köyü	56

TABLULAR DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. Barajların sınıflandırılması.....	3
Tablo 2. Türkiye’de su kaynaklarının gelişmesi	7
Tablo 3. Enerji kaynakları ve çevreyi kirletme durumları.....	9
Tablo 4. Barajlarda problem oluşturan sebeplerin yüzde değerleri.....	19
Tablo 5. Baraj problemlerinin baraj çeşitlerine göre dağılımı.....	20
Tablo 6. Dünyada meydana gelen önemli baraj göçmeleri	21
Tablo 7. Rezervuarda su tutulması sonucu kaybedilecek alanlar	34
Tablo 8. Çoruh Nehri Kalkınma Projeleri	37
Tablo 9. Doğrudan etkilenen yerleşimlerin nüfusları ve etkilenme durumları.....	41
Tablo 10. Yeni baraj inşaatı sırasında meydana gelecek $EF_{inş}$ değerleri.....	66
Tablo 11. Bir yıllık inşaat süresi boyunca meydana gelecek GHG emisyonları.....	67
Tablo 12. Mevcut rezervuar işletmesi sırasında meydana gelecek $EF_{işletme}$ değerleri	67
Tablo 13. Yusufeli Barajı için bir yıllık rezervuar işletmesi sırasında meydana gelecek GHG emisyonları	68
Tablo 14. Yusufeli Baraj Projesi’nde bir yılda meydana gelecek toplam GHG emisyonları	69
Tablo 15. Yusufeli Barajı’ndaki toplam emisyon miktarı maliyetleri.....	70
Tablo 16. Yusufeli Baraj yeri mansabında kalan yerleşimlerin nüfusları	71
Tablo 17. Tamamen su altında kalan yerleşim birimlerinin kamulaştırma bedelleri	75
Tablo 18. Bitkisel üretim kaybı maliyeti	77
Tablo 19. Harici maliyetler.....	78

SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AKM:	Arazi kullanım maliyeti
BÜK:	Bitkisel üretim kaybı
BÜM:	Bitkisel üretim maliyeti
CAR _{val} :	Karbonun birim maliyeti
CH ₄ :	Metan
CO ₂ :	Karbondoksit
EF:	Emisyon Faktörü
EPA:	Çevre Koruma Ajansı
EXP _{Lives} :	Beklenen Hayat Kaybı
FO:	Faiz Oranı
FR _B :	Ortalama baraj yıkılma oranı
GHG:	Sera gazları
GSHY:	Gayrisafi yurtiçi hasıla
GWP _{CH4} :	Metan gazının küresel ısınma potansiyeli
H ₂ O:	Su buharı
H _B :	Baraj yüksekliği
IA _{RS} :	Su altında kalan rezervuar alanı
ICOLD:	Dünya Büyük Barajlar Komitesi
IEA:	Uluslar arası Enerji Kurumu
IPCC:	Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli
KF:	Kapasite Faktörü
KWs:	Kilowatt saat

L_{RS} :	Rezervuarın uzunluğu
MO:	Maliyet Oranı
MW:	Megawatt
N_2O :	Nitröz Oksit
NGO:	Sivil toplum örgütleri
O_3 :	Ozon
P:	Kurulu güç
Q_w :	Debi
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. Barajlar Hakkında Genel Bilgiler

1.1.1. 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).

Suyun depolanması amacıyla oluşturulan ilk toprak yapı M.Ö. 500’lü yılların başında Hindistan’ın Pavadil-Ceylan Bölgesinde su tankı şeklinde inşa edilmiştir. Bu toprak yapının uzunluğu 18km, yüksekliği 21.4m, tabandaki genişliği 60m ve kretteki genişliği ise 80m’dir. Bu yapı bünyesinde kullanılan toprak hacmi 13milyon m³ tür (USBR, 1987).

Dünyada inşa edilen ilk kaya dolgu barajına Mısır’da rastlanmıştır. Mısır’da bulunan ve MÖ 2950 – 2750 yılları arasında yapıldığı sanılan Sedd-el Kefere Barajı bu yöredeki en eski baraj kalıntısıdır. İndus havzasındaki su yapılarının MÖ 2750 ve Huang-ho havzasındakilerin MÖ 2200 yıllarına kadar uzandığı bilinmektedir. Mezopotamya’da MÖ 3000 yıllarına ait su yapılarına rastlanmış olup, MÖ 1700’lerden kalma Hammurabi Kanunları’nda su haklarıyla ilgili maddelerin olduğu tespit edilmiştir (Öziş, 1981).

Dünyanın en eski Kemer Barajı, İran’ın Kum Şehri yakınlarında MS 1300’lü yıllarda Moğollar tarafından inşa edilmiştir. İlk çoklu kemer barajın ise MS 1800’lü yıllarda Hindistan’da inşa edildiği görülmektedir (Jansen, 1998).

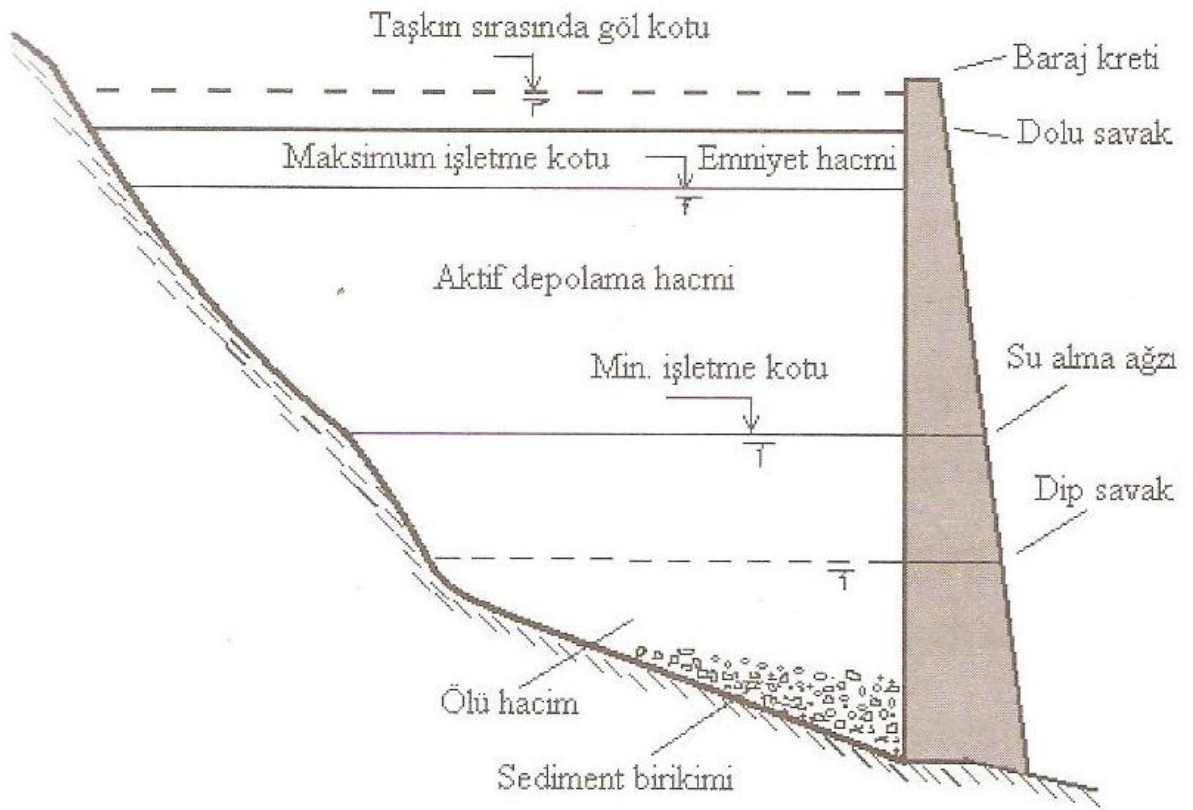
Türkiye’deki barajların tarihçesinin çok eski zamanlara dayandığı da bilinmektedir. Yapılan ilk barajlar, Çubuk 1, Porsuk ve Gebere Barajlarıdır (Anonim, 1975).

Dünyada 1997 yılına kadar 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).

1.1.2. 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 ağzı
7. Dip savak
8. Su yükseltme ve vana odası
9. Tahliye büzü



Şekil 1. Baraj haznesinin kısımları

Genel olarak barajlar, farklı özelliklerine göre Tablo 6'daki gibi sınıflandırılırlar.

Tablo 1. Barajların sınıflandırılması

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

Kaynak: (Çataklı, 1967)

Ayrıca barajların düzenleme devresine göre sınıflandırılması (Turfan, 1996);

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

1.1.3. Baraj Yerinin Seçimi

Akarsu vadileri, kilometrelerce uzunlukta olabilen ve kendi içinde çok çeşitli hidrolojik, topografik 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 alternatifler, üstün ve sakıncalı yönleriyle birbirleriyle karşılaştırılarak su gücünden en fazla yarar sağlayabilecek, en ekonomik ve emniyetli seçenek baraj tipine 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, göl yamaçlarının stabilitesi, durumu incelenir. İklim koşulları da baraj yeri seçimini etkiler.

Baraj Eksen Yerinin Özellikleri: Yapılması düşünülen barajın tipine bağlı olarak; yerin topografyası, zeminin jeolojik yapısı ve taşıma gücü, faylar, çatlaklar, alüvyon kalınlığı, dolu savak yeri ve kapasitesi açısından uygunluk, derivasyon olanağı, 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, sediment birikim, sızma, buharlaşma, akarsu drenaj sistemi, bitki örtüsü, havzadaki aşınma ve ayrışması incelenir.

İskân, İstimlâk ve Yenilenme ile ilgili 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, bölgenin doğal yapısının bozulmasının (turizm, vb.) sosyal yaşam üzerindeki etkileri incelenir (Berkün, 2005).

1.1.4. Barajların Yapılma Nedenleri ve Ömürleri

Tarih boyunca insanın suya olan gereksinmesi, onu su biriktirmeye zorlamış ve bu nedenle önceleri günlük ihtiyaçlarını giderecek su kapları yapan insan, daha sonraları bilhassa su kaynaklarının kıt olduğu yörelerde su biriktirme yapıları yapmak zorunda kalmıştır. Bu yapılardan en önemlisi barajlardır.

Barajlar,

1. İçme,
2. Sulama,
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 ve
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.

Ağırılık ve kaya dolgu barajların ömürlerinin oldukça uzun olmasına rağmen; özellikle agresif suları tutan ince kemer barajların ömürleri daha az olmaktadır. Barajların

ömürleri akarsu tarafından taşınan silt miktarıyla ilgilidir. Çünkü silt birikmesi rezervuarın kapasitesini zamanla azaltır (Berkün, 2007).

1.1.5. Türkiye’de Mevcut olan Barajlar ve Sınıflandırılması

ICOLD (Uluslararası Büyük Barajlar Komitesi) standartlarına göre şu anda Türkiye’de bulunan 673 baraj, gövde tiplerine göre aşağıdaki gibi sınıflandırılabilirler (URL-4).

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

Şuan DSİ tarafından inşa edilerek işletmeye alınmış büyük baraj sayısı 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 (URL-4). Türkiye’deki su kaynakları gelişmesi Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 2. Türkiye’de su kaynaklarının gelişmesi (URL–4)

SU KAYNAKLARI	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)	3.06	2.22	5.28	0.23	-	0.23
İÇME SUYU (milyar m ³)	2.58	0.58	3.16	0.50	-	0.50
TAŞKIN KONTROL ALANI (milyon ha)	1.00	-	1.00	0.40	-	0.40

Nehir santralleriyle birlikte diğer kuruluşlarca 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 yapılmaktadır. Halen 23 adet HES, DSİ tarafından, geri kalan 235 HES ise özel sektöre inşa edilmektedir. Türkiye’de toplam 258 HES inşa halindedir (URL–4).

1.2. Tezin Amacı

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.

Yeni yüzyılla birlikte ülkelerin 1/3’ü, kendi elektrik ihtiyaçlarının yarısından fazlasını hidroelektrik güç vasıtası ile sağlamaya başlamışlardır. Dünyadaki büyük barajların yarısı sulama amacıyla inşa edilmiş olup, toplam sulama alanının %30-40’ının ihtiyacı bu barajlar sayesinde karşılanmaktadır. Aynı zamanda, büyük barajların inşa edilmesi sanayiye destek olma ve iş yaratma amaçlarına da hizmet eder. Özetle barajlar, insanlığın

birçok ihtiyacının karşılanmasında büyük rol oynarlar (WCD, 2000). Ancak, barajların insanlığa sağladıkları faydaların yanı sıra çevresel ve sosyal etkiler sebebiyle zararlarının da olduğu bilinmektedir. Özellikle, meydana gelebilecek çevresel etkiler daha fazla önemsenmelidir.

Bu çalışmanın amacı; Yusufeli Barajı'nın çevresel etki maliyetinin, farklı çevresel faktörler (yer değiştirme kaybı, arazi ve hayat kaybı, bitkisel üretim kaybı ve GHG emisyonları) göz önüne alınarak hesaplanması; mevcut elektrik tüketim maliyeti ve baraj maliyetiyle karşılaştırılmasıdır.

1.3. Suyun Küresel Boyutta Artan Önemi

Dünya genelinde sürdürülebilir kalkınma bağlamında tabiatı tahrip etmeyen, sürekli ve temiz enerji kaynaklarının geliştirilmesine büyük önem verilmektedir. İklim, bitki örtüsü veya insanlar üzerinde olumsuz yan etkileri olmayan, tükenmeyen, yenilenebilir enerji kaynakları insanlığın geleceği için vazgeçilmezdir.

Ülkemizde enerji ihtiyacı her geçen gün artmakta olduğundan, dışa bağımlı hale gelmemesi için yerli kaynaklara ve bunlar arasında da özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarına ağırlık verilmesi gerekmektedir.

Yenilenebilir temiz enerji kaynaklarının en önemlilerinden biri hidroelektrik enerjidir. Henüz gelişme aşamasında olan diğer yenilenebilir enerjilerden farklı olarak hidrolik enerji uzun yıllardır bütün dünyada kullanılan bir enerji türüdür. Barajlar, temiz su sağladığı gibi temiz enerji de sağlamaktadırlar. Ancak Türkiye, hidroelektrik potansiyelini henüz harekete geçirememiştir. Her yıl 86milyar KWs enerji denize akmaktadır (Kuleyin, 2006).

Yenilenebilir enerji kaynakları, doğal süreçlerde sürekli olarak var olan enerji akışından elde edilen enerjidir. Ancak söz konusu kaynakların yenilenebilir kaynaklar olarak tanımlanabilmesi için enerji elde etme hızının, kaynağın kendini yenileyebilme hızından küçük ya da en azından söz konusu hıza eşit olması gerekmektedir. Örneğin, fosil yakıtlar çok uzun zamandır istismar edildikleri için teorik olarak yenilenebilir olmalarına karşın çok yakın bir gelecekte tükenmiş olacaklardır. Bazı durumlarda ise elde edilen enerji miktarı, güneş enerjisinde olduğu gibi, enerji kaynağının büyüklüğü yanında ihmal edilebilecek kadar küçüktür. Bu durumda da enerji, yenilenebilir bir kaynak olarak değerlendirilir.

İster yenilenebilen olsun ister yenilenemeyen olsun tüm enerji kaynakları, tüketilme evrelerinde çevreyi kirletmektedirler. Tablo 2’de bu durum özetlenmiştir. Güneş enerjisi dışında tüm kaynakların çevreyi olumsuz etkilediği görülmektedir (Ger, 2008).

Tablo 3. Enerji kaynakları ve çevreyi kirletme durumları (Ger, 2008).

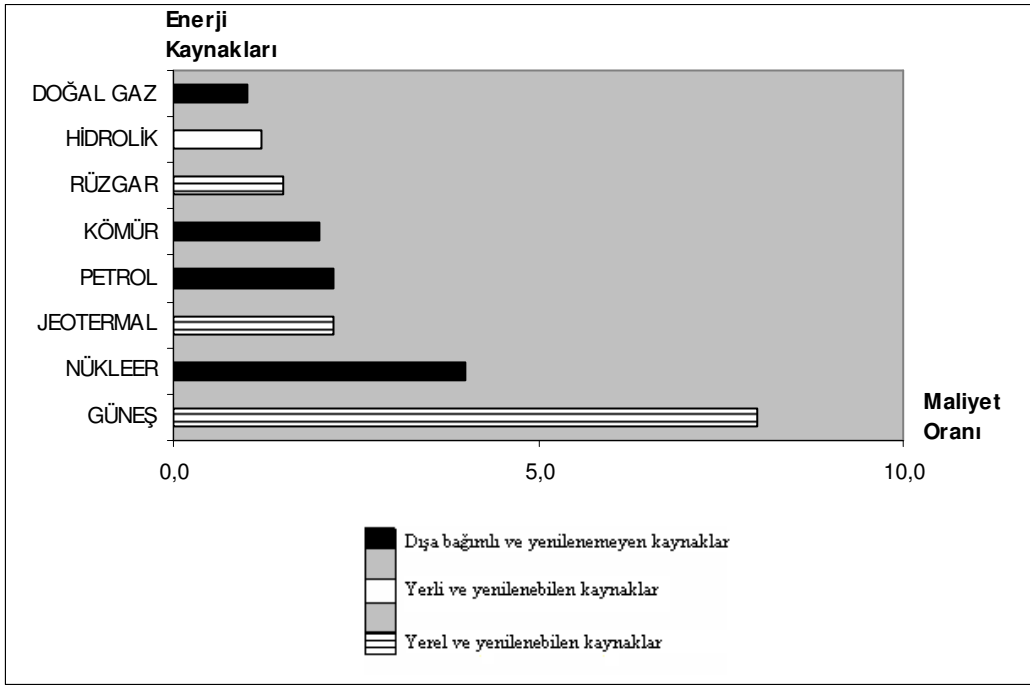
ENERJİ KAYNAKLARI		İklim Değişikliği	Asit ve Yağmur Su Kirliliği	Toprak Kirliliği	Gürültü	Radyasyon
YENİLENEMEYEN KAYNAKLAR	Kömür	X	X	X	X	X
	Petrol	X	X	X	X	
	Doğalgaz	X	X	X	X	
	Nükleer			X	X	X
YENİLENEBİLEN KAYNAKLAR	Güneş					
	Rüzgâr				X	
	Jeotermal			X	X	
	Hidrolik	X		X	X	

1.4. Ülkemizde Enerji Üretim ve Kullanımının Çevre Üzerindeki Etkileri

Atmosfere verilen kirleticilerin ve sera gazlarının büyük bir bölümü enerji sektöründen (enerji üretimi, tüketimi veya çevriminden) kaynaklanmaktadır. Atmosfere her yıl yaklaşık 20 milyar ton karbondioksit, 100 milyon ton kükürt bileşikleri, 2 milyon ton kurşun ve diğer zehirli kimyasal bileşikler salınmaktadır (Kadioğlu S., Tellioğlu Z.). Tüm bu faaliyetlerin insan ve çevre için büyük bir tehlike oluşturabileceği de bilinen gerçekler arasındadır.

