

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOLUSAVAK VE ENERJİ KIRICI YAPI TİP SEÇİMİNİN UZMAN SİSTEMLER
İLE BELİRLENMESİ

Yüksek Lisans Tezi

Enes GÜL
121115106

Anabilim Dalı: İnşaat Mühendisliği
Programı: Hidrolik

Danışman: Prof. Dr. Muhammet Emin EMİROĞLU

ARALIK-2015

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DOLUSAVAK VE ENERJİ KIRICI YAPI TİP SEÇİMİNİN UZMAN SİSTEMLER
İLE BELİRLENMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

Enes GÜL
121115106

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih :

Tezin Savunulduğu Tarih :

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Muhammet Emin EMİROĞLU(F.Ü)
Diğer Jüri Üyeleri : Doç. Dr. Nihat KAYA(F.Ü)
Yrd. Doç. Dr. Ömer Faruk DURSUN(İ.Ü)

ARALIK-2015

ÖNSÖZ

Dolusavak mühendisliği alanı için attığım ilk adımda bana desteklerini bir an olsun eksik etmeyen Prof. Dr. Muhammet Emin EMİROĞLU hocama şükranlarımı sunarım.

Ayrıca bu tezin bilgi tabanının oluşturulması aşamasında tecrübelerinden faydalandığım DSİ Genel Müdürlüğü'nden Seçkin AYDIN ve İlker PEKER'e, DOLSAR'dan Ömer Kayal ALP ve Kağan SOLMAZ'a, SETAN'dan Önder Bey'e ve ESER Proje'den Dr.İhsan KAŞ Bey'e, İnönü Üniversitesi'nden Dr. Bilal ŞENOL ve Arş.Gör. Abdullah ATEŞ Bey'e teşekkür ederim.

Arş. Gör. Enes GÜL

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	V
SUMMARY.....	VI
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	VII
TABLolar LİSTESİ	VII
KISALTMALAR.....	IX
SEMBOLLER LİSTESİ	X
1. GİRİŞ.....	1
2. DOLUSAVAKLAR.....	3
2.1. Dolusavakların Planlanması.....	3
2.2. Dolusavakların Sınıflandırılması	5
2.3. Dolusavak Tipleri.....	5
2.3.1. Karşıdan alırlı dolusavaklar	7
2.3.2. Yandan alırlı dolusavaklar	7
2.3.3. Tünelli dolusavaklar	8
2.3.4. Labirent dolusavaklar	9
2.3.5. Şaft dolusavaklar	10
2.3.6. Sifon dolusavaklar	11
2.3.7. Basamaklı dolusavaklar.....	11
2.4. Dolusavak Tıp Seçimi.....	12
2.4.1. Baraj tipine bağılı olarak dolusavak tipinin belirlenmesi.....	13
2.4.2. Topoğrafyaya bağılı olarak savak tip seçimi.....	14
2.4.3. Jeolojik şartlara bağılı olarak dolusavak tip seçimi	14
2.4.4. Hidrolojik şartlara bağılı olarak dolusavak tipinin belirlenmesi.....	17
2.4.5. Ekonomik şartlara bağılı olarak dolusavak tipinin belirlenmesi.....	17
3. ENERJİ KIRICI YAPILAR	18
3.1. Enerji Kırıcı Yapıların Planlanması.....	18
3.2. Enerji Kırıcı Yapıların Tipleri.....	18
3.2.1. USBR Tıp I.....	19
3.2.2. USBR Tıp II	19
3.2.3. USBR Tıp III.....	21

3.2.4. USBR Tıp IV	23
3.3. Havaya Fırlatmalı Enerji Kırıcılar	24
4. UZMAN SİSTEMLER	26
4.1. Uzman Sistemler ve Uygulamaları	26
5. DOLUSAVAK TİP SEÇİMİNİN UZMAN SİSTEMLER İLE BELİRLENMESİ	30
5.1. Dolusavak Tıp Seçimine Ait Kurallar	33
6. ENERJİ KIRICI TİP SEÇİMİNİN UZMAN SİSTEMLER İLE	
BELİRLENMESİ	49
6.1. Enerji Kırıcı Tıp Seçimine Ait Kurallar	49
KAYNAKLAR	60
ÖZGEÇMİŞ	61

ÖZET

Gelişmişlik düzeyinin belirleyici bir faktörü olarak enerji, barajların önemini arttırırken aynı zamanda baraj güvenliğinin en önemli unsuru olan dolusavakların da önemini artırmaktadır. Bir baraj için hayati öneme sahip parçalarından olan dolusavaklar ve enerji kırıcı yapılar, birçok farklı tipte inşa edilebilmektedir. Dolusavakların ve enerji kırıcı yapıların hidrolik hesapları konusunda birçok çalışma yapılmış olup, tip seçimine etki eden faktörler hususunda yapılan çalışmalar sınırlıdır. Öte yandan her geçen gün gelişen dünyamızda, bilgi teknolojilerinin ve programlama tekniklerinin de geliştiği bir gerçektir. Özellikle son yirmi yıl içerisinde yapay zekâ yöntemlerinden olan uzman sistemler büyük dikkat çekmiştir. Problem çözmede insan bilgisini kullanan uzman sistemler kullanıcı ile bilgisayar arasında probleme yönelik iletişimin sağlanması için bir dil işleyici içermektedir. Uzmanlardan ve basılı kitaplardan elde edilen bilgiler kullanılarak, dolusavak tip seçimini ve enerji kırıcı tipini belirlemek amacıyla bir uzman sistem oluşturulmaya çalışılmaktadır. Hazırlanan program Türkiye’de inşa edilen barajların dolusavak tiplerine ait bilgiler ile test edilmiştir. Bu çalışma çıktılarının uygulamadaki hidrolik mühendisleri ve üniversitelerde eğitim amaçlı olarak kullanılabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Baraj, dolusavak, taşkın, uzman sistemler, enerji kırıcı yapılar

SUMMARY

TYPE SELECTION OF SPILLWAY AND ENERGY DISSIPATOR STRUCTURE USING EXPERT SYSTEMS

Energy, as a determinative factor for the level of development, increases the importance of the dams the spillways which are the most important element of dam safety. The spillways and energy dissipation structures which are the crucial parts of the dams may be built in many different types. However, many studies on hydraulic calculations of the spillways and energy dissipation structures have been constructed; there are very few studies in the literature related to factors affecting spillway type selection. On the other hand, information technologies and programming techniques have very rapid developments in nowadays. Especially in the last twenty years, expert systems which are artificial intelligence-based programs have attracted great interest. Expert systems using human knowledge to solve problems contain a language processor between user and computer to ensure the communication for the problem. In this study, the parameters affecting the type selection of the spillways and the energy dissipator structures are entered into the expert system as input and it is investigated whether the selection may be conducted with much simpler manner. As a result, the developing expert system is implemented and tested on data obtained from several dams built in Turkey. It is thought that the results of the study will be used for engineering education in university and hydraulic engineers in application.

Keywords: Dam, spillway, flood, expert systems, energy dissipator structures

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. Hamzabey barajı dolusavağı.....	6
Şekil 2.2. Dolusavak tipleri genel bakış	7
Şekil 2.3. Kılavuzlu Barajı Dolusavağı	8
Şekil 2.4. Almus Barajı Dolusavağı	9
Şekil 2.5. Kürtün Barajı Tünelli Dolusavağı	10
Şekil 2.6. Labirent Dolusavak	11
Şekil 2.7. Kuyulu Dolusavak Tipik Kesit.....	12
Şekil 2.8.Çine Barajı Basamaklı Dolusavağı	12
Şekil 3.1. USBR Tip II	20
Şekil 3.2. USBR II. Tip düşüm havuzunun minimum mansap su derinliği	20
Şekil 3.3. USBR II. Tip düşüm havuzunda sıçrama uzunluğu.....	21
Şekil 3.4. USBR III. Tip Düşüm Havuzu	21
Şekil 3.5. USBR III. Tip düşüm havuzunun minimum mansap su derinliği.....	22
Şekil 3.8. USBR IV. Tip Düşüm Havuzu.....	23
Şekil 3.9 USBR IV. Tip düşüm havuzunun minimum mansap su derinliği	24
Şekil 3.10. USBR IV. Tip düşüm havuzunun sıçrama uzunluğu.....	24
Şekil 3.11. Havaya fırlatmalı enerji kırıcının şematik olarak gösterilişi	25
Şekil 4.1. Bilgi mühendisinin bilgileri uzmandan bilgisayar programına aktarımı.....	26
Şekil 4.2. Bir Uzman Sistemin Yapısı	27
Şekil 5.1. Dolusavak tip seçimi için US bilgi paylaşımı	34
Şekil 5.2. Dolusavak tip seçimi için hazırlanan programda kullanıcının seçtiği veriler ...	276
Şekil 5.3. Seçilen veriler sonrası kullanıcıya sorulan sorular I	27
Şekil 5.4. Seçilen veriler sonrası kullanıcıya sorulan sorular II.....	48
Şekil 5.5. Dolusavak tip seçimi için sonuç ekranı	49
Şekil 6.1. Enerji kırıcı tip seçimi için veri giriş ekranı	27
Şekil 6.2. Enerji kırıcı tip seçimi için sonuç ekranı	277
Şekil 6.3. Enerji kırıcı tip seçimi programı için uyarı ekranı	58

TABLO LİSTESİ

Tablo 1. Kaya kütleleri için RMR puanına göre izin verilebilir net taşıma gücü.....15

Tablo. 2. Türkiye'de İnşa Edilen Barajların Dolusavaklarına Örnekler31

KISALTMALAR

- ASCE** : American Society of Civil Engineering (Amerikan İnşaat Mühendisleri Topluluğu)
- DSİ** : Devlet Su İşleri (State Water Works)
- GUI** : Graphical User Interface (Grafiksel Kullanıcı Arayüzü)
- SSB** : Silindirle Sıkıştırılmış Beton Baraj (Roller Compacted Concrete Dam)
- RMR** : Rock Mass Rating System (Kaya Kütlesi Puanlama Sistemi)
- US** : Uzman Sistemler (Expert Systems)
- USBR** : United States Bureau of Reclamation (Birleşmiş Milletler Arazi Islah Bürosu)
- YZ** : Yapay Zeka (Artificial Intelligence)

SEMBOL LİSTESİ

h_1	:Yaklaşım derinliği
h_2	:Sıçrama derinliği
v_1	:Yaklaşım hızı
v_2	:Çıkış hızı
Fr	: Froude sayısı
q	: Birim debi
Q_{100}	: 100 yıllık taşkın debisi
Q_p	: Proje debisi

1. GİRİŞ

Rezervuarda depolanması istenmeyen fazla suların veya taşkın debisinin baraj yapısına zarar vermeden membadan mansaba iletilmesi gerekir. Bu gaye için yapımı öngörülen yapılar, “*dolusavak yapıları*” olarak isimlendirilir.

Barajlarda dolusavak yapılarının baraj emniyeti açısından önemi büyüktür. Dolusavakların yeterli kapasiteye sahip olması, özellikle taşkın debisinin dolgu baraj gövdesi üzerinden aşması halinde baraj yıkılabileceğinden dolayı toprak ve kaya dolgu barajlarda daha önemli olmaktadır (Yıldız, 1992).

Tüm dünyada barajlarda oluşan hasarlar üzerine yapılan istatistikler bu hasarların en önemli nedeninin baraj gövdesi üzerinden suyun aşması olduğunu göstermiştir. Küçük seçilen dolusavak kapasitesi, inşaat süresi içinde gelmesi beklenen debinin hatalı tahmini, dolusavak deşarj sistemlerinin işletmeye alınmaması ile baraj gövdesi üzerinden suyun aşması hasarların en önemli nedenlerini oluşturmuştur. Bu nedenlerle oluşan en yüksek hasar oranı dolgu barajlarda görülürken beton barajlar için bu durum çok büyük bir risk oluşturmamıştır. Yine de bir barajda böyle bir durumun oluşması asla arzu edilmemektedir.

Dünyadaki baraj pratiğine göz atıldığında son zamanlara kadar birçok dolusavak yapısının kapaklı olarak projelendirildiğini görmek olasıdır. Bu tercih yapılırken konu ekonomik açıdan irdelenerek ve genellikle serbest akışlı kapaksız dolusavaklı büyük barajlar yerine, kapaklı dolusavaklara sahip barajların projelendirilmesi ve inşası tercih edilmiştir.

Baraj güvenliği, baraj tipi ve dolusavak tipinin seçiminde önemli bir rol oynamaktadır. Depremden zarar görme riski altındaki bölgelerde ve hidrolojik verilerin yetersiz olduğu planlama çalışmalarında baraj güvenliği nedeni ile kapaksız dolusavakların tercihi düşünülebilir.

Dolusavak tip seçimi ve enerji kırıcı yapısı tip seçimini etkileyen bazı faktörler bulunmaktadır. Bunlar “Hidrolojik”, “Topoğrafik”, “Ekonomik”, “Jeolojik”, “Baraj Tipi” ve “Baraj yapım” amaçlarıdır. Bu faktörler dışında barajın yapılacağı bölgenin bazı özel durumları (siyasi, turistik, vb.) da dolusavak tip seçimini etkileyen faktörlerdendir. Dolusavaklar için net bir sınıflandırma yapılmasa da genel anlamda; (1) Üstten akışlı dolusavaklar, (2) Serbest düşümlü dolusavaklar, (3) Yan dolusavaklar, (4) Labirent dolusavaklar, (5) Açık kanallı dolusavaklar, (6) Tünelli dolusavaklar, (7) Kuyulu (şaft) dolusavaklar, (8) Sifon dolusavaklar, (9) Menfez dolusavaklar olarak sınıflandırılabilir.

Dolusavak tip seçimi ile ilgili yeterli uzman görüşlerine ulaşmak zordur. Dolusavak tip seçimi oldukça karmaşık bir dizi kurallardan oluşmaktadır.

Yapılan çalışmada dolusavak ve enerji kırıcı tip seçimi yapabilmek için gerekli bilgi tabanı oluşturabilmek için bu konuda uzman görüşlerinden, ASCE (American Society of Civil Engineering) ve diğer bilim kuruluşları tarafından düzenlenen barajlar ile ilgili sempozyum, kongre ve toplantılardan, DSİ (Devlet Su İşleri)'nde yıllardır çalışmış tecrübeli mühendislerin bilgi ve tecrübelerinden yararlanılmıştır.

Dolusavak tip seçimi, gerekli doneler yardımı ile uzman mühendisleri tarafından aylar süren çalışmalar yardımı ile tespit edilmektedir. Bu çalışma sayesinde, uzman sistemler yardımı ile daha kısa sürede çözüme ulaşmak mümkün olacağı düşünülmektedir.

Bu verilerin ilk ikisi ve sonuncusu planlama kademesi çalışmaları için gereklidir. Bu kademedeki istenilenler dolusavak tipinin belirlenmesi olmaktadır. Tipin saptanmasında birinci derecede rol oynayan etkenler yapının geçirmesi gereken debisi ve diğer emniyet şartlarıdır. Dolusavak temeli ile ilgili veriler ile yatak karakteristikleri kesin proje için önem taşımaktadır (Bekem, 1970).

- Hidroloji İle İlgili Doneler
Katastrofal taşkın eğrisi
- Rezervuar İle İlgili Doneler
Feyezan kontrol seviyesi (Feyezan kontrollü barajlarda), Hacim-Alan Eğrisi, Normal su seviyesi
- Hesaplanarak Bulunan Değerler
Dolusavak deşarj eğrisi
- Topografya İle İlgili Doneler
Baraj yerine ait (1/1000 ölçekli topoğrafik harita, 1/5000 ölçekli topoğrafik harita)
- Dolusavak Temeli İle İlgili Doneler
Jeoloji raporu, 1/2000 ölçekli plan ve kesitler, yeraltı suyunun durumu, sondaj logları ve temel tabakalarının zemin mekaniği bakımından özellikleri
- Mansap Yatağının Karakteristikleri
Mansap yatağının 1/100 ölçekli plankotesi, 100'er metre aralıklı yatak kesitleri, her 1000 m² 'lik alan için bir zemin örneği ve anahtar eğrisi
- Mansapta Yerleşme Durumu
Mansaptaki yerleşim yerlerini gösteren arazi planı

2.2. Dolusavakların Sınıflandırılması

Yaygın olarak kabul gören dolusavak sınıflandırması aşağıda verilmiştir.

1-Hidrolik Bakımdan Sınıflandırma

(1) Açık kanallı dolusavaklar, (2) Kapalı kanallı dolusavaklar.

2-Hizmetlerine Göre Sınıflandırma

(1) Servis dolusavağı, (2) Yedek dolusavağı, (3) Tehlike dolusavağı.

3-Baraj Gövdesine Göre Sınıflandırma

(1) Baraj gövdesi üzerinde yapılan dolusavaklar, (2) Baraj gövdesinden ayrı yapılan dolusavaklar.

4-Akışı Denetleme Durumuna Göre Sınıflandırma

(1) Kapaksız dolusavaklar, (2) Kapaklı dolusavaklar.

5-Akış Şekline Göre Sınıflandırma

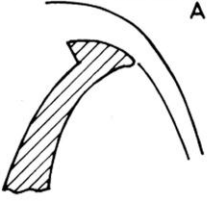
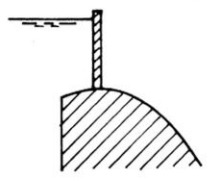
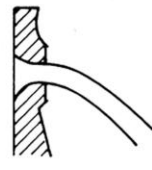
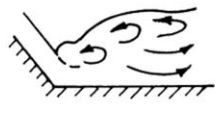
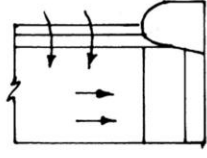
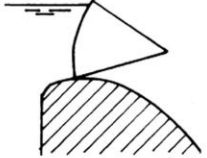
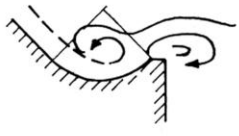
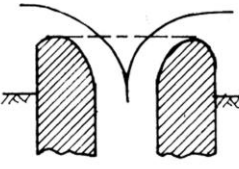
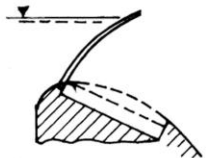
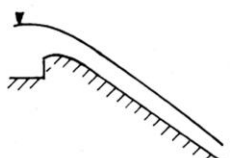
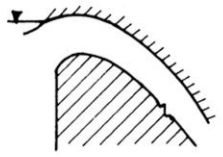
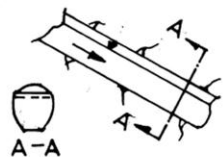
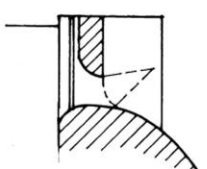
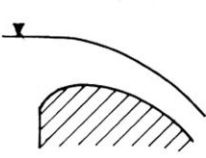
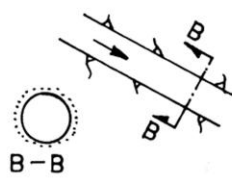
(1) Üstten akışlı dolusavaklar, (2) Serbest düşümlü dolusavaklar, (3) Yan dolusavaklar, (4) Labirent dolusavaklar, (5) Açık kanallı dolusavaklar, (6) Tünelli dolusavaklar, (7) Kuyulu(şaft) dolusavaklar, (8) Sifon dolusavaklar, (9) Menfez dolusavaklar.

