

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ VE ANALİTİK HİYERARŞİ YÖNTEMİ
İLE İÇMESUYU HAVZALARINDA KONUT GELİŞİM ALANI
BELİRLENMESİ: YUVACIK BARAJ GÖLÜ HAVZASI ÖRNEĞİ

AZİZE KOÇ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
UZAKTAN ALGILAMA VE CBS PROGRAMI

DANIŞMAN
PROF. DR. TÜRKEY GÖKGÖZ

TEMMUZ, 2019

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ VE ANALİTİK HİYERARŞİ YÖNTEMİ
İLE İÇMESUYU HAVZALARINDA KONUT GELİŞİM ALANI
BELİRLENMESİ: YUVACIK BARAJ GÖLÜ HAVZASI ÖRNEĞİ**

Azize KOÇ tarafından hazırlanan tez çalışması 05.07.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı Uzaktan Algılama ve CBS Programı **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Türkay GÖKGÖZ

Yıldız Teknik Üniversitesi

Danışman

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Türkay GÖKGÖZ, Danışman

Yıldız Teknik Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Alper ŞEN, Üye

Yıldız Teknik Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Serdar BİLGİ, Üye

İstanbul Teknik Üniversitesi

Danışmanım Prof. Dr. Türkay GÖKGÖZ sorumluluğunda tarafımda hazırlanan Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile İçme Suyu Havzalarında Konut Gelişim Alanı Belirlenmesi: Yuvacık Baraj Gölü Havzası Örneği başlıklı çalışmada veri toplama ve veri kullanımında gerekli yasal izinleri aldığımı, diğer kaynaklardan aldığım bilgileri ana metin ve referanslarda eksiksiz gösterdiğimi, araştırma verilerine ve sonuçlarına ilişkin çarpıtma ve/veya sahtecilik yapmadığımı, çalışmam süresince bilimsel araştırma ve etik ilkelerine uygun davrandığımı beyan ederim. Beyanımın aksinin ispatı halinde her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Azize KOÇ

İmza



Değerli Aileme
eşime ve oğluma

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamda fikir ve önerileri ile yol gösterici olan danışman hocam Prof. Dr. Türkay GÖKGÖZ'e; desteğiyle her zaman yanımda olduklarını hissettiğim eşim Alp KOÇ'a ve oğlum Ali Orhan KOÇ'a sonsuz teşekkür ederim.

Azize KOÇ



İÇİNDEKİLER

SİMGE LİSTESİ.....	VII
KISALTMA LİSTESİ	VIII
ŞEKİL LİSTESİ	IX
TABLO LİSTESİ.....	X
ÖZET	XI
ABSTRACT	XIII
1 Giriş.....	1
1.1 Literatür Özeti	2
1.2 Tezin Amacı	4
1.3 Hipotez	4
2 İçme Suyu Havza Yönetimi ve Planlama.....	6
2.1 İçme Suyu Havza Yönetimi ve Planlamanın Önemi	6
2.2 Türkiye’de İçme Suyu Havza Koruma Yasası	8
2.3 İçme Suyu Havzalarının Korunmasının Önemi	9
2.3.1 Konut Gelişim Alanlarının Havzaya Etkisi.....	10
3 Çok Kriterli Karar Verme.....	13
3.1 Coğrafi Bilgi Sistemleri.....	13
3.2 Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri.....	15
3.2.1 Analitik Hiyerarşi Yöntemi.....	17
4 Uygulama	23
4.1 Çalışma Alanı ve Veri	23
4.2 Yöntem	26

4.2.1	Verilerin Düzenlenmesi	27
4.2.2	Belirlenen Kriter ve Değer Aralığına Göre Yeniden Sınıflandırma	27
4.2.3	Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması	40
4.2.4	Tutarlılık Oranının Hesaplanması	42
4.2.5	Karar: Konut Gelişim Alanının Belirlenmesi	42
5	Bulgular	45
5.1	Karar Analizi Sonuçlarının Saha Gözlemleri İle Değerlendirilmesi	45
5.2	Karar Analizi Sonuçlarının Yönetmeliklere Göre Değerlendirilmesi	47
5.3	Karar Analizi Sonuçlarının İmar Planlarında Belirlenen Konut Gelişim Alanları İle Karşılaştırılması	52
6	Sonuç ve Öneriler	54
	Kaynakça.....	56
	Tezden Üretilmiş Yayınlar	59