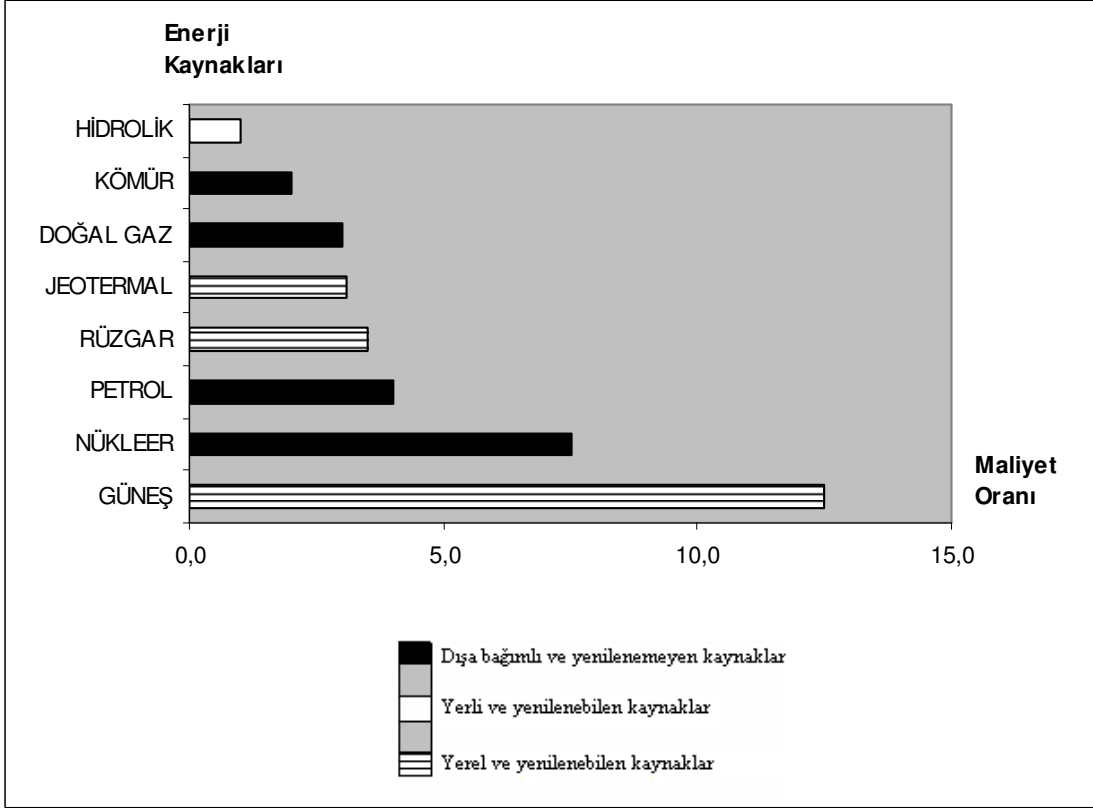
Günümüzde enerji üretimi daha çok fosil yakıtlı termik santrallerden, hidroelektrik ve nükleer enerji santrallerinden karşılanmaktadır. Türkiye’de yaygın olarak kullanılan fosil kökenli petrol, kömür, doğalgaz gibi enerji kaynaklarının sınırlı olması, bu kaynakların kullanımında verimliliğin artırılmasını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

Enerji kaynakları (güneş, nükleer, jeotermal, petrol, kömür, rüzgar, hidrolik ve doğal gaz) Şekil 1 ve Şekil 2’de karşılaştırılmış; karşılaştırmalarda hidrolik kaynaklı enerji baz alınmıştır.



Şekil 2. Göreceli yatırım maliyeti (Ger, 2008).

Şekil 2 ve Şekil 3’de karşılaştırma kolaylığı sağlamak amacıyla dışa bağımlı ve aynı zamanda yenilenemeyen olmayan kaynaklar içi dolu kutularla, yerel ve aynı zamanda yenilenebilen kaynaklar içi çizgili kutularla gösterilirken, yerli ve yenilenebilen bir kaynak olan hidrolik ise içi boş kutu olarak gösterilmiştir.

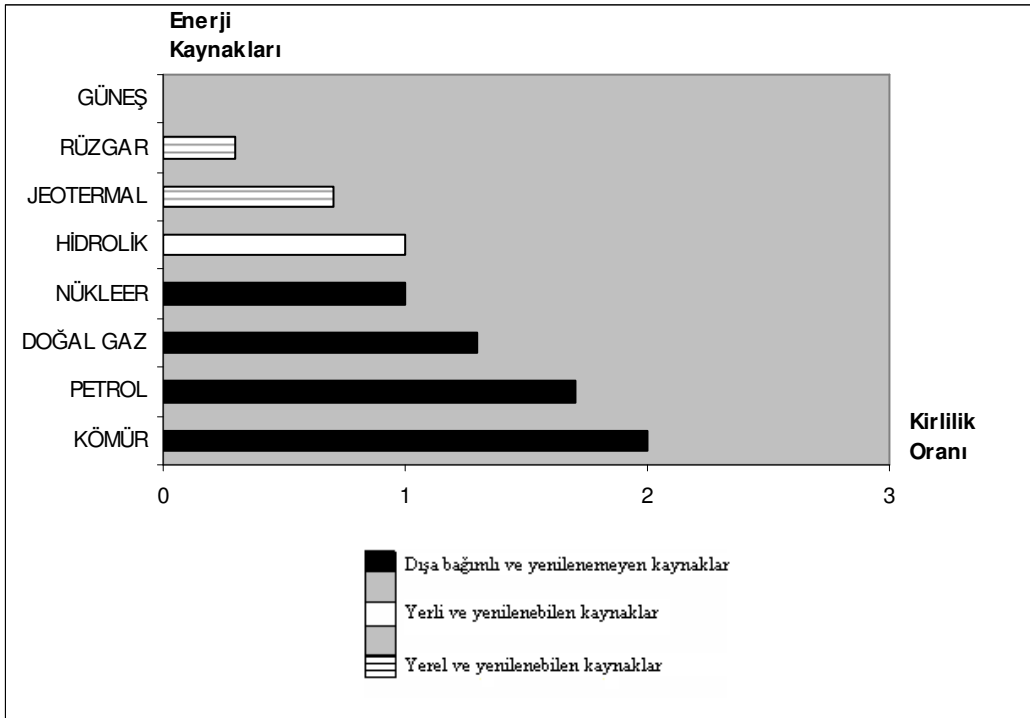


Şekil 3. Göreceli üretim maliyeti (Ger, 2008).

Maliyet karşılaştırmaları çerçevesinden bakıldığında dışa bağımlılık ve yenilenebilirlik boyutlarında net bir kategorileşme söz konusu değildir. Güneş ve nükleer enerji kullanımı hem yatırım hem de üretim 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.

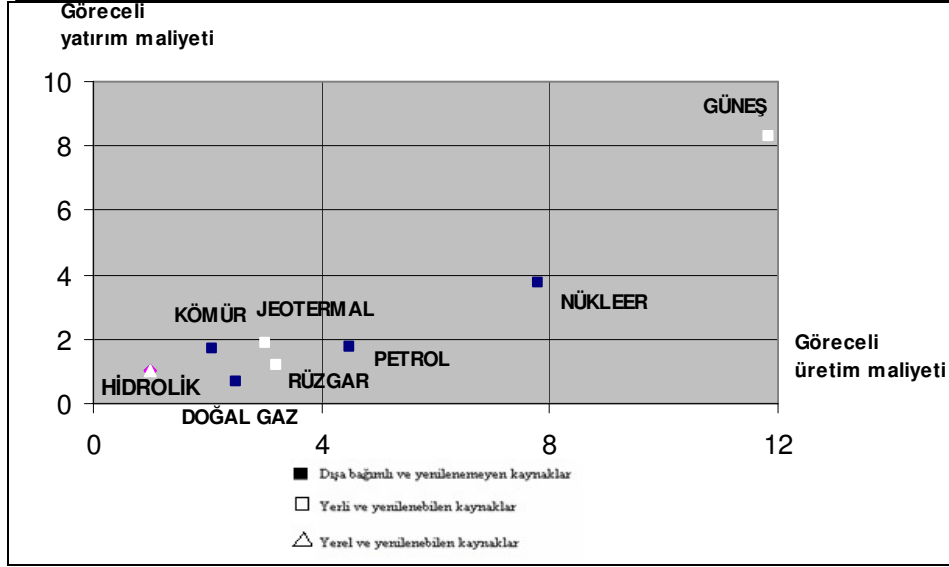
Maliyet karşılaştırmalarından farklı olarak çevre etkisi bağlamında; dışa bağımlı kaynaklar yerli kaynaklarla karşılaştırıldığında kategorik olarak çok fazla zararlı olan kaynaklardır.

Çevresel etki bağlamında yapılan karşılaştırma ise Şekil 4’de görselleştirilmiştir.



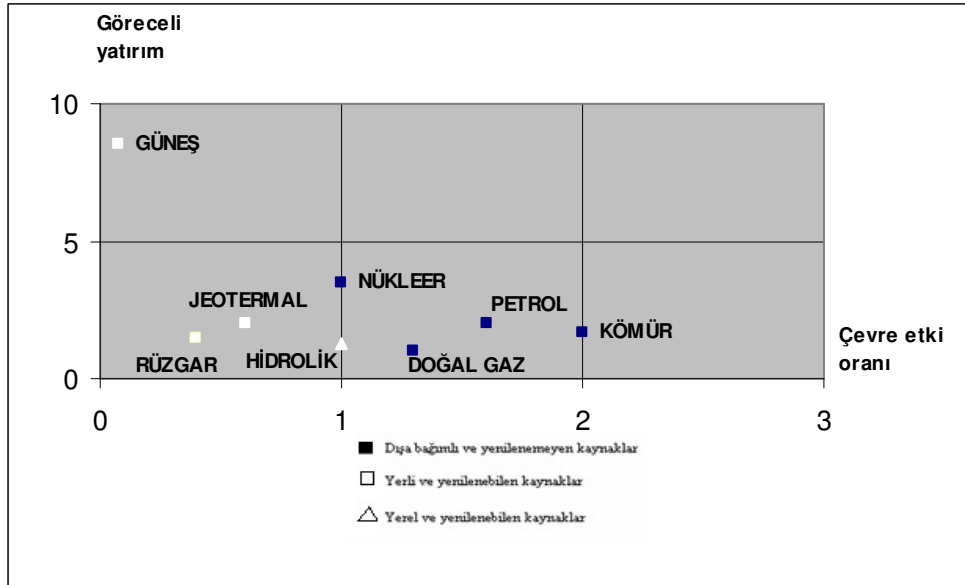
Şekil 4. Göreceli çevre kirliliği (Ger, 2008).

Yatırım ve üretim maliyetleri birlikte Şekil 5’de karşılaştırılmıştır. Şekildeki dolu kutular bir yandan dışa bağımlı diğer yandan yenilenebilir olmayan enerji kaynaklarını; içi boş kutular ve üçgen de yerli yenilenebilir kaynakları simgelemektedir. Güneş ve nükleer enerji kaynaklarının kullanımı diğerleri ile karşılaştırıldığında oldukça pahalı çözümler olarak görülmektedir. Diğer türler arasında hidrolik ile karşılaştırıldığında nispeten yüksek üretim maliyetleri söz konusu olsa da kendi aralarında genel olarak çok büyük bir farklılık görülmemektedir.



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

Şekil 6'da ise maliyet ve çevre etkisi karşılaştırılması yapılırken sadece yatırım maliyetleri kullanılmıştır. Şekillerdeki dolu kutular bir yandan dışa bağımlı öte yandan da yenilenebilir olmayan enerji kaynaklarını, içi boş kutular ve üçgen de yerli yenilenebilir kaynakları simgelenmektedir.



Şekil 6. Yatırım maliyetleri - çevre ilişkisi (Ger, 2008).

Şekil 6 incelendiğinde gözlenen en çarpıcı nokta; dışa bağımlı ve yenilenemeyen enerji kaynakları ile yerli yenilenebilir enerji kaynakları arasında çok bariz bir ayırım olduğu hususudur. Dışa bağımlı olan ve ayrıca yenilenebilme özelliği olmayan enerji kaynaklarının çevre üzerindeki olumsuz etkileri, yenilenebilen ve yerli olan kaynaklardan fazladır.

Bu durumda yukarıda yapılan analiz sonucunda;

- Temiz ve çevre dostu olma
- Yenilenebilme
- Yatırımı ucuz olma
- İşletmesi / üretimi ucuz olma
- Yerel olma

şeklinde ifade edilmiş bulunan enerji üretim türlerinden beklenenler de düşünüldüğünde; jeotermal, rüzgar ve hidrolik enerji türlerinin öncelikle tercih edilmesi kaçınılmaz hale gelmiştir (Ger, 2008).

Türkiye hidrolojik çalışmalar için 26 ana akarsu havzasına ayrılmıştır. Bu havzalara düşen yıllık ortalama yağış miktarı 501 milyar m³'tür. Ortalama yıllık depolanabilecek su miktarı 186 milyar m³ olup yıllık yer altı suyu miktarı da 13.7 milyar m³'tür. Bu havzalardaki hidroelektrik potansiyelin belirlenmesinde "Brüt Potansiyel", "Teknik Potansiyel" ve "Ekonomik Potansiyel" kavramları kullanılmaktadır.

Bir akarsu havzasının hidroelektrik enerji üretiminin teorik üst sınırını gösteren brüt su kuvveti potansiyeli; mevcut düşü ve ortalama debinin oluşturduğu potansiyel ile ifade edilmektedir. Türkiye'de brüt hidroelektrik enerji potansiyeli 433 milyar KW's'dir. Teknik yönden hidroelektrik enerji potansiyeli 216 milyar KW's'dir. Ekonomik olarak yararlanılabilir hidroelektrik potansiyel 127.6 milyar KW's'dir (Kuleyin, 2006).

1.5. Baraj – Çevre İlişkileri

Barajlar iklimsel, hidrolojik, ekolojik, sosyo-ekonomik ve kültürel etkiler meydana getirmektedirler. Baraj gölü, yüzey alanı itibariyle nehre göre daha geniş olması ve buharlaşmayı arttırmasından dolayı iklimsel etkiler oluşturmaktadır. Bu şekilde havadaki nem oranı artmakta ve hava hareketleri değişmekte; sıcaklık, yağış, rüzgâr olayları farklılaşmaktadır. Bu durumda yöredeki doğal bitki örtüsü, tarım bitkileri, sucul ve karasal

hayvan varlığı ani bir değişim içine girmekte; uyum sağlayabilen türler yaşamlarını devam ettirmektedir.

Barajların nehir ekosistemleri üzerinde de çok büyük etkileri vardır. Her baraj, yapısı, konumu ve boyutlarına bakılmaksızın, akarsuların doğal akışlarını değiştirmekte; suyun kalitesinin bozulmasından suyun akışındaki doğal dengenin değişmesine ve kıyı erozyonuna, yeraltı suyu seviyesinin düşmesinden sazlıkların kurummasına, canlıların yaşam alanlarının tehlike altına girmesinden pek çok canlı türünün bu nedenle yok olmasına kadar doğal sistemler üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır.

Doğal sıcaklıktaki suyun, elektrik santrallerinde soğutma işleminde kullanıldıktan sonra olduğu gibi doğal ortama verilmesi sonucu pek çok organizma termik şokla ölmektedir. Termik şok sonucu sığağa duyarlı olan stenothermlerin yerini sıcak seven eurothermler almaktadırlar. Ortamda var olan organizmalar ölmekte, yerlerine yüksek sıcaklığa dayanıklı pathojen organizmalar çoğalmakta ve daha sonra dolaylı yollarla insan ve hayvanlara bulaşıcı hastalıklar taşımaktadırlar (Erer, 1990).

Baraj göllerindeki soğuk suların emilmek suretiyle kondansatör soğutma sistemine girmesi ile başlayan ve deşarjla son bulan sirkülasyon esnasında pek çok balık, plankton ve tatlı su organizmaları mekanik etkilerle yaşamını yitirmektedir.

Hayvanların su ve kara ortamında göç yollarının kesilmesinden ve yaşama alanlarının su altında kalmasından dolayı bazı önemli türlerin yok olması da örnek verilebilir. Yüksekten düşen sular nedeniyle hava oksijeninin aşırı doygunluk düzeyinde çözülmesi, balıklar için öldürücü olmaktadır.

Büyük barajların çevresel etkileri; inşaat aşamasında görülebilecek etkiler ve işletim aşamasında görülebilecek etkiler olmak üzere iki ana eksenle ele alınabilir. Baraj inşaatı sırasında meydana gelecek faaliyetler, hafriyat, patlatmalar, kazı çalışmaları, yol inşaatları, geçici ya da kalıcı olarak yapılan idari - teknik binalar, elektrik üretimine dayalı inşaa süreçleri ve tüm bunların birlikte yaratacağı tahribatlar ilk akla gelen olumsuzluklardandır. Bunların yanı sıra su, toprak, orman ekosistemlerindeki tahribatlar geri dönüşümü mümkün olmayan etkilerdir.

Barajların ardından akarsular, kıyılardaki deltalarına tortu taşıyamamakta, tortulara bağlı olarak taşınan besin maddeleri de barajlarda tutulacağı için deltalardaki ve denizlerdeki canlılara ulaşamamaktadır. Bu durum deltalar ve çevrelerindeki verimliliğin düşmesine sebep olmaktadır. Bu gibi etkiler ciddi sonuçlar doğurmakta; ancak proje değerlendirme aşamalarında tam olarak hesaba katılmamaktadır (URL-1).

Türkiye'de enerji tüketimi, nüfus artış hızının üç katı oranında artmakta; bu durum, çevre sorunlarının giderek artmasına neden olmaktadır. Oluşan çevre problemleri insan sağlığını tehdit etmekte, ekolojik dengenin bozulması gibi kısa ve uzun vadeli etkiler yaratmaktadır.

Yapılan araştırmalar, gelişmekte olan ülkelerin 2025 yılına kadar enerji tüketimlerini gelişmiş ülkeler düzeyine çıkartırlarsa; ekosistemin kirlilik yükünün beş kat artacağını göstermektedir (Anonim, 1996).

Hidrolojik etkiler fiziko-kimyasal parametrelerin değişmesi ile ortaya çıkmaktadır. Nehirlerin engellenerek baraj gölü haline getirilmeleri; baraj gölündeki suyun bir miktarının buharlaşması ile su içindeki tuz miktarı ve diğer minerallerin artmasına neden olmaktadır.

Akarsudan göle geçişte su hızı difüzyon ve oksijen alma kapasitesinin düşmesine bağlı olarak doğal temizleme kapasitesi düşmekte ve böylece göl ötrofikasyon (bitki besin tuzunun artışına bağlı olarak, sucul bitkilerin aşırı çoğalmasından meydana gelen kirlilik) sürecine girmektedir. Göl suyu kalitesinde meydana gelen değişimler, sucul canlı yaşamını etkilemektedir.

Tüm bunların yanı sıra; sosyo-ekonomik ve kültürel etkiler, barajın inşaat aşamasından itibaren olumlu veya olumsuz şekilde hissedilmektedir. Yapım aşamasında sualtında kalan arazinin niteliği ve büyüklüğüne bağlı olarak yapılan kamulaştırma neticesinde, iç-dış göç olayları yaşanmakta ve arazinin değeri değişmektedir. Ancak yapım aşamasında iş gücü akımı sebebiyle yöresel ekonomi canlanmakta; alt yapı hizmetleri ile sosyal hizmetler (okul, sağlık tesisi vb.) özellikle entegre projelerde olumlu etkiler yaratmaktadır. Aynı zamanda baraj gölü, rekreasyon ve su ürünleri üretimi için bir kaynaktır. Bunların yanı sıra, yöredeki tabiat ve tarih varlıklarının korunmaması neticesinde kültürel değerlerin kaybı söz konusu olmaktadır.

Barajların doğal ve kültürel çevreye olan olumsuz etkileri sadece baraj göl alanı ile sınırlı kalmamakta, baraj havzasını da kapsamaktadır. Özellikle baraj göl suları altında kalan kültürel kalıntılara dikkat çekmek gerekir. Mısır'da Asuvan Barajı suları altında kalacak olan Abu Simbel tapınağı 1964 -1968 yılları arasında bloklar halinde kesilerek 64m yüksekliğinde yeni yerine taşınmıştır (Doğaner, 1994). Ayrıca 70,000 nüfuslu Nübye halkı Mısır ve Sudan'da bulunan yeni köylere göç etmiştir.

Baraj yapılmasına karar verilirken bazı şartların aranması gerekir. Bu şartların başında doğal dengenin korunması gelir. Göl sahası içerisinde bulunan tarım alanları ve doğal

kaynaklar kullanılmamaktadır. Baraj yapımı esnasında çıkabilecek en önemli sorunlardan biri de o bölgede yaşayan insanların başka bir yöreye nakledilmesidir. Bu durumda, o sahada bulunan yol, köprü ve benzeri yatırımların yerine yeni yatırımlar yapılmalı, insanların mahrumiyetleri ortadan kaldırılmalıdır.

Bunların yanı sıra yeraltı suyunun yükselmesi dolayısıyla meydana gelebilecek olumsuz etkiler de giderilmelidir. Aynı zamanda su yükünün artması dolayısıyla oluşabilecek tehlikeli heyelanlar ve diğer jeolojik olaylar da göz önünde bulundurulmalıdır.

Akarsularla taşınan topraklar, baraj göllerini hızla doldurarak kullanılmaz hale getirmektedir. Türkiye’de erozyon en fazla sırasıyla Fırat, Dicle ve Yeşilirmak Havzaları’nda görülmektedir. Türkiye’de yaşanan şiddetli erozyonun sonucu olarak Altınapa, Bayındır, Buldan, Çaygören, Selevir, Çubuklu, Demirköprü, Hirfanlı, Karamanlı, Kartalkaya, Kemer, Kesikköprü, Seyhan, Sürgü ve Yalvaç barajlarının ömürleri tahmin edilenden süreden önce dolmuştur ya da dolmak üzeredir. Bunlara ek olarak ülke ve bölge için büyük önem taşıyan Keban, Karakaya ve Atatürk barajları da aşırı erozyona uğramaktadır (URL-1).