6-Malzemelerine Göre Sınıflandırma

(1) Ahşap dolusavaklar, (2) Kârgir dolusavaklar, (3) Beton dolusavaklar, (4) Çelik dolusavaklar, (5) Lastik dolusavaklar (Ağıralioğlu, 2007).

2.3. Dolusavak Tipleri

Dolusavak tipleri genel anlamda kapaklı ve kapaksız olarak ayrılrsa da yaygın kullanım tipleri akış şekillerine göre sınıflandırılarak kullanılan tipleridir. Şekil 2.2’de dolusavak tiplerinin genel sınıflandırılması ve kendilerine özgü şekilleriyle gösterimi kullanılmıştır.

A	B	C	D
Su Alma Yapısı	Su Tutma Yapısı	Kanal Yapısı	Enerji Kırıcı Yapısı
A-1  Serbest Akış	B-1  Basit Kapak	C-1  Serbest Düşüm	D-1  Enerji Kırıcı Havuz
A-2  Toplama Kanalı	B-2  Radyal Kapak	C-2  Basamaklı	D-2  Yuvarlak Uçlu
A-3  Şaft Dolusavak	B-3  Katlanır Kapak	C-3  Şüt Yapısı	D-3  Fırlatma Eşiği
A-4  Sifon Dolusavak	B-4  Sigorta	C-4  Serbest Akışlı Tünel	D-4  Düşü Havuzu
A-5  Orifis Dolusavak	B-5  Kapaksız	C-5  Basıncılı Tünel	D-5  Labirent Dolusavak

Şekil 2.2. Dolusavak tipleri genel bakış (Vischer, 1988)

2.3.1. Karşıdan alışı dolusavaklar

Bu tipte akım dolusavak kretine dik girer ve yön değiştirmeden yoluna devam eder (Bekem,1970). Şekil 2.3’de karşıdan alışlı bir örnek dolusavak gösterilmiştir.



Şekil 2.3. Kılavuzlu Barajı Dolusavağı

2.3.2. Yandan alışı dolusavaklar

Bu tipte ise akım krete dik olarak gelmekte olup, sonrasında 90°’lik yön değiştirerek yoluna devam etmektedir. Dolusavak kreti ve feyezan dengelenmesi aynen karşıdan alışı gibidir (Bekem,1970). Şekil 2.4’te yandan alışı dolusavaklara bir örnek gösterilmiştir. Bu tiplerde tek bir hazne şekli olmamakla birlikte birçok farklı geometride su kanala alınabilmektedir.



Şekil 2.4. Almus Barajı Dolusavağı

2.3.3. Tünelli dolusavaklar

Akımın kapalı tüneller aracılığıyla mansap kısmına bırakıldığı dolusavak türleridir. Bu yapılar daha çok sol veya sağ sahil kullanılarak inşa edilirler. Zemin RMR değerlerinin iyi olması beklenir. Şekil 2.5'te tünelli dolusavaklara örnek gösterilmiştir.



Şekil 2.5. Kürtün Barajı Tünelli Dolusavağı

2.3.4. Labirent dolusavaklar

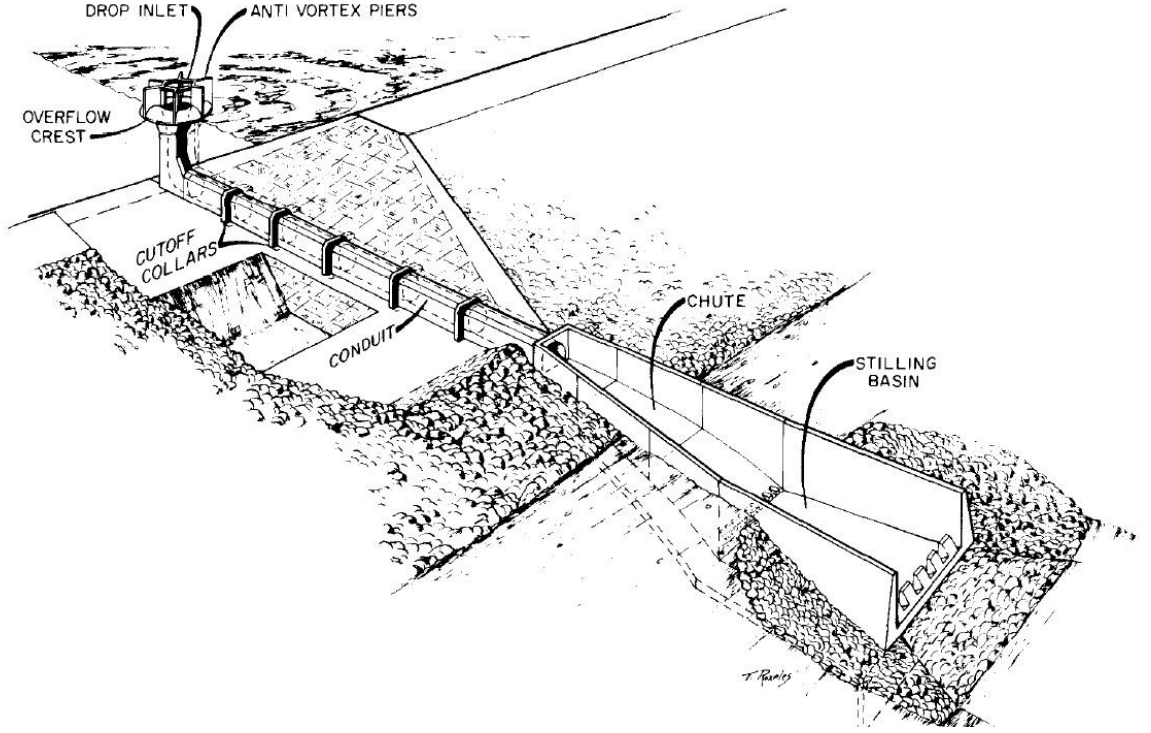
Labirent dolusavaklar belirli bir kret kotu ve dolusavağın yerleştirileceği genişlik değiştirilmeden dolusavak deşarj kapasitesini arttırmak veya kret kotunu yükselterek deşarj kapasitesini düşürmeden rezervuarın depolama kapasitesini arttırmak amaçları ile kullanılabilir. Labirent dolusavaklar Şekil 2.6'da da görüldüğü gibi belirli bir dolusavak genişliğinde doğrusal dolusavaklara nazaran planda çok daha uzun bir kret uzunluğu sağlayan serbest yüzeyli akımın yer aldığı bir dolusavak tipidir. Şekil 2.6'da Ute Barajı örnek olarak gösterilmiştir.



Şekil 2.6. Ute Barajı Labirent Dolusavağı

2.3.5. Şaft dolusavaklar

Kontrollü veya kontrolsüz yapılabilirler. Akım bir deşarj tüneli yardımıyla mansaba iletilmektedir. Ülkemizde Alakır Barajı'nda kullanılmıştır (Şentürk, 1988). Kuyulu dolusavaklarda akımı kontrol eden yapı elemanı olan giriş ağzı bir huniyi andırır ve ince kenarlı bir savak üzerinden aşan su napının şeklini yansıtır. Şekil 2.7'de şaft dolusavakların tipik kesiti gösterilmiştir. Bu tip dolusavak ülkemizde çok yaygın değildir. Büyük titreşimler oluşturabileceğinden genellikle katastrofal debisi düşük olan barajlarda önerilir. Fakat ülkemizde Kars Sefaköy Barajı'nda $2000 \text{ m}^3/\text{s}$ 'lik debiyi geçirecek şekilde çapı 17 m olan bir şaft dolusavak bulunmaktadır.



Şekil 2.7. Kuyulu Dolusavak Tipik Kesit (USBR, 1987)

2.3.6. Sifon dolusavaklar

Sifonlu dolusavaklar genellikle küçük debilerde inşa edilmişlerdir. Buna sebep tıkanmalar ve büyük titreşimler verilebilir. Ladik Gölü boşaltma ağızı böyle bir sifonlu dolusavak ile inşa edilmiştir (Şentürk, 1988).

2.3.7. Basamaklı dolusavaklar

Basamaklı dolusavaklar akımın enerjisinin büyük bir bölümünün dolusavak boyunca sönmülmesi amacı ile kullanılmaktadır. Basamaklar dolusavak boyunca oluşan enerji sönmülmesini çok büyük oranda artırır ve mansapta ihtiyaç duyulan enerji kırıcı yapıların boyutlarını ve maliyetlerini önemli derecede azaltırlar. Klasik dolusavaklar ile kıyaslandığında, basamaklı dolusavaklarda, toplam enerjinin ortalama %70-%80 civarında sönmülenebileceği ve artı kalan enerjinin sönmülmesi için mansapta sadece küçük bir yapıya ihtiyaç duyulabileceği ortaya çıkmaktadır. Son yıllarda silindirik sıkıştırılmış beton barajların (SSB) inşaatındaki gelişmelerden ve bu tip barajların dolgu barajlara göre olan

avantajları göz önünde bulundurularak Türkiye’de de bu tip barajların tasarımına ağırlık verilmeye başlanmıştır. Türkiye’de SSB tipi olarak tasarımı yapılan ilk yüksek düşülü baraj Çine Barajı ve HES’tir. Şekil 2.8’de Akdeniz bölgemizde bulunan Çine Barajı görülmektedir.



Şekil 2.8.Çine Barajı Basamaklı Dolusavağı

2.4. Dolusavak Tip Seçimi

Dolusavak tip seçimine aşağıdaki parametreler incelenerek başlanmaktadır.

1. Baraj Tipinin Özellikleri
2. Topoğrafik Durum
3. Jeolojik Durum
4. Hidrolojik Durum
5. Ekonomik Durum

Taşkın dalgasının özellikleri ve taşkının mansapta yaratacağı zarar, doğrudan doğruya tip seçimine etki etmektedir. Taşkın dalgasının hacmi ile dolusavağın su geçirme özellikleri mansaptaki taşkınları yatağın taşıyabilmesi için uyumlu olmalıdır.

Dolusavağın tipi ve kapasitesi seçildikten sonra haznenin işletilmesi hesaplarına gidilmeli ve mansap taşkın debileri taşkın ötelemesi hesaplarıyla kontrol edilmelidir. İstenilen sınırlar geçiliyor ise yeniden tip çalışması yapılması zorunluluğu vardır.

Dolusavak tipi ve kapasitesi, en uygun olmayan durumlarda bile, memba su seviyesinin tehlikeli seviyeyi geçmemesi sağlanacak şekilde seçilmektedir.

Yukarıdaki özellikleri gerçekleştiren birden fazla çözüm varsa, karar maliyet analizleri sonucu verilmelidir. Bu maliyetin içinde barajın maliyeti de vardır. Çünkü dolusavağın tipi barajın tipi ile doğrudan ilgilidir.

2.4.1. Baraj tipine bağlı olarak dolusavak tipinin belirlenmesi

Beton barajlarda vadi nispeten dar ve sağlamdır. Bundan dolayı savağı yerleştirmek için yamaçlarda yer bulunmayabilir. Böyle hallerde savak baraj sırtına yerleştirilebilir.(Porsuk Barajı). Topoğrafya bakımından savağı yerleştirebilecek bir yan vadi bulunabiliyorsa yapıyı buraya oturtmak mümkündür (Gökçekaya Barajı). Her iki halde de kullanılacak olan, Creager veya benzeri bir profilli dolusavak kullanılabilir.

Vadide dolusavağı oturabilecek sağlam bir temel bulunamıyorsa ve dolusavak baraj sırtında da yapılamıyorsa bu durumda kuyulu savaklar kullanılabilir (Alakır Barajı). Bazı hallerde yamaç yetersiz ve baraj gövdesi de oyuktur (Payandalı barajlar). Taşkın debisini geçirebilmek için savak, papatya şekilli veya ördek gagası şekilli yapılır.

İnce kemer barajlarda savak genellikle kemerin üzerinde bulunur. Sırt eğrisi olarak Creager profilinin baş tarafı kullanılmaktadır. Su napı ile baraj gövdesi arasında kalan hava su tarafından sürüklendiği için savaklanma esnasında titreşimler ve sapmalar yer alabilir. Bunu önlemek için savak tepesine yerleştirilen mahmuzlarla nap yırtılarak bahsedilen bölgeye havanın girmesi sağlanır. Aynı çözüm çelik kapakların kelebeklerine de uygulanır. Bunların üzerinde küçük mahmuzların yerleştirilmesinin nedeni su çarpmalarının önlenmesidir.

Toprak barajlarda gövdenin üzerine savak oturtulamaz. Çünkü savaklanma olayı sırasındaki titreşimler ve bundan dolayı oluşacak sızıntılar gövdeye zarar verebilir. Genel olarak savak yamaçlardan birine yerleştirilmek istenir. Bu durumda yan savak çözümüne gidilir ki, hidrolik bakımından pekiyi bir çözüm sayılmaz. Savak içine giren su 90 derece yön değiştirir. Hidrolikte yön değiştirme büyük türbülans yaratabilen bir olaydır.

Vadide yer varsa yan savak yerine yelpaze şekilli savaklardan da yararlanılabilir. Gerek yan savak gerekse yelpaze savaklarda görülen hidrolik yetersizlikleri önlemek için toprak barajlarda kuyulu savak da kullanılmıştır. Son senelerde karışık tipli savaklar çok

uygulanmaktadır. Genellikle toprak barajlara uygulanır. Bunlar örneğin kapaklı bir dolusavak üzerine bindirilmiş kapaksız bir dolusavaktan oluşabilir (Şentürk, 1970).

Bu çalışmada genel olarak şu alternatif baraj tipleri göz önüne alınmıştır.

1. Toprak Dolgu Barajlar
2. Kil Çekirdekli Kaya Dolgu Barajlar
3. Ön yüzü kaplamalı Kaya Dolgu Barajlar
4. Silindirle Sıkıştırılmış Beton Barajlar
5. Klasik Beton Ağırlık Barajlar
6. İnce Kemer Barajlar
7. Kemer Ağırlık Barajlar
8. Payandalı Barajlar
9. Birleşik Barajlar

2.4.2. Topoğrafyaya bağlı olarak savak tip seçimi

Baraj tipine bağlı olarak kullanılabilecek dolusavaklar seçildikten sonra bunlar arasında topoğrafyaya uygunluk bakımından bir ayırım yapılarak son tipe karar verilir. Topoğrafya daha ziyade inşaatın maliyetine etkimektedir. Özellikle kazı maliyeti ve kazıdan çıkacak malzemenin baraj gövdesinde kullanılabilmesi hususu tip seçiminde önemli etkenlerdir.

Genel olarak vadi tipleri:

- Dar V şekilli vadi
- Dar U şekilli vadi
- Orta genişlikli vadi
- Geniş vadi
- Çok geniş vadi

olarak sıralanabilir.

2.4.3. Jeolojik şartlara bağlı olarak dolusavak tip seçimi

Bu çalışmada kaya kütle sınıflandırma sistemi (RMR) değerlerinin kullanıcıdan girilmesi istenmiştir. RMR (Kaya Kütle İndeksi) Sınıflama Sistemi yapılan gözlem ve

ölçümlere dayalı olarak geliştirilen RMR sınıflama sistemi değerleri şöyledir: Sistem, kaya kütlelerini 0-100 aralığında tanımlamış ve beş parçaya bölmüştür. 0-20 aralığı çok zayıf kaya, 21-40 aralığı zayıf kaya, 41-60 aralığı vasat kaya, 61-80 aralığı iyi kaya ve 81-100 aralığı çok iyi kaya olarak tanımlanmıştır.

Tablo 1. Kaya kütleleri için RMR puanına göre izin verilebilir net taşıma gücü (Sönmez ve Ulusoy, 2002)

Kaya Kütle Sınıfı	I	II	III	IV	V
Kaya Kütle Tanımı	Çok iyi	İyi	Orta	Zayıf	Çok zayıf
RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	20 - 0
q_a (t/m ²)	600 - 440	440 - 280	280 - 135	135 - 45	45 - 30

Jeolojinin temel konusunda karar alınabilmesi için birinci derecede etken olduğu bilinmektedir. Temel ise doğrudan doğruya dolusavak tipine etki eder. Konu mühendislik jeolojisini ilgilendirmektedir. Dolusavak yapısının temeli, üç şekilde incelenir.

- Temelin oyulabilirliği,
- Titreşimlerin etkisi,
- Yüksek hidrolik yüklerin etkisi.

Bunların incelenebilmesi için aşağıdaki bilgilere gereksinim vardır.

- Temel kayasının durumunu gösteren plan ve kesitler,
- Temel yöresinde bulunan fayların plan ve kesitteki durumu,
- Temel kayasının durumu ve yer altı suyunun değişimleri.