SİMGE LİSTESİ

0	Derece
λ	Özdeğer



KISALTMA LİSTESİ

AHY	Analitik Hiyerarşi Yöntemi
CAD	Computer Aided Design (Bilgisayar Destekli Tasarım)
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme
DSİ	Devlet Su İşleri
İSU	İzmit Su ve Kanalizasyon İdaresi
Rİ	Rastgele İndeks
SKKY	Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği
Tİ	Tutarlılık İndeksi
TO	Tutarlılık Oranı
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3.1	Karar analizi akış şeması [30].....	16
Şekil 3.2	Mekânsal çok kriterli karar verme süreci [32].....	17
Şekil 3.3	Analitik hiyerarşi modeli [34].....	18
Şekil 4.1	Yuvacık Baraj Gölü Havzası konumu.....	23
Şekil 4.2	Yuvacık Baraj Gölü Havzası arazi kullanım haritası.....	29
Şekil 4.3	Yuvacık Baraj Gölü Havzası arazi kullanım kriteri yeniden sınıflandırma haritası	30
Şekil 4.4	Yuvacık Baraj Gölü Havzası mevcut köy yerleşim alanları haritası	31
Şekil 4.5	Yuvacık Baraj Gölü Havzası yerleşim alanlarına uzaklık yeniden sınıflandırma haritası.....	32
Şekil 4.6	Yuvacık Baraj Gölü Havzası karayolu haritası.....	33
Şekil 4.7	Yuvacık Baraj Gölü Havzası karayoluna uzaklık yeniden sınıflandırma haritası	34
Şekil 4.8	Yuvacık Baraj Gölü Havzası yeraltısuyu korunan alanlar haritası	35
Şekil 4.9	Yuvacık Baraj Gölü Havzası yeraltısuyu koruma alanları yeniden sınıflandırma haritası.....	36
Şekil 4.10	Yuvacık Baraj Gölü Havzası havza koruma alanları haritası	37
Şekil 4.11	Yuvacık Baraj Gölü Havzası havza koruma alanları yeniden sınıflandırma haritası.....	38
Şekil 4.12	Yuvacık Baraj Gölü Havzası eğim haritası.....	39
Şekil 4.13	Yuvacık Baraj Gölü Havzası eğim yeniden sınıflandırma haritası	40
Şekil 4.14	Yuvacık Baraj Gölü Havzası yeni yerleşim yeri seçimi uygunluk haritası	43
Şekil 4.15	Yeni yerleşim yeri seçimi uygunluk haritası üzerine havza mutlak koruma alanı ve dere mutlak koruma alanı maskeleme haritası.....	44
Şekil 4.16	Yeni yerleşim yeri seçimi karar analizi sonucu uygunluk haritası.....	44
Şekil 5.1	Saha gözlemlerine dayanarak ile seçilen 1 ve 2 nolu örnek bölgeler	46
Şekil 5.2	Karar analizi sonuçlarının yerleşim uygunluğu açısından karşılaştırılması için seçilen 1, 2 ve 3 nolu alternatif alanlar	48
Şekil 5.3	Karar analizi sonucuna göre yerleşim uygunluğu açısından karşılaştırılması yapılan 1 nolu alternatif alan	50
Şekil 5.4	Karar analizi sonucuna göre yerleşim uygunluğu açısından karşılaştırılması yapılan 2 nolu alternatif alan	51
Şekil 5.5	Karar analizi sonucuna göre yerleşim uygunluğu açısından karşılaştırılması yapılan 3 nolu alternatif alan (İnönü Yaylası)	51