Taşkın mevsimlerinde, akarsuların getirdikleri toprak gücünü arttıran besin maddeleri baraj yapımından sonra gelemeyecek, bilhassa delta ovaları bunlardan mahrum kalacaklardır. Aynı zamanda suyun içinde taşınan maddelerin azalması nedeniyle baraj mansabında daha fazla yatak oyulacak, kıyı erozyonu artacaktır. İnşaata karar verilirken, bu durumlar da göz önünde bulundurulmalı, gerekli önlemler alınmalıdır.

Alınacak önlemlerin arasında göl alanlarında kalan tarihi eserlerin, inşaata başlanmadan önce başka bir yere taşınması; balıkların yaşamını yitirmesine engel olabilmek için akarsu içerisinde ulaşımını sağlamak amacıyla balık geçitleri yapılması da olmalıdır (URL-1).

1.6. 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.

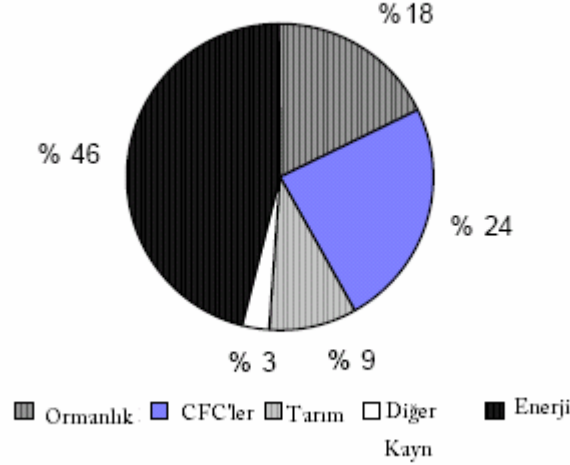
Doğal sera gazları (H₂O, CO₂, CH₄, N₂O ve O₃) ile endüstriyel üretim sonucunda ortaya çıkan florlu bileşikler, atmosferdeki sera etkisini düzenleyen temel maddelerdir.

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-2).

IPCC (Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli)'nin raporuna göre, antropojenik kaynaklı (insanların neden olduğu) sera gazı emisyonlarının sektörlere göre dağılımı şöyledir (URL-2).

- Enerji % 46 (CO₂, CH₄)
- Endüstri % 24 (CFC'ler)
- Ormancılık % 18 (CO₂, CH₄, N₂O)
- Tarım % 9 (CH₄, N₂O)
- Diğer kaynaklar % 3 (CH₄, N₂O).



Şekil 7. Çeşitli insan etkinliklerinin on yıl süresince (1980-1990) radyatif kuvvetteki değişikliğe yaptığı tahmini katkı (IPCC First Assessment Report, 1990).

Sera gazlarının bugünkü seviyede sabit tutulması mümkün olsa dahi dünyamız ısınmaya devam edecektir. Zira okyanusların atmosferik değişiklikleri izlemesi daha uzun zaman almaktadır.

Sera gazı emisyonu; fosil yakıtlar, hidrolik, rüzgâr, güneş, biomas ve nükleer enerji üretimi sonucu meydana gelir. Bu tezin çalışma alanına giren hidroelektrik enerji üretiminde sera etkisi oluşumuna neden olan faktörler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Tipi (akarsu veya rezervuar)
- Tesis yeri (tropik bölge, kuzey iklimi)
- Baraj inşaatı için kullanılan enerji
- İnşaat malzemelerinin (beton, çelik, vb.) üretiminden kaynaklanan emisyonlar (URL-3).

Bu tezde Yusufeli Barajı'nın çevresel etki maliyeti hesaplanırken, yukarıda ayrıntılı şekilde bahsedilen sera gazı emisyonu etkisinin ekonomik analizi de yapılmıştır.

1.7. Baraj Göçmeleri ve Etkilerinin Analizi

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 aşma etkisinden sonra en önemli göçme nedenini oluşturmaktadır (Berkün, 2007).

Tablo 4. Barajlarda problem oluşturan sebeplerin yüzde değerleri (Berkün, 2007).

Yüzde Değerler	Sebepler
% 45	Hidrolik Koşullar
% 30	Yapının ve İnşaatın Çeşidi
% 7	Jeolojik Nedenler
% 6	Çevresel Nedenler
% 12	Diğer

Tablo 5. 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

İnşa metotlarının hatalı olması dolgu barajlarda içsel erozyona sebep olur. Bunun yanı sıra baraj temelleriyle ilgili jeolojik yetersizlikler, 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 6’da verilmiştir.

Tablo 6. Dünyada meydana gelen önemli baraj göçmeleri (Berkün, 2007).

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 Yusufeli 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 kullanılmış;
 - İnsan hayatının istatistiksel değeri de göz önüne alınmıştır.

1.8. Barajların Çevresel Etkileri ile İlgili Literatür Taraması

5000 yıldan beri barajlar inşa edilmektedir. Ancak 20. yüzyılla modern teknolojinin gelişimiyle birlikte, gerçek büyük baraj inşaatları gelişmeye başlamıştır (Hedo ve Bina, 1999). Baraj boyutlarının artmasıyla birlikte büyük ölçekli projelere karşı muhalefet

fikirler ortaya çıkmaya başlamıştır. Bilhassa, 1970'lerin ilk zamanlarından beri büyük barajlar, çevresel görüşlerin çapraz ateşine girmeye başlamıştır (Sternberg, 2007).

Hidroelektrik projelerin önemli avantajlarından; temiz ve yenilenebilir enerji üretimi, taşkın kontrolü, sulamayla birlikte artan tarımsal üretim ve yerel su ihtiyacının karşılanması savunulan noktalar arasındadır. Muhalifler, barajların avantajlarını olumsuz çevresel, ekonomik ve sosyal etkilerle karşılaştırmaktadırlar. Dünya Barajlar Komisyonu (WCD) tarafından, mevcut 125 büyük baraj üzerinde yapılan araştırmalar ve derin eleştiriler sonucunda; sosyal ve çevresel maliyet analizlerinde yapılan yetersizliklerden ve vaat edilen avantajların azımsanmayacak değişiklikler meydana getirmesinden dolayı barajların akarsular, beslenme havzaları ve ekosistem üzerinde olumsuz etkilere sahip olduğu tespit edilmiştir (Gagnon vd., 2002).

Akarsu havzasının su ile dolmasıyla yer değiştirecek toplam insan sayısının belirlenmesinde eksik arşivciliğe, veri toplamaya ve istatistiklere bağlı olarak önemli belirsizlikler meydana gelmektedir. WCD'nin dünya genelinde yaptığı araştırmada, çoğunluğu Çin'de ve Hindistan'da olmak üzere 40–80 milyon insanın fiziksel olarak yer değiştirdiği belirlenmiştir. Sivil Toplum Örgütleri (NGO)'nin hesaplamalarına göre, her yıl 2 milyon insan yerinden edilmektedir (Jackson ve Sleight, 2000).

Yeniden yerleşmeye hak kazanan ve/veya zararı karşılanabilen insanlar, başarısız ve yetersiz hazırlanmış programlarla karşılaşmaktadırlar (Lerer ve Scudder, 1999).

Diğer çevresel etkiler;

1. Biyolojik çeşitlilik kayıplarının artması,
2. Balıkçılık kayıpları,
3. Su teminindeki değişiklikler,
4. Kültürel, tarihsel ve mineral kaynaklarda meydana gelen zararlar,
5. Arkeolojik, manzaralı ve turistik alan kayıpları,
6. Yığılımlı ırmak havzası etkileri olarak özetlenebilir (Toro, 2007; Kummu ve Varis, 2007; DeSouza 2007; Larson, 2007; Johnston vd., 2007).

Etkileri kategorize etmenin birçok yolu vardır. Bazı çalışmalar sonucunda etkiler aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir;

- Su toplanmasıyla ve inşaatla ilgili etkiler,
- Suyun kalitesi ve akım değişiminden kaynaklanan etkiler,
- Su temini üzerindeki etkiler,
- Görsel etkiler,

- Rekreatif etkiler olarak ayrılmıştır (Matete ve Hassan, 2005; Gowan, 2006; Rashad ve Hammad, 2000).

Diğer analizciler, etkileri direkt ve indirekt olmak üzere ikiye ayırmışlardır. İndirekt etkiler genellikle, barajın gözlemlenen veya beklenen olumsuz aşağı akış etkileridir (Karimzadegan vd., 2007; Weber 2007).

Etkiler aynı zamanda;

- Fiziksel ve kimyasal çevre etkileri,
- Flora ve fauna, sosyoekonomik çevre etkileri,
- Birikimli etkiler olmak üzere farklı bir şekilde de gruplanabilirler (Yüksel 2007; DeKay ve McClelland 1993).

Diğer otoritelere göre de etkiler, aşağı ve yukarı akış etkileri ve birinci ve ikinci derece etkiler olmak üzere sınıflandırılmıştır (Baecher vd., 1980; Brown ve Graham, 1988).

Baraj inşaatı ve işletmesi sonucunda oluşan gazların ayrışması neticesinde, karbondioksit, metan ve az miktarda da nitrozoksit (NO₂) yan ürünleri meydana gelir. Bu biyokimyasal işlemlerin dinamikleri daha çok, biokütlenin tipine ve miktarına, rezervuarın derinliğine, çevresel ısıya ve su içerisindeki çözünmemiş oksijen içeriğine bağlıdır. Zamanla ayrışma, baraj işletmesinin ilk etaplarında oluşan en yüksek emisyon miktarlarıyla birlikte farklılıklar gösterir.

Ayrıca emisyonlar coğrafik bölgelere göre de değişiklikler gösterir. Coğrafik bölgeler bu bakımdan üçe ayrılabilir.

- Kuzeyde soğuk iklime sahip düz araziler, Kanada gibi
- Yüksek biokütle yoğunluğuna sahip nemli tropik bölgeler, Brezilya gibi
- Yüksek rakım ve nispeten düşük biokütle yoğunluğuna sahip Alp Bölgeleri, Avustralya gibi (IEA, 1998).

Büyük nehir akışı birimlerinin, genellikle çok büyük rezervuara sahip olmadığı bilindiğinden işletme esnasında önemli miktarda sera gazı emisyonu üretmesi beklenemez.

Kamu sağlığını etkileyebilecek en büyük potansiyel risk, kazara baraj yıkılmasıdır. Baraj yıkılmaları felaketle, önemli hayat ve mal mülk kaybıyla sonuçlanabilir. Kazalar, birçok değişik şekilde sınıflandırılabilirler.

Baraj kazaları öncelikle sebeplerine göre;

- Barajın yapısal başarısızlığından kaynaklanan statik kazalar,
- Deprem etkisinden kaynaklanan sismik kazalar,
- Toprak kayması ve fırtınadan kaynaklanan hidrolojik kazalar

şeklinde sınıflandırılabilir. Kazaları (başarısızlıkları) sebeplerine göre sınıflandırmanın ikinci bir şekli de aşağıdaki şekildedir:

- Borulama ve sızıntı sebepli statik başarısızlıklar,
- Yetersiz veya fazla miktarda taşma oluşu bulunmasının sebep olduğu hidrolojik başarısızlıklar.

Baraj ömrünün tamamında risk üniform olmaz. Gerçekte, barajın yıkılma şansı barajın tamamının doldurulduğu ilk zamanlarda en fazladır.

Kayıtlar, tüm baraj yıkımlarının neredeyse yarısının, rezervuarın ilk dolumu esnasında meydana geldiğini göstermektedir. Artan risk neredeyse üniform bir şekilde barajın geri kalan ömrüne dağılmıştır.

Bugün gerçekleşen baraj kazalarının büyük oranının ölümcül felaketle sonuçlanmadığı, her iki yılda ancak bir baraj kazasının felaketle sonuçlandığı gözlemlenmiştir (Baecher vd., 1980).

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Yusufeli Hakkında Genel Bilgiler

2.1.1. Yusufeli'nin Tarihçesi

1914 yılı sonbaharında başlayan I. Dünya Savaşının ikinci yılının kış mevsiminde, Ruslar ilçe çevresini alınca, ilçenin hükümet örgütleri geçici olarak Bayburt'a taşınmış, 1918 yılı ilkbaharında düşman elinden kurtulan ilçe yeniden Ersis'te kurulmuştur. İlçe merkezinin diğer köylere uzak olmasından dolayı, Ersis'ten kaldırılıp Öğdem'e taşınması gerekmiştir. 26 Haziran 1926 tarih ve 877 sayılı kanunla ilçe merkezi Öğdem'e nakledilmiş, Erzurum'dan alınıp ilk defa Artvin'e bağlanmıştır. Bu değişimde Oltu ilçesinin köylerinden Tivasor (Darıca), Vaşkan (Dağeteği) ve Ağcut (Gümüşözü) Yusufeli'ye verilmiştir. Yedi yıl Artvin'e bağlı kaldıktan sonra, 1 Haziran 1933 tarih ve 2197 sayılı kanunla Rize merkezli Çoruh vilayeti kurulup, Artvin de bu Çoruh vilayetinin ilçesi yapılıncaya, Yusufeli de köyleri ile birlikte Erzurum'a bağlanmıştır. 4 Ocak 1936 tarih ve 2885 sayılı kanunla, Rize merkezli Çoruh vilayeti kaldırılarak, merkezi Artvin olmak üzere yeni Çoruh vilayeti kurulunca, Yusufeli de Erzurum'dan alınıp yeniden Artvin'e (yeni Çoruh vilayetine) bağlanmıştır. Çoruh vilayetinin adı 17 Şubat 1956 tarih ve 6668 sayılı kanunla Artvin ili olarak değiştirilmiştir (URL-5).

Öğdem kasabasının yüksek ve yol geçitlerinden uzak bir yerde oluşu, il merkezine ulaşımın oldukça zor olması gibi durumlar göz önüne alınarak Yusufeli'ye üçüncü ve son kez bir merkez aranmaya başlanmıştır.

İlçe merkezinin Çoruh kıyılarına ve Artvin-Erzurum yoluna daha yakın bir yerde kurulmasının, uygun olacağı düşüncesiyle ilçe merkezinin şimdiki yerine taşınmasına karar verilmiştir. Bu nedenle hükümetin Türkiye Büyük Millet Meclisi'ne sunduğu kanun teklifi kabul edilmiş ve 16 Şubat 1950 günü yürürlüğe giren 3531 sayılı özel bir kanunla ilçenin merkezi şimdiki yerine taşınmıştır (URL-5).



Şekil 8. Yusufeli 1960

Ahalt (Evren), Kazahora (Kâzım Karabekir), Vecanget (Hasanağa) mahalleleri merkez mahalleleri yapılarak Yusufeli, ilçe merkezi haline getirilmiştir. Daha sonra Minathev (Erdemler) mahallesi de merkeze bağlanarak, mahalle sayısı Merkez Çarşı Mahallesi ile birlikte 5'e çıkarılmıştır. 2000 yılında da Bahçeli köyünün Kananet mahallesi Yusufeli ilçe merkezine bağlanarak merkez mahallesi yapılmıştır. Böylece merkez mahallesi sayısı 6'ya yükselmiştir.

İlçe merkezi, 7 mahalleden oluşmaktadır. Bunlar Merkez, Erdemler (Minathev), Hasanağa (Vecanket), Evren (Ahalt), Kazım Karabekir (Kozahora), Demirçubuk (Sapanet) ve Arıklı (Kananet) Mahalleleridir. Bugün Yusufeli, 1 kasaba (Kılıçkaya kasabası) ve 59 köyden oluşmaktadır.

Yusufeli ilçe merkezi Çoruh Nehri ile Barhal Çayının kesiştiği noktada, yoğunluğu Barhal Çayı boyunca kurulmuştur. 2000 nüfus sayımına göre toplam nüfusu 16,948 kişidir (URL-5).



Şekil 9. Yusufeli'nin gündüz görünümü



Şekil 10. Yusufeli'nin gece görünümü

2.1.2. Yusufeli'nin Coğrafi Özellikleri



Şekil 11. Yusufeli'nin haritadaki yeri



Şekil 12. Yusufeli'ne Barhal Çayı'ndan bakış

Yusufeli ilçesi ve ilçeye bağlı köyleri, Çoruh Nehri kenarında yer almaktadır. Çoruh Nehri Havzası, Doğu Karadeniz Bölgesi'nin en önemli yağış havzalarından biridir. Proje sahası coğrafi konum itibariyle çok engebeli, dağlık ve vadi tabanında ise düz bir yapıya sahiptir. Bu nedenle yerleşim merkezleri vadi tabanına, topografya paralelinde Çoruh Nehri ve Barhal Çayı'nın kıyısı boyunca uzanmıştır (URL-6).

Engelibeli arazi yapısına sahip olan Yusufeli ilçesi sınırları içerisinde, yüksek kesimlerde çok sayıda göllere rastlanmaktadır. Çoğunlukla 2,000m yükselti kuşağı üzerinde yer alan bu göller yapı itibariyle krater, set ve buzul yalağı adı verilen buzul aşınması sonucu meydana gelmiş göllerdir (Demirel, 1997).

Yusufeli ilçe merkezine 37km uzaklıkta bulunan 1,725m rakımlı Arcivan Gölü, rekreasyon sahası olarak ilan edilmiştir (Dublin ve Lucas, 1989).

Yusufeli'nin denizden yüksekliği 560m olup yüzölçümü 2,327 km²'dir. İlçenin yüzey şekillerini genellikle doğu-batı doğrultusunda uzanan dağlarla, bu dağları birbirinden ayıran vadiler meydana getirir.



Şekil 13. Yusufeli'nin Bir Görünümü

Halk geçimini tarım ve hayvancılıkla sağlamakla birlikte, gurbetçilik en önemli geçim kaynaklarından. Coğrafyanın dağlık, işlenebilir ve toprağın çok kıt oluşu, halkı gurbetçiliğe zorlamıştır. İlçede sanayi tesisi ve istihdam yaratacak sektör yoktur (URL-6).

2.1.2.1. Yusufeli'nin Dağları



Şekil 14. Dağlardan Bir Görünüm

Karadağ: (2399m) İlçenin güneyinde yer alır. Kınalıçam Köyü'nün Kurudere Mahallesi bu dağın eteklerinde kuruludur.

Hız. Ali Dağı: (2232m) İlçenin güneydoğusunda yer alır. Bu dağın zirvesi Kınalıçam Köyü sınırları içindedir. Bu dağın bir kısmı Erzurum il sınırları içerisinde kalmaktadır.

Kaçkar Dağı: (3937m) İlçenin kuzeybatısında yer alır. Rize ile il sınırını oluşturur. 3937m yüksekliği ile Kuzeydoğu Anadolu Dağlarının en yüksek dağıdır. Kaçkar Dağı'nda çok sayıda endemik bitki ve çiçek türünün varlığı saptanmıştır. Dağcılık sporuna oldukça uygun bir dağ olup, Türkiye'nin en önemli dağlarının başında gelmektedir. Kaçkar Dağı'nda bulunan Deringöl (3400m) başlıca göl durumundadır.

Altıparmak Dağları: (3562m) İlçenin kuzeybatısında yer alıp kuzey-batı doğrultusunda uzanarak Rize ile il sınırını oluşturur. Altıparmak Dağları sıradağlar biçiminde

uzanmaktadır. İrili ufaklı 14 buzul gölünün yer aldığı Altıparmak Dağları, Barhal Çayı'nın da kaynaklarını oluşturur. Trekking ve dağcılık sporlarına elverişlidir (URL-6).

2.1.2.2. Yusufeli'nin Akarsuları

Çoruh Nehri: İlçenin en büyük akarsuyu Çoruh Nehridir. Yusufeli sınırlarındaki bütün çay ve dereler Çoruh'un kollarını oluştururlar. Çoruh Nehri, kaynağını Mescid Dağının (3255m) batı yüzünden alır. Önce batı doğrultusunda akıp Bayburt'tan geçtikten sonra bir yay çizerek doğuya yönelir. Yokuşlu köyü önünde Yusufeli sınırlarına girer. Yusufeli, Artvin ve Borçka'nın içerisinden geçtikten sonra Borçka'nın Muratlı kasabasından da geçerek burada il ve ülke sınırlarını terk eder ve Batum'dan Karadeniz'e dökülür. Toplam uzunluğu 376km olan Çoruh Nehri'nin il sınırları içerisindeki uzunluğu 150km olup, 100km'si Yusufeli sınırları içerisindedir. Çoruh'un debisi Mayıs ayında (569-529 m³/sn) zirveye çıkar. Yıl boyunca en düşük debisi ise 53.09 m³/sn, eğimi %5'tir. Çoruh Nehri'nin Yusufeli sınırları içerisinde seyreden 100km'lik kısmı rafting ve kano gibi su sporları için en uygun ve en zorlu parkurları meydana getirmiştir.