Temel kayası sık ve sağlam ise savak tipinde bir kısıtlamaya gidilmez. Aksi halde duruma göre çeşitli çözümler üretilebilir. Her özel hal için problem ayrıca ele alınarak incelenmelidir.

a-Yüksek hidrolik basınçların bulunma durumu

Yüksek barajlarda karşılaşılr. Bu durumda temel kayası sağlam ve yüzeysel olmalıdır. Sağlam kaya derinde ise kuyulu savak tipine gidilebilir. Temelde faylar hiç olmamalı ve varsa da bunlar aktif olmamalıdır. İstenilen kalitede temel bulunamıyor ise ve mühendislik kuralları yardımıyla fayları zararsız hale getirmek mümkün değilse, bu yere normal bir dolusavak oturtmak tehlikeli olabilir. Savağın yerini değiştirerek çözüm bulunabilir. Keban Barajı'nda bu tip fayların var olması yüzünden dolusavak ekseninin doğrultusu değiştirilmiştir. Yüksek hidrolik basınçlar altında yetersiz bir jeolojik ortam alt basınçların ani sıçramalarına neden olabilir. Bu takdirde savak tehlikeye girer bu tip temeller üzerine alçak basınçlar yaratan alçak dolusavaklar yerleştirilebilir. Seyhan Barajı'nın dolusavağı buna bir örnektir.

b-Savak üzerinde veya sıçratma ucunda titreşimlerin bulunması hali

Bu tip savakların veya sıçratma uçlarının bulunması halinde temelin çok sağlam olması gerekir. Kayanın homojenliğine de özellikle dikkat edilmelidir. Temeldeki jeolojik şartların yetersizliği yüzünden Keban Barajı'nın dolusavağının sıçratma ucunun tipinde değişikliğe gidilmiş, titreşim yaratan deflektörler yerine napı yayan bir çözüm kabul edilmiştir. Şist ve kumtaşı cinsinden kayalara, sıçratma uçlarının oturtulmamasına çalışılmalıdır

Düşüm havuzlarında titreşim varsa temel malzemesi sıkışır ve beklenmeyen oturmalar sonucu yapı zarar görür. Böyle hallerde sağlam kayaya inilmeli veya sağlam kaya çok derinde ise savak sırtından başlayan bir sıçratmaya gidilmelidir. Bu da yapılamıyorsa savağın yerini değiştirmek ve tipi üzerinde çok ayrıntılı incelemelere gitmek gerekir.

Titreşim yaratan yapılar, kuyulu savaklar, sifonlu savaklar, menfezli savaklar ve alt basınçlı dolusavaklardır. Jeolojik durum hiçbir şekilde uygun değilse doğrusal eksenli ve alt basıncı sıfır olan Creager profilli dolusavaklar tercih edilir.

Titreşim yaratan yapımlar kuyulu savaklar, sifonlu savaklar, menfezli savaklar ve alt basınçlı dolusavaklardır. Jeolojik durum hiçbir şekilde müsaade vermiyor ise yalnızca doğrusal eksenli, alt basıncı sıfır olan creager profilli dolusavaklar tavsiye olunur.

c-Oyulabilir temeller üzerine oturan dolusavaklar hali

En kötü jeolojik şartlara tekabül eder. Temel kayası yoktur veya çok derindedir. Malzeme gevşektir ve itimad edilemez. Bu koşullar altında yalnızca, alt basıncı sıfır olan, doğrusal eksenli dolusavaklara gidilmelidir. Böylece titreşimler ve bunlardan doğacak oturmalar önlenmiş olur. Böyle zeminlerde sıçratmalı uçlara gidilmesi oyulma bakımından tehlikelidir (Berkün, 2007).

2.4.4. Hidrolojik şartlara bağlı olarak dolusavak tipinin belirlenmesi

Hidrolojik karakteristikler aslında büyük ölçüde katastrofal debi ile ilgilidir. Dolusavağın kapaklı veya kapaksız olması büyük oranda hesaplanan katastrofal debi ile ilgilidir. Debi miktarının büyük olduğu durumlarda ya baraj yüksekliğini ya dadolusavak eşik genişliğini fazla tutmak gerekir. Her ikisi de maliyeti arttıran faktörlerdir. Bu durumda kapaklı dolusavak yapmak en uygun çözümdür.

Feyezan kontrolünün gerekmediği ve gelen debinin az olduğu durumlarda kapaksız dolusavaklar tercih edilirler. $Q_p=Q_{100}$ olduğu durumlarda da kapaksız dolusavak çözümüne gidilebilir.

2.4.5. Ekonomik şartlara bağlı olarak dolusavak tipinin belirlenmesi

Teknik bakımdan yapılabilir olduğu saptanan dolusavaklar arasından bir seçim yapabilmek için ekonomik kriterlere gidilir. Buna göre en ekonomik çözüm de belirlenmiş olacaktır.

Ekonomik şartların saptanması yapıyı meydana getiren birimlerin bedellerin toplanması ile olur. Bazı etkili kalemler aşağıda sıralanmıştır.

- a) Değişik tiplerin ücretleri
- b) Baraj yüksekliğinin dolusavak tipinden doğan değişiminin bedeli
- c) İstimlak bedelleri
- d) Barajın memba ve mansabında taşkınlar dolayısıyla ödenmesi gerekli hasar bedelleri
- e) Dolusavak kapasitesinin artırımının maliyete etkisi
- f) Dip savaklarının taşkın savunulmasında kullanılması halinde maliyet değişimleri(Şentürk,1970)

3. ENERJİ KIRICI YAPILAR

3.1. Enerji Kırıcı Yapıların Planlanması

Bir dolusavağın tabanında meydana gelen kinetik enerjinin sönümlenmesi ve akım rejiminin nehir rejimine dönüştürülmesi için yapılan yapılardır. Bu yapılar sadece bırakıldıkları nehir yatağının erozyonunu önlemek için değil aynı zamanda birleşik baraj elemanlarının yüksek hızda oluşan türbülanslı akımları da önlemektedir. Bu enerji kırıcı yapı elemanları da ek sorunlar yaratabilir. Bu nedenle tip seçimi önemlidir (Khatsuria, 2005).

Dolusavaklardan bırakılan suyun yüksekliğinden dolayı kazandığı enerjinin mansap su yapılarına zarar vermemesi için inşa edilirler. Enerji kırıcı yapılar doğru planlanmadığı takdirde mansap oyulmalarına veya hidrolik sıçramanın doğru bir şekilde sönümlenmediği takdirde kavitasyonlara sebebiyet vermektedir. Mansap oyulmaları barajların yıkılmasına sebebiyet verebilmektedir. Enerji kırıcı tip seçimi dolusavak tip seçimine kıyasla daha kolay seçilebilmektedir.

Enerji kırıcı tip seçimi bir çok faktöre bağlıdır. Büyük oranda yapılacağı bölgenin karakteristiklerine, kırılacak enerjinin büyüklüğüne, dolusavağın kullanılacağı süre ve sıklığa bağlıdır diyebiliriz. Tüm gereksinimleri düşünerek gerekli tip seçimi yapılmalıdır. Enerji kırıcı tipine bakılmaksızın tüm enerji kırıcı tipleri acil durumlarda gereken yüksek deşarj kapasitesinde çalışabilmelidir (ASCE,1995).

Enerji kırıcı yapısı tip seçimine etki eden faktörleri Froude sayısı, etek hızı, dolusavak tipi ve mansap kısmının jeolojik özellikleri olarak sıralanabilir.

3.2. Enerji Kırıcı Yapıların Tipleri

Enerji kırıcı yapılar hidrolik harekete, enerji kırılmasının şekline göre ve ana akımın şekil veya geometrisine göre üç şekilde sınıflandırılabilir (Khatsuria, 2005).

Dolusavak boşaltım kanalından sonra suyun enerjisinin kırılması gerekmektedir. Bu amaçla ya sıçratma eşiği veya düşüm havuzu inşa edilmektedir. Ayrıca kemer barajlarda serbest düşen jetin enerjisi, mansapta inşa edilen bent ile bir havuz oluşturularak kırılmaktadır (Örneğin; Berke Barajı). Berke Barajı'nda enerji sönümlemek amacıyla mansapta 45 m yüksekliğinde bir baraj yapılmıştır.

Düşüm havuzları suyun hızını azaltarak enerjiyi kırarlar. Böylece mansap oyulmalarının önüne geçilir. Feyezan suyu emniyetli bir şekilde mansaba aktarılır. Düşüm havuzu tip seçimi Froude sayısına göre yapılır. Bunun yanında şüt kanalı mansap ucundaki hız da dikkate alınır. USBR tarafından dört (4) tip düşüm havuzu önerilmiştir.

Sıçratma eşiği büyük Froude sayılarında ve jeolojinin elverişli olduğu durumlarda kullanılmaktadır (Örneğin Keban, Karakaya ve Atatürk Barajları'nın dolusavaklarında sıçratma eşiği kullanılmıştır). Düşüm havuzunun dört (4) türü vardır. Bunlar; USBR Tip I, USBR Tip II, USBR Tip III ve USBR Tip IV'tür.

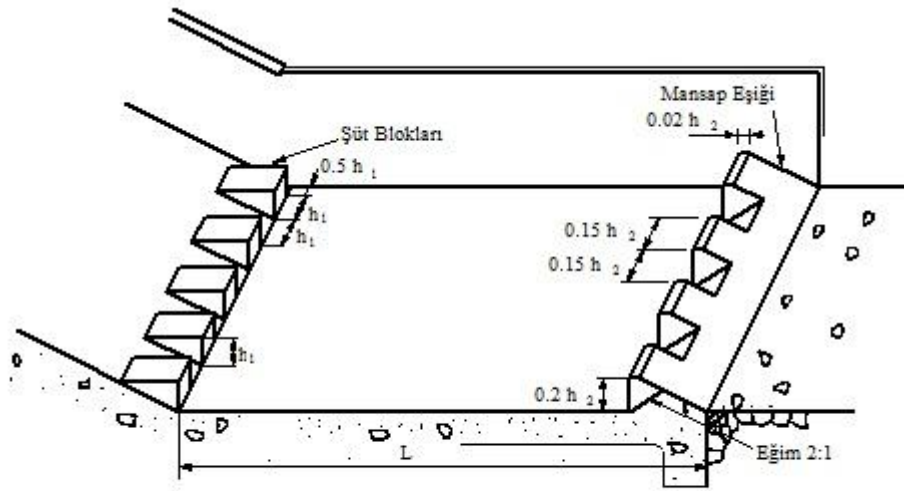
3.2.1. USBR Tip I

Froude sayısı 1.7'den küçük olduğu zaman eşlenik sıçrama derinliği h_2 , yaklaşım derinliğinin hemen hemen iki katına eşit veya kritik derinlikten %40 kadar büyüktür. Çıkış hızı v_2 yaklaşım hızının aşağı yukarı yarısına eşit veya kritik hızdan %30 kadar daha azdır. Kanal kaplaması uzunluğu, derinliğinin değişmeye başladığı noktadan itibaren $4h_2$ 'den küçük değilse ve gelen akımın Froude sayısı 1.7'den küçükse akımı sakinleştirecek düşü havuzuna ve enerji kırıcı bloklara gerek yoktur. Bu durumda **USBR Tip I** kullanılır.

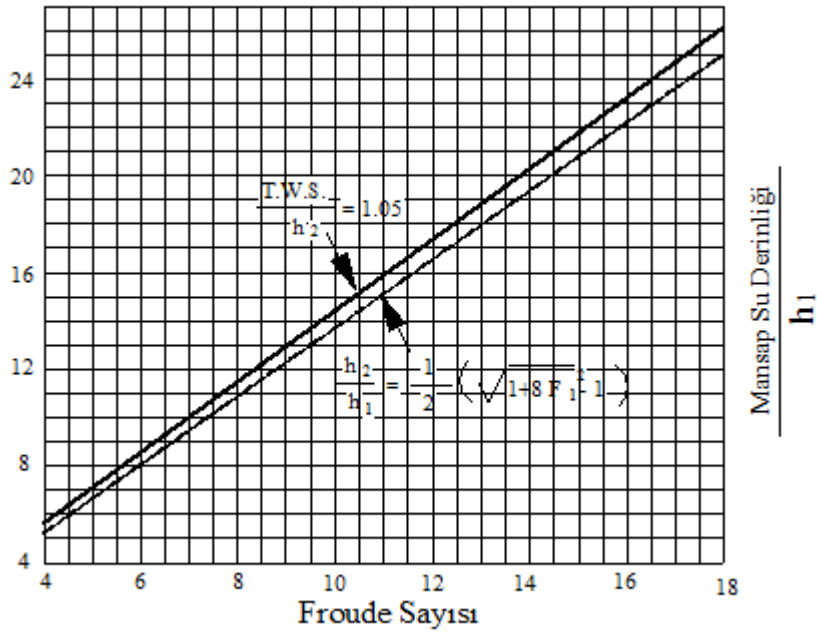
Froude sayısı 1.7 ile 2.5 arasında olması durumunda; etkin türbülans olmadığı için eşik ve enerji kırıcı bloklara gerek yoktur. Burada da havuz tipi **USBR Tip I** kullanılır.

3.2.2. USBR Tip II

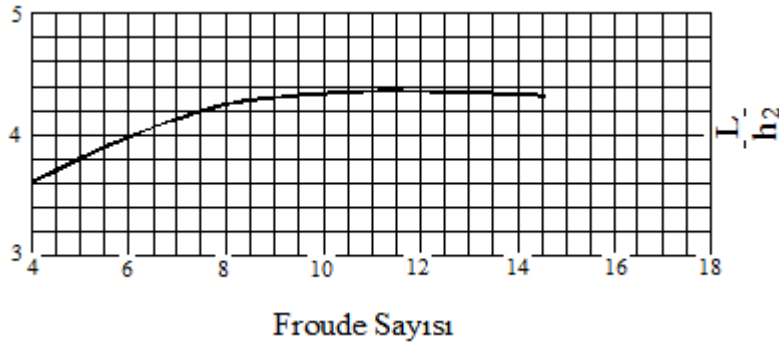
Yaklaşım hızının 15 m/s'yi aştığı veya enerji kırıcı blokların yapılmadığı durumlarda **USBR Tip II** kullanılabilir (Şekil 3.1). Enerji kırılması daha ziyade hidrolik sıçrama ile temin edildiğinden II. Tip havuz uzunluğu, III. Tip havuz uzunluğundan büyük olacaktır. Bununla birlikte şüt blokları ve dişli mansap eşiğinin bulunması havuz boyunu şüt blokları ve dişli mansap eşiği olmadığı zaman gerekli havuz boyuna nazaran oldukça kısılacaktır. Bu taktirde sıçramanın havuz dışında meydana gelmesi ihtimalini azaltmak için havuzdaki su derinliği, hesaplanan eşlenik sıçramadan %5 kadar büyük alınmalıdır. Bu tip düşüm havuzu boyutlandırılmasında Şekil 3.2 ve 3.3 kullanılmaktadır.



Şekil 3.1. USBR Tıp II



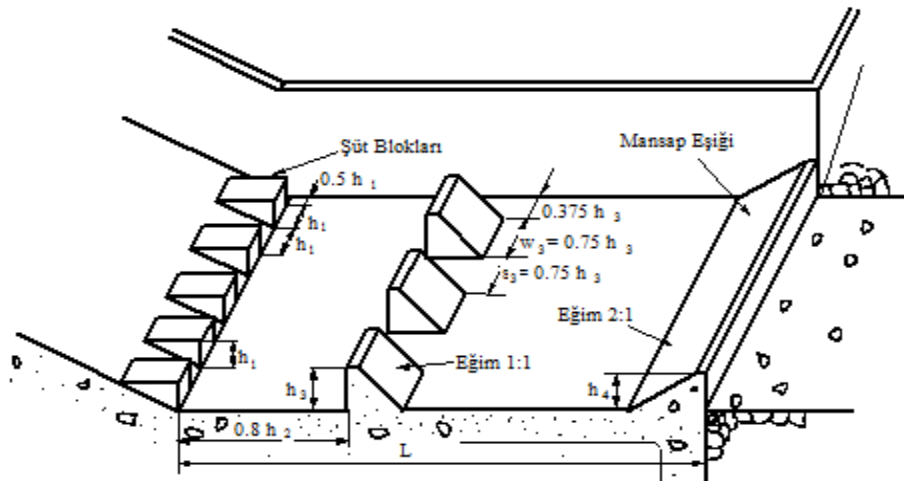
Şekil 3.2. USBR II. Tıp düşüm havuzunun minimum mansap su derinliği



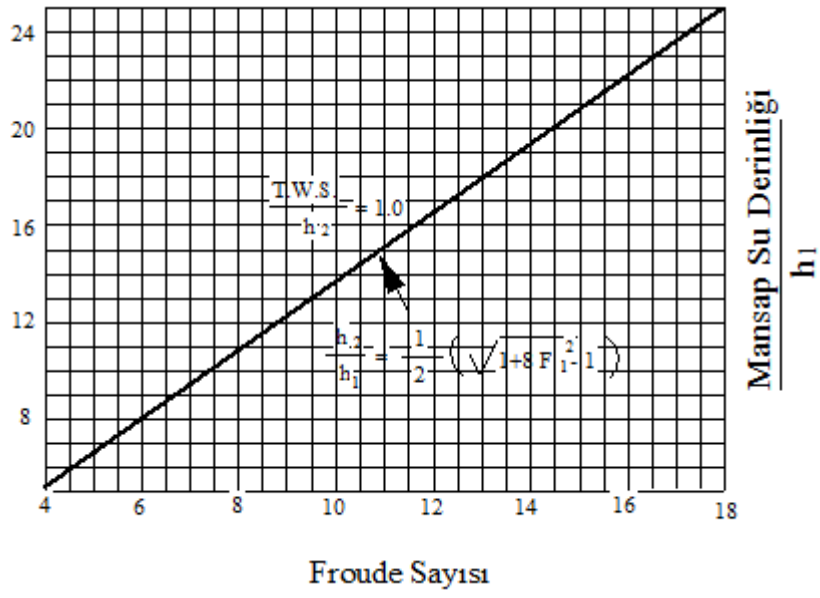
Şekil 3.3. USBR II. Tip düşüm havuzunda sıçrama uzunluğu

3.2.3. USBR Tip III

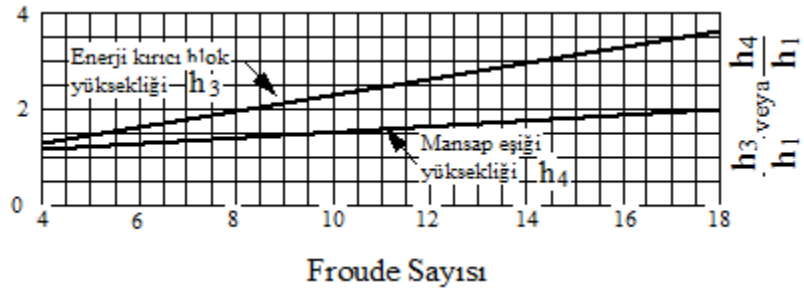
Froude sayısı 4.5'ten büyük olduğu zaman gerçek bir sıçrama meydana gelir. Şüt blokların, enerji kırıcılar ve eşiklerin havuz tabanı boyunca yapılması, sıçrama uzunluğunu kısalttığı gibi mansap su seviyesinin düşük olduğu durumlarda da sıçramanın mansaba doğru kaymasına karşı bir emniyet katsayısı da temin eder. **USBR Tip III** havuz yaklaşım hızının 15 m/s'den az olduğu durumlarda kullanılabilir (Şekil 3.4). (Bureau of Reclamation, 1987).