TABLO LİSTESİ

Tablo 3.1	AHY kriter esasları [34].....	19
Tablo 3.2	İkili karşılaştırma matrisi [28]	19
Tablo 3.3	Normalize edilmiş ikili karşılaştırma matrisi	20
Tablo 3.4	Normalize edilmiş ağırlıklar	21
Tablo 3.5	Rastgele indeks değerleri [36].....	22
Tablo 4.1	Arazi kullanım kriteri değer aralıkları	30
Tablo 4.2	Yerleşim yerine uzaklık kriteri değer aralıkları	32
Tablo 4.3	Karayoluna uzaklık kriteri değer aralıkları	34
Tablo 4.4	Yeraltı suyu koruma alanlarına uzaklık kriteri değer aralıkları.....	36
Tablo 4.5	Havza koruma alanlarına uzaklık kriteri değer aralıkları	38
Tablo 4.6	Eğim derecesi kriteri değer aralıkları.....	39
Tablo 4.7	Yer seçiminde kullanılan kriterler	41
Tablo 4.8	İkili Karşılaştırma Matrisi.....	41
Tablo 4.9	Kriter ağırlıklarının hesaplanması.....	42
Tablo 5.1	Karar analizi sonucu yeni yerleşim yeri uygunluk durumu.....	45
Tablo 5.2	SKKY ve Yuvacık Baraj Gölü Özel Hükümleri'ne göre uygulanan yapılaşma izni durumu	49

Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile İçme Suyu Havzalarında Konut Gelişim Alanı Belirlenmesi: Yuvacık Baraj Gölü Havzası Örneği

Azize KOÇ

Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Türkey GÖKGÖZ

İçme suyu havzalarındaki tarımsal faaliyetler, sanayileşme ve yerleşimler, su kalite ve miktarını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle, içme suyu havzalarında su kaynaklarının korunması ve sürdürülebilir su yönetimi için havzaya özgü planlama tekniklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Özellikle büyük şehirlerde şehir merkezlerine yakın içme suyu havzalarında havzanın kapladığı geniş alanlar, artan nüfus ile birlikte oluşabilecek yeni yerleşim yeri için talep konusu alanları oluşturmaktadır. Bu alanların planlanması için imar düzenlemesi yapılması gerekmektedir. Ancak, bu planlama süreci her havzanın kendine özgü özellikleri dikkate alınarak yapılmalıdır.

İçme suyu havzalarında, imar düzenlemesi için talep edilen yeni yerleşim alanları belirlenirken, havzanın kendine özgü fiziksel özellikleri değerlendirilmelidir. Havzanın karakteristiğini gösteren kriterlerin seçimi, su kalite ve miktarına etki eden faktörlerin belirlenmesi ve sürdürülebilir su yönetiminin sağlanabilmesi için

önemlidir. Bu tür mekânsal problemlerde çok sayıda kriterin değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada belirlenen kriterler; arazi kullanımı, yeraltı suyu korunan alanları, yerleşim yerine uzaklık, eğim, ulaşım ve havza koruma sınırıdır. Çok kriterli karar verme yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile hesaplanan kriter ağırlıkları kullanılarak Coğrafi Bilgi Sistemi araçlarıyla mekânsal analizler yapılmış ve Kocaeli ili Yuvacık Baraj Gölü Havzasında konut gelişim alanları belirlenmiştir. Yapılan çalışma ile elde edilen sonuçlar planlama çalışmalarına destek olma amaçlı geliştirilmiş altlık harita katmanlarını sunmuştur.

Anahtar Kelimeler: İçme suyu havzaları, Havza karakteristikleri, Konut gelişim alanları, Coğrafi bilgi sistemleri, Analitik hiyerarşi yöntemi



Determination of Residential Development Areas in Drinking Water Basins with Geographic Information Systems and Analytic Hierarchy Method: Yuvacık Dam Lake Basin Example

Azize KOÇ

Department of Geomatic Engineering

MSc. Thesis

Advisor: Prof. Dr. Türkay GÖKGÖZ

Agricultural activities in drinking water basins, industrialization and settlements negatively affect water quality and quantity of water. Therefore, planning techniques for sustainable water management in drinking water basins should be determined. Especially the large areas covered by the basin in the drinking water basins near the city centers in the metropolitan cities constitute the demand areas for the new settlement which may occur together with the increasing population. In order to plan these areas, zoning arrangements should be made. However, this planning process should be done by taking into account the specific features of each basin.