Oltu Çayı: İlçenin Pamukçular köyü yakınlarında Yusufeli sınırlarına girer. Yusufeli-Oltu-Erzurum yol ayrımı mevkiinde Tortum Çayı ile birleşir ve Oltu Çayı adıyla Günalp Kayası (Su kavuşumu) denilen yerde Çoruh Nehri'ne karışır.

Tortum Çayı: Kargapazarı Dağları'nın kuzey yamaçlarından kaynaklarını alan Tortum Çayı, Erzurum-Artvin il sınırında bulunan Kınalıçam Köyü'nde Yusufeli sınırlarına girer ve Kınalıçam Köyü içerisinden geçerek Yusufeli-Oltu-Erzurum yol ayrımı mevkiinde Oltu Çayı ile birleşir. Su kavuşumu mevkiinde Çoruh'a karışır (URL-6).



Şekil 15. Barhal Çayı

Barhal Çayı: Tamamı Yusufeli sınırları içerisinde yer alır. Kaynaklarını Altıparmak Dağları ve Kaçkar Dağından toplar. İki kolu Yaylalar (Hevek) Köyünün aşağısında birleşir ve buradan kuzeydoğuya doğru akmaya devam eder. Yaylalar köyü içerisinde geçtiği için, kaynağından Altıparmak köyüne kadar olan bölümüne Hevek Suyu adı da verilir. Altıparmak köyü içerisinde, kaynağını Kaçkar Dağı'ndan alan ve aynı zamanda Barhal Çayı'nın en büyük kolu olan Koca Çay ile birleşir. Balcılı köyü yakınlarında Yüksekoba Suyu'nu aldıktan sonra kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda seyrederek, Dereiçi Köyü

yakınlarında, Balalan (Arcivan) Deresini de alır. Yusufeli ilçe merkezinin tam ortasından geçerek Kâzım Karabekir Mahallesi ile Üzümbağı Mahallesi'nin karşısında Çoruh Nehri'ne karışır. Oldukça berrak ve temiz bir su olup alabalık yönünden de çok zengindir. İlçe merkezinin içme suyunun kaynağını teşkil eder. Yatağı boyunca sulama suyu olarak da kullanılmaktadır. Ayrıca su sporlarına elverişli olduğundan bu suda rafting ve kano yapılır (URL-6).

2.1.2.3. Yusufeli'nin İklimi ve Bitki Örtüsü

İlçe genelinde karadeniz iklimi ile karasal iklim arasında bir iklim tipi hâkim olmakla birlikte ilçe merkezi ve yakın çevresi ile Çoruh Nehrine yakın yerlerde yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlı geçer. İklim, akdeniz iklimini andırır. Buralarda akdeniz ikliminin tipik bitki türleri olan zeytin, incir, üzüm gibi meyveler bolca yetişir. Vadinin yüksek kesimlerinde karasal iklim hüküm sürer. Yazlar serin, kışlar soğuk ve yağışlıdır. Yağışlar genelde ilkbahar sonu ve yaz başlarında görülür (URL-6)

İlçenin yıllık hâkim rüzgâr yönü batı-doğu doğrultusundadır. Rüzgârlar yılın ilk yedi ayında batıdan; ağustos, eylül, ekim aylarında güneybatıdan; kasım ayında güneyden ve aralık ayında ise kuzeyden eser. Yaz aylarına ise meltem rüzgârları hâkimdir. Rüzgârlar, gündüzleri vadiden dağa doğru, geceleri ise dağdan vadiye doğru esmektedirler.

İlçe alanının 28,620 hektarlık bölümü ormanlarla kaplıdır. Ormanlar genellikle yüksek kesimlerde dirler. Ağaç türü olarak çam, sarıçam, ladin, köknar, karaağaç, meşe (pelit), ardıç, kayın, dişbudak, kızılbaş ve yabancı kavak bulunur. İğne yapraklılar çoğunluktadır. Ormanlar, 700- 2,500m arası rakımlarda yer alır (URL-6).

2.1.3. Yusufeli'nin Mevcut Çevresel Özellikleri

2.1.3.1. Yusufeli'nin Fiziksel Çevre Özellikleri

Jeoloji: Çoruh Havzası volkanik ve tortul kayalardan, yerel metamorfik kayalardan oluşmaktadır. Yusufeli Baraj yeri zemin kayası, her iki yamaçta da görülen İkizdere granit kayasıdır. Baraj yerinde nehir yatağı boyunca 50m kalınlığında alüvyon tabakası vardır.

Arazi Kullanımı: Çoğu sulamalı olan ekili araziler, rezervuarın beşte birini kaplamaktadır ve genel olarak nehir civarındadır. Sulak arazinin yarısı meyvelik alan, yarısı da sebze, darı, pirinç tarlaları ile kaplıdır. Rezervuar alanının %2'sini kaplar. Ormanlar ise %1'den azdır. Aşağıdaki tabloda, rezervuarda su tutulması sonucunda kaybedilecek alanlar ve rezervuar alanına oranları verilmektedir.

Tablo 7. Rezervuarda su tutulması sonucu kaybedilecek alanlar

Arazi Kullanım ve Bitki Örtüsü	Net Kayıp (ha)	Rezervuar Alanına Oranla Kayıp (%)
Tarım Alanı	736	23
Mera	129	4
Orman	10	<1
Çalı ve Bozkır	838	26
Kayalık	1,034	32
Alüvyal Malzeme ve Nehir Bitkileri Dâhil Su Yolu	398	12
Yerleşim ve Yoğun Yapılaşma Alanları	100	3

Hidroloji: Baraj alanında Çoruh su toplama alanı yaklaşık 15,250 km²'dir. Baraj alanında ölçülen ortalama akım 126.7m³/sn'dir. Çoruh Nehri'nin eğimi, rezervuar alanında ve Baraj mansabından Artvin'e kadar olan kısımda yaklaşık %0.6'dır.

Erozyon: Su toplama alanının yaklaşık yarısında erozyon riski bulunmaktadır. Özellikle Oltu Nehri'nin aktığı yerler, yamaçlı ve erozyona dayanıklı olmayan yumuşak topraklar içerdiğinden yüksek erozyon tehlikesi taşırlar.

Toprak: Bölgenin dik topografyası nedeniyle muhtemel rezervuar alanının üçte biri çiplak kaya ve moloz taşlarıyla kaplıdır. Alanın yarısında kahverengi orman toprağı, üçte birinde de nehir yatağı boyunca alüvyon görülmektedir (URL-7).

2.1.3.2. Yusufeli'nin Sosyo-Ekonomik Çevre Özellikleri

Yerleşim Yapısı: Proje sahasındaki en önemli yerleşim alanı sular altında kalacak olan Yusufeli ilçesidir. Kınalıçam, Yeniköy ve Irmakyanı tamamen sular altında kalacak; Alanbaşı, Arpacık, Bahçeli, Bostancı, Çeltikdüzü, Çevreli, Çıralı, Darıca, Dereiçi, İşhan, Kılıçkaya, Küplüce, Morkaya, Pamukçular, Sebzeciler ve Tekkale ise kısmen yerleşim yerini veya arazisini kaybedeceği için kısmen etkilenmiş olacaktır. Toplam 19 adet köy baraj yapımından etkilenecektir.

Demografi: Genelde bölgede hüküm süren kısıtlı ekonomik imkânlar dolayısıyla göç eğilimi vardır. Yusufeli Projesi'nin etkileyeceğı toplam nüfus 16,948 kişidir. Düzenlenen bir ankete göre nüfusun %22'si 15 yaşından küçük; %65'i ekonomik olarak aktif yaş olarak kabul edilen 15-64 yaş arasında; yaşlılar ise nüfusun %13'ünü oluşturmaktadırlar (DİE, 2001).

Altyapı ve Kamu Hizmetleri: Yusufeli ilçesi ilçe merkezi olduğu için, kaymakamlık ve ilgili resmi daireler, askeri birimler, belediye ve mağazalar burada yer almaktadır. Bir adet devlet hastanesi ve 4 lise de proje alanı içerisinde.

Yol Bağlantısı: İç taraftaki yerleşim yerlerini Artvin'e ve Karadeniz'e bağlayan yollar, sular altında kalacaktır. Yusufeli İlçesi, Artvin- Bayburt- İspir devlet yolu üzerindedir.

Gelir ve Kaynaklar: Yusufeli İlçesinde aile ziraatçılığı ve geçimlik tarım etkin bir biçimde yapılmaktadır. Görülen en yaygın geçinme kaynağı ziraatçılıktır. Bunun yanı sıra ticari faaliyetler, resmi görevlilerin ve emeklilerin maaşları geçim kaynaklarını oluşturur.

Turizm ve Rekreasyon: Bölgede turistik tesisler genellikle sahil şeridinde yer almaktadır. Dağlık bölge tırmanma ve trekking için elverişlidir. Barhal ve Çoruh Nehirlerinin İspir - Sebzeciler arası iyi bilinen bir rafting bölgesidir.

Kültürel Miras: Bölgedeki tarihi yapılar Öğdem, Tekkale, Çevreli Kaleleri, Barhal ve İşhan Kiliseleri, Dört Kilise Manastırı'ndan ibarettir. Tekkale Kalesi rezervuar alanında bulunmaktadır (URL-7).



Şekil 16. Yusufeli'nin Kültürel Miras Haritası

2.2. Yusufeli Baraj Projesi Hakkında Genel Bilgiler

2.2.1. Çoruh Nehri Gelişme Planı

Çoruh Nehri Gelişme Planı (1982), Yusufeli Projesi dahil 10 barajın kademeli şekilde inşa edilmesinden oluşmaktadır. En yukarıdaki Laleli ve en aşağıdaki Muratlı Baraj yerleri arasındaki 1,430mlik kot farkı ile 8,322GWs'lik elektrik üretimi için tasarlanmıştır. Çoruh Nehri Kalkınma Projeleri Tablo 8'de verilmiştir.

Yusufeli Projesi, havzanın orta kısmında yer alıp, Çoruh Nehri Gelişme Planı'nda önemli bir konuma sahiptir. Geniş rezervuarıyla Yusufeli Projesi, nehir akışını kontrol ederek nehrin aşağı kısımlarında inşa edilecek projelerin (Artvin, Deriner, Borçka ve Muratlı) yüksek verimle ve dolayısıyla yüksek üretimle çalışmalarına olanak sağlayacaktır. Dolayısıyla Yusufeli Proje'sinin avantajı, Çoruh Havzası'ndaki tüm hidroelektrik projelerin entegre bir şekilde planlandığı göz önüne alınarak değerlendirilmelidir. Aşağı kısımdaki projeler, Yusufeli Projesi göz önünde bulundurularak ve bu projenin sağlayacağı akım regülasyonu gibi avantajlar göz önüne alınarak planlanmıştır.

Tablo 8. Çoruh Nehri Kalkınma Projeleri (ENCON, 2006).

PROJELER	Proje (Baraj+HES)	Kurulu Güç (MW)	Yıllık Üretim Kapasitesi (GWs)
Yukarı Çoruh Projeleri	Laleli	99	245
	İspir	54	327
	Güllübağ	84	285
	Aksu	120	344
	Arkun	222	788
Orta Çoruh Projeleri	Yusufeli	540	1,705
	Artvin	332	1,025
Aşağı Çoruh Projeleri	Deriner	670	2,118
	Borçka	300	1,039
	Muratlı	115	444

Çoruh Projesi'nin yıllık enerji üretim kapasitesi 10.3 TWs olacaktır. Bu da Türkiye'nin toplam 151TWs'lik enerji üretiminin %7'sini; 47TWh'lik yıllık toplam hidroelektrik enerji üretiminin ise %22'sini karşılayacaktır. Çoruh Nehri Gelişme Planı'nın ikinci büyük projesi olan Yusufeli Barajı ve HES Projesi'nin, Türkiye'nin enerji üretimine 2013 yılında katılması beklenmektedir (URL-8).

Günümüzde kullanılabilir hidrolik enerji potansiyelinin %50'sinden azı işletilmektedir. Bir ülkenin gelişimi için gerekli enerjinin yerel kaynaklarla karşılanması çok önemlidir. Bu bağlamda, Yusufeli Baraj ve HES Projesi Türkiye'nin en önemli projelerinden biridir.

Aynı zamanda Yusufeli Projesi, bugün faaliyette olan Muratlı ve Borçka Projeleri'nin ve yapımı devam eden Deriner ve Artvin Projeleri'nin üretim kapasitelerine de yarar sağlayacaktır. Dolayısıyla Yusufeli Projesi, Çoruh Nehri Gelişme Planı'nın kilit projesi konumundadır.

2.2.2. Yusufeli Baraj Projesi'nin Tanımı

Yusufeli Barajı ve Hidroelektrik Santrali Projesi; Doğu Karadeniz Bölgesi'nde, Dünyanın en hızlı akan nehirlerinden biri olan Çoruh Nehri üzerinde yer almaktadır. Çoruh Nehri, Türkiye sınırları içinde 390km'lik bir uzunluğa sahip olup, Kuzeydoğu Anadolu'nun en büyük nehirlerinden biridir.

Yusufeli Barajı ve HES, DSİ Genel Müdürlüğü'nün Çoruh Nehri üzerinde gerçekleştireceği 10 projesinden biridir. Bu projeler, Türkiye'nin toplam enerji üretiminin yaklaşık %8'ini, hidroelektrik santrallerinden elde edilen toplam enerjinin ise yaklaşık %34'ünü oluşturacaktır. Nehrin en yukarı kısmındaki Laleli ile en aşağı kısmındaki TBMM 85. Yıl Muratlı baraj yerleri arasındaki 1,430m'lik kot farkı; 2,536MW'lik kapasiteyle yılda 8,322GWs'lik elektrik üretimi için kullanılacaktır.

Yusufeli Barajı ve HES, tamamlandığında temelden 270m yüksekliği ile dünyanın en yüksek kaya dolgu barajlarından biri olacaktır. Tesisin Türkiye enerji üretimine 540MW'lık (3 x 180 MW) kurulu güç ile katkıda bulunması beklenmektedir. Yüksek kurulu gücü ve yıllık elektrik üretimi (1,705GWs/yıl) ile ülkemiz yıllık enerji ihtiyacının %0.6'sını karşılayacak ve Türkiye'nin uzun vadeli enerji hedefleri çerçevesinde önemli bir yere sahip olacaktır (URL-9).

2.2.3. Yusufeli Baraj Projesi'nin Tarihçesi

Yusufeli'nin de içinde yer aldığı Çoruh Havzası ülkemizin 26 havzasından biri olup su potansiyeli bakımından 4. sıradadır. Çoruh Nehri ve kollarından oluşan havzanın yağış alanı yaklaşık 20,000 km² ve yıllık ortalama su potansiyeli 6,540 milyon m³ olup ülkemiz hidroelektrik potansiyelinin yaklaşık %10'unu teşkil etmektedir.

Yusufeli Projesi için ilk çalışmalar; 1970'lerde, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü tarafından başlatılmıştır. Projeyi de kapsayan Çoruh Nehri Hidroelektrik Gelişme Master Plânı 1982'de hazırlanmıştır. Yusufeli Projesi ve akış aşağısındaki Artvin Projesi için fizibilite raporu 1986'da, nihai projeler de 1990'da tamamlanmış ve onaylanmıştır. Proje, 1997 yılında hükümet tarafından yatırım programına alınmış ve Hükümetler Arası İkili İşbirliği çerçevesinde inşa edilmesi planlanmıştır (URL-9).

2.2.4. Yusufeli Baraj Projesi'nin Önemi

- Yusufeli Barajı dünyanın en yüksek barajlarından biri olup, kendi kategorisinde dünyanın en yüksek kaya dolgu barajıdır.
- Yusufeli Barajı üretebileceği enerjinin yanı sıra diğer barajlara düzenli olarak su verebilmesi, Çoruh Nehri'nin taşımış olduğu rusubatu önemli ölçüde tutarak diğer barajların ömrünü uzatması ve Çoruh Nehri'nin taşkın yaptığı dönemlerde etrafına verebileceği zararları önleyecek olması sebepleriyle çok önemli bir projedir.
- Yusufeli Projesi'nin gecikmesi halinde Deriner, Borçka ve Muratlı Barajları'nın göl hacimleri, çok fazla rusubat taşıyan Çoruh Nehrinin getireceği sedimentle dolacağından bu barajların ekonomik ömürleri de kısılacaktır. İnşa halinde olan Çoruh Nehri Projelerinin beklenen verimle çalışabilmeleri, Yusufeli Barajı'nın sağlayacağı su depolaması ile mümkün olacaktır.
- Yusufeli Baraj ve HES Projesi Çoruh Nehri havzası Projelerinin anahtar projesi olup 2130 milyon m³ depolama hacmi ile havzanın en büyük su depolamasıdır. Çoruh Havzasından gelen suyun 1/3'lük bölümü Yusufeli Baraj gölünde depolanacaktır (URL-9).

2.2.5. Yusufeli Baraj Projesi'nin Ülke Ekonomisindeki Yeri

- Yusufeli Baraj ve HES Projesi Türkiye Cumhuriyeti'nin uzun vadeli enerji vizyonu içinde yer alan, önemli bir yatırım projesidir.
- Proje ülkemiz için refah, çağdaşlık, gelişmişlik, ulusal enerji kaynaklarının verimli kullanımı ve bölgesel kalkınma adına hayati önem taşımaktadır.
- İnşaat sırasında ihtiyaç duyulacak personel sayısı ortalama yaklaşık 1,200 kişidir. Projenin yoğun dönemlerinde ise yaklaşık 1,800 personel çalıştırılacaktır
- Tamamlandığında, üreteceği yıllık ortalama 1,705 milyar KWs enerji ile ekonomimize yılda 152 milyon \$ katma değer temin edecektir.
- Proje ile 855 milyon \$ tutarında bir yatırım gerçekleşecek ve bölge halkı için iş imkânlarının dışında sosyal ve ekonomik kalkınma imkânları da ortaya çıkmış olacaktır. Ayrıca yörede mevcut olan yol, köprü, elektrik hatları gibi altyapı faaliyetlerinin en çağdaş tekniklerle yenilenmesi sağlanacaktır (URL-9).

2.2.6. Yusufeli Baraj Projesi'nin Gerçekleştirilme Süresi

Proje, işe başlama tarihinden itibaren 88 ay (yaklaşık 7.5 yıl) içerisinde tamamlanacak ve işletmeye açılacaktır. Tesis inşaatına 2006 yılında başlanılmış ve 2013 yılında tamamlanması öngörülmüştür. Baraj, inşaatın başlamasından 79 ay sonra su tutmaya başlayacaktır.

Artvin–Erzurum ve Artvin–Bayburt relokasyon yollarının yapımı inşaat faaliyetlerinin başlamasından 75.5 ay sonra tamamlanacaktır. Böylece relokasyon yolları su tutulmadan 3.5 ay önce tamamlanmış ve hizmete girmiş olacaktır (URL–9).

2.2.7. Yusufeli Baraj Projesi'nin Nüfus Üzerindeki Etkileri

Genel olarak baraj projelerinin en önemli iki etkisi, kamulaştırma ve yeniden yerleşme etkileridir. İnsanlar üzerindeki tipik etkileri ise, sahip oldukları evlerinin ve tarım arazilerinin, kamu mallarının ve işyerlerinin kaybedilmesi; sosyal dayanışmanın zayıflaması, gelenek-görenek, örf ve adet değerlerinin yitirilmesi korkusu; aile mezarlıklarının ve geçmişteki anıların geride bırakılmasının verdiği üzüntü olarak

özetlenebilir (Çolak, 2007). Yusufeli Projesi'nin en önemli etkisi arazi edinimi ve yeniden yerleşimden dolayı mülkiyet ve geçim kaynaklarının kaybedilmesidir.

Yusufeli Projesi, Tablo 9'da görüldüğü üzere Yusufeli ilçe merkeziyle birlikte 19 köyünü tamamen veya kısmen etkilemektedir.