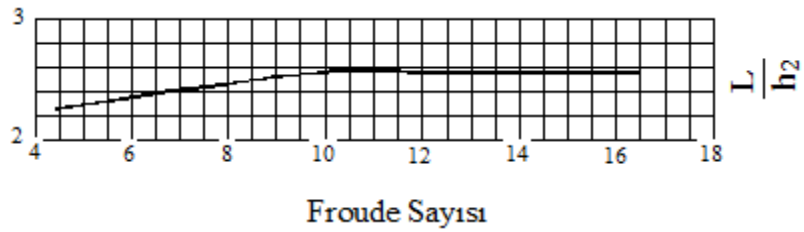
Şekil 3.4. USBR III. Tip Düşüm Havuzu



Şekil 3.5. USBR III. Tip düşüm havuzunun minimum mansap su derinliği



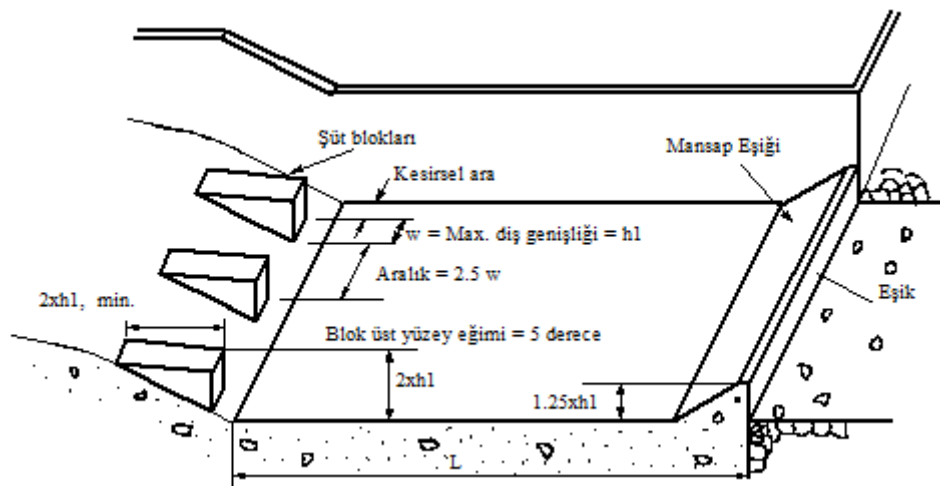
Şekil 3.6. USBR III. Tip düşüm havuzunda blok ve mansap eşiği yüksekliği



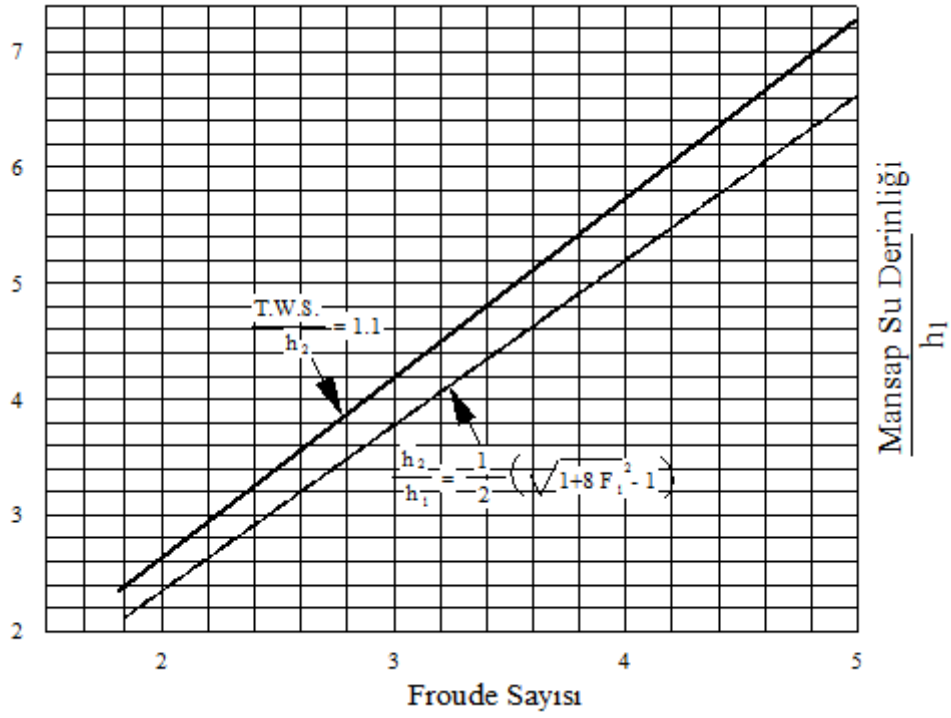
Şekil 3.7. USBR III. Tip düşüm havuzunda sıçrama yüksekliği

3.2.4. USBR Tip IV

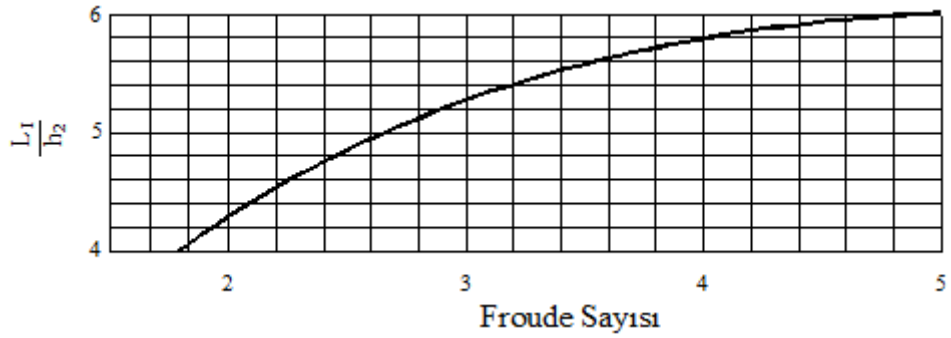
Froude sayısı **2.5 ile 4.5** arasında iken tam bir hidrolik sıçrama gelmediği için geçiş akım safhasına tekabül eder, mevcut dalga hareketi düz döşemeli dinlenme havuz tertibatı ile kontrol edilemediği için enerji kırılmasında en az etkili olanıdır. Dalgalar havuz sonunun ötesinde de etkisini gösterdiği için havuzdan ayrı tertiplerle dalgaların enerjisini kırmak gerekmektedir. Bu durumda, **USBR Tip IV** kullanılmaktadır. Şekil 3.8’te USBR Tip IV gösterilmiştir. Bu tip düşüm havuzu boyutlandırılmasında Şekil 3.9 ve 3.10 kullanılmaktadır.



Şekil 3.8. USBR IV. Tip Düşüm Havuzu



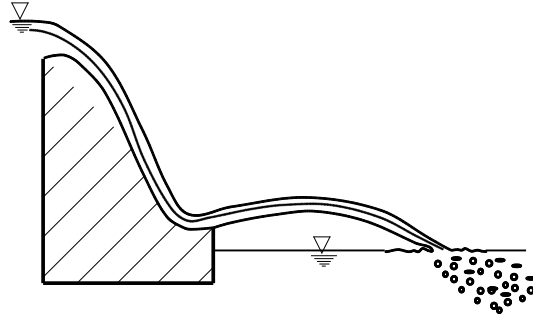
Şekil 3.9 USBR IV. Tip düşüm havuzunun minimum mansap su derinliği



Şekil 3.10. USBR IV. Tip düşüm havuzunun sıçrama uzunluğu

3.3. Havaya Fırlatmalı Enerji Kırıcılar

Yapıdan çıkan su, akarsu yatağına ulaşmadan bir saptırıcı eşik vasıtası ile fırlatılarak yapıdan yeterice uzağa fırlatılır. Suyun fırlatıldığı yerde ayrı bir düşüm havuzu bulunmamaktadır. Şekil 3.11’de şematik olarak havaya fırlatmalı bir enerji kırıcı gösterilmiştir.



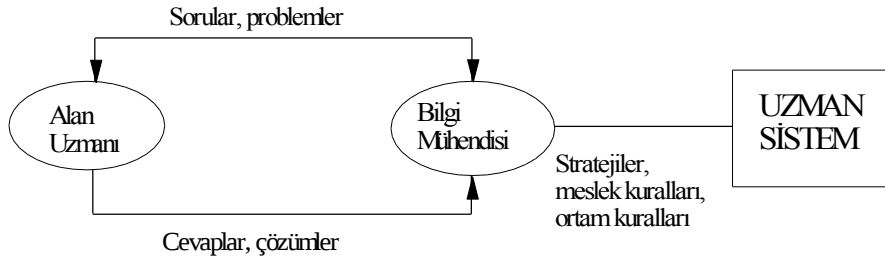
Şekil 3.11. Havaya fırlatmalı enerji kırıcının şematik olarak gösterilişi

4. UZMAN SİSTEMLER

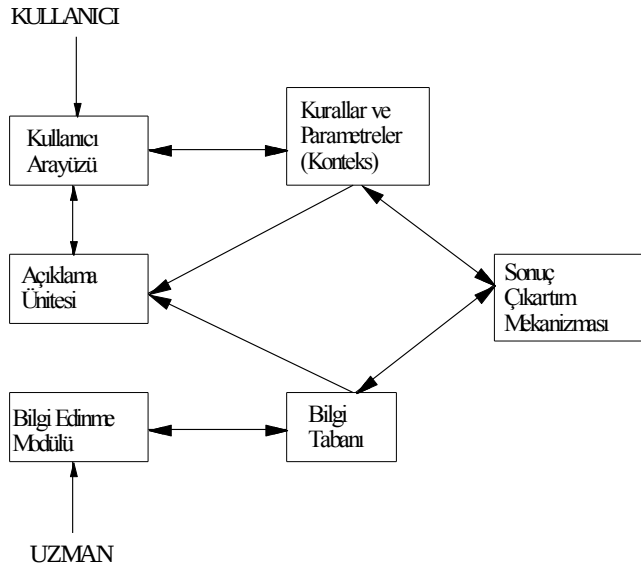
4.1. Uzman Sistemler ve Uygulamaları

'Bilgi Çağı' ve 'Bilgi Toplumu' gibi terimlerin sıklıkla kullanıldığı günümüzde bilginin önemi daha açık bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Bilginin önemi arttığı oranda o bilgiye ulaşabilmeyi sağlayan sistemlerin de önemi artmaktadır. Birçok organizasyon bilgiyi toplamak, organize etmek ve dağıtmak için bilgisayar destekli bilgi sistemlerini kullanmaktadır.

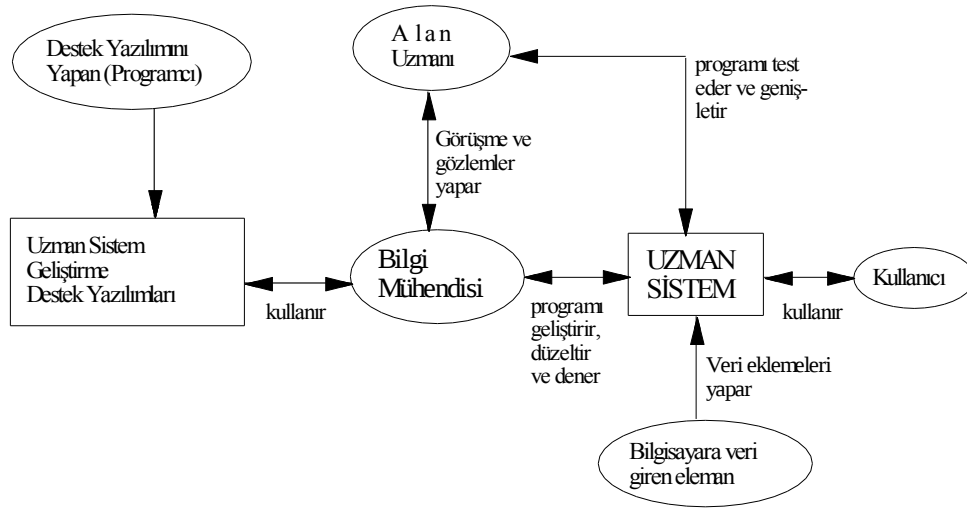
Uzman sistemler, (US) Yapay Zeka'nın (YZ) bir alt bölümünü oluşturmaktadır. Her zaman kaliteli ve ekonomik yapılar üretmek için, özel bir konuda deneyimli ve bilgili eleman bulmak ve yetiştirmek kolay değildir. Bu nedenle, deneyime dayalı bilgilerin uzman kişilerden alınıp, gereksinim duyan kişilere aktarılması, bu bilgilerin daha yaygın kullanılmasını sağlamaktadır. Uzman sistemler bu nesnel bilgi aktarımını başarı ile yapmaktadır. Böylece bir uzman sistem kullanıcısı, deneyim ürünü olan süzölmüş bilgilere kolaylıkla ulaşabilmektedir (Emiroğlu, 1988). Şekil 4.1'de tipik bir uzman sistem algoritması gösterilmiştir. Şekil 4.2 ve Şekil 4.3 ileri düzey uzman sistem gösterimidir.



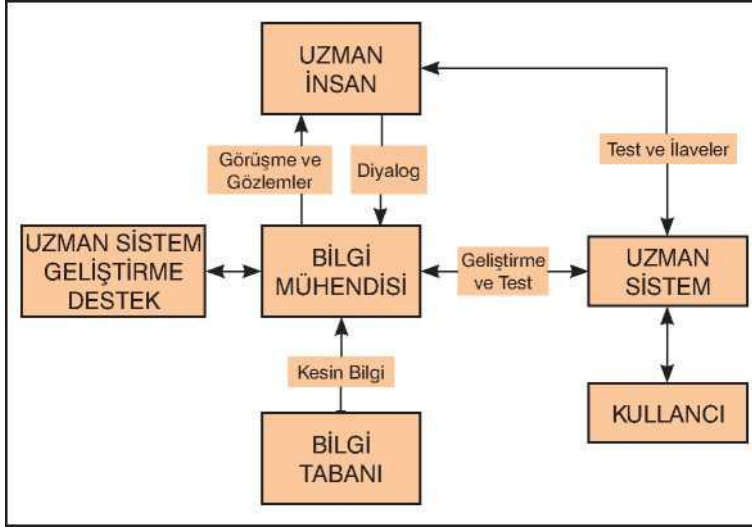
Şekil 4.1. Bilgi mühendisinin bilgileri uzmandan bilgisayar programına aktarımı
(Arslan ve Emiroğlu, 1997)



Şekil 4.2. Bir Uzman Sistemin Yapısı (Arslan ve Emiroğlu, 1997)



Şekil 4.3. Uzman Sistemde Roller (Arslan ve Emiroğlu, 1997)



Şekil 4.4. Uzman Sistem Genel Yapısı (Civalek, 2005)

Son yirmi yıl içerisinde Yapay Zeka tabanlı programlar olan Uzman Sistemler büyük dikkat çekmiştir. Uzman Sistemler, temelde uzman bir insan düzeyinde problem çözmede, insan bilgisini yoğun biçimde kullanan programlardır. Uzman ise, belirli bir konuda çok az insanda bulunabilen düzeyde bilgi sahibi olan kişidir. Yani pek çok kişinin çözemeyeceği bir problemi çözebilen veya pek çok insandan çok daha etkin ve çabuk biçimde çözebilen bir insana uzman denir. Uzman kavramı ışığında Uzman Sistemleri tekrar tanımlayacak olursak 'Ancak bir uzman insanın çözebileceği karmaşık problemlerin bilgisayar ile çözümüne olanak sağlayan sistemler' denilebilir. Uzman sistemler, akıl tarafından yönlendirilen davranışların nedeni olan düşünce yapısını keşfetmek ve insan zekasının gösterdiği fonksiyonları bilgisayara yaptırabilmek için programlanabilmesini sağlayan yöntemlerin bulunmasıdır.(Suraj,1985) Uzman Sistem ayrıca kullanıcılarına, uzmanların bilgi muhakeme yeteneklerine ulaşma ve bu yeteneklerden faydalanma olanağı veren bir bilgisayar paketi olarak tanımlanmışlardır (Samways ve Byrne-Jones, 1991). Bir Uzman Sistem belirli bir alanda bilgiye sahip uzman yada uzmanların bilgilerini depolar. Kullanıcı belirlenen alan dışına çıkmadan problemini Uzman Sisteme aktarır, Uzman Sistem de elindeki verileri kullanarak kullanıcıya uygun cevabı vermeye çalışır. Uzman Sistemlere ait ilk çalışmalar Standford Üniversitesi'nde yapılmaya başlanmıştır.

Uzman sistemin kendisi uzman değil, insan bilgisini depolayıp işlemde geçirmeye yarayan bir araçtır. Bu nedenle bilgi tabanlı sistem olarak da adlandırılır (Akınoğlu, 1992). Uzman Sistemlerin temel çalışma prensipleri şöyledir: Programı kullanan kişi Uzman

Sistem programına gerçekleri (facts) verir ve karşılığında uzman tavsiyesi veya uzmanlık alır.

Bir Uzman Sistemin temel unsuru, sistem oluşturulurken toplanan bilgidir. Bilgi, kolay islenecek şekilde özelleştirilmiş ve karar vermeye uygun hale getirilmiş durumda olmalıdır. Daha önceden de belirttiğimiz gibi Uzman Sistemler, genellikle belli uygulama alanlarında bir uzman gibi davranan programlardır. Uzman Sistemlerin bir uzman gibi davranabilmesi için belli konulardaki problemleri çözebilecek bilgiye sahip olması gerekir. Bir Uzman Sistem verdiği kararları ve davranış tarzını herhangi bir yolla gerçek bir uzman gibi açıklayabilmelidir.

Uzman sistemlerin bir kolu olan Eğer-Sonra (if-then) yapısına örnek verecek olursak Mantıksal yaklaşıma örnek verilirse; EĞER giriş uzunluğu BÜYÜK 10.0 metre VE yapı 1. Derece deprem bölgesinde VE malzeme çelik İSE Geniş başlıklı kesit kullan. EĞER V ile E kardeş VE H bu iki kardeşin Babası VE A, H'nın kızı İSE A ile V kardeşdir. EĞER Işık YEŞİL VE bekleyen taşıt fazla İSE yaya ışığını KIRMIZI yap.