In determining the new settlement areas demanded for the zoning planning in drinking water basins, the specific physical properties of the basin should be evaluated. Selection of criteria showing the characteristics of the basin is important for determining the factors affecting water quality and quantity of water

and ensuring sustainable water management. Many such criteria need to be evaluated in these spatial decision problems. The criteria determined in this study are; land usage, protected groundwater boundaries, distance to settlement, slope, transportation and river basin borders. The spatial analyzes were made using Geographical Information System tools by using the criterion weighted by Analytical Hierarchy Method which is one of the multiple criteria decision making methods and residential development areas were determined in Yuvacık Dam Basin of Kocaeli province. The results obtained by the study presented the improved base map layers to support the planning processes.

Keywords: Drinking water basins, Basin characteristics, Residential development areas, Geographic information systems, Analytic hierarchy method

Su canlılar için temel yaşam kaynağıdır. Su olmadan yeryüzündeki yaşam var olamazdı. İnsan varlığının olduğu yerde su tüketiminin hızla artması, bazı bölgelerde su kaynaklarının bulunmaması veya kısıtlı olması, bazı bölgelerde ise suyun kirletildiği düşünülürse, yaşam varlığının devamı açısından bir sorunla karşı karşıya olduğumuz aşikârdır. Bu nedenle, su kaynaklarının ve bu kaynakların beslendiği içme suyu havzalarının ekolojik sisteminin korunması önemlidir.

Su kaynaklarının koruma-kullanma dengesinin sağlanması ve sürdürülebilir su yönetimi için su havzalarının doğal ekosisteminin korunması gereklidir. Ancak, su kaynaklarının doğal ekosistemi yine insan faktörü nedeniyle bozulmaktadır. Özellikle, kentsel sistemler içinde kalan su havzaları, gelişen kentlerin baskısı altındadır. Yasal olmayan ve plansız kentleşme nedeniyle su havzalarındaki yapılaşma ekosistemi olumsuz etkilemekte ve zarar vermektedir.

İçme suyu havzalarında ekolojik dengenin korunabilmesi ve sürdürülebilir su yönetiminin sağlanabilmesi için planlı yapılaşma ve arazi kullanımı önemlidir. Havzalarda projelendirme, planlama ve uygulama yapılabilmesi için öncelikle havzanın kendine özgü fiziksel özelliklerinin belirlenmesi gerekir. Bu özellikler ele alınarak, su kirliliğine neden olabilecek noktasal ve yayılı kirlilik kaynağı olan; nüfus artışı, yerleşim alanları, arazi kullanım şekli, sosyo-ekonomik ve sosyo-kültürel faaliyetlerin düzenlenmesi için planlama çalışmaları yapılabilecektir.

Havzaya ait fiziksel özellikler mekânsal veri, havzalarda yerleşim yeri seçimi ise mekânsal karar problemidir. Birden çok mekânsal verinin birlikte değerlendirilmesi ise çok kriterli mekânsal karar problemidir.

Bu bağlamda, çok kriterli karar verme yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY) ile Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) mekânsal analiz araçlarının bütünleştirilerek kullanımı, mekânsal karar problemlerinin çözümünde etkili olmaktadır.

Bu tez çalışmasında, CBS destekli AHY ile içme suyu havzalarında arazi kullanım duyarlılığı, bir mekânsal karar verme problemi olan yer seçimi ve planlama konusunda yapılan çalışmalar araştırılmış (bk. Bölüm 1), içme suyu havza yönetimi ve planlamanın önemi, Türkiye'deki havza koruma yasası ve havza korumanın önemi vurgulanmış (bk. Bölüm 2), CBS, Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) ve AHY hakkında bilgi verilmiş (bk. Bölüm 3), yapılan uygulama ile havzada talep konusu "Konut Gelişim Alanı" olarak yeni yerleşim yeri tespit edilmiş (bk. Bölüm 4), karar analizi sonuçları üzerinden değerlendirme ve karşılaştırmalar yapılmış (bk. Bölüm 5) ve öneriler sunulmuştur (bk. Bölüm 6).