Tablo 9. Doğrudan etkilenen yerleşimlerin nüfusları ve etkilenme durumları (ENCON, 2006)

No	Yerleşim	Nüfus Sayım Sonucu (DİE, 2001)	Etkilenme Durumu
1	Yusufeli-Merkez	6,105	Tamamen
2	Alanbaşı Köyü	629	Kısmen
3	Arpacık Köyü	131	Kısmen
4	Bahçeli Köyü	202	Kısmen
5	Bostancı Köyü	716	Kısmen
6	Çeltikdüzü Köyü	435	Kısmen
7	Çevreli Köyü	860	Kısmen
8	Çıralı Köyü	438	Kısmen
9	Darıca Köyü	381	Kısmen
10	Dereiçi Köyü	635	Kısmen
11	Irmakyanı Köyü	178	Tamamen
12	İşhan Köyü	574	Kısmen
13	Kılıçkaya Köyü	2,659	Kısmen
14	Kınalıçam Köyü	694	Tamamen
15	Küplüce Köyü	198	Kısmen
16	Morkaya Köyü	403	Kısmen
17	Pamukçular Köyü	632	Kısmen
18	Sebzeciler Köyü	78	Kısmen
19	Tekkale Köyü	815	Kısmen
20	Yeniköy Köyü	185	Tamamen
TOPLAM		16,948	-

Etkiler göz önüne alındığında, doğrudan etkilenen yerleşim merkezleri baraj inşası ve baraj gölü oluşumu yüzünden fiziksel kayıplar yaşayan alanlardır. Dolaylı olarak etkilenen merkezler ise yeni bir yerleşim alanı inşası, yolların yeniden düzenlenmesi ve elektrik nakil hatlarını içeren çalışmalar yüzünden etki altında kalanlardır.

2.2.8. Yusufeli Baraj Projesi'nden Doğrudan Etkilenecek Yerleşim Birimleri

Yusufeli Baraj Projesi'nden doğrudan etkilenecek olan Yusufeli ilçe merkezi ve 19 köy aşağıda verilmiştir. 12,124 kişilik nüfus (3,031 hane) doğrudan etkilenen yerleşim merkezlerinde yaşamaktadır (URL-10).

- Yusufeli Merkez:

Nüfus→6,105

Etkilenme Durumu→Tamamen



Şekil 17. Yusufeli Merkez

Yusufeli ilçe merkezi Çoruh Nehri ile Barhal Çayının kesiştiği noktada, yoğunluğu Barhal Çayı boyunca kurulmuştur. 7 mahalleden oluşmaktadır. Bunlar Merkez, Erdemler, Hasanağa, Evren, Kazım Karabekir, Demirçubuk ve Arıklı Mahalleleridir.

- Alanbaşı Köyü (Kiskim):
Nüfus→627
Etkilenme Durumu→Kısmen



Şekil 18. Alanbaşı Köyü

Kılıçkaya, Köprügören, Avcılar, Bakırtepe, Çevreli, Dokumacılar ve İspir'in Üzümbağı köyleri ile komşu olan Alanbaşı Köyü'nün güneybatısında Selçuklular tarafından inşa edildiği tahmin edilen kale, kalenin batısında saray ve çatısı kireçli taştan yapılmış bir kümbet bulunur. Bu tarihi eserler, köye yerleşimin oldukça eskilere dayandığını göstermekte olup, köye Çerkesler, Kerküklü Türkmenler ve çeşitli Türk boylarının yerleştiği sanılmaktadır.

Köyün başlık mevki Hav başlığı diye adlandırılır. Hav başlığı, Yusufeli şartlarına göre çok geniş bir alana sahip olup, burada köy halkının başlıca geçim kaynağı pirinç üretimidir. Ayrıca çiftçilikle uğraşanlar diğer tarım ürünlerinden buğday, arpa ve yem bitkileri gibi ürünleri de yetiştirir. Elma, armut, üzüm ve kirazın da yetiştiği Alanbaşı Köyü'nde meraların ve sulak arazilerin bol olması; bu köyde hayvancılığın gelişmesini sağlamıştır. Önemli ölçüde arıcılık da yapılır. Göç, diğer köylere oranla daha azdır.

- Arpacık Köyü (Osha):

Nüfus→131

Etkilenme Oranı →Kısmen



Şekil 19. Arpacık Köyü

1995 yılına kadar İşhan Köyü'nün bir mahallesi olan Arpacık Köyü, 1995 yılında İşhan köyünden ayrılarak müstakil köy statüsüne kavuşmuştur. Köy, tek bir merkez ile Ehrek, Çoğunçur mezralarından oluşmaktadır. Oldukça verimli geniş araziye sahip olan köyde her türlü sebze ve meyve yetiştirilir. Halk çiftçilik ve kendi ihtiyaçlarını karşılayabilecek düzeyde hayvancılıkla uğraşır.

- Bahçeli Köyü (Kisporot):

Nüfus→202

Etkilenme Durumu →Kısmen



Şekil 20. Bahçeli Köyü

Bahçeli Köyü ilçe merkezine 10km uzaklıkta olan Bahçeli köyü Abanoz, Aşağı ve Yukarı mahalle, Cami, Gosnat, Hasanağa, Havuzbaşı, Kananet, Kayagil, Sapanet mahalleleri; Kodagara, Vaket mezraları ve Bavut yaylasından oluşur. Köyün 1918 yılında 32 hane ile kurulduğu söylenmektedir. Doğusu Barhal Çayı, batısı Sagule yaylası, güneyi Tekkale köyü, kuzeyi Dereiçi köyü ile çevrili olan köyün toplam alanın %20'si tarıma elverişlidir. Diğer kısımları ise mera ve ormanlarla kaplıdır. Köyün 1957 ve 1961 yıllarında iki defa büyük sel felaketlerine uğrayarak büyük hasar görmesi, köy halkının göç etmesine sebep olmuştur.

- Bostancı Köyü (Utav):

Nüfus→ 716

Etkilenme Durumu→ Kısmen



Şekil 21. Bostancı Köyü

Köy, oldukça geniş bir alana yerleşmiştir. Ahalt, Arunze (Çilyurdu), Bağlar, Baleze (Doğukaya), Bukaze (Yongalı), Çayağzı, Çetevre (Beltepem), Dağeze (Üçelma), Duldere, Ğomelt (Ulaş), Güngöze, İmetoğlu, İsmegil (İsmailoğlu), Ketevre, Kışla, Koçgil, Sofigil, Dubeteller (Yenikonak), Zaktize (Çalıkaya) ve Zevderoğlu adlı 19 mahalleden; Kâlmahat, Celicivar, Doloyis, Baliyet, Şahsev, Çahmahet ve Nashet yaylalarından oluşur. Her yıl ortalama on hane göç etmektedir. Halk geçimini tarım ve hayvancılıkla temin etmektedir. Köyün Kaledibi mevkiinde bir kale bulunur.

- Çeltikdüzü Köyü (Gocek):

Nüfus →435

Etkilenme Durumu →Kısmen

İlçe merkezine uzaklığı 17km olan Çeltikdüzü köyü, Irmakyanı, Ormandibi, Çevreli ve Kılıçkaya köyleriyle komşudur. Köye "Çeltikdüzü" ismi ilçede pirinç tarımının yapıldığı en önemli köylerden birisi olması dolayısıyla verilmiştir. Hazuget (Meşecik) ve Köprübaşı adlı iki mahallesi; Çınagara, Mahik (Akbük), Çeçet (Ayrancı), Gurnaşen, Hışnet adlarındaki mezralardan başka bir mezrası ve üç kışlası vardır.

Yusufeli'nin en toplu köylerindedir. Yörede Çoruh yatağı boyunca bolca çeltik üretimi yapılır. Çeltiğin yanı sıra sebze ve meyve de yetiştirilir.

- Çevreli Köyü (Peterek):

Nüfus→ 860

Etkilenme Durumu→ Kısmen

1549 yılında Kanuni Sultan Süleyman Han tarafından Yusufeli çevresi ve Artvin, Osmanlı topraklarına katılınca merkezi Pert - Eğrek (Peterek) kalesi olan Livana Sancağı kurulmuştur. Köy, çok geniş bir alana kurulduğu için Çevreli adını almıştır. İlçeye 19km uzaklıkta olan Çevreli köyü, Ada, Aligil, Ayazgil, Cami kapısı, Cinnar, Çamkertan (Uluçam), Dere, Givnar (Ballıdut), Guruyet, Hıdıroğlu, İshakoğlu, Kaşıkçıoğlu, Köprübaşı, Kurunget, Laçingil, Mağara, Maraş (Kirazlı), Meydan, Sirt, Şabet (Cevizli), Şehitlik, Tarlalı, Törenis (Çamaltı) ve Yeşilce adlı 24 mahalle; Aluzar, Bapket, Çorlikürün, Distagur, Hakânet, İpint, Kışla, Sımanzor, Tuheris, Yanık ve adlı 10 mezra ile Avazan, Güngörmez ve Okurdağı adlı 3 yayladan oluşur.

Çeltikdüzü, Dokumacılar ve Yüncüler köyleriyle sınırı vardır. Az göç veren köylerdendir. Her tür sebze ve meyvenin yetiştirildiği Çevreli köyünde önemli ölçüde pirinç üretimi yapılır. Tarihi Peterek kalesi köyün içerisinde yer almaktadır.

- Çıralı Köyü (Şadut):

Nüfus →438

Etkilenme Durumu→ Kısmen



Şekil 22. Çıralı Köyü

İlçeye uzaklığı 16km olan ıralı köyü, Alaturan, Cami, Cevizli, Dzler, Guynar, Kaledibi, Keda, Lantiyet, Mataracı, Sarzep ve Zabluğan mahalleleri ile Başkaret, Hacara, Karet, Sirkilet, Sumbatet mezzaralarından ve Sabanet yaylasından oluşur. Sulama suyunun yetersiz olduğu Dzler Mahallesi'nde daha çok yem bitkileri tarımı yapılır. Dzler, ilçede traktörün çalışabildiği çok ender yerlerden birisidir.

Kaledibi mahallesinde tarihi bir kale vardır. Köy halkı geçimini genellikle gurbetilikle sağlar. Sosyal etkinlik olarak her yıl Karet Mevkii'nde boğa güreşleri yapılır.

- Darıca Köyü (Tavasor):

Nüfus →381

Etkilenme Durumu→ Kısmen



Şekil 23. Darıca Köyü

Tavasor adının, Saka (İskit) Türklerinin Tav boyundan kalma olduğu düşünülmektedir. İlçeye uzaklığı 35km olan köy, Dağeteği, İşhan, Arpacık köyleri ile Oltu ilçesi Kayaaltı ve Arıtaş köyleri ile komşudur. Aşağı mahalle, Yukarı mahalle ve Espek (Saritosun) mahalleleri ile Arıke, Cirez, Humerek adlı mezarları vardır.

1877 - 1878 Osmanlı-Rus Savaşı sırasında bir süre Rus işgali altında kalan köy, Rusların geri çekilmesiyle tekrar yerleşim yeri olmuştur. Köye yerleşimin Osmanlı-Rus savaşından çok önceleri Mollaoğulları tarafından gerçekleştirildiği söylenmektedir. Espek mahallesinde tarihi bir kilise ile bir kale kalıntısı bulunmaktadır.

- Dereiçi Köyü (Hermit):

Nüfus →635

Etkilenme Durumu→ Kısmen



Şekil 24. Dereiçi Köyü

Bahçeli, Çıralı ve Küplüce köyleriyle sınırı vardır. Aşağı Hermit, Derekapı, Kabandibi, Kaçavra (Kuzubaşı), Yenice mahalleleri; Verimli, Gökçeler, Bayındır, Yapıcı, Akalan, Derecik, Taşlıca, Çağlar mezraları ile Nakohar adlı bir yayladan oluşur. Köy halkı, dere kenarındaki taşlık yerlere sırtında çuvalla toprak taşıyarak küçük araziler, bahçeler yapıp buraları ekip biçerler.

Az göç veren köylerden olmasına rağmen halkı gurbetçidir. Özellikle 1970 yılları sonrası diğer ülkelere işçi olarak çalışmaya gitmişlerdir. Köyün bütün mahalle, mezra ve yaylalarına stabilize yol ile ulaşılır. Mezralarında bile üzüm, elma, dut, kiraz, ceviz gibi meyveler ve hemen hemen her türlü sebze yetişir. Halkın dinlenebileceği çok sayıda mesire yeri vardır. Sosyal etkinlik olarak her yıl Derekapı mahallesinde Bahçeli ve Çıralı köyleriyle ortaklaşa boğa güreşleri tertiplenir.

- Irmakyanı Köyü (Yukarıkolik):

Nüfus →178

Etkilenme Durumu→ Tamamen



Şekil 25. Irmakyanı Köyü

İlçeye uzaklığı 6km olan köyün, Ada, Bodurlar, Yenyuva, Köyiçi, Taşbaşı, Zengeller ve Zuvar adlı 7 mahallesi vardır. İkizkaya, Kıрма, Paşalar ve Terbese adlı mezralarından başka iki mezrası daha vardır. Ayrıca Büyük Güney ve Yanık adlı kışlaları bulunur.

Toprağı verimli ve tarıma elverişlidir. Yılda üç ürünün alındığı bu köyde ne yazık ki toprak çok azdır. Turfanda sebze yetiştiriciliği ile ekonomik gelir sağlanmaya çalışılır. Her türlü sebze ve meyve yetişir. Halk kışın köyde, yazın ise mezralarda ikamet ederler.

- İşhan Köyü:

Nüfus →574

Etkilenme Durumu→ Kısmen



Şekil 26. İşhan Köyü

Köyün ilçe merkezine uzaklığı 27km'dir. Kınalıçam, Morkaya, Pamukçular ve Arpacık köyleriyle sınırı vardır. İlçenin gelişmiş köylerindendir. İklimi, her türlü sebze ve meyvenin yetişmesine müsaittir. Yusufeli'nin en fazla meyve ve sebze üretilen köylerindendir. Özellikle seracılığın yaygınlaşmasının, tarımsal alandaki üretim ve kazanca büyük katkıları olmuştur.

Köyde 9. yüzyılın ilk yarısında inşa edilmiş olan manastır ve kilisenin varlığı buranın en az 1100 yıldan beri yerleşim yeri ve merkezi bir yer olduğunu göstermektedir.

- Kılıçkaya Kasabası (Ersis):

Nüfus →2659

Etkilenme Durumu→ Kısmen

İlçeye 24km uzaklıkta olup, doğusunda Erzurum'un Uzundere ilçesi, batısında Erzurum'un İspir ilçesi, güneyinde Erzurum'un Tortum ilçesi, kuzeyinde ise Çoruh Nehri ve Yusufeli ilçesi yer alır. Kılıçkaya kasabası, Yusufeli - İspir devlet yolu ile Artvin ve Erzurum'a bağlanır. Rakımı yaklaşık 1100m'dir.

Kasabada 1909 yılından beri belediye teşkilatı mevcuttur. Türkiye'nin ilk bayan Belediye Başkanı olan Sadiye Hanım, 1928-1930 yılları arasında Kılıçkaya Belediye Başkanı olarak görev yapmıştır. Kılıçkaya'nın ilk imar planı 1965'te yapılmıştır.

Köy halkı geçimini tarım ve hayvancılıkla sağlar. Çoruh Nehri kenarındaki Sollek mevkiinde pirinç ziraatı yapılır.

- Kınalıçam Köyü (Aşpişen):

Nüfus →694

Etkilenme Durumu→ Tamamen



Şekil 27. Kınalıçam Köyü

Köyün tarihi çok eskilere dayanır. Köyde tarihi bir kale vardır. Aşpişen Kalesi, Yusufeli-Erzurum karayolu üzerindeki bir tepelik üzerine kurulmuş ve bugün çok hasar görmüş bir durumdadır. Aşpişen Köyü adını yaz aylarında sıcaklığın oldukça fazla olmasından almıştır.

Morkaya, İşhan, Sebzeçiler ve Irmakyanı köyleri ile komşu olan Kınalıçam köyü, Bağlar, Karameşe, Gelincik, Görgülü, Yardibi mahalleleri ile Akpınar, Kurudere, Poso mezralarından oluşur. Oltu çayı köyün içinden geçer ve İşhan Köyü ile olan köy sınırını belirler.

Meyve ve sebze üretimi için köy iklimi oldukça elverişlidir. Seracılık yapılmaktadır. Göç veren köylerdendi.

- Küplüce Köyü (Vanışhev):

Nüfus →198

Etkilenme Durumu→ Kısmen



Şekil 28. Küplüce Köyü

İlçeye 18km uzaklıkta olan köy, Taşkırın, Dereiçi, Bostancı, Yüksekoba, Özgüven, Tekkale ve Çevreli köyleri ile komşudur. Başmahalle, Cami, Karayığit, Serintepe, Orta ve Yukarı mahalle ile iki mezra ve bir de yayladan oluşur.

- Morkaya Köyü (Lök):

Nüfus →403

Etkilenme Durumu→ Kısmen

İlçeye 42km uzaklıkta olan köy, Kınalıçam, Ormandibi, Kılıçkaya, İşhan, Arpacık ve Cevizlihan (Uzundere-Erzurum) köyleri ile komşudur

Köy, Kuzey Mahalle, Orta Mahalle, Havger (Derebaşı) ve Vink (Kabayonca) adlı dört mahalleden oluşur. Hirgahpur, Ehnaheç, Gepgez, Tacar/Dacar, Ospor, Ülüntes adlı mezzraları; Karot adında bir yaylası ve bir de Cingiz adlı kışlası vardır.

- Pamukçular Köyü (Ohur):

Nüfus →632

Etkilenme Durumu→ Kısmen



Şekil 29. Pamukçular Köyü

İlçeye uzaklığı 37km olup, toplu yerleşime sahip köylerimizden biridir. Aşçı, Ballı, Çolakoğlu, Demircioğlu, Gurbetgil, Güloğlu, Haliloğlu, Karşı Mahalle, Akyurt, Paşa, Taşdibi, Taşbaşı ve Çatbaşı mahalleleri ile Sandıklı mezzrası; Kivitler ve Pulundibi adlı yaylalardan oluşur. Halkın büyük bir kısmı gurbetçidir. Köyde Oltu Taşı işletmeciliği yaygınlaşmaktadır.

- Sebzeciler Köyü (Kölik):

Nüfus →78

Etkilenme Durumu→ Kısmen



Şekil 30. Sebzeciler Köyü

Ağagil, Kahveler, Mollagil, Su Kavuşumu, Uzun Mahalle, Vecangil ve Veligil mahalleleri ile İmançinan, Kışla, Kömüragara ve Sarol mezralarından oluşur. İlçe merkezine uzaklığı 13km olan köy, İrmakyanı, Kömürlü, İşhan ve İnanlı köyleri ile komşudur.

Burada halk ürettiği pestil, küme, sebze, meyve, meyve kurusu gibi ürünlerini pazarlama olanağına sahiptir. Köyde yetiştirilen zeytin, halkın en önemli geçim kaynağını teşkil eder. Köyün çevresindeki kayalıklarda çengel boynuzlu av keçileri barınır.

- Tekkale Köyü (Dört Kilise):

Nüfus →815

Etkilenme Durumu→ Kısmen

Bombacıgil, Bölükbaşıgil, Cami, Derekapı, Güney, İmamgil, Kaledibi, Kayagil, Memişgil, Mollagil, Murhaçgil, Sorbiyet ve Taşbaşı adlı mahalleler; Alikolat, Beyhet, Bölükbaşıgil, Ciçala, Çamurluk, Elecümle, Aşağı Gupt, Yukarı Gupt Halvane, Hurşitgil, Kayagil, Kötü mahalle, Kusara, Posyant, Murhaçgil, Sathet, Sulugil adlı mezralar ile Dualıport, Sagule ve Selant yaylalarından oluşur.

Yusufeli - İspir karayolunun üzerinde bulunur. İlçeye uzaklığı 10km olup, Çeltikdüzü köyünün Hazuget mahallesi, Çevreli, Bahçeli ve Dereiçi köyleri ile Taşkiran ve Yaylalar köylerinin yaylaları ile komşudur.

Köy, turizm açısından oldukça şanslı bir köydür. Çoruh boyunca kurulmuş olması nedeniyle raftingciler için kamp yeri olmaktadır. Bu durum da köye ayrı bir canlılık getirir.

Köyde iki ayrı manastır bulunmaktadır. Kilise, trapeza (yemekhane), seminer odası ve şapelden oluşan Tekkale Manastırı 9. yüzyılda; tek yapıdan oluşan ve inziva amaçlı kullanıldığı sanılan Tekkale Dağ Manastırı ise 10. yüzyılda yapılmıştır.

Köy halkı geçimini gurbetçilik, çiftçilik ve hayvancılıkla sağlar. Çoruh boyunca uzanan karıklarda yetiştirilen pirinç, halkın en önemli geçim kaynaklarından birini teşkil eder. Verimli topraklara sahip olan köyde zengin çeşitlilikte sebze ve meyve yetişir.