Bu tezde Dolusavak ve Enerji Kırıcı Tip seçimi için kurallar MATLAB GUI programı ile yazılmıştır.

5. DOLUSAVAK TİP SEÇİMİNİN UZMAN SİSTEMLER İLE BELİRLENMESİ

Dolusavak tip seçimi oldukça karmaşık bir konudur. Bu durum çok fazla parametrenin bir birini etkilemesi nedeniyledir. Bu konuda belirli bir denklem elde etmek ya da bir dizi oluşturmak mümkün olmamaktadır. Parametrelerin çoğu nesnel ifadelerden oluşmaktadır. Doğru karar verebilmek için proje ve saha mühendislerinin tecrübelerinden faydalanılmalıdır.

Hidrolik tasarım mühendisi önceden karşılaşılmış problemleri dikkate alarak, tip seçimini birkaç mühendis ile toplantılar yaparak karara bağlayabilmektedir. Çünkü alınacak yanlış bir karar baraj maliyetini doğrudan etkileyecektir.

Dolusavak tip seçimi ile ilgili "eğer - o zaman (if-then)" yapısında bir dizi kurallar ile tip seçimi yapılabilmektedir. Çoğu kitap, makale, bildiri, teknik rapor ve tecrübeli mühendislerin söylemlerinde tip seçimleri ile ilgili "eğer-o zaman (if-then)" yapısında cümlelerle karşılaşmak her zaman mümkün olmaktadır.

Dolusavak tip seçimi, baraj yer ve tip seçiminde olduğu gibi tümüyle tecrübeye dayanmaktadır. Bu konuda uzmanlaşmış mühendis ve öğretim üyeleri ile söyleşi yaparak ve makale, bildiri, kitap gibi yazılı kaynaklardan faydalanarak kurallar oluşturulmaya çalışılmıştır. Böylece oluşturulan US birden çok kişinin tecrübesini içerecek ve daha güvenilir ve daha doğru çözüm sağlanabilecektir. Bu US birden fazla tecrübeli kişi ve yazılı kaynaktan yararlanılması bakımından eğitim amaçlı kullanılma olasılığı yüksektir.

Bir US oluşturmada kuralları oluşturabilmek en büyük problemi teşkil etmektedir. Dolusavak tip seçimine ait kurallar tümüyle tecrübeye dayandığı için literatürde bu konuda kurallar oldukça kısıtlıdır. Bu nedenle bir US'de bilgiye ulaşmak oldukça zor ve pahalıdır. Böylece, bir US oluştururken en önemli aşama bilgiye ulaşmaktır. Problem ne kadar karışık ise bilgiye ulaşmak da o kadar güç olmaktadır. Ülkemizde farklı kamu kuruluşlarında ve özel sektörde çalışan birçok deneyimli mühendis ile belirli periyotlarla görüşmeler yapılmıştır.

Bu çalışmada dolusavak planlama raporları da incelenmiştir. Yoncalı, Değirmendere, Kaş barajlarının dolusavak raporları özellikle incelenmiştir. Özellikle DSİ Genel Müdürlüğü'nün hazırladığı veri tabanına kayıtlı 800 barajın bazı karakteristik özelliklerinin yer aldığı bilgiler ışığında ülkemizde çok büyük oranda karşıdan alışı dolusavak yapıldığı görülmüştür. Ülkemizde inşa edilen barajların büyük bir yüzdesi dolgu baraj tipindedir. Bu nedenle dolusavak gövde üzerine yerleştirilememiştir. İlk akla gelen

sol veya sağ sahile yerleştirmek olmuştur. Karşıdan alışıllı dolusavak tipinin ülkemizde fazla yapılmasının nedeni budur.

Özellikle ASCE ve diğer kuruluşlar tarafından basılı bazı kitap ve makaleler titizlikle incelenmiştir. Ülkemizde baraj planlamacılığı üzerine çalışmalar yürüten başta danışman hocam olmak üzere birçok öğretim üyesi ile fikir alışverişinde bulunulmuştur.

Günümüzde yapay zeka tekniklerinden biri olarak US kullanımı önemini giderek arttırmaktadır. Sağladığı kolaylıklar sebebiyle özellikle ticari amaçlarla kullanılmaktadır. Bir US oluşturmak için piyasada birçok yazılım mevcuttur. Bu yazılımlar ücretlidir ve ayrıca yazılımların eğitimi de ücret karşılığında alınabilmektedir. Bu çalışmada MATLAB GUI arayüzü tercih edilmiş ve bir program kodu yazılmıştır.

MATLAB GUI arayüzü kullanıcılara birçok seçenek arasında kolayca değişiklik yapabilme fırsatını da sunabilmektedir. Böylece hazırlanan program kodunun güncellenmesi mümkün olmaktadır. Seçilen kriterler sonucunda kullanıcıya anlamlı sorular sorulmakta ve daha sağlıklı çözümler sunulmaktadır. Neticede program tıpkı bir tecrübeli mühendis gibi bir karara varmakta ve kararın ekrana yazdırılması sağlanmış olmaktadır.

Çizelge 2. Türkiye'de İnşa Edilen Barajların Dolusavaklarına Örnekler

Baraj İsmi	Baraj Gövde Tipi	Katastrofal Debi (m ³ /s)	Topoğrafya *	Zemin özellikleri*	Baraj Amacı	Dolusavak Tipi	Enerji Kırıcı Tipi
Keban	Birleşik	17280	4	4	Çok Amaçlı	Karşıdan Alışlı Kapaklı	Sıçratma Uçlu
Ermenek	Çift Eğrilikli Kemer	986	1	3	Çok Amaçlı	Tünelli	Vadi Ekseninde Çarpıtılmalı
Deriner	Çift Eğrilikli Kemer	9250	1	3	Çok Amaçlı	*Tünelli 8 Adet Orifis	*Vadi Ekseninde Çarpıtılmalı
Berke	Beton Kemer	7510	1	2	Enerji	Karşıdan Alışlı Kapaklı	Sıçratma Uçlu
Yusufeli	Çift Eğrilikli Kemer	9990	1	3	Enerji Taşkın Koruma	Karşıdan Alışlı Kapaklı	-
Aslantaş	Toprak Dolgu	13800	3	2	Çok Amaçlı	Karşıdan Alışlı Kapaklı	-
Tokat Turhal	Kil Çekirdekli Kaya Dolgu	758	3	3	Çok Amaçlı	Labirent Dolusavak	USBR Tip II
Sefaköy	RCC	2535	2	2	Enerji	Şaft Dolusavak	E.Kırıcı Havuz
Çaltıköy	Hardfill Dolgu	789	4	3	Sulama	Basamaklı	USBR Tip I.
Ağrı Yazıcı	Toprak+Kaya Dolgu	385	3	4	Sulama	Karşıdan Alışlı Kapaksız	USBR Tip II
Demirdöven	Kum+Çakıl Dolgu	198	4	3	Sulama	Karşıdan Alışlı Kapaksız	III. USBR Tip
Başköy	Kaya Dolgu	400	2	2	Sulama	Yandan Alışlı Kapaksız	Sıçratma Eşiği

Devam								
Erzincan	Toprak Dolgu	267	3	4	Sulama	Karşıdan Alışlı Kapaksız	Sıçratma Eşiği	
Tercan	Toprak Dolgu	2530	2	4	Sulama Enerji	Karşıdan Alışlı Kapaksız	Düşü Havuzlu	
Hamzadere	Kil Çekirdekli Kaya Dolgu	15	5	4	Sulama Taşkın	Karşıdan Alışlı Kapaksız	-	
Karaidemir	Homojen Toprak Dolgu	1154	5	4	Sulama Taşkın	Karşıdan Alışlı Kapaklı	-	
Kırklareli	Kil Çekirdekli Kaya Dolgu	1830	5	-	Sulama Taşkın İçmesuyu	Karşıdan Alışlı Kapaksız	-	
Alibey	Toprak Dolgu	1000	3	-	Taşkın İçmesuyu	Karşıdan Alışlı Kapaklı	-	
Armağan	Kil Çekirdekli Kaya Dolgu	665	2	2	Sulama	Yandan Alışlı	-	
Bakacak	Kil Çekirdekli Kaya Dolgu	500	2	2	Sulama	Karşıdan Alışlı Kapaklı	-	
Bayramdere	Kil Çekirdekli Kaya Dolgu	376	2	-	Sulama İçmesuyu	Karşıdan Alışlı Kapaksız	Tip I	
Çokal	Ön yüzü Kaplamalı Dolgu	1500	2	-	Sulama İçmesuyu	Karşıdan Alışlı Kapaksız	Tip I	
Elmalı	Beton Ağırlık	540	2	-	İçmesuyu	Karşıdan Alışlı Kapaklı	Tip I	
Gök çe	Kil Çekirdekli Kaya Dolgu	496	3	-	İçmesuyu	Karşıdan Alışlı Kapaklı	Tip I	
Gökçeada	Toprak Dolgu	163	3	-	Sulama İçmesuyu	Karşıdan Alışlı Kapaksız	Tip I	
Taşoluk	Kil Çekirdekli Kaya Dolgu	1350	3	-	Sulama	Karşıdan Alışlı Kapaklı	-	
Yenice Gönen	Kil Çekirdekli Kaya Dolgu	2760	2	-	Sulama Enerji	Karşıdan Alışlı Kapaklı	-	
Çaygönene	Kil Çekirdekli Kaya Dolgu	2850	3	-	Sulama Enerji	Karşıdan Alışlı Kapaklı	-	
Çınarcık	Kil Çekirdekli Kaya Dolgu	5192	3	-	Çok Amaçlı	Karşıdan Alışlı Kapaklı	-	
Hasanağa	Kil Çekirdekli Kaya Dolgu	196	4	-	Sulama	Karşıdan Alışlı Kapaksız	-	
Manyas	Kil Çekirdekli Kaya Dolgu	5900	2	-	Sulama- Enerji	Karşıdan Alışlı Kapaklı	-	
Nilüfer	Kil Çekirdekli Kaya Dolgu	958	2	iyi	İçmesuyu	Yandan Alışlı Kapaksız	-	
Ayvacık	Kil Çekirdekli Kaya Dolgu	1132	3	-	Sulama İçmesuyu	Karşıdan Alışlı Kapaklı	-	
Çaltıkoru	SSB	735	4	-	Sulama	Basamaklı	-	
Güzelhisar	Kil Çekirdekli Kaya Dolgu	2550	4	-	Sulama	Karşıdan Alışlı Kapaklı	-	
Havran	Kil Çekirdekli Kaya Dolgu	1406	2	-	Sulama	Karşıdan Alışlı Kapaklı	-	
Kestel	Kil Çekirdekli Kaya Dolgu	328	3	-	Sulama	Yandan Alışlı Kapaksız	-	

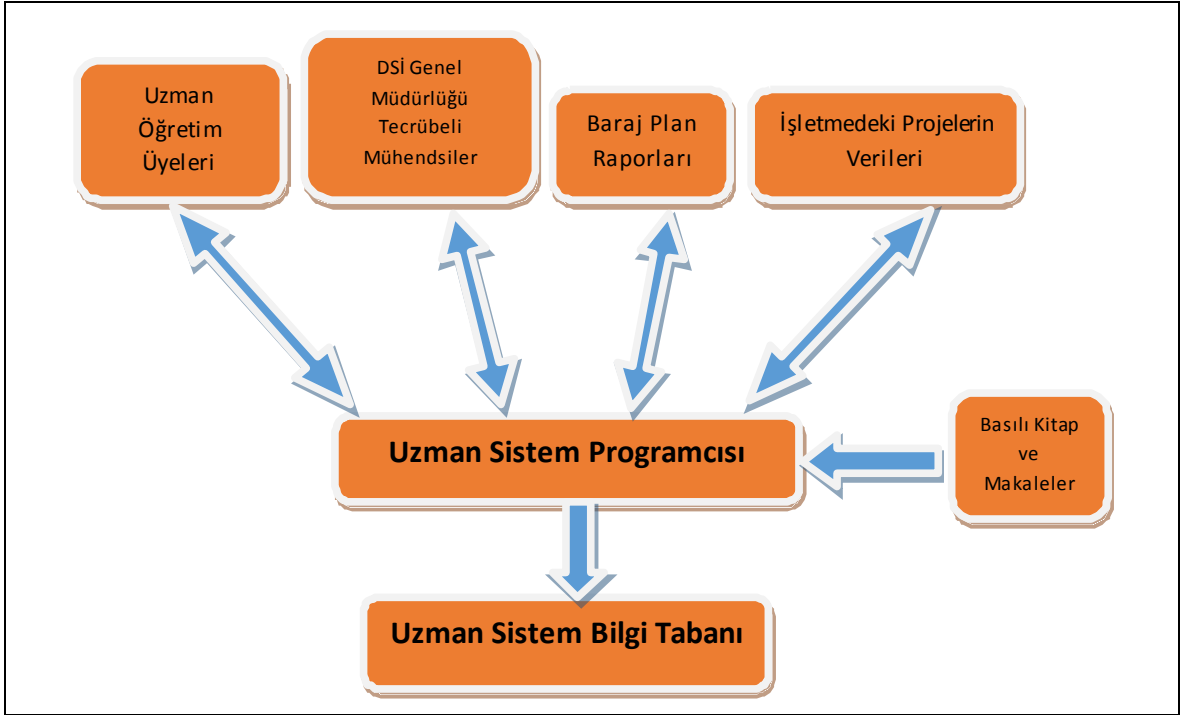
Devam Sevişler	Toprak Dolgu	1285	5	-	Sulama	Karşidan Alışlı Kapaksız	
Afşar	Kil Çekirdekli Kaya Dolgu	1312	4	-	Sulama	Karşidan Alışlı Kapaksız	
Demirköprü	Kil Çekirdekli Kaya Dolgu	7100	4	-	Sulama-Enerji	Karşidan Alışlı Kapaklı	
Gördes	Ön yüzü Kaplamalı Dolgu	2358	3	-	Sulama-İçmesuyu	Karşidan Alışlı Kapaklı	
Balçova	Kil Çekirdekli Kaya Dolgu	340	2	-	İçmesuyu	Karşidan Alışlı Kapaklı	
Beydağ	SSB	1275	4	-	Sulama	Basamaklı	
Ömerli	Kil Çekirdekli Dolgu	540	2	-	İçmesuyu	Karşidan Alışlı Kapaksız	Tip I

*Topoğrafya 1- Çok Dar, 2- Dar, 3- U Tipi, 4- Geniş, 5- Çok Geniş

**Zemin 1- Çok İyi, 2- İyi, 3-Orta, 4-Zayıf, 5-Çok Zayıf

5.1. Dolusavak Tip Seçimine Ait Kurallar

Şekil 5.1’de görüldüğü gibi kuralların oluşturulmasında uzman öğretim üyeleri, tecrübeli mühendisler, baraj planlama raporları, işletmedeki projelerin verileri, basılı kitap ve makalelerden elde edilen heuristik bilgiler uzman sistem programcısı tarafından kullanılarak uzman sistem bilgi tabanı oluşturulmuştur.



Şekil 5.1. Dolusavak tip seçimi için US bilgi paylaşımı

Dolusavak tip seçimi için oluşturulan uzman sistemde kullanılan kuralların bir kısmı aşağıda özetlenmiştir.

Kural 1.

Eğer baraj tipi birleşik baraj ise,
ve vadi çok geniş ise,
ve barajın bir kısmı SSB ise,
ve birim debi (q) $10-15 \text{ m}^3/\text{s.m}$ 'den küçük ise,
o zaman *basamaklı dolusavak* yapılabilir.

Kural 2.

Eğer baraj tipi birleşik baraj ise,
ve vadi çok geniş ise,
ve barajın bir kısmı SSB ise,
ve birim debi (q) $10-15 \text{ m}^3/\text{s.m}$ 'den büyük ise,
o zaman *klasik karşıdan alışlı dolusavak* yapılabilir.

Kural 3.

Eğer baraj tipi birleşik baraj ise,

ve vadi çok geniş ise,

ve barajın bir kısmı klasik beton ağırlık baraj ise,

ve maksimum taşkın dolusavak debisi çok fazla($>10000 \text{ m}^3/\text{s.}$) ise,

o zaman *klasik karşıdan alırlı ve sıçratma uçlu dolusavak yapılabilir.*

Kural 4.

Eğer baraj tipi birleşik baraj ise,

ve vadi çok geniş ise,

ve barajın bir kısmı klasik beton ağırlık baraj ise,

ve maksimum taşkın dolusavak debisi çok fazla($<1000 \text{ m}^3/\text{s.}$) ise,

o zaman *klasik karşıdan alırlı ve düşüm havuzlu dolusavak yapılabilir.*

Kural 5.

Eğer baraj tipi birleşik baraj ise,

ve vadi çok geniş ise,

ve barajın bir kısmı klasik beton ağırlık baraj ise,

ve maksimum taşkın dolusavak debisi (Q_p) çok fazla($1000 < Q_p < 10000 \text{ m}^3/\text{s.}$) ise,

o zaman *klasik karşıdan alırlı dolusavak yapılabilir.*

Kural 6.

Eğer baraj tipi birleşik baraj ise,

ve vadi geniş ise,

ve barajın bir kısmı klasik beton ağırlık baraj ise,

ve maksimum taşkın dolusavak debisi (Q_p) çok fazla($1000 < Q_p < 10000 \text{ m}^3/\text{s.}$) ise,

o zaman *klasik karşıdan alırlı dolusavak yapılabilir.*

Kural 7.

Eğer baraj tipi birleşik baraj ise,

ve vadi geniş ise,

ve barajın bir kısmı SSB ise,

ve birim debi (q) $15 \text{ m}^3/\text{s.m'}$ den büyük ise,

o zaman *klasik karşıdan alışlı dolusavak* yapılabilir.

Kural 8.

Eğer baraj tipi birleşik baraj ise,
ve vadi geniş ise,
ve barajın bir kısmı SSB ise,
ve birim debi (q) $15 \text{ m}^3/\text{s.m}'$ den küçük ise,
o zaman *basamaklı dolusavak* yapılabilir.

Kural 9.

Eğer baraj tipi birleşik baraj ise,
ve vadi orta genişlikte ise,
ve barajın bir kısmı SSB ise,
ve birim debi (q) $15 \text{ m}^3/\text{s.m}'$ den küçük ise,
o zaman *basamaklı dolusavak* yapılabilir.

Kural 10.