1.1 Literatür Özeti

Havzalarda planlama konusunda çok disiplinli çalışmalarla modelleme yapılmaktadır. Havzada arazi kullanım teknikleri, yerleşim sorunu, yer seçimi vs. konularda yapılan çalışmalar için geliştirilen modellerin, karar verme ve planlama aşamalarında uygulanabilirliği literatürde ortaya konmuştur.

Özügül [1] tarafından yapılan çalışmada, ekolojik planlama konusunda plan kararlarına öncülük edebilecek, ekosistem unsurlarını sistemli ve nesnel bir biçimde değerlendirme sürecine katabilecek Analitik Hiyerarşi ve Uygunluk Analizi bileşenlerinden oluşan bir analitik modeli Ömerli İçme Suyu Havzası'nda yerleşilebilirliği sınamak üzere uygulama geliştirilmiştir.

Akbulak [2] tarafından, kaynakların etkin ve doğru kullanımı, doğal ve kültürel potansiyelin saptanması ve ekolojik yapıya uygun arazi kullanımının uygulanabilmesi amacı ile Yukarı Kara Menderes Havzası'nın arazi kullanımı uygunluk analizi yapılmıştır. Yapılan çalışmada, CBS metodolojisi ile çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan AHY birlikte kullanılmıştır.

Yalew ve diğ. [3] tarafından, Etiyopya'daki Abbay (Yukarı Mavi Nil) havzasında, gıda ve diğer tarımsal ürünlere yönelik artan taleplere karşılık tarımsal arazi kullanım alanlarının arttığı belirtilerek, havzada tarımsal uygunluk analizi yapılmıştır. Yapılan saha çalışmaları ile tarımsal uygunluk değerlendirme kriterleri belirlenmiştir. Bu kriterler bir CBS platformunda raster katmanlar olarak işlenmiş ve AHY ile hesaplanan kriter ağırlıkları raster verilere atanarak uygunluk analizi

yapılmıştır. Havzada tarım için oldukça uygun, orta derecede uygun, marjinal olarak uygun ve uygun olmayan arazi kullanımı belirlenmiştir. Yapılan analizlerde havzada tarımsal uygunluğun yanı sıra, arazi bozulumu ve toprak erozyonu açısından daha hassas olan bölgeler tespit edilmiştir.

Ahmad ve diğ. [4] tarafından, havzanın çeşitli fiziksel özelliklerine dayanarak CBS tabanlı çok kriterli değerlendirme tekniği AHY uygulanarak, Hindistan'ın Chhattisgarh Eyaletindeki Sheonath Nehri'nin üst havzasında su depolama yapıları için uygun yerlerin belirlenmesi amacı doğrultusunda bir çalışma yürütülmüştür.

Modellemede, uzaktan algılama ve CBS gibi tekniklerin kullanılması doğru karar verilmesinde yardımcı olmakta ve karar sürecini kısaltmaktadır. İçme suyu havzalarında olduğu gibi, kent yerleşim alanları, katı atık depolama alanları, itfaiye yeri alanı, arazi kullanımı uygunluk analizi vs. birçok yer seçimi probleminin çözümünde CBS tabanlı AHY kullanılmaktadır.

Siddiqui ve diğ. [5] tarafından, Amerika Birleşik Devletleri'nin Oklahoma eyaletinde yer alan Cleveland County yerleşim biriminde CBS ve AHY kullanılarak bir çalışma yürütülmüştür. İnşa edilecek yeni kentsel katı atık alanları için yönetmeliklerin ve yerel halk tarafından gelen itirazların bazı zorlukları ortaya çıkardığı belirtilmiştir. Çalışmada, AHY yöntemi için yönetmeliklerdeki kısıtlamalar, bölge özellikleri ve arazi değerlendirmeleri uzmanların ve kullanıcıların yardımıyla oluşturulmuştur. Ayrıca farklı yerleşim ölçütlerinin, çöp sahası büyüklüğünün ve konumdan kaynaklı zorlayıcı kısıtlamaların göreceli olarak etkili olduğu tespit edilmiştir.