- Yeniköy Köyü:

Nüfus →185

Etkilenme Durumu→ Tamamen

Köy, 1998 yılı Şubat ayında Kınalıçam'dan ayrılarak köy statüsüne kavuşmuştur. Köy toplu bir mahalleden oluşur. Yusufeli - Erzurum karayolu üzerinde kurulmuş olup, ilçeye uzaklığı 12km'dir. Köy halkı geçimini tarım ve hayvancılıkla sağlar (URL-10).

2.3. Yusufeli Baraj Projesinin Başlıca Özellikleri

2.3.1. Yusufeli Baraj Projesinin Konumu

Proje, Artvin İli'nin yaklaşık 40km güneybatısında ve Çoruh Nehri üzerindeki Yusufeli ilçesinin 10km akış aşağısında yer almaktadır. Türkiye sınırları içinde Çoruh Nehri'nin yaklaşık uzunluğu 390km ve su toplama alanı $19,750\text{km}^2$ dir.

2.3.2. Yusufeli Baraj Projesinin Karakteristik Özellikleri

- Baraj:

Tip: Kaya dolgu

Kret Kotu: 719.00m

Talveg Kotu: 496.00m

Nehir Yatağından Yükseklik: 223.00m

Kret Uzunluğu: 410.00m

Kret Genişliği: 15.00m

Baraj Dolgu Hacmi: $20,240,000\text{m}^3$

- Rezervuar:

Normal (Yüksek) Su Seviyesi: 710.00m

Maksimum Su Seviyesi: 712.20m

Düşük (Minimum İşletme) Su Seviyesi: 670.00m

Toplam Depolama Kapasitesi (710m Kotunda): $2,130 \times 10^6 \text{ m}^3$

Etkin Depolama Kapasitesi: $1,080 \times 10^6 \text{ m}^3$

Rezervuar Yüzey Alanı (710m Kotunda): $33 \times 10^6 \text{ m}^2$

Yıllık Ortalama Akım: $3,777 \times 10^6 \text{ m}^3$

- Dolu savak:

Tip: Enerji dağıtıcı etekli kapaklı şüt

Boşaltma Kapasitesi: $8,000 \text{ m}^3 / \text{s}$

Eşik Kotu: 695.00m

Kapak Üst Kotu: 710.50m

- Dip savak:

Tip: Tünel

Su Alma Yapısı Eşik Kotu: 552m

- Türbin:

Tip: Düşey şaftlı Francis

Sayı: 3 birim

Maksimum Debi: $3 \times 107.00 \text{ m}^3 / \text{s} = 321 \text{ m}^3 / \text{s}$

- Jeneratör:

Tip: Senkronize dikey bacalı

Sayı: 3 birim

Birim Kapasitesi: 200 MVA

Kurulu Kapasite: 540 MW (3 \times 180 MW)

Faz Arası Voltaj: 14.40 kV

Frekans: 50.00 Hz

Devir Hızı: 214 d/d

- Çevirme/Derivasyon Yapıları:

Tip: Tünel (2 hat)

Tünel-1: At nalı biçiminde

Tünel-2: Yukarı kısmı yarım daire, aşağı kısmı dikdörtgen (ters- U), (7 x 7m)

Tünel-1 Çap: 10.00m

Tünel-1 Uzunluk: 1,257.46m

Tünel-2 Çap: 7.00m

Tünel-2 Uzunluk: 1,306.23m

Projelendirme Kapasitesi: $1,530.00 \text{ m}^3 / \text{s}$ (526m kotunda)

- Santral Binası:

Tip: Yer altı, kesiti mantar şeklinde

Uzunluk: 109.90m

Genişlik: 21.40m

Yükseklik: 45.20m

- Transformatör Girişi:

Tip: Yeraltı, kesiti mantar şeklinde

Kablo Tüneli Dâhil Yükseklik: 19.50 m

Genişlik: 16.90m

Uzunluk: 91.40m

- Kuyruk Suyu:

Tip: Beton kaplı yuvarlak kesitli tünel

Sayı: 3 hat – 1 hat

Çap: 5.70 – 8.10m, 10.80m

Uzunluk: Merkezden birleşme yerine kadar No.1 - 95.16m

Merkezden birleşme yerine kadar No.2 - 102.51m

Merkezden birleşme yerine kadar No.3 - 93.09m

Birleşim yerinden giriş yerine kadar 279.73m

- Kablo Başlığı Çıkış Sahası:

Tip: Açık hava

Ana Platform Kotu: 565.00m

- Şalt Sahası:

Tip: Açık havada

Kot: 925.00m

Genişlik: 149.00m

Uzunluk: 215.00m

- İletim Hattı:

Tip: Kendi destekli çelik kule, çift ve tek devre hat

Voltaj: 380 kV

Uzunluk: 3 devre x 7.5km (kablo başlığı çıkış sahası ve şalt sahası arası)

- Değişim Yolları:

Toplam Uzunluk: 13.1km

Tünel Uzunluğu: 5.2km

Yol Platformu Genişliği: 12m

Tünel Genişliği: 10m

- Servis Yolları:

RY-1 (Kablo Başlığı Çıkış Sahasına) → Uzunluk: 700m

RY-2 (Çıkış Kapılarına) → Uzunluk: 1,300m

RY-3 (Baraj Kretine) → Uzunluk: 190m

RY-4 (Baraj Kretine) → Uzunluk: 2,000m

RY-5 (Şalt Sahasına) → Uzunluk: 2,900m

- Köprüler:

Geçici Köprülerin Sayısı: 2

Geçici Köprülerin Uzunluğu: 100m

Kalıcı Çelik Köprülerin Sayısı: 4

Kalıcı Çelik Köprülerin Uzunluğu: 200m

Menfez Sayısı: 1

Menfez Uzunluğu: 60m

- Yeniden Yerleşme Yolları:

Artvin-Erzurum Karayolu

Yol Uzunluğu: 31.00km

Yol Platformu Genişliği: 9.50m

Köprü Genişliği: 9.50m

Tünel Genişliği (Yol Platformu): 9.50m

Artvin-Bayburt Karayolu

Yol Uzunluğu: 55.00km

Yol Platformu Genişliği: 8.00m

Köprü Genişliği: 8.00m

Tünel Genişliği (Yol Platformu): 8.00m (URL-11).

2.3.3. Yusufeli Baraj Projesinin Yeniden Yerleşim Eylem Planı

Yusufeli Barajı ve HES'in inşaatı neticesinde oluşacak baraj gölü, Yusufeli ilçe merkezini ve 3 köyünü (İrmakyanı, Kınalıçam, Yeniköy) tamamen su altında bırakacaktır. Ayrıca 16 köy ve/veya arazileri de kısmen su altında kalacaktır. Bu sebeple, Yusufeli Projesi için bir Yeniden Yerleşim Eylem Plânı (YYEP) hazırlanması çalışmaları ilk olarak proje sahibi DSİ tarafından Ağustos 2000'de başlatılmıştır.

Yusufeli ilçe merkezi, mevcut Yusufeli'ne yaklaşık 500m mesafedeki Yansıtıcılar ve Sakut Deresi mevkiine (Yusufeli Yeniden Yerleşim Alanı) taşınacak olup, ilgili Bakanlar Kurulu Kararı, Resmi Gazetede 25 Nisan 2006 tarihinde yayınlanmıştır (URL-11).

2.3.4. Yusufeli Baraj İnşaatında Mevcut Durum

Yusufeli Barajı ve HES inşaatı için kredi çalışmaları devam etmekte olup, son aşamaya gelinmiştir.

Yusufeli Projesi'nin genel iş planlamasında, işin başlangıç tarihinin Haziran veya Temmuz aylarına denk gelmesi en uygun zaman olarak görülmektedir. Zira işin yapılacağı Çoruh Vadisi'nin akış rejimine bakıldığında Mart - Haziran dönemi nehir su seviyesinin en yüksek olduğu dönemdir.

Mevcut ulaşım yolları nehrin sol sahilinde yer almakta iken, inşaat olarak ilk yapılması gereken derivasyon tünelleri sağ sahilde yer almaktadır. Dolayısıyla karşı sahile geçiş zorunluluğu vardır (DSİ, 2007).

2007 yılında yapımına başlanması planlanan baraj inşaatına 2009 yılı Nisan ayı itibariyle halen başlanılmadığı; kil dolgu olarak planlanan baraj gövdesinin beton kemer şeklinde planlanması nedeniyle baraj projesi yapımına devam edildiği, yetkililerle yapılan görüşmelerden anlaşılmıştır.

3.BULGULAR

Bu çalışmada, 540 MW maksimum kapasiteye sahip Yusufeli Barajının çevresel etkilerinin maliyetleri analiz edilmeye çalışıldı. Barajın yüksekliği, arazi ve topografya özellikleri, nüfus yoğunluğu ve su altında kalan rezervuar alanı göz önüne alındı. GHG emisyonları ve tarımsal kayıplar hesaplanıp; insanların yeniden yerleşmelerinden kaynaklanan maliyetler ve oluşabilecek arazi kaybı maliyetleri her ilçe için ayrı ayrı tespit edildi.

3.1. Yusufeli Baraj Rezervuarında Su Altında Kalacak Kısımın Alanının Hesaplanması

Yusufeli baraj rezervuarında su altında kalacak kısmın alanının (I_{RS}) hesaplanabilmesi için öncelikle Yusufeli Barajı'nın karakteristik özellikleri göz önünde tutularak, aşağıdaki trigonometrik eşitlikler yardımıyla rezervuarın su altında kalan kısmının alanı hesaplandı.

Tan α : Arazinin eğimi

Tan β : Akarsuyun eğimi

I_{RS} : Su altında kalan rezervuar alanı [km^2]

H_B : Baraj yüksekliği [m]

W_{RS}, L_{RS} : Rezervuarın genişliği [m] ve uzunluğu [m] olmak üzere,

$$\text{Tan } \alpha = \frac{H_B}{0.5 \times 1000 \times W_{RS}} \quad (1)$$

$$\text{Tan } \alpha = \frac{270}{0.5 \times 1000 \times 550} = 9.818 \times 10^{-4}$$

$$\tan \beta = \frac{H_B}{1000 \times L_{Rz}} \quad (2)$$

$$\tan \beta = \frac{270}{1000 \times 60000} = 4.5 \times 10^{-6}$$

$$I_{ARS} = \frac{(H_B [m])^2}{\tan \alpha \times \tan \beta \times 10^6} = \frac{(270)^2}{9.818 \times 10^{-4} \times 4.5 \times 10^{-6} \times 10^6} = 16.5 \text{ km}^2 \quad (3)$$

3.2. Yusufeli Baraj Projesinde Yeniden Yerleşen Nüfusun Hesaplanması

Yusufeli Barajı'nda su altında kalan rezervuar alanı bulunduğundan sonra, fiziksel olarak yeniden yerleşen nüfus, barajın rezervuar alanına ve ilçe nüfus yoğunluğuna bağlı olarak hesaplandı.

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

$$\text{Yeniden Yerleşen Nüfus} = 16.5 \times 13 = 214.5 \approx 215 \text{ kişi}$$

3.3. Yusufeli Baraj Projesi'nde Enerji Kayıplarının Hesaplanması

Yusufeli Barajı'nda meydana gelecek enerji kayıplarının hesaplanabilmesi için barajın gücü ve debisi göz önüne alındı. Hidrolik kayıpların %10 olacağı varsayımı yapılarak sıradaki işlem yolu yardımıyla hesaplamalar yapıldı.

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

Kurulu güç (P) 540MWs ve debi (Q_w) 321 m³/sn olmak üzere;

$$\text{Yük} = \frac{540 \times 1000}{9.81 \times 0.9 \times 321} = 190.536\text{m olarak hesaplandı.}$$

ΔH , barajın tabanı ile güç kaynağı arasındaki düşey mesafedir. Bazı örneklerde, ΔH baraj yüksekliğinin birkaç katı büyüklüğünde olabilir. Baraj yüksekliğinin hesaplanmasında bunu da göz önüne almak gerekir.

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

$$\Delta H = 270 - 190.536 = 79.464\text{m hesaplandı.}$$

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

3.4.1. Yusufeli Barajının İnşaatı Sırasında Meydana Gelecek GHG Emisyonlarının Hesaplanması

Enerji üretimi esnasında, atmosfere sera etkisine sebep olan bazı kirleticiler (GHG) verilmektedir. Bu gazların başında CO₂ (karbondioksit) gelmektedir. İklim değişikliği ve sera etkisinin önlenmesinde, bu emisyonların kontrol altına alınması oldukça önemlidir.

En fazla CO₂ 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 kütlelerini ifade eden katsayılarıdır (Elbir, Müezzinoğlu, Bayram, Seyfioğlu ve Demircioğlu, 2001).

Tablo10’da, emisyon faktörleri 100 yıllık zaman dilimi esas alınarak verilmiştir.

Tablo 10. 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 –12).

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

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

Kapasite faktörü (KF) kabulü yapılırken Türkiye’de daha önce yapılmış barajlar için verilen KF değerlerine yakın olan 0.25 değeri kabul edildi. Hesap sonuçları Tablo 11’de verildi.

Tablo 11. 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	118.26	9.46	3.55
Yüksek	1182.6	118.26	15.37
Ortalama	650.43	41.39	7.10

3.4.2. Yusufeli Baraj Projesi'nin İşletilmesi Esnasında Meydana Gelecek GHG Emisyonları

Yusufeli Barajı'nın işletilmesi esnasında meydana gelen her iki sera gazının (GHG) toplam yıllık emisyonunu tahmin etmek için, su altında kalan alanın ve işletme esnasındaki emisyon faktörünün bilinmesi gerekir. Tablo 12'de birim alan için yıllık emisyonlar verilmiştir.

Tablo 12. 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

* Yusufeli Barajı için Kuzey sütunundaki değerler dikkate alındı.

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

Bir yıllık rezervuar işletmesi sırasında meydana gelecek GHG emisyonları, yukarıdaki bağıntı yardımıyla; emisyon miktarlarının düşük, yüksek ve ortalama olduğu durumlar için incelendi. Tablo 12'den alınan $\text{EF}_{\text{işletme}}$ değerleri ve daha önceden hesaplanan su altında kalan rezervuar alanı ($\text{IA}_{\text{RS}} = 16.5 \text{ km}^2$) kullanılarak hesaplamalar yapıp, hesap sonuçları Tablo 13'te verildi.

Tablo 13. Yusufeli barajı için bir yıllık rezervuar işletmesi sırasında meydana gelecek GHG emisyonları

Emisyon işletme, yılda		
Emisyon Miktarları	CO ₂	CH ₄
	(ton/yıl)	(ton/yıl)
Düşük	3,019.50	29.70
Yüksek	22,275.00	222.75
Ortalama	11,434.50	113.85

3.4.3. Yusufeli Barajı'nda Bir Yılda Meydana Gelecek Toplam GHG Emisyonları

Karbon eşdeğer formundaki toplam GHG emisyonları; CH₄ (metan) gazının küresel ısınma potansiyeli (GWP_{CH_4}), karbon ve karbondioksit gazlarının molekül ağırlıklarının bilinmesiyle hesaplandı.

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

Metan gazının küresel ısınma potansiyelinin 21 olduğu kabul edildi. Tablo 11 ve Tablo 13'den alınan değerler ile hesaplamalar yapıp; hesap sonuçları Tablo 14'de verildi.

Tablo 14. Yusufeli Baraj Projesi'nde bir yılda meydana gelecek toplam GHG emisyonları

Toplam Emisyonlar	
Emisyon Miktarları	GHG Emisyonları _{toplam, yılda} (ton/yıl)
Düşük	1,025.85
Yüksek	7,673.28
Ortalama	3,947.94

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

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

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

Piyasadaki en güncel verilere göre, ülkemiz için karbonun birim fiyatı 11.90€ (25.05TL) olduğu tespit edildi (URL-13).

Tablo 15. Yusufeli Barajı'ndaki toplam emisyon miktarı maliyetleri

Emisyon Miktarları	Emisyon Maliyeti _{MWs, harici} (\$)
Düşük	0.0217
Yüksek	0.1627
Ortalama	0.0837

Emisyon Maliyeti_{MWs, harici} = 0.0837\$ (0.13TL) olarak hesaplandı.

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

3.5.1. Yusufeli Barajı'nın Yıkılması Durumunda Hayat Kaybının Hesaplanması

Bir barajın yıkılması, hayat kayıplarıyla veya mal mülk hasarları gibi felaketlerle sonuçlanabilir. Meydana gelebilecek hasarlar her bölgeye özgü şekillerde gerçekleşir. Brown ve Graham (1993) geçmişte gerçekleşen baraj yıkılmaları hakkında yaptıkları incelemeler sonucunda, baraj yıkılma düzeylerini belirlemede anahtar rol oynayan faktörler bulmuşlardır. Bu faktörler; riskteki nüfus ve mal-mülk miktarları, uyarı vakti ve arazi tipidir (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.

Otoriteler, gerçekleşebilecek hayat kaybının hesaplanabilmesi için bu parametreleri kullanarak bazı bağıntılar geliştirmiş, hesaplamaları kolaylaştırmışlardır. Aynı zamanda, uyarı vakti yükseldikçe, beklenen ölümcül olay sayısının azaldığı kararına varmışlardır. Uyarı vakti 1.5 saatin altında olduğu zaman, ortalama felaket oranının %13; ancak uyarı

vakti 1.5 saatin üstünde olduğu zaman ortalama felaket oranının %0.04 olduğuna karar vermişlerdir (Baecher, 1980).

Çalışmanın bu kısmında Yusufeli Barajı'nın yıkılması durumunda, oluşabilecek hayat kaybı miktarı ($LIVES_{lost,acc}$), riskteki nüfusun (POP_{risk}), uyarı zamanının ve arazi katsayısının bilinmesiyle hesaplandı.

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

Riskteki nüfus miktarını bulmak için, Yusufeli Baraj yerinin mansap kısmında bulunan (Sebzeciler, İnanlı, Havuzlu, Demirkent ve Esenkaya) yerleşim birimlerinin nüfusları tespit edildi. Bu yerleşim birimlerinin nüfusları, Tablo 16'da verildi.

Tablo 16. Yusufeli Baraj yeri mansabında kalan yerleşimlerin nüfusları (URL-14)

Yerleşim Birimi	İl/İlçe	Nüfus (2000 sayımı)
Sebzeciler	Artvin/Yusufeli	78
İnanlı	Artvin/Yusufeli	76
Havuzlu	Artvin/Yusufeli	92
Demirkent	Artvin/Yusufeli	495
Esenkaya	Artvin/Yusufeli	387
Toplam	Artvin/Yusufeli	1128

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, düz araziler için 0 alınır. Yusufeli Baraj yeri için arazi katsayısı 4.012 alındı (URL-14).

$$\text{LIVES}_{\text{lost,acc}} = \frac{1128}{(1+5.207) \times (5.838 \times 0.76 - 4.012)} = 427.807 \approx 428 \text{ kişi}$$

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

Ortalama baraj yıkılma oranına (FR_B) bağlı olarak bir yılda gerçekleşmesi beklenen hayat kaybı ($EXPLives$), aşağıdaki bağıntı yardımıyla hesaplandı.

$$\text{EXPLives}_{\text{Lost,year}} = FR_B \times \text{LIVES}_{\text{lost,acc}} \quad (12)$$

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

$$\text{EXPLives}_{\text{Lost,year}} = 0.0001 \times 428 = 0.0428 \text{ kişi}$$

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

Meydana gelebilecek herhangi bir kazadan kaynaklanması beklenen yıllık hayat kaybı değerinin ($EXPLives_{\text{Lost,year}}$) 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).

$$\text{Hayat Kaybı Maliyeti}_{\text{MWs, harici}} = \frac{\text{EXPLives}_{\text{Lost,year}} \times \text{VSL}}{\text{P[MWe]} \times 8760 \times \text{KF}[\%]} \quad (13)$$

$\text{EXPLives}_{\text{Lost,year}} = 0.0428$ kişi olarak daha önce hesaplandığına göre;

$$\text{Hayat Kaybı Maliyeti}_{\text{MWs, harici}} = \frac{0.0428 \times 6.9 \times 10^6 \$}{540 \times 8760 \times 0.25}$$

Hayat Kaybı Maliyeti $\text{MWs, harici} = 0.25 \$$ (0.4TL) olarak hesaplandı.