Eğer baraj tipi SSB ise
ve vadi çok geniş ise
ve birim debi $30 \text{ m}^3/\text{s.m}'$ den daha büyük ise
o zaman *klasik karşıdan alışlı dolusavak* gövde üzerine yerleştirilir.

Kural 11.

Eğer baraj tipi SSB ise
ve vadi geniş ise
ve birim debi $30 \text{ m}^3/\text{s.m}'$ den daha büyük ise
o zaman *klasik karşıdan alışlı dolusavak* gövde üzerine yerleştirilir.

Kural 12.

Eğer baraj tipi SSB ise
ve vadi U şeklinde ise
ve birim debi $30 \text{ m}^3/\text{s.m}'$ den daha büyük ise
o zaman *klasik karşıdan alışlı dolusavak* gövde üzerine yerleştirilir.

Kural 13.

Eğer baraj tipi SSB ise

ve vadi dar ise

ve birim debi $30 \text{ m}^3/\text{s.m}$ 'den daha büyük ise

o zaman *klasik karşıdan alırlı dolusavak* gövde üzerine yerleştirilir.

Kural 14

Eğer baraj tipi SSB ise

ve vadi çok dar ise

ve birim debi $30 \text{ m}^3/\text{s.m}$ 'den daha büyük ise

o zaman *klasik karşıdan alırlı dolusavak* gövde üzerine yerleştirilir.

Kural 15

Eğer baraj tipi Kil çekirdekli kaya dolgu ise

ve vadi çok geniş ise

ve maksimum taşkın debisi $20 \text{ m}^3/\text{s}$ 'den daha küçük ise

ve zemin çok kötü ise

ve dolusavak için uygun bir boyun veya sırt var ise

o zaman *klasik karşıdan alırlı dolusavak* sağ veya sol sahile yerleştirilir.

Kural 16

Eğer baraj tipi Kil çekirdekli kaya dolgu ise

ve vadi geniş ise

ve maksimum taşkın debisi $20 \text{ m}^3/\text{s}$ 'den daha küçük ise

ve zemin çok kötü ise

ve dolusavak için uygun bir boyun veya sırt var ise

o zaman *klasik karşıdan alırlı dolusavak* sağ veya sol sahile yerleştirilir.

Kural 17

Eğer baraj tipi Kil çekirdekli kaya dolgu ise

ve vadi orta genişlikte ise

ve maksimum taşkın debisi $20 \text{ m}^3/\text{s}$ 'den daha küçük ise

ve zemin çok kötü ise

ve dolusavak için uygun bir boyun veya sırt var ise

o zaman *klasik karşıdan alıslı dolusavak* sağ veya sol sahile yerleştirilir.

Kural 18

Eğer baraj tipi Kil çekirdekli kaya dolgu ise

ve vadi geniş ise

ve maksimum taşkın debisi 20 m³/s'den daha küçük ise

ve zemin kötü ise

ve dolusavak için uygun bir boyun veya sırt var ise

o zaman *klasik karşıdan alıslı dolusavak* sağ veya sol sahile yerleştirilir.

Kural 19

Eğer baraj tipi Kil çekirdekli kaya dolgu ise

ve vadi geniş ise

ve maksimum taşkın debisi 20 m³/s'den daha küçük ise

ve zemin iyi ise

ve dolusavak için uygun bir boyun veya sırt var ise

o zaman *klasik karşıdan alıslı dolusavak* sağ veya sol sahile yerleştirilir.

Kural 20

Eğer baraj tipi Kil çekirdekli kaya dolgu ise

ve vadi geniş ise

ve maksimum taşkın debisi 20 m³/s'den daha küçük ise

ve zemin çok iyi ise

ve dolusavak için uygun bir boyun veya sırt var ise

o zaman *klasik karşıdan alıslı dolusavak* sağ veya sol sahile yerleştirilir.

Kural 21

Eğer baraj tipi Kil çekirdekli kaya dolgu ise

ve vadi çok geniş ise

ve maksimum taşkın debisi 20 m³/s'den büyük 100 m³/s'den küçük ise

ve zemin çok kötü ise

ve dolusavak için uygun bir boyun veya sırt var ise

o zaman *klasik karşıdan alırlı dolusavak* sağ veya sol sahile yerleştirilir.

Kural 22

Eğer baraj tipi Kil çekirdekli kaya dolgu ise

ve vadi geniş ise

ve maksimum taşkın debisi 20 m³/s'den büyük 100 m³/s'den küçük ise

ve zemin çok kötü ise

ve dolusavak için uygun bir boyun veya sırt var ise

o zaman *klasik karşıdan alırlı dolusavak* sağ veya sol sahile yerleştirilir.

Kural 23

Eğer baraj tipi Kil çekirdekli kaya dolgu ise

ve vadi orta genişlikte ise

ve maksimum taşkın debisi 20 m³/s'den büyük 100 m³/s'den küçük ise

ve zemin çok kötü ise

ve dolusavak için uygun bir boyun veya sırt var ise

o zaman *klasik karşıdan alırlı dolusavak* sağ veya sol sahile yerleştirilir.

Kural 24

Eğer baraj tipi Kil çekirdekli kaya dolgu ise

ve vadi çok geniş ise

ve maksimum taşkın debisi 20 m³/s'den büyük 100 m³/s'den küçük ise

ve zemin çok kötü ise

ve dolusavak için uygun bir boyun veya sırt var ise

o zaman *klasik karşıdan alırlı dolusavak* sağ veya sol sahile yerleştirilir.

Kural 25

Eğer baraj tipi Kil çekirdekli kaya dolgu ise

ve vadi çok geniş ise

ve maksimum taşkın debisi 20 m³/s'den büyük 100 m³/s'den küçük ise

ve zemin kötü ise

ve dolusavak için uygun bir boyun veya sırt var ise

o zaman *klasik karşıdan alırlı dolusavak* sağ veya sol sahile yerleştirilir.

Kural 26

Eğer baraj tipi Kil çekirdekli kaya dolgu ise

ve vadi U şeklinde ise

ve maksimum taşkın debisi 20 m³/s'den büyük 100 m³/s'den küçük ise

ve zemin iyi ise

ve dolusavak için uygun bir boyun veya sırt var ise

o zaman *klasik karşıdan alırlı dolusavak* sağ veya sol sahile yerleştirilir.

Kural 27

Eğer baraj tipi Kil çekirdekli kaya dolgu ise

ve vadi orta genişlikte ise

ve maksimum taşkın debisi 20 m³/s'den büyük 100 m³/s'den küçük ise

ve zemin çok iyi ise

ve dolusavak için uygun bir boyun veya sırt yok ise

o zaman *yandan alırlı dolusavak* sağ veya sol sahile yerleştirilir.

Kural 28

Eğer baraj tipi Kil çekirdekli kaya dolgu ise

ve vadi geniş ise

ve maksimum taşkın debisi 20 m³/s'den büyük 100 m³/s'den küçük ise

ve zemin çok iyi ise

ve dolusavak için uygun bir boyun veya sırt yok ise

o zaman *yandan alırlı dolusavak* sağ veya sol sahile yerleştirilir.

Kural 29

Eğer baraj tipi Toprak dolgu ise

ve vadi çok geniş ise

ve maksimum taşkın debisi 20 m³/s'den daha küçük ise

ve zemin çok kötü ise

ve dolusavak için uygun bir boyun veya sırt var ise

o zaman *klasik karşıdan alırlı dolusavak* sağ veya sol sahile yerleştirilir.

Kural 30

Eğer baraj tipi Toprak dolgu ise

ve vadi geniş ise

ve maksimum taşkın debisi 20 m³/s'den daha küçük ise

ve zemin çok kötü ise

ve dolusavak için uygun bir boyun veya sırt var ise

o zaman *klasik karşıdan alıslı dolusavak* sağ veya sol sahile yerleştirilir.

Kural 31

Eğer baraj tipi Toprak dolgu ise

ve vadi U şeklinde ise

ve maksimum taşkın debisi 20 m³/s'den daha küçük ise

ve zemin çok kötü ise

ve dolusavak için uygun bir boyun veya sırt var ise

o zaman *klasik karşıdan alıslı dolusavak* sağ veya sol sahile yerleştirilir.

Kural 32

Eğer baraj tipi Toprak dolgu ise

ve orta genişlikte ise

ve maksimum taşkın debisi 20 m³/s'den daha küçük ise

ve zemin çok kötü ise

ve dolusavak için uygun bir boyun veya sırt var ise

o zaman *klasik karşıdan alıslı dolusavak* sağ veya sol sahile yerleştirilir.

Kural 33

Eğer baraj tipi Toprak dolgu ise

ve vadi çok dar ise

ve maksimum taşkın debisi 20 m³/s'den daha küçük ise

ve zemin çok kötü ise

ve dolusavak için uygun bir boyun veya sırt var ise

o zaman *klasik karşıdan alıslı dolusavak* sağ veya sol sahile yerleştirilir.

Kural 34

Eğer baraj tipi Toprak dolgu ise

ve vadi geniş ise

ve maksimum taşkın debisi 20 m³/s'den daha küçük ise

ve zemin kötü ise

ve dolusavak için uygun bir boyun veya sırt var ise

o zaman *klasik karşıdan alıslı dolusavak* sağ veya sol sahile yerleştirilir.

Kural 35

Eğer baraj tipi Toprak dolgu ise

ve vadi geniş ise

ve maksimum taşkın debisi 20 m³/s'den daha küçük ise

ve zemin iyi ise

ve dolusavak için uygun bir boyun veya sırt var ise

o zaman *klasik karşıdan alıslı dolusavak* sağ veya sol sahile yerleştirilir.

Kural 36

Eğer baraj tipi Toprak dolgu ise

ve vadi geniş ise

ve maksimum taşkın debisi 20 m³/s'den daha küçük ise

ve zemin çok iyi ise

ve dolusavak için uygun bir boyun veya sırt var ise

o zaman *klasik karşıdan alıslı dolusavak* sağ veya sol sahile yerleştirilir.

Kural 37

Eğer baraj tipi Toprak dolgu ise

ve vadi çok geniş ise

ve maksimum taşkın debisi 20 m³/s'den büyük 100 m³/s'den küçük ise

ve zemin çok kötü ise

ve dolusavak için uygun bir boyun veya sırt var ise

o zaman *klasik karşıdan alıslı dolusavak* sağ veya sol sahile yerleştirilir.

Kural 38

Eğer baraj tipi Toprak dolgu ise

ve vadi geniş ise

ve maksimum taşkın debisi 20 m³/s'den büyük 100 m³/s'den küçük ise

ve zemin çok kötü ise

ve dolusavak için uygun bir boyun veya sırt var ise

o zaman klasik karşıdan alırlı dolusavak sağ veya sol sahile yerleştirilir.

Kural 39

Eğer baraj tipi Toprak dolgu ise

ve vadi U şeklinde ise

ve maksimum taşkın debisi 20 m³/s'den büyük 100 m³/s'den küçük ise

ve zemin çok kötü ise

ve dolusavak için uygun bir boyun veya sırt var ise

o zaman klasik karşıdan alırlı dolusavak sağ veya sol sahile yerleştirilir.

Kural 40

Eğer baraj tipi Toprak dolgu ise

ve vadi dar ise

ve maksimum taşkın debisi 20 m³/s'den büyük 100 m³/s'den küçük ise

ve zemin çok kötü ise

ve dolusavak için uygun bir boyun veya sırt var ise

o zaman klasik karşıdan alırlı dolusavak sağ veya sol sahile yerleştirilir.

Kural 41

Eğer baraj tipi Toprak dolgu ise

ve vadi çok geniş ise

ve maksimum taşkın debisi 20 m³/s'den büyük 100 m³/s'den küçük ise

ve zemin çok kötü ise

ve dolusavak için uygun bir boyun veya sırt var ise

o zaman klasik karşıdan alırlı dolusavak sağ veya sol sahile yerleştirilir.

Kural 42

Eğer baraj tipi Toprak dolgu ise

ve vadi çok geniş ise
ve maksimum taşkın debisi 20 m³/s'den büyük 100 m³/s'den küçük ise
ve zemin kötü ise
ve dolusavak için uygun bir boyun veya sırt var ise
o zaman *klasik karşıdan alırlı dolusavak* sağ veya sol sahile yerleştirilir.

Kural 43

Eğer baraj tipi Toprak dolgu ise
ve vadi U şeklinde ise
ve maksimum taşkın debisi 20 m³/s'den büyük 100 m³/s'den küçük ise
ve zemin iyi ise
ve dolusavak için uygun bir boyun veya sırt var ise
o zaman *klasik karşıdan alırlı dolusavak* sağ veya sol sahile yerleştirilir.

Kural 44

Eğer baraj tipi Toprak dolgu ise
ve vadi dar ise
ve maksimum taşkın debisi 20 m³/s'den büyük 100 m³/s'den küçük ise
ve zemin çok iyi ise
ve dolusavak için uygun bir boyun veya sırt var ise
o zaman *klasik karşıdan alırlı dolusavak* sağ veya sol sahile yerleştirilir.

Kural 45

Eğer baraj tipi Toprak dolgu ise
ve vadi dar ise
ve maksimum taşkın debisi 20 m³/s'den büyük 100 m³/s'den küçük ise
ve zemin çok iyi ise
ve dolusavak için uygun bir boyun veya sırt yok ise
o zaman *yandan alırlı dolusavak* sağ veya sol sahile yerleştirilir.

Kural 46

Eğer baraj tipi Toprak dolgu ise
ve vadi U şeklinde ise

ve maksimum taşkın debisi 20 m³/s'den büyük 100 m³/s'den küçük ise
ve zemin çok iyi ise
ve dolusavak için uygun bir boyun veya sırt yok ise
o zaman *yandan alıslı dolusavak* sağ veya sol sahile yerleştirilir.

Kural 47

Eğer baraj tipi Toprak dolgu ise
ve vadi geniş ise
ve maksimum taşkın debisi 20 m³/s'den büyük 100 m³/s'den küçük ise
ve zemin çok iyi ise
ve dolusavak için uygun bir boyun veya sırt yok ise
o zaman *yandan alıslı dolusavak* sağ veya sol sahile yerleştirilir.

Kural 48

Eğer baraj tipi Toprak dolgu ise
ve vadi geniş ise
ve maksimum taşkın debisi 100 m³/s'den büyük 300 m³/s'den küçük ise
ve zemin iyi ise
ve dolusavak için uygun bir boyun veya sırt yok ise
o zaman *yandan alıslı dolusavak* sağ veya sol sahile yerleştirilir.

Kural 49

Eğer baraj tipi Toprak dolgu ise
ve çok geniş ise
ve maksimum taşkın debisi 100 m³/s'den büyük 300 m³/s'den küçük ise
ve zemin iyi ise
ve dolusavak için uygun bir boyun veya sırt yok ise
o zaman *yandan alıslı dolusavak* sağ veya sol sahile yerleştirilir.

Kural 50

Eğer baraj tipi Silindirle sıkıştırılmış beton baraj (SSB) ise
ve vadi çok geniş ise
ve maksimum taşkın debisi 300 m³/s'den büyük 1000 m³/s'den küçük ise

ve zemin çok iyi ise
ve dolusavak için uygun bir boyun veya sırt yok ise
ve birim debi (q) $15 \text{ m}^3/\text{s.m}'$ den küçük ise,
o zaman basamaklı dolusavak yerleştirilir.

Kural 51

Eğer baraj tipi Silindirle sıkıştırılmış beton baraj (SSB) ise
ve vadi geniş ise
ve maksimum taşkın debisi $300 \text{ m}^3/\text{s}'$ den büyük $1000 \text{ m}^3/\text{s}'$ den küçük ise
ve zemin çok iyi ise
ve dolusavak için uygun bir boyun veya sırt yok ise
ve birim debi (q) $15 \text{ m}^3/\text{s.m}'$ den küçük ise,
o zaman basamaklı dolusavak yerleştirilir.

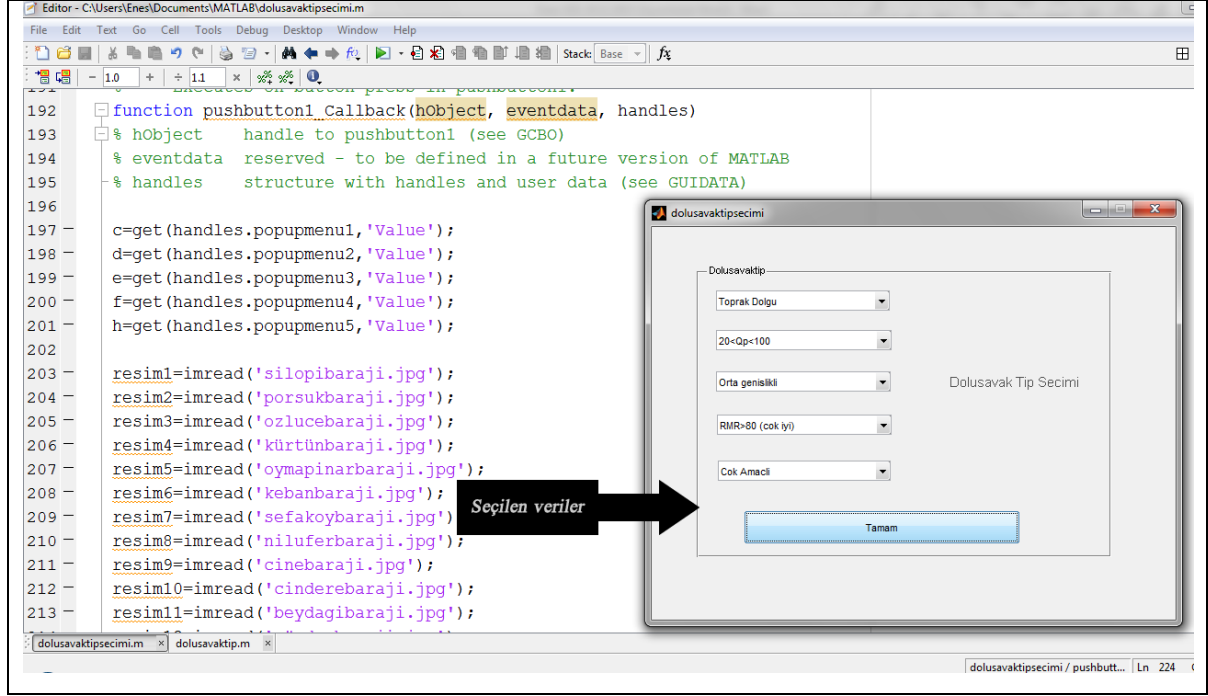
Kural 52

Eğer baraj tipi Silindirle sıkıştırılmış beton baraj (SSB) ise
ve vadi dar ise
ve maksimum taşkın debisi $300 \text{ m}^3/\text{s}'$ den büyük $1000 \text{ m}^3/\text{s}'$ den küçük ise
ve zemin çok iyi ise
ve dolusavak için uygun bir boyun veya sırt yok ise
ve birim debi (q) $15 \text{ m}^3/\text{s.m}'$ den küçük ise,
o zaman basamaklı dolusavak yerleştirilir.