Duc [6] tarafından, arazi kullanım uygunluğunun analizi, arazinin sadece doğal/fiziksel kapasitesini değil, aynı zamanda sosyo-ekonomik ve çevresel etkilerini de içeren çeşitli kriterlerin dikkate alınmasını gerekli kıldığı ifade edilmiştir. CBS, arazi kullanım analizinde mekânsal verileri ele almak için güçlü bir araç olmasına rağmen, bu aracın tek başına uygunluk analizinde birçok kriterin göz önünde bulundurularak her birine göreceli önem değeri vermeye ve yargılamaya çalışırken uzman görüşünde tutarsızlık sorununu yenemediği görülmüştür. Bu sorunu çözmek için, AHY CBS aracıyla birlikte kullanılmıştır. Lam Dong Bölgesi Viet Nam'ın Lam Ha bölgesi için, aynı anda 12 farklı kriter ile arazi kullanımı uygunluk analizini etkili bir şekilde yapmıştır.

Aburas ve diğ. [7] tarafından, kentsel büyüme için arazi kullanımı uygunluk analizi yapılmıştır. CBS ve AHY arasındaki entegrasyonun, kentsel büyümeyle ilgili gelecek politikalarını formüle etmek için güçlü bir araç olduğu belirtilmiştir. Yapılan çalışma ile kentsel büyüme için arazi uygunluk analizinin genel özellikleri tanımlanmış ve modelin tasarımında kullanılan farklı kriterler sınıflandırılmıştır.

1.2 Tezin Amacı

Bu çalışmada, Kocaeli ili Yuvacık Baraj Gölü Havzası'nda yeni yerleşim alanlarının oluşturulabilmesi için, çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHY ile belirlenen kriter ve ağırlıklar CBS tabanlı mekânsal analizlerle ilişkilendirilerek yer seçimi alanlarının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda;

- Havza içerisinde yerleşime en uygun alanların belirlenmesi,
- Su kirliliğine neden olabilecek en düşük değerde/riskte yerleşim yeri alanlarının belirlenmesi,
- Artan yapılaşma taleplerine uygun yerleşim alanı seçimi için bilimsel bir yaklaşım getirilmesi,
- Diğer içme suyu havzalarında da karşılaşılan yerleşim yeri talepleri için yol gösterici olması,
- Yapılacak analizler ile üretilen sonuç harita katmanlarının planlama sürecinde altlık harita olarak kullanımının sağlanması,
- Yer seçim kriterleri ve kriter ağırlıklarının ele alınan içme suyu havzasına göre değişkenlik gösterebileceğinin ortaya konulması,

hedeflenmiştir.

1.3 Hipotez

İçme suyu havzalarında ormanlık alanların tahrip olması ve toprak yüzeylerin betonlaşması, havzalardaki konut-yapılaşma taleplerinin sonucunda karşımıza çıkmaktadır. Özellikle, büyükşehirlerde şehir merkezine yakın içme suyu havzaları, cezbedici doğası nedeniyle yeni yerleşim yeri talep merkezi haline gelmektedir.

Havzalardaki konut-yapılaşma taleplerine bağlı artan nüfus yoğunluğu noktasal kirliliğe neden olmaktadır. Konut talebi nüfus artışını, nüfus artışı ise altyapı ve üst yapı hizmetinin getirilmesi talebini doğurmaktadır. Havzadaki toprak yüzeyler sadece konut-bina ile değil, yollar ile de betonlaşarak kaplanmaktadır. Ayrıca, içme suyu havzalarına altyapı hizmeti getirilemediği durumlarda ise zararlı atıklar havzaya deşarj edilmektedir. Bu nedenle, havzaların korunması, doğal kaynaklar ve insanlar arasında ilişkilerin sağlanması amacı ile nüfus artışına neden olacak konut gelişim alanlarının