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

Yeniden yerleşme maliyeti, Markandya (2000) tarafından geliştirilen Eşitlik 14 yardımıyla hesaplandı. Burada, kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasıla (GSYH) ülkemizin toplam hasılasının, ülkemizde yaşayan kişi sayısına bölünmesiyle bulundu. Yeniden yerleşen nüfus, daha önce 215 olarak hesaplandığından;

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

$$\text{YYM} = 215 \times (1.33 \times [772.7 \text{ milyar } \$ / 71,517,100 \text{ kişi}])$$

$$\text{YYM} = 3.1 \times 10^6 \$$$

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. Ancak Yusufeli 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;

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

$$\text{Yeniden Yerleşme Maliyeti}_{\text{harici}} = 3.1 \times 10^6 \$ \times 0.5 = 1.55 \times 10^6 \$$$

Faiz oranının sıfırdan büyük veya sıfıra eşit olması durumları için ayrı ayrı belirlenen eşitlikler yardımıyla, yer değiştirme maliyeti harici bileşeni [\$/MWs] hesaplandı. Yusufeli Baraj Projesi'nin ekonomik ömrü ise 50 yıl olarak kabul edildi (URL-15).

FO>0 için

$$\text{YYM}_{\text{MWs, harici}} = \frac{\text{YYM}_{\text{harici}} [\$] \times \frac{\text{FO} \times (1+\text{FO})^{\text{Ekonomik Ömür}}}{(1+\text{FO})^{\text{Ekonomik Ömür}} - 1}}{\text{P[MWe]} \times 8760 \times \text{KF}[\%]} \quad (16)$$

Faiz Oranı [FO] = % 11.5 kabul edildiğinden,

$$\text{YYM}_{\text{MWs, harici}} = \frac{1.55 \times 10^6 \$ \times \frac{11.5 \times (1+11.5)^{\text{Ekonomik Ömür}}}{(1+11.5)^{\text{Ekonomik Ömür}} - 1}}{540 \times 8760 \times 0.25}$$

YYM_{MWs, harici} = 30.145\$ [47.09 TL] olarak hesaplandı.

3.7. Yusufeli Baraj Projesi için Arazi Kaybı Maliyetinin Hesaplanması

Rezervuarın su ile doldurulması arazi kaybına neden olur. Bu çalışmada kaybolacak arazi miktarının hesabı için, tamamen su altında kalacak olan Yusufeli ilçesi, Irmakyanı, Kınalıçam ve Yeniköy mahalleleri ayrı ayrı incelendi.

Arazi, resmi tapuya sahip olan insanlar tarafından kullanılıyorsa, o insanların kayıpları kolaylıkla karşılanır. Ancak bazı araziler, resmi tapusuz veya kamu arazisi olabilir. 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 kullanım maliyeti olmak üzere;

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

- Tamamen su altında kalan yerleşim birimleri; Yusufeli ilçesi ve Irmakyanı, Kınalıçam, Yeniköy mahalleleridir.

Tablo 17. Tamamen su altında kalan yerleşim birimlerinin kamulaştırma bedelleri (\$)(ENCON, 2006)

Kamulaştırma Bedelleri								
Yerleşim	Sulu Arazi	Kuru Arazi	Meyvelik	Bağ	Sebze Bahçesi	Kavaklık	Diğer	Toplam
Yusufeli	1,801,708	1,068,352	6,197,922	417,740	4,394,202	423,985	311,677	14,615,586
Irmakyanı	95,549	1,118	124,301	17,410	389,956	11,708	64,018	704,060
Kınalıçam	1,009,181	604,229	2,270,424	466,483	1,927,322	331,048	1,240,800	7,849,487
Yeniköy	29,680	197,377	325,315	-	301,275	106,162	9,552	969,361
Toplam	2,936,118	1,327,276	8,917,962	901,633	7,012,755	975,903	1,626,047	24,138,494

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

$$\text{Arazi Kaybı Maliyeti}_{\text{harici}} = (1 - 0.5) \times [24138494 \times 100]$$

$$\text{Arazi Kaybı Maliyeti}_{\text{harici}} = 12.07 \times 10^6 \$$$

Faiz oranının sıfırdan büyük ve sıfıra eşit olması durumları için 18 ve 19 nolu eşitlikler geliştirilmiştir.

FO = 0 için;

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

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.

$$\text{Arazi Kaybı Maliyeti}_{\text{MWS, harici}} = \frac{12.07 \times 10^6 \$ \times \frac{11.5 \times (1+11.5)^{50}}{(1+11.5)^{50} - 1}}{540 \times 8760 \times 0.25}$$

Arazi Kaybı Maliyeti_{MWS, harici} = 117.37\$ (172 TL) olarak hesaplandı.

3.8. Yusufeli Baraj İnşaatından Kaynaklanacak Bitkisel Kayıpların Hesaplanması

Baraj inşaatları, baraj yerinde daha önceden gerçekleşen bitkisel üretimin de devam etmemesine neden olur. Bu nedenden dolayı, Yusufeli Barajı'nın çevresel etki maliyeti hesaplanırken, bitkisel üretim kayıpları da göz önüne alındı. Baraj yerinde yetiştiği tespit edilen arpa, buğday, mısır, yonca, pirinç, sebze ve bahçe ürünlerinin yetiştiği toplam alanlar ve birim fiyatları basit bir şekilde tespit edilip; Tablo 18'de özetlendi. Birim maliyet tespitinde market fiyatları kullanıldı (URL-16).

Tablo 18. Bitkisel üretim kaybı maliyeti

BİTKİ ADI	VERİM (kg/dek)	BİRİM FİYAT	ALAN KULLANIMI (dek)	BİTKİSEL ÜRETİM
ARPA	287	0.350 TL	122.73	12,328.229 TL
BUĞDAY	278	0.420 TL	91.73	10,710.395 TL
MISIR	6137	0.400 TL	148.09	363,531.332 TL
YONCA	1141	0.350 TL	139.84	55,845.104 TL
PİRİNÇ	250	2.000 TL	122.12	61,060.000 TL
fasulye	667	1.900 TL		
salatalık	2080	1.800 TL		
domates	2370	2.500 TL		
SEBZE			199.62	727,701.395 TL
elma	58	1.140 TL		
üzüm	16.85	1.440 TL		
kayısı	35	1.430 TL		
incir	116	1.770 TL		
kiraz	46	3.500 TL		
BAHÇE			918.01	93,040.314 TL
TOPLAM				1324,216.768 TL

Toplam bitkisel üretim kaybı maliyeti, bitkisel üretim kaybı (BÜK) ve bitkisel üretim maliyeti (BÜM) değerlerinin ayrı ayrı çarpılıp toplanması sonucunda; 1324,216.768TL olarak hesaplandı.

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

$$\text{Bitkisel Üretim Kaybı Maliyeti}_{\text{MWs, Harici}} = \frac{1,324,216.768}{540 \times 8760 \times 0.25}$$

Bitkisel Üretim Kaybı Maliyeti $\text{MWs, Harici} = 1.12\$ (1.75\text{TL})$ bulundu.

3.9. Yusufeli Baraj Projesinin Toplam Çevresel Etki Maliyeti

Bu çalışmada bir MWs elektrik üretimi için tespit edilen çevresel etki maliyetleri; ele alınan 5 farklı faktör (emisyon, yer değiştirme, hayat kaybı, arazi kaybı ve bitkisel üretim kaybı) üzerinde ayrı ayrı hesaplandı. Hesaplanan değerler Tablo 22'de özetlendi.

$$\text{Toplam Maliyet}_{\text{MWs, harici}} = \Sigma \text{Harici Maliyet}_{\text{MWs, harici}} = 148.97\$ (221.37 \text{ TL}) \quad (21)$$

Tablo 19. Harici maliyetler

Harici Faktörler	Harici Maliyet MWs (\$)	Harici Maliyet MWs (TL)
Emisyon	0.0837	0.13
Yer Değiştirme	30.145	47.09
Hayat Kaybı	0.25	0.40
Arazi Kaybı	117.37	172
Bitkisel Üretim Kaybı	1.12	1.75
TOPLAM	148.97	221.37

4. İRDELEME

Sosyal, ekonomik ve endüstriyel faaliyetlerin yürütülmesinde, enerjinin rolü çok büyüktür. Türkiye, nüfusu yılda %1.7 civarında artan, genç bir nüfusa sahip, dinamik ve durmadan sanayileşen bir ülkedir. Bu sanayileşme sürecinde elektrik enerjisine ihtiyacı çok fazladır. Aynı zamanda ülkemiz, oldukça zengin yüzey suyu kaynakları ile en önemli ulusal enerji kaynağı olan hidroelektrik enerji üretimi için büyük bir potansiyele sahiptir.

Alternatif olarak kullandığımız fosil yakıtlardan elde edilen enerji üretimi sonucu oluşan CO₂ emisyonlarının; küresel ısınma üzerinde olumsuz etkileri vardır ve bununla birlikte fosil yakıt kaynakları hızla tükenmektedir. Bu durumda yenilenebilir enerji kaynağı olan hidroelektrik enerjiyi üreten barajların yapımı kaçınılmazdır.

Günümüzde kullanılabilir hidroelektrik enerji potansiyelinin %50'sinden azı işletilmektedir. Bir ülkenin gelişimi için gerekli enerjinin yerel kaynaklarla karşılanması çok önemlidir. Bu bağlamda, Yusufeli Baraj ve HES Projesi Türkiye'nin en önemli projelerinden biridir.

Yusufeli Baraj ve HES Projesi'nin, Türkiye'nin enerji üretimine 2013 yılında katılması, tahmin edilen enerji ihtiyacının %0.6'lık kısmını karşılaması beklenmektedir. Aynı zamanda Yusufeli Projesi, bugün faaliyette olan Muratlı ve Borçka barajlarının ve yapımı devam eden Deriner ve Artvin Baraj Projeleri'nin üretim kapasitesine de yarar sağlayacaktır. Dolayısıyla Yusufeli Projesi, Çoruh Nehri Gelişme Planı'nın kilit projesi konumundadır.

Ülkemizde, planlama ve yapım aşamasında olan, oldukça fazla sayıda baraj bulunmaktadır. Ancak bu barajların çevresel etkileri ve bu etkilerin karşılaştırmalı maliyet analizleri yeterli düzeyde yapılmamaktadır.

Çevre Kanunu kapsamındaki barajlar için çevre etki değerlendirme raporları hazırlanmaktadır. Ancak bu raporların yeterlilikleri tartışma konusudur. Hidroelektrik enerji üreten barajlar için ise hem santralin hem barajın etkileri girişim içinde bulunmakta, çevre için daha sorunlu durumlar oluşabilmektedir. Kümülatif çevre etki değerlendirme raporlarının hazırlanmasına ülkemizde başlamadığı da bilinen gerçekler arasındadır.

Barajlar çok amaçlı olarak yapılmakta ve buna bağlı olarak çevre ile etkileşimlerinin boyutları da değişmektedir. Barajların kuruldukları bölgelerin jeolojik, coğrafik özelliklerine bağlı olarak inşa maliyetlerinin değişebildiği gibi yapılan barajların çevreye

olan etkilerinin maliyetleri de farklılıklar göstermektedir. Bu nedenle barajın ekonomik ömrü boyunca getirisinin, inşa maliyeti ve çevreye verdiği etkilerin maliyetleri ile karşılaştırılması büyük öneme sahiptir. Ancak bu karşılaştırma için tamamen oturmuş yöntemler mevcut değildir. Bu çalışmada eksikliği duyulan bu konuda, Yusufeli Barajı için bir yöntem denemesi olarak maliyet karşılaştırması yapıldı.

Bu çalışmada, Yusufeli Barajı'nın bir MWs elektrik üretiminin çevresel etki maliyeti 148.97\$ (221,37TL) olarak hesaplandı. TEDAŞ'ın hazırladığı, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu'nun (EPDK) onayladığı, 2 yıl boyunca değişmeyecek olan elektrik satış tarifelerine göre, nihai tüketici olarak konutlara satılacak elektriğin birim fiyatı; belli 20 dağıtım şirketi tarafından uygulanacak 01.04.2009 tarihinden itibaren geçerli olan tarifeye göre belirlenmiştir. Bir MWs elektrik üretiminin maliyeti 194.89TL olarak kabul edilmiştir (URL-17). Bu değer, bir MWs için hesaplanmış olan çevresel etki maliyeti (221.37TL) ile uyum göstermektedir.

Yusufeli Barajı'nın, yılda $1,705 \times 10^9$ KWs elektrik üretimi yapacağı bilindiğinden (URL-9), proje ekonomik ömrü olan 50yıl (URL-15) için toplam elektrik üretimi;

$$1705 \times 10^9 \times 50 = 85,250 \times 10^9 \text{ KWs olarak hesaplandı.}$$

Yusufeli Baraj'ının işletmeye alınması için gerekli toplam maliyet 855×10^6 \$ (URL-9) olarak tespit edilmiştir. Baraj tamamlandığında, ekonomimize yılda 152×10^6 \$ katma değer temin edeceğine göre;

$$\frac{855 \times 10^6 \$}{152 \times 10^6 \$} = 5.65 \text{ senede baraj kendini amorti edecektir.}$$

Yusufeli Barajı'nın bir MWs elektrik üretiminin çevresel etki maliyeti 148.97\$ olduğuna göre projenin ekonomik ömrü olan 50 yıl içerisinde;

$$148.97 \times 8760 \times 50 = 65.25 \times 10^6 \$ \text{ çevresel etki meydana gelecektir.}$$

Barajın 50 yıllık elektrik üretiminin çevresel maliyeti, barajın toplam inşaat maliyetiyle karşılaştırıldığında; çevresel maliyetin inşaat maliyetinin yanında çok küçük bir değer olduğu ($855 \times 10^6 \$ \gg 65.25 \times 10^6 \$$) görülmektedir.

Ayrıca, barajın bir MWs elektrik üretiminin çevresel etki maliyeti 148.97\$ olduğuna göre projenin ekonomik ömrü olan 50 yıl içerisinde;

$$148.97 \times 8760 \times 50 = 65.25 \times 10^6 \$ \text{ çevresel etki meydana gelecektir.}$$

Yusufeli Baraj Projesi çevresel etki maliyeti dahilinde;

$$\frac{855 \times 10^6 \$ + 65.25 \times 10^6 \$}{152 \times 10^6 \$} = \frac{920.25 \times 10^6 \$}{152 \times 10^6 \$} = 6.05 \text{ senede kendini amorti edecektir.}$$

Yusufeli Baraj Projesi tamamlandığında, Türkiye ekonomisine yıllık ortalama $152 \times 10^6 \$$ katkısı bulunacağına göre bu değer 50 yılda;

$$152 \times 10^6 \$ \times 50 = 7,600 \times 10^6 \$'a ulaşacağı tespit edildi.$$

Ülkemiz ekonomisine sağlayacağı $7,600 \times 10^6 \$$ 'ın yanında projenin yapım maliyeti olan $855 \times 10^6 \$$ 'ın küçük bir değer olduğu görüldü.

5. SONUÇLAR

Bu araştırmada, Yusufeli Barajının bir MWs elektrik üretimi için tespit edilen çevresel etki maliyetleri, farklı çevresel faktörler (yer değiştirme kaybı, arazi ve hayat kaybı, bitkisel üretim kaybı ve GHG emisyonları) göz önüne alınarak hesaplandı.

Sonuç olarak,

1. Yusufeli Barajı'nın, yılda 1705×10^9 KWs elektrik üreteceği kabul edildiğinden, proje ekonomik ömrü olan 50yıl için toplam elektrik üretimi;

$$1705 \times 10^9 \times 50 = 85250 \times 10^9 \text{ KWs olarak hesaplandı.}$$

2. Yusufeli Baraj Projesi tamamlandığında, ekonomimize yılda 152×10^6 \$ katma değer temin edeceğine göre;

$$\frac{855 \times 10^6 \$}{152 \times 10^6 \$} = 5.65 \text{ senede barajın inşaat maliyetini amorti edeceği tespit edildi.}$$

3. Barajın çevresel etki maliyeti saatte 148.97\$ olduğuna göre projenin ekonomik ömrü olan 50 yıl içerisinde;

$$148.97 \times 8760 \times 50 = 65.25 \times 10^6 \$ \text{ çevresel etki maliyeti meydana geleceği tespit edildi.}$$

4. Yusufeli Barajı'nın çevresel etki maliyeti dahilinde;

$$\frac{855 \times 10^6 \$ + 65.25 \times 10^6 \$}{152 \times 10^6 \$} = 6.05 \text{ senede kendini amorti edeceği tespit edildi.}$$

5. Yusufeli Baraj Projesi tamamlandığında, Türkiye ekonomisine yıllık ortalama 152×10^6 \$ katkısı bulunacağına göre bu değerin 50 yılda;

$$152 \times 10^6 \times 50 = 7600 \times 10^6 \$ \text{ 'a ulaşacağı tespit edildi.}$$

6. Ülkemiz ekonomisine sağlayacağı 7600×10^6 \$'ın yanında projenin yapım maliyeti olan 855×10^6 \$'ın küçük bir değer olduğu görüldü.

6. ÖNERİLER

Yusufeli Baraj Projesi'nin çevresel etki maliyetinin hesaplamaları yapılırken, Yusufeli Barajı'nın ve Yusufeli ilçesinin fiziksel etki değerleri kullanıldı. Ancak daha kapsamlı bir çalışma için, çevresel etki maliyeti hesaplanırken göz önüne alınan fiziksel etki değerlerinin yanı sıra, biyolojik çeşitlilik kayıpları, kültürel, tarihsel, arkeolojik, manzaralı, turistik alan kayıpları, balıkçılık ve mineral kaynak kayıpları ve bu kategorilerin birim maliyetleri de göz önüne alınarak daha geçerli hesaplamalar yapılmalıdır.

Verilebilecek diğer bir öneri ise, Yusufeli Baraj Projesi için hesaplanan çevresel etki maliyetinin, deneysel çalışmalarla desteklenmesidir. Bunun yanı sıra bu çalışma Çoruh Nehri Gelişme Planı kapsamında bulunan Laleli, İspir, Güllübağ, Aksu, Arkun, Artvin, Deriner, Borçka ve Muratlı barajları için de uygulanıp, sonuçlar karşılaştırılabilir.

7. KAYNAKLAR

- Anonim,1975. 'Present and Prospective Technology for Predicting Sediment Yields and Sources', Agricultural Research Service, USDA.
- Anonim,1996. TMMOB 1. Enerji Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, 12-14, Kasım, Ankara.
- Anonim,1998. WCD, World Commission on Dams: 'Strategy and Objectives'
- Baecher,G., Pate, M.E., ve deNeufville,R., 1980. Risk of Dam Failure in Benefit-Cost Analysis. Water Resources Research, 16(3), 449-456.
- 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.
- Brown,C.A. ve Graham,W.J.,1993. Assessing the Threat to Life in Cases of Dam Failure. Water Resources Bulletin, 24(6), 1303-1309.
- Çataklı,O.N., 1967. Büyük Bentler, İTÜ İnşaat Fakültesi Ders Notları, İstanbul.
- Çolak,Ç., 2007. Baraj İşleyiş Süreçlerinde Sosyal ve Fiziksel Çevre Etkileri- Doğu Karadeniz Bölgesi Barajları, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Çoruh Konsoryumu, 1998. Yusufeli Barajı ve HES, Genel İş Planı, Çoruh Konsoryumu, İstanbul.
- DeKay,M.L. ve McClelland,G.H.,1993. Predicting Loss of Life in Cases of Dam Failure and Flash Flood. Risk Analysis, 13(2), 193-205.
- Demirel,Ö.,1997. Çoruh Havzası (Yusufeli Kesimi) Doğal ve Kültürel Kaynak Değerlerinin Turizm ve Rekreasyon Potansiyeli Açısından Değerlendirilmesi Üzerine Bir Araştırma, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- De Souza, 2007. Assessment and Statistics of Brazilian Hydroelectric Power Plants: Dam Areas Versus Installed and Firm Power . Renewable and Sustainable Energy Reviews, 12(7), 1843-1863.
- DİE, 2001. Devlet İstatistik Enstitüsü, Ekonomik ve Sosyal İstatistikler, Ankara.
- Doğaner,S., 1994. Mısır'da Coğrafya'nın Turizme Etkisi,Türk Coğrafya Dergisi, Sayı:29, İstanbul.