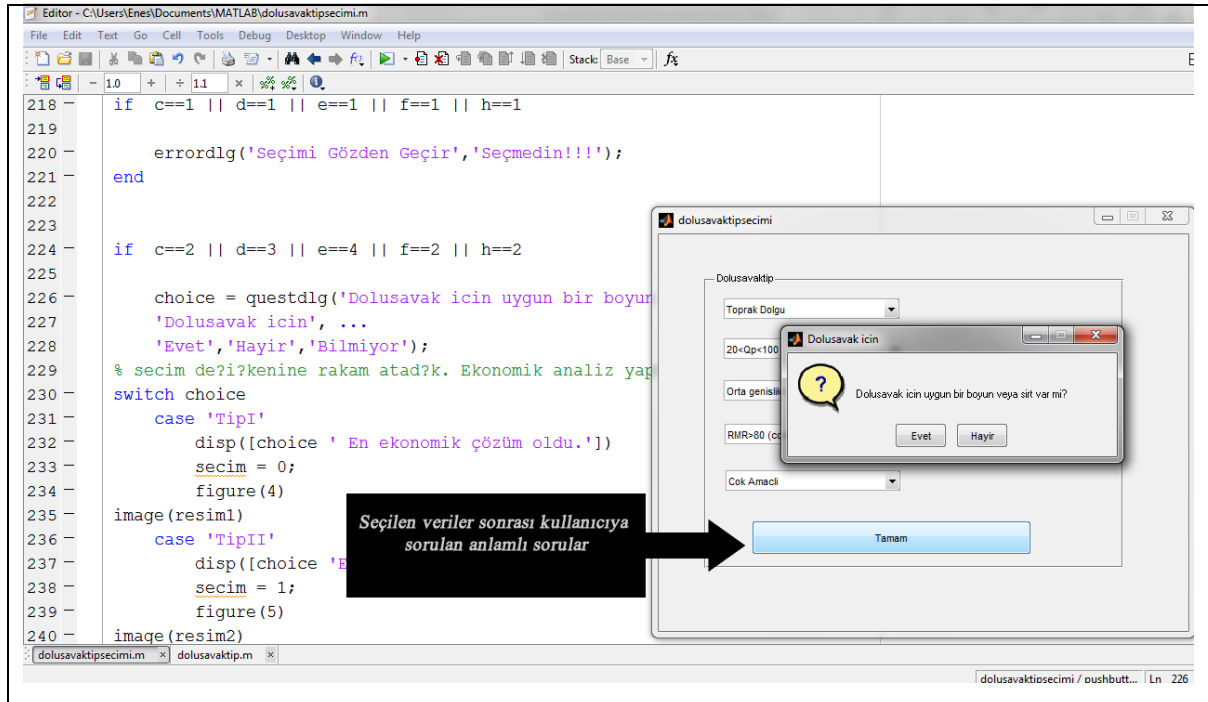
Kural 53

Eğer baraj tipi Silindirle sıkıştırılmış beton baraj (SSB) ise
ve vadi çok dar ise
ve maksimum taşkın debisi $300 \text{ m}^3/\text{s}'$ den büyük $1000 \text{ m}^3/\text{s}'$ den küçük ise
ve zemin çok iyi ise
ve dolusavak için uygun bir boyun veya sırt yok ise
ve birim debi (q) $15 \text{ m}^3/\text{s.m}'$ den küçük ise,
o zaman basamaklı dolusavak yerleştirilir.

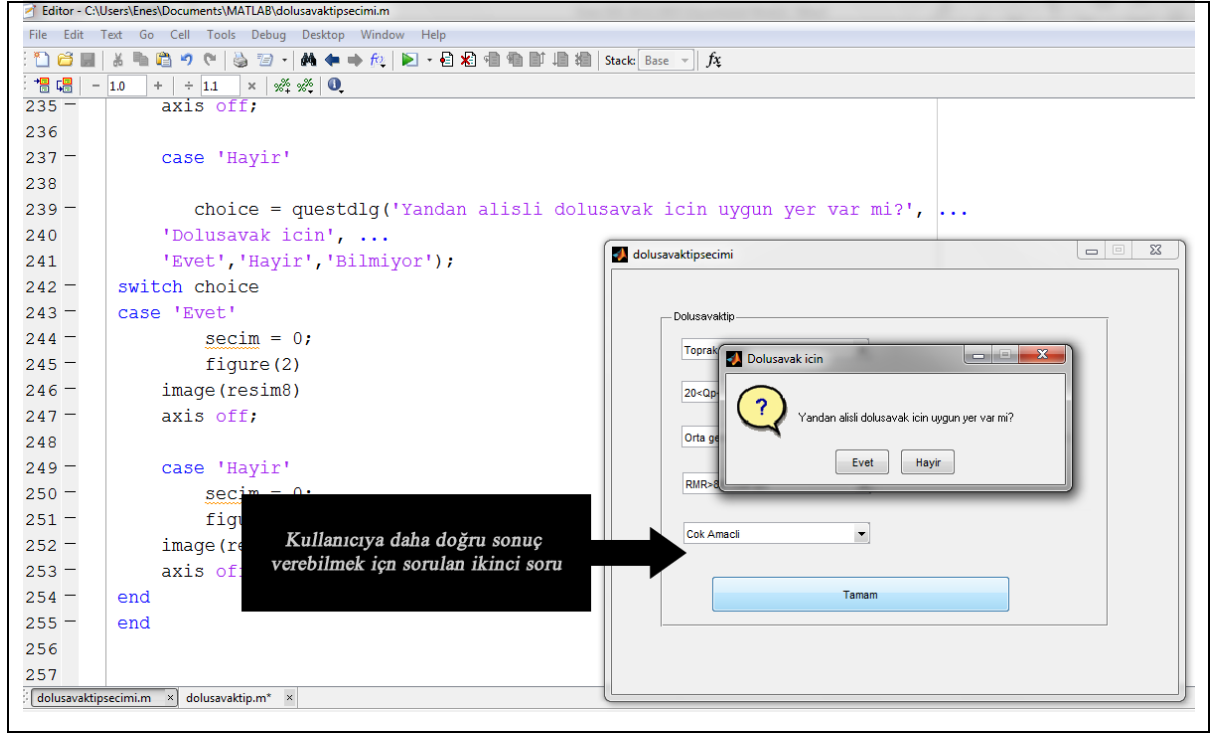
Hazırlanan yazılımda kullanıcıya dolusavak tip seçimini belirlemek için sorular sorulmaktadır. Bu soruların bazıları seçenekler halindedir. Bu seçenekler belirlendikten sonra kullanıcıya ilave sorular sorulmakta ve ulaşılan karar ekranda görülmektedir. Şekil 5.2-5.5'te bir uygulama verilmiştir.



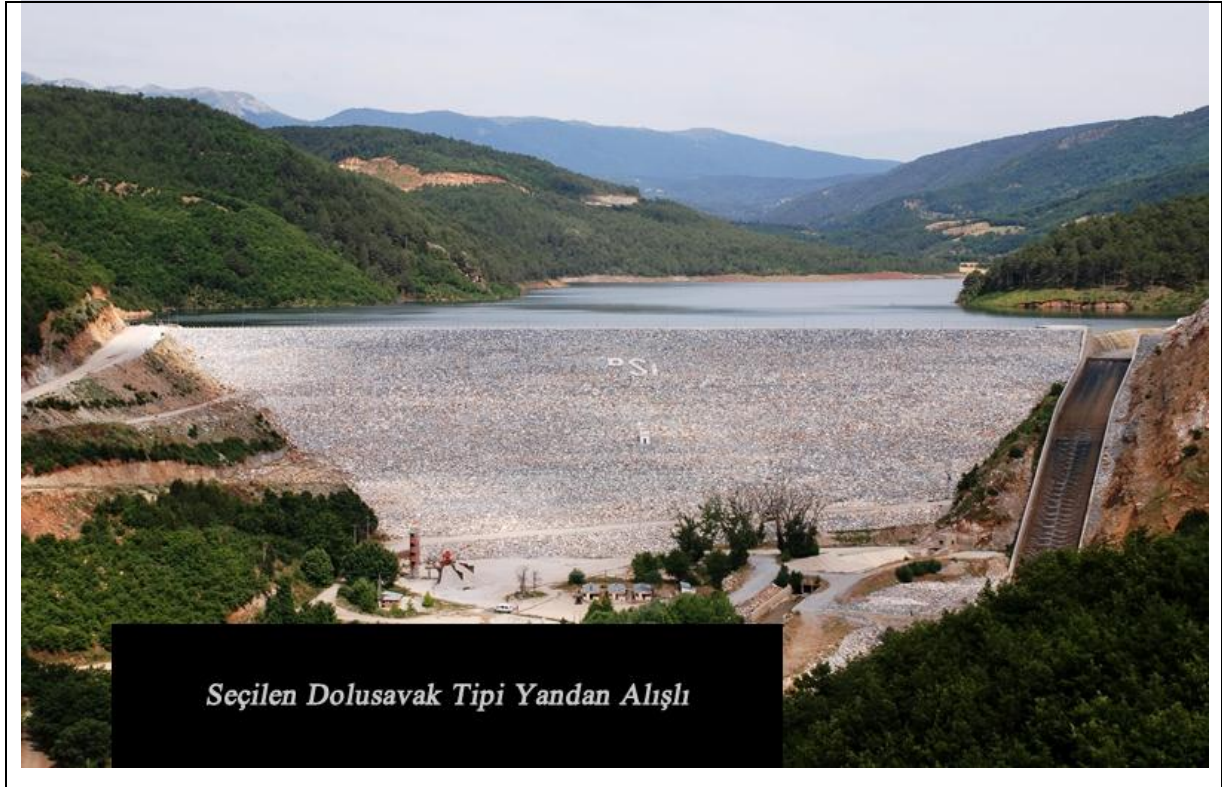
Şekil 5.2. Dolusavak tip seçimi için hazırlanan programda kullanıcının seçtiği veriler



Şekil 5.3. Seçilen veriler sonrası kullanıcıya sorulan sorular I



Şekil 5.4. Seçilen veriler sonrası kullanıcıya sorulan sorular II



Şekil 5.5. Dolusavak tip seçimi için sonuç ekranı

6. ENERJİ KIRICI TİP SEÇİMİNİN UZMAN SİSTEMLER İLE BELİRLENMESİ

Enerji kırıcı tip seçimi için ICOLD'un belirlediği kurallar US için tanımlanmıştır.

6.1. Enerji Kırıcı Tip Seçimine Ait Kurallar

Kural 1

Eğer baraj tipi Kil çekirdekli kaya **veya** toprak dolgu ise,
ve dolusavak tipi karşıdan alıslı ise,
ve Froude sayısı 1-1.7 aralığında ise,
ve etek hızı 2-7 (m/s) aralığında ise,
ve mansap RMR değerleri 20-60 aralığında ise,
o zaman *USBR Tip I* uygundur.

Kural 2

Eğer baraj tipi Kil çekirdekli kaya **veya** toprak dolgu ise,
ve dolusavak tipi karşıdan alıslı ise,
ve Froude sayısı 1 ise,
ve etek hızı 2-5 (m/s) aralığında ise,
ve mansap RMR değerleri 20-60 aralığında ise,
o zaman *düşü havuzuna gerek yoktur.*

Kural 3

Eğer baraj tipi Kil çekirdekli kaya **veya** Toprak dolgu ise,
ve dolusavak tipi karşıdan alıslı ise,
ve Froude sayısı 1.7-2.5 aralığında ise,
ve etek hızı 2-7 (m/s) aralığında ise,
ve mansap RMR değerleri 20-60 aralığında ise,
o zaman *USBR Tip I* uygundur.

Kural 4

Eğer baraj tipi Beton ağırlık baraj ise,
ve dolusavak tipi karşıdan alıslı ise,

ve Froude sayısı 1.7-2.5 aralığında ise,
ve etek hızı 2-7 (m/s) aralığında ise,
ve mansap RMR değerleri 20-60 aralığında ise,
o zaman USBR Tip I uygundur.

Kural 5

Eğer baraj tipi Beton ağırlık baraj ise
ve dolusavak tipi karşıdan alıslı ise
ve Froude sayısı 1.7-2.5 aralığında ise
ve etek hızı 2-7 (m/s) aralığında ise
ve mansap RMR değerleri 20-60 aralığında ise
o zaman USBR Tip I uygundur.

Kural 6

Eğer baraj tipi Beton ağırlık baraj ise
ve dolusavak tipi karşıdan alıslı ise
ve Froude sayısı 2.5-4.5 aralığında ise
ve etek hızı 2-7 (m/s) aralığında ise
ve mansap RMR değerleri 20-60 aralığında ise
o zaman USBR Tip IV uygundur.

Kural 7

Eğer baraj tipi Beton ağırlık baraj ise
ve dolusavak tipi karşıdan alıslı ise
ve Froude sayısı 2.5-4.5 aralığında ise
ve etek hızı 2-7 (m/s) aralığında ise
ve mansap RMR değerleri 60-80 aralığında ise
o zaman USBR Tip IV uygundur.

Kural 8

Eğer baraj tipi Beton ağırlık baraj ise
ve dolusavak tipi karşıdan alıslı ise
ve Froude sayısı 2.5-4.5 aralığında ise

ve etek hızı 2-7 (m/s) aralığında ise
ve mansap RMR değerleri 60-80 aralığında ise
o zaman *USBR Tip IV* uygundur.

Kural 9

Eğer baraj tipi Kil çekirdekli kaya **veya** toprak dolgu ise
ve dolusavak tipi yandan alıslı ise
ve froude sayısı 1-1.7 aralığında ise
ve etek hızı 2-7 (m/s) aralığında ise
ve mansap RMR değerleri 20-60 aralığında ise
o zaman *USBR Tip I* uygundur.

Kural 10

Eğer baraj tipi Kil çekirdekli kaya **veya** toprak dolgu ise
ve dolusavak tipi yandan alıslı ise
ve Froude sayısı 1 ise
ve etek hızı 2-5 (m/s) aralığında ise
ve mansap RMR değerleri 20-60 aralığında ise
o zaman *düşü havuzuna gerek yoktur.*

Kural 11

Eğer baraj tipi Kil çekirdekli kaya **veya** Toprak dolgu ise
ve dolusavak tipi yandan alıslı ise
ve Froude sayısı 1.7-2.5 aralığında ise
ve etek hızı 2-7 (m/s) aralığında ise
ve mansap RMR değerleri 20-60 aralığında ise
o zaman *USBR Tip I* uygundur.

Kural 12

Eğer baraj tipi Kil çekirdekli kaya **veya** Toprak dolgu baraj ise
ve dolusavak tipi karşıdan alıslı ise
ve Froude sayısı 2.5-4.5 aralığında ise
ve etek hızı 2-7 (m/s) aralığında ise

ve mansap RMR değerleri 20-60 aralığında ise
o zaman *USBR Tip IV* uygundur.

Kural 13

Eğer baraj tipi Kil çekirdekli kaya **veya** Toprak dolgu baraj ise
ve dolusavak tipi karşıdan alışlı ise
ve Froude sayısı 2.5-4.5 aralığında ise
ve etek hızı 2-7 (m/s) aralığında ise
ve mansap RMR değerleri 60-80 aralığında ise
o zaman *USBR Tip IV* uygundur.

Kural 14

Eğer baraj tipi Kil çekirdekli kaya **veya** Toprak dolgu baraj ise
ve dolusavak tipi karşıdan alışlı ise
ve Froude sayısı 2.5-4.5 aralığında ise
ve etek hızı 2-7 (m/s) aralığında ise
ve mansap RMR değerleri 60-80 aralığında ise
o zaman *USBR Tip IV* uygundur.

Kural 15

Eğer baraj tipi Beton ağırlık baraj ise
ve dolusavak tipi karşıdan alışlı ise
ve Froude sayısı 4.5-9 aralığında ise
ve etek hızı 2-7 (m/s) aralığında ise
ve mansap RMR değerleri 20-40 aralığında ise
o zaman *USBR Tip III* uygundur.

Kural 16

Eğer baraj tipi Beton ağırlık baraj ise
ve dolusavak tipi karşıdan alışlı ise
ve Froude sayısı 4.5-9 aralığında ise
ve etek hızı 7-11 (m/s) aralığında ise
ve mansap RMR değerleri 40-60 aralığında ise

o zaman USBR Tip III uygundur.

Kural 17

Eğer baraj tipi Beton ağırlık baraj ise
ve dolusavak tipi karşıdan alıslı ise
ve Froude sayısı 4.5-9 aralığında ise
ve etek hızı 7-11 (m/s) aralığında ise
ve mansap RMR değerleri 60-80 aralığında ise
o zaman USBR Tip III uygundur.

Kural 18

Eğer baraj tipi Beton ağırlık baraj ise
ve dolusavak tipi karşıdan alıslı ise
ve froude sayısı 4.5-9 aralığında ise
ve etek hızı 2-7 (m/s) aralığında ise
ve mansap RMR değerleri 90'dan büyük ise
o zaman USBR Tip III uygundur.

Kural 19

Eğer baraj tipi Kil çekirdekli kaya **veya** toprak dolgu ise
ve dolusavak tipi yandan alıslı ise
ve Froude sayısı 4.5-9 aralığında ise
ve etek hızı 2-7 (m/s) aralığında ise
ve mansap RMR değerleri 20-60 aralığında ise
o zaman USBR Tip III uygundur.

Kural 20

Eğer baraj tipi Kil çekirdekli kaya **veya** Toprak dolgu ise
ve dolusavak tipi yandan alıslı ise
ve Froude sayısı 4.5-9 aralığında ise
ve etek hızı 2-7 (m/s) aralığında ise
ve mansap RMR değerleri 60-80 aralığında ise
o zaman USBR Tip III uygundur.