- DSİ, 2001. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Yusufeli Rezervuarı ve HES Fizibilite Raporu, Ekonomik Analizler, Ankara.
- DSİ, 2005. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Enerji Sektörü: Hidroelektrik Enerji, Ankara.
- DSİ, 2007. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü DSİ Çoruh Projeleri 26. Bölge Müdürlüğü, Artvin.
- Dubin, M.S. ve Lucas, G.E., 1989. Trekking in Turkey, Lonely Planet Publication, National Library of Australia Cataloguing in Publication data, Berkeley, USA.
- EİE, 2005. Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü, Türkiye'nin Hidroelektrik Enerji Potansiyeli
- Elbir, T., Müezzinoğlu, A., Bayram, A., Seyfioğlu, R., Demircioğlu, H., 2001. DEÜ Mühendislik Fakültesi, Fen ve Mühendislik Dergisi, Mayıs, İzmir.
- Encon, 2006. Yusufeli Barajı ve HES Projesi Yeniden Yerleşim Eylem Planı, Çevresel Etki Değerlendirmesi Raporu, Temmuz, Ankara.
- Erer, S., 1990. Coğrafi Ekolojide Çevre Sorunları Bozulma (Degradasyon) Aşamaları ve Önlemler, İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- 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.
- Gagnon, L., Klimpt, J.E. ve Seelos, K., 2002. Comparing Recommendations from the World Commission on Dams and the IEA Initiative on Hydropower. Energy Policy, 30, 1299-1304.
- Gowan, C., Stephenson, K ve Shabman, L., 2006. The Role of Ecosystem Valuation in Environmental Decision Making: Hydropower Relicensing and Dam Removal on the Elwha River. Ecological Economics, 56, 508-523.
- Hedo, D. ve Bina, O., 1999. Strategic Environmental Assessment of Hydrological and Irrigation Plans Incastilla Y Leon, Spain. Environ. Impact Assess Rev., 19, 259-273
- IEA, 1998. Benign Energy, The Environmental Implications of Renewable, Appendix F, Large Scale Hydro, Report by the International Energy Agency (IEA).
- ICOLD, 1965. Proceedings of the Eighth International Congress on Large Dams, 4-8 May, Edinburgh, GREAT BRITAIN.

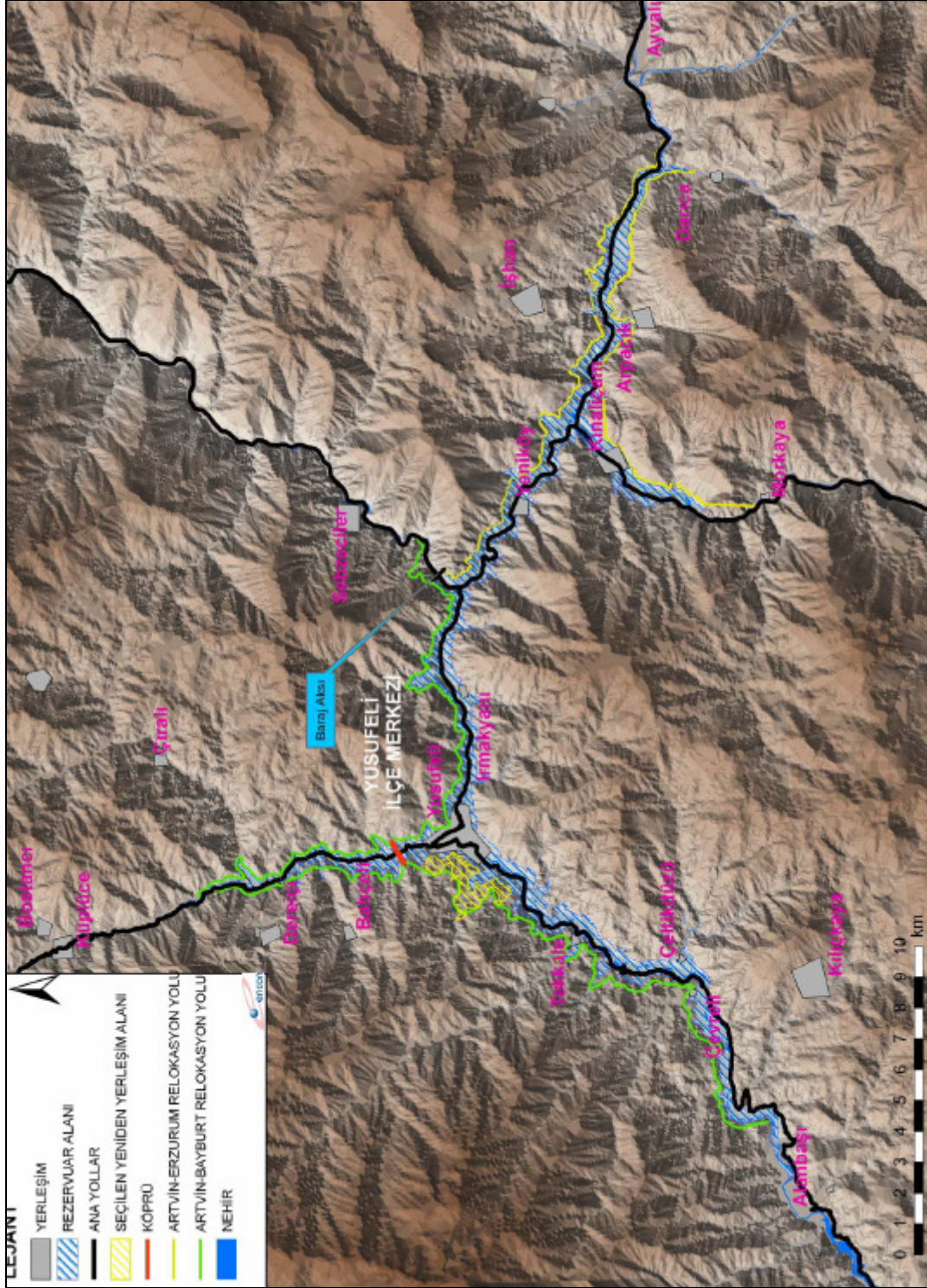
- ICOLD, 1983. International Commission on Large Dams, Seismicity and Dam Design, 45, p 121.
- Jackson, S. ve Sleigh, A., 2000. Resettlement for China's Three Gorges Dam: Socio-Economic Impact and Institutional Tensions. *Communist and Post-Communist Studies*, 33, 223-241.
- Jansen, R.B., 1998. *Advanced Dam Engineering for Design, Construction. and Rehabilitation*, Van Nostrand Reinhold, 416-65, New York, USA.
- Johnston, T.A., Millmore, J.P. and Macdonald, A., 2007. Developments in UK Reservoir Engineering and Management. *Water and Environment Journal*, 10(5), 315-323.
- Kadıoğlu S., Telliöğlu Z.,1996. "Enerji kaynaklarının kullanımı ve çevreye etkileri", TMMOB Türkiye Enerji Sempozyumu, 55-67, Aralık, Ankara.
- Karimzadegan, H., Rahmatian, M., Dehghani salmasi, M., Jalili,R. and Shahkarami, A., 2007. Valuing Forests and Rangelands-Ecosystem. *Int. J. Environ. Res.*, 1(4), 368-377.
- Kuleyin,A., 2006. Enerji Üretimi ve Türkiye, İMO Trabzon, Aralık, 27-29, Trabzon.
- Kummu,M ve Varis,O., 2007. Sediment- Related Impacts Due to Upstream Reservoir Trapping, the Lower Mekong River. *Geomorphology*, 85, 275-293.
- Larson, S., 2007. Index- Based Tool for Preliminary Ranking of Social and Environmental Impacts of Hydropower and Storage Reservoirs. *Energy*, 32, 943-947.
- Lerer, L.B. ve Scudder, T., 1999. Health Impacts of Large Dams .*Environmental Impact Assess Rev.*, 19, 113-123.
- Markandya, A, 2000. Methods for Valuation of Impacts of Hydropower, Department of Economics, University of Bath. One of the 126 Contributing Papers to the World Commission on Dams.
- Matete M. and Hassan R.M., 2005. An Ecological Economics Framework for Assessing Environmental Flows, The Case of Inter-Basin Water Transfers in Lesotho. *Global and Planetary Change*, 47(2-4), 193-200, July.
- Matete, M and Hassan,R., 2006. Integrated Ecological Economics Accounting Approach to Evaluation of Inter-Basin Water Transfers : An Application to the Lesotho Highlands Water Project. *Ecological Economics*, 60, 246-25.
- Öziş,Ü., 1981 Anadolu'da Su Kaynaklarının Geliştirilmesinin Dünü, Bugünü, Yarını, Su ve Toprak Kaynaklarının Geliştirilmesi Konferansı, Ankara.

- Rashad, S.M. and Ismail, M.A., 2000. Environmental –Impact Assessment of Hydro-Power in Egypt. *Applied Energy*, 65. 285-302.
- Rashad, S. M. and Hammad, F.H., 2000. Nuclear Power and Environment, Comparative Assessment of Environment and Health Impacts of Electricity-Generating Systems, *Applied Energy*, N 65, 211-229.
- Sternberg,R., 2007. Hydropower Dimensions of Social and Environmental Coexistence. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 12(6), 1588-1621, August.
- Tatolovich, J., 1998. ‘Comparison of Failure Modes from Risk Assessment and Historical Data for Bureau of Reclamation Dams’, January, USA.
- Toro, S.M., 2007. Post – Construction Effects of the Cameroonian Lagdo Dam on the River Benue. *Water and Environmental Journal*, 11(2), 109-113.
- Turfan,M., 1996. Enerji ve Tabii kaynaklar Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Özetle Baraj Nedir?, 6-8, Ankara.
- USBR, 1987. Design of Small Dams, Third Edition, Washington: Water Resources Technical Publication.
- WCD, 2000. A New Framework for Decision-Making, The Report of the World Commission on Dams, Earthscan Publications Ltd., November, London, ENGLAND.
- Weber,J,L., 2007. Implementation of Land and Ecosystem Accounts at the European Environment Agency. *Ecological Economics*, 61, 695-707.
- Yüksel,I., 2007. Hydropower in Turkey for a Clean and Sustainable Energy Future. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 12(6), 1622-1640, August.
- URL-1, <http://www.wwf.org.tr/wwf-tuerkiye-hakkinda/ne-yapiyoruz/su-kaynaklari/sorunlar/barajlarla-ilgili-genel-bilgi/20.04.2009>
- URL-2, <http://www.rec.org.tr/sayfa.asp?id=40,18.04.2009>
- URL-3, http://www.agri.ankara.edu.tr/soil_sciences/1250_Karaca_Arcak_Cevre_Bolum_3.pdf,18.04.2009
- URL-4, <http://www.dsi.gov.tr/topraksu.htm,10.04.2009>
- URL-5, <http://www.yusufelim.com/modules.php?name=MERKEZ,29.04.09>
- URL-6, http://wapedia.mobi/tr/Yusufeli%2C_Artvin?t=3,29.04.09
- URL-7, <http://www.dsi.gov.tr/yusufeli/Yusufeli%20CED%20-%20Yonetici%20Ozeti%20-%20RevF%20-%20Temmuz%202006/Yusufeli%20CED%20-%20Yonetici%20Ozeti%20-%20RevF%20-%20Temmuz%202006.pdf,03.05.09>
- URL-8, <http://www.dsi.gov.tr/yusufeli/YusufeliProjesi-RevB-Temmuz2006-Bolumler/YusufeliProjesi-RevB-Temmuz2006-Bolum1.pdf,04.05.09>
- URL-9, http://www.dsi.gov.tr/yusufeli_projesi.pdf,26.04.2009

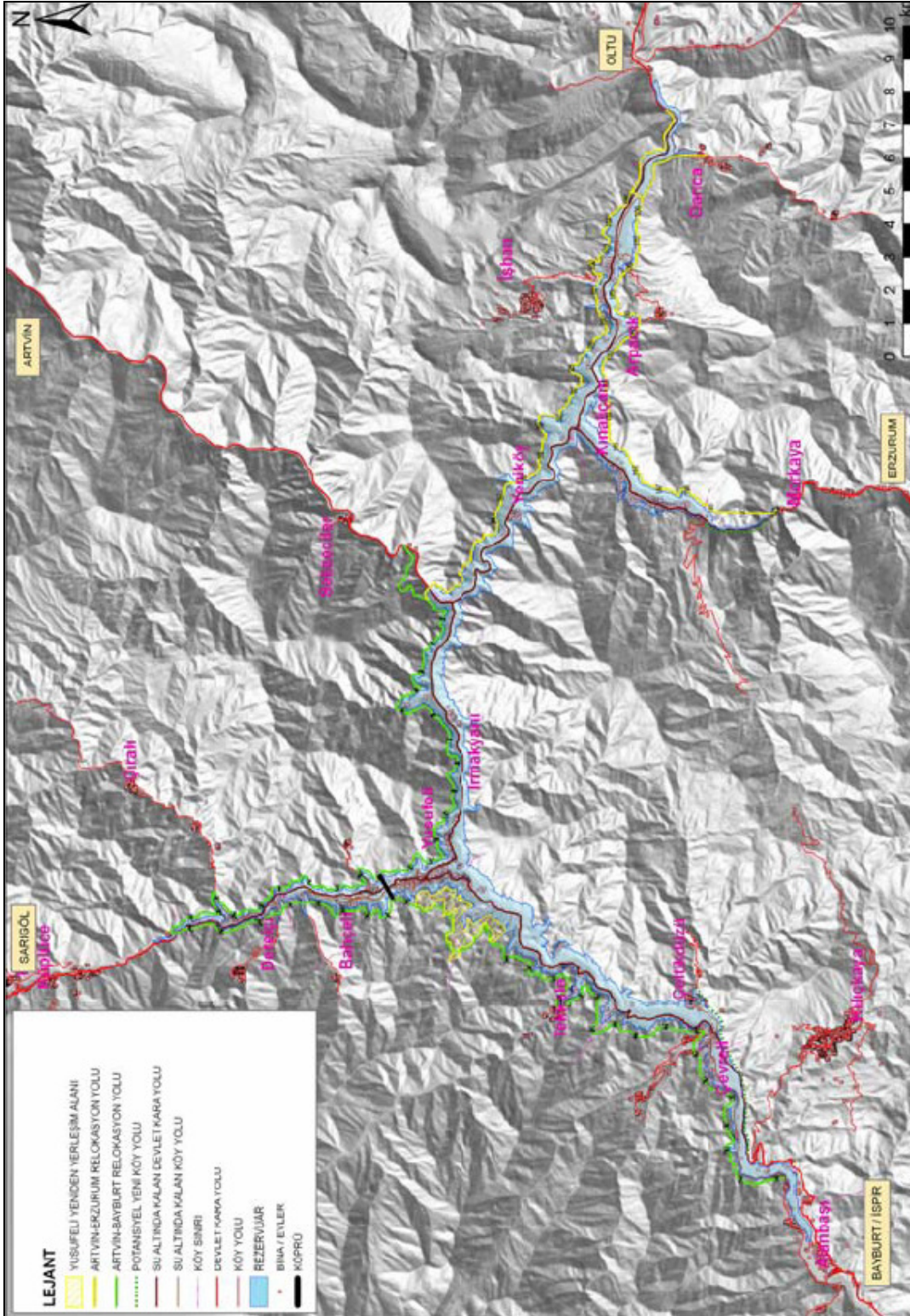
- URL-10, <http://artvin.biz/koyler-artvin-Yusufeli-koyleri-2-koy.html>,20.05.2009
- URL-11, <http://www.dsi.gov.tr/yusufeli/Yusufeli%20CED%20-%20Bolumler%20-%20RevF%20-%20Temmuz%202006/Yusufeli%20CED%20-%20Bolum5%20-%20RevF%20-%20Temmuz%202006.pdf>,26.04.2009
- URL-12, <http://www.yildiz.edu.tr/~tanriov/RG5.pdf>,22.06.09
- URL-13, <http://www.karbonbalans.com>,27.04.09
- URL-14, <http://www.simscience.org/cracks/intermediate/death.html>,18.06.09
- URL-15, <http://www.dsi.gov.tr/yusufeli/CED-YoneticiOzeti/Yusufeli%20CED%20-%20Yonetici%20Ozeti%20-%20RevF%20-%20Temmuz%202006.pdf>,07.05.09
- URL-16, http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?tb_id=45&ust_id=13,17.03.09
- URL-17, http://www.tedas.gov.tr/263,2009_Tarifeleri.html,22.04.09

8. EKLER

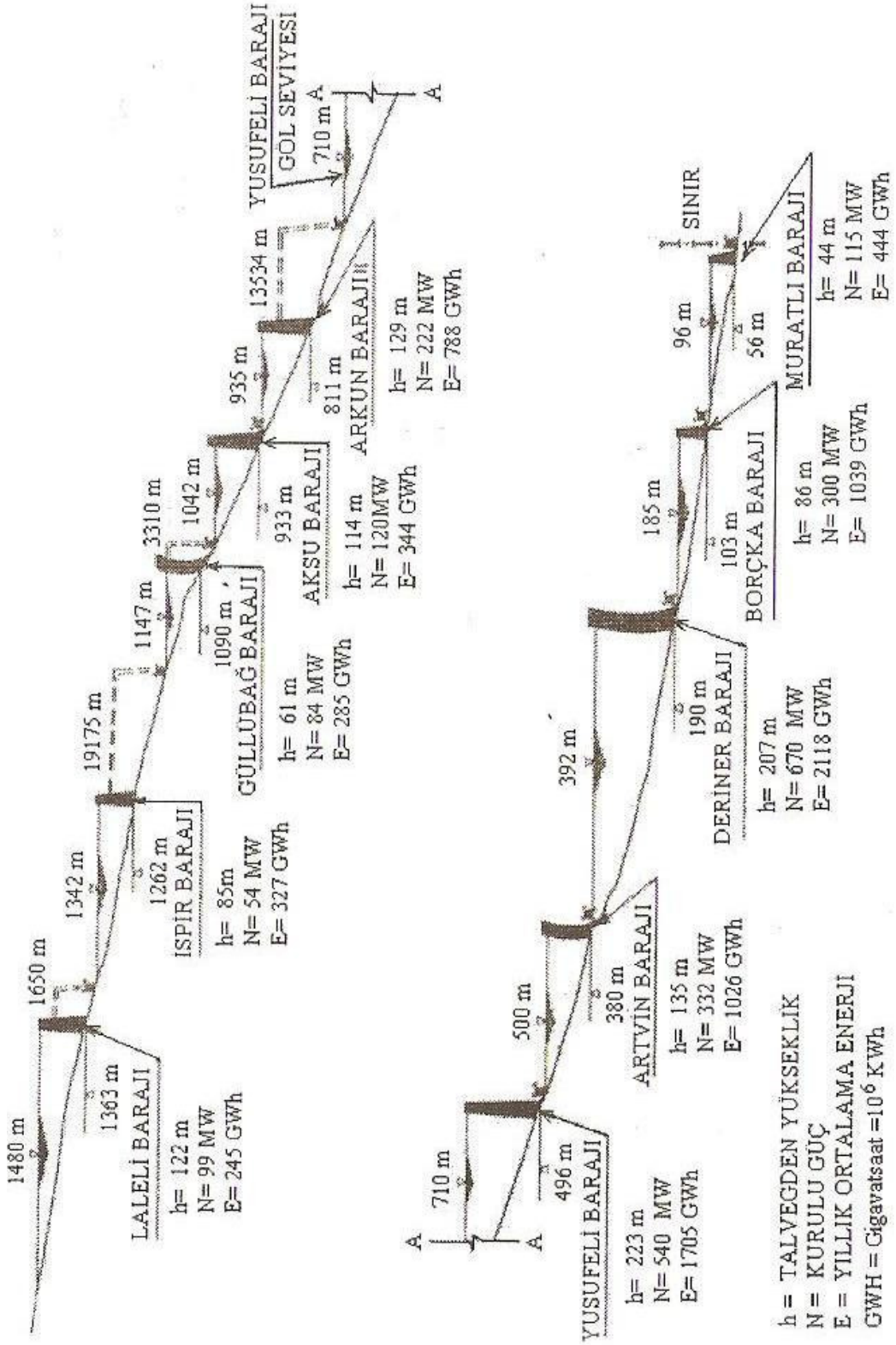
Ek 1. Yusufeli Barajı Genel Yerleşim Haritası



Ek 2. Yusufeli Baraj Proje Alanı ve Etkilenen Yerleşimler



Ek 3. Çoruh Nehri Enerji Kademeleri Boy kesiti



Ek 4. 1/25000'lik Yusufeli Haritası



ÖZGEÇMİŞ

1985 yılında Trabzon'da doğdu. 1996 yılında Kanuni Süleyman İlkokulu'ndan, 2003 yılında Yunus Emre Anadolu Lisesi'nden mezun oldu. Lisans eğitimini 2007 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde tamamladı.

Şuan Trabzon İl Özel İdaresi İmar ve Kentsel İyileştirme Müdürlüğü'nde inşaat mühendisi olarak görev yapmaktadır. İyi derecede İngilizce bilmektedir.