Kural 21

Eğer baraj tipi Kil çekirdekli kaya **veya** Toprak dolgu baraj ise
ve dolusavak tipi karşıdan alıslı ise
ve Froude sayısı 4.5-9 aralığında ise
ve etek hızı 7-11 (m/s) aralığında ise
ve mansap RMR değerleri 20-60 aralığında ise
o zaman *USBR Tip III* uygundur.

Kural 22

Eğer baraj tipi Kil çekirdekli kaya **veya** Toprak dolgu baraj ise
ve dolusavak tipi karşıdan alıslı ise
ve Froude sayısı 4.5-9 aralığında ise
ve etek hızı 7-11 (m/s) aralığında ise
ve mansap RMR değerleri 60-80 aralığında ise
o zaman *USBR Tip III* uygundur.

Kural 23

Eğer baraj tipi Kil çekirdekli kaya **veya** Toprak dolgu baraj ise
ve dolusavak tipi karşıdan alıslı ise
ve Froude sayısı 4.5-9 aralığında ise
ve etek hızı 2-7 (m/s) aralığında ise
ve mansap RMR değerleri 90'dan büyük ise
o zaman *USBR Tip III* uygundur.

Kural 24

Eğer baraj tipi Silindirle sıkıştırılmış baraj(SSB) ise
ve dolusavak tipi karşıdan alıslı ise
ve Froude sayısı 4.5-9 aralığında ise
ve etek hızı 2-7 (m/s) aralığında ise
ve mansap RMR değerleri 90'dan büyük ise
o zaman *USBR Tip III* uygundur.

Kural 25

Eğer baraj tipi Silindirle sıkıştırılmış baraj(SSB) ise
ve dolusavak tipi yandan alıslı ise
ve Froude sayısı 4.5-9 aralığında ise
ve etek hızı 2-7 (m/s) aralığında ise
ve mansap RMR değerleri 20-60 aralığında ise
o zaman *USBR Tip III* uygundur.

Kural 26

Eğer baraj tipi Silindirle sıkıştırılmış baraj(SSB) ise
ve dolusavak tipi yandan alıslı ise
ve Froude sayısı 4.5-9 aralığında ise
ve etek hızı 2-7 (m/s) aralığında ise
ve mansap RMR değerleri 60-80 aralığında ise
o zaman *USBR Tip III* uygundur.

Kural 27

Eğer baraj tipi Silindirle sıkıştırılmış baraj(SSB) ise
ve dolusavak tipi karşıdan alıslı ise
ve Froude sayısı 4.5-9 aralığında ise
ve etek hızı 7-11 (m/s) aralığında ise
ve mansap RMR değerleri 20-60 aralığında ise
o zaman *USBR Tip III* uygundur.

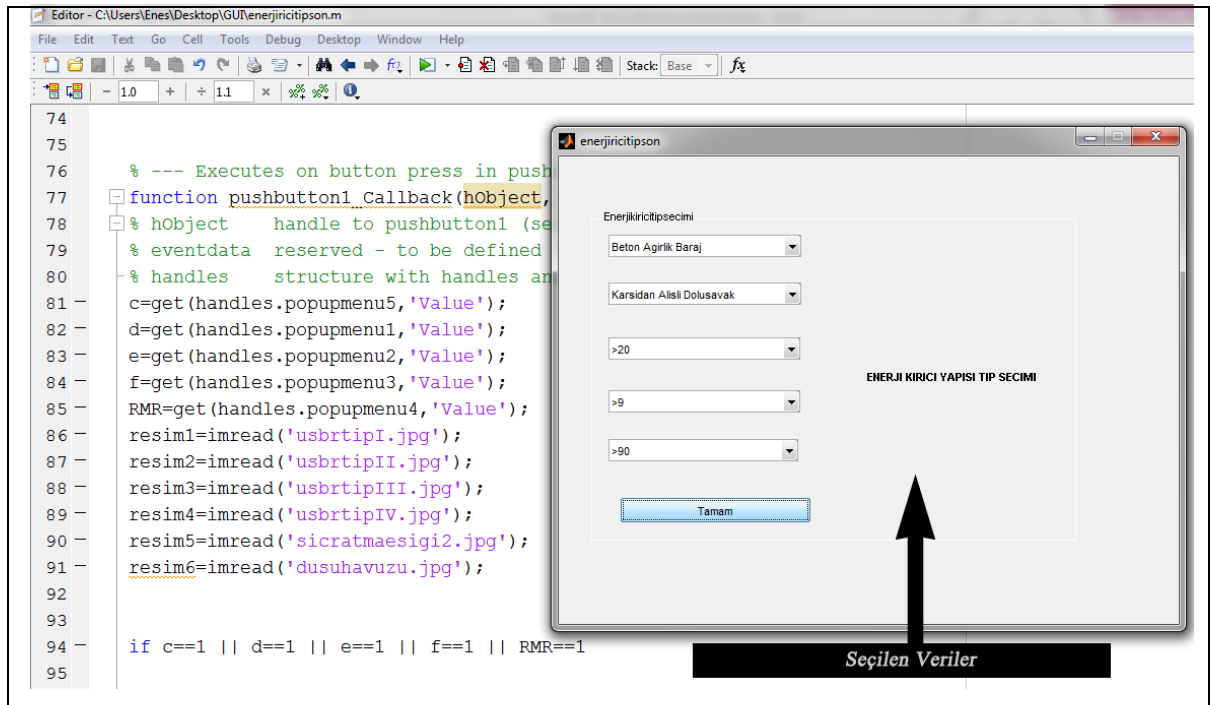
Kural 28

Eğer baraj tipi Silindirle sıkıştırılmış baraj(SSB) ise
ve dolusavak tipi karşıdan alıslı ise
ve Froude sayısı 4.5-9 aralığında ise
ve etek hızı 7-11 (m/s) aralığında ise
ve mansap RMR değerleri 60-80 aralığında ise
o zaman *USBR Tip III* uygundur.

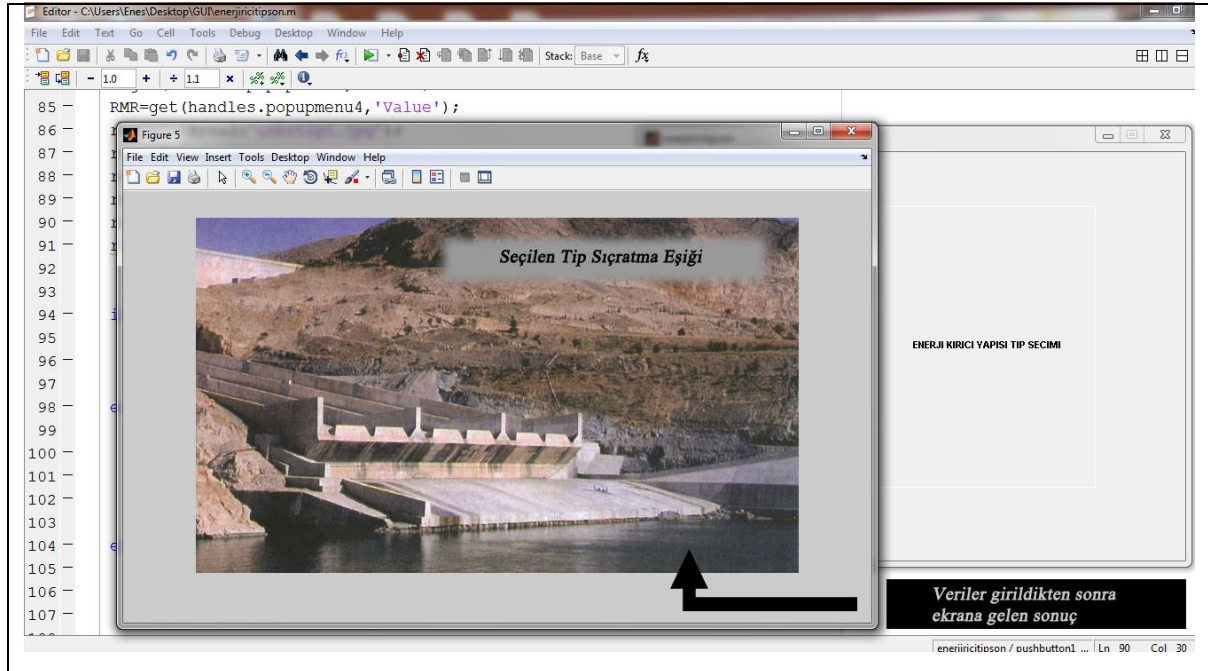
Kural 29

Eğer baraj tipi Silindirle sıkıştırılmış baraj(SSB) ise
ve dolusavak tipi karşıdan alışlı ise
ve Froude sayısı 4.5-9 aralığında ise
ve etek hızı 2-7 (m/s) aralığında ise
ve mansap RMR değerleri 90'dan büyük ise
o zaman USBR Tip III uygundur.

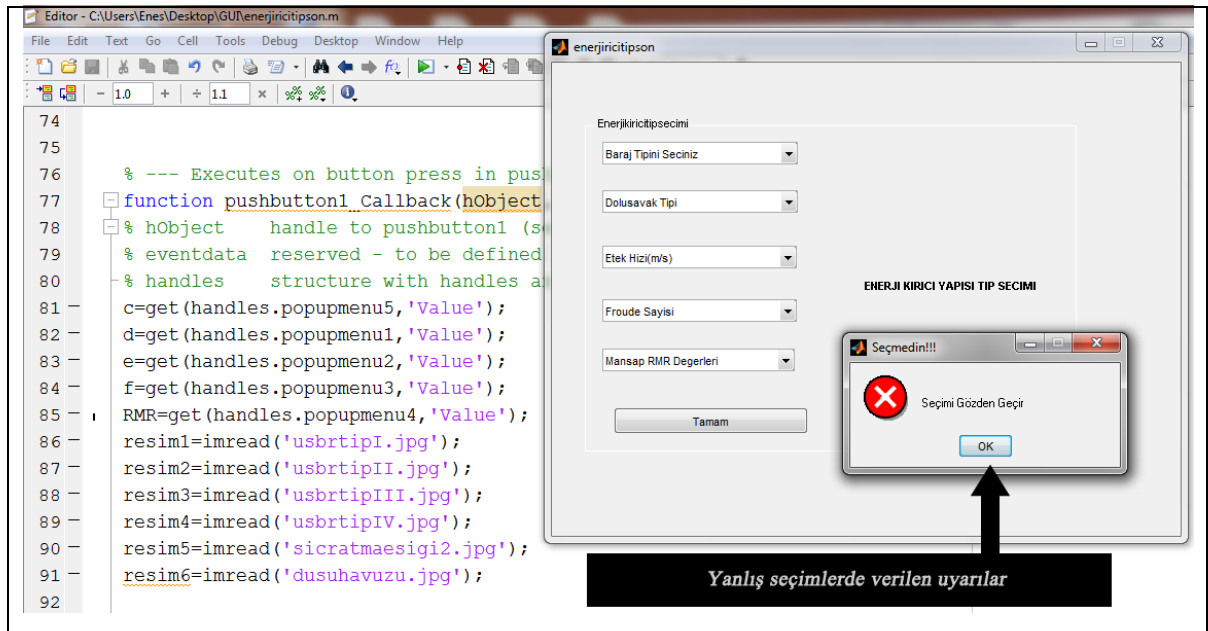
Hazırlanan yazılımda kullanıcıya enerji kırıcı tip seçimini belirlemek için sorular sorulmaktadır. Bu soruların bazıları seçenekler halindedir. Bu seçenekler belirlendikten sonra kullanıcıya ilave sorular sorulmakta ve ulaşılan karar ekranda görülmektedir. Şekil 6.1-6.3'te bir uygulama verilmiştir



Şekil 6.1. Enerji kırıcı tip seçimi için veri giriş ekranı



Şekil 6.2. Enerji kırıcı tip seçimi için sonuç ekranı



Şekil 6.3. Enerji kırıcı tip seçimi programı için uyarı ekranı

SONUÇLAR

Genel olarak bir mühendislik yapısının veya özelde herhangi bir baraj yapısının tip seçimi karışık kurallara bağlıdır. Bu sonuçla bir dolusavak ve enerji kırıcı tip seçimi bazı kurallar bütününe bağlıdır. Dolusavak ve enerji kırıcı tip seçimi özellikle birçok farklı disiplindeki uzman mühendisin bir araya gelerek karar verebildiği ve sonuçta alınan neticenin uzun bir süreç sonucunda karara bağlanması görülmektedir. Dolusavak ve enerji kırıcı tip seçimi için belirli kurallar uzman sistem için bilgi tabanı olarak oluşturulmuştur. Uzman mühendis, öğretim elemanları ve yazılı kaynaklardan faydalanılarak toplanan bu bilgiler kullanıcıya sunulurken kısa sürede sonuca ulaşılması sağlanmıştır. Aynı zamanda kurallar ile birlikte kullanıcıya “Dolusavak kazısında çıkan malzeme baraj gövdesinde kullanılabilecek mi?” gibi sorular ile mantıksal kuramlar oluşturulmaya çalışılmıştır. Yapılan bu mantıksal kuramlar sayesinde US’in eğitim amaçlı da kullanılabileceği gözlemlenmiştir. Elde edilen bir diğer bulgu da ülkemizde yapılmış barajların dolusavak tiplerinin yaklaşık olarak %70 oranında karşıdan alışı dolusavak olarak yapıldığı gözlemlenmiştir. Kuşkusuz bunda yapım kolaylığı ve yüklenici tecrübe faydaları gözlenmektedir. Ülkemizde havza havza yapılan barajların dolusavak tipleri de değiştiği gözlenmiştir. Örneğin Çoruh havzasında yapılan barajların büyük çoğunluğu topoğrafik nedenlerden ötürü kemer baraj olarak planlanmış ve dolayısıyla dolusavak tipleri birbirine çarptırılmalı dolusavak olduğu gözlenmiştir.

İnsan gibi düşünebilen ve davranabilen sistemlerin geliştirilmesi için yapılan çalışmalarda bugün için gelinen nokta, henüz yapay zekanın tam olarak geliştirilememiş olmasıdır. Yapay zekanın yapılabilirliği üzerinde yapılan felsefi tartışmalar bir yana, düşüncenin salt fiziksel süreçlere indirgenebildiği kabul edilse bile, henüz beynin tüm fonksiyonları tam olarak çözülmediğinden, bugün için yapılabilmesi henüz mümkün gözükmemektedir. Fakat konu üzerinde yapılan çalışmalar farklı alanlarda hızla devam etmektedir. Teorik olarak yapay zeka yapılsa, onun fayda sağlayabilmek için gerçek dünya ile iletişim içinde olması gerekir, aynı insanın beş duyu organına sahip olduğu gibi. İşte robotik, bulanık mantık, sinirsel ağlar ve doğal arabirimler üzerinde yapılan çalışmalar, yapay zeka disiplinini bu alanlarda desteklemektedirler. YZ teknolojisinde gelişmeler sürerken buna paralel olarak nörolojik bilimlerde de beynin işleyişi ve fonksiyonlarının

tam olarak anlaşılabilmesi için araştırmalar devam etmektedir. Çünkü beyin ne kadar iyi anlaşılabilirse YZ teknolojileri de o oranda daha işlevsel olarak insan için istenilen faydayı sağlayabilecektir.

Bu çalışmada yapay zekânın önemli bir dalı olan uzman sistemler kullanılarak dolusavak ve enerji kırıcı tip seçimi için bir uygulama sunulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre söylenebilir ki; çoklu karar verme süreçleri için büyük çaplı mühendislik problemlerinde uzman sistemler bir hayli başarılıdır. Ancak unutulmamalıdır ki büyük ve karışık bir çözümün gerektiği durumlarda mühendise sadece bir fikir verecektir. Kesin karar, yapıyı bizzat inceleyen mühendise ait olacaktır.

KAYNAKLAR

- Ağıraltıoğlu, N.** (2007). “Baraj Planlama ve Tasarımı”, Cilt3, 20-40. Su Vakfı Yayınları, İstanbul.
- Akınoğlu, H.** (1992), *Uzman Sistemler*, Türk Kütüphaneciliği, 142-151.
- Altuğ, Y. ve Civalek, Ö.** 2005. “Yapı Hasarlarının Belirlenmesinde Uzman Sistemlerin Kullanımı”, TMH - Türkiye Mühendislik Haberleri, Sayı: 439-440.
- Arslan, A. ve Emiroğlu, M. E.**, 1997. “Uzman Sistemler ve İnşaat Mühendisliğinde Uygulamaları”, Türkiye Mühendislik Haberleri, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, Ankara, Yıl: 42, Sayı: 387, sf. 41-48.
- ASCE**, (1975). “Hydraulic Design of Spillways”, New York
- Bekem, Ş.** (1970). “Toprak ve Kaya DolguBarajlarda Derivasyon Dipsavak-Dolusavak Proje ve Esasları”, T.C. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Berkün, M.** (2007). “Su Yapıları”, Birsan Yayınevi, İstanbul.
- Emiroğlu, M. E.**, 1998. “Barajların tip seçiminde uzman sistem kullanımı”. DSİ Teknik Bülten, 92, 31-50.
- USBR**, (1987). “Design of Small Dams”, A Water Resource Technical Publication, United States Government Printing Office, Colorado.
- Yıldız, D.** 1992. “Baraj güvenliği ve barajlarda kapaklı veya kapaksız Dolusavakların tercihi üzerine düşünceler”. DSİ Teknik Bülten, 75, sayfa no, 24.
- Khatsuria, R. M.** (2005). “Hydraulics of Spillways and Energy Dissipators”, Marcel Dekker, NewYork.
- Samways, B., Byrne-Jones, T.** (1991), *Computers: Basic Facts*, Harper Collins Publishing, Glasgow.
- Suraj, M. A.** (1985), “Knowledge Based Expert Systems: Their Applications to Production Management”, *Production and Inventory Management*, 26, 109-114
- Şentürk, F.** (1988). “Barajların Projelendirilmesinde Hidrolik Esaslar”, T.C. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Sönmez, H., ve Ulusoy, R.**, 2002. “Kaya Kütlelerinin Mühendislik Özellikleri”, Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, 60, 243.

ÖZGEÇMİŞ

Enes GÜL, 1990 yılında Elazığ'da doğdu. 2007 yılında Elazığ Mehmet Akif Ersoy Lisesi'nden mezun oldu. 2008-2012 yılları arasında Fırat üniversitesi Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde lisans eğitimi aldı ve bu bölümünden mezun oldu. 2013 yılında Atatürk Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Hidrolik ABD'de Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı. Şu anda İnönü Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Hidrolik ABD'de Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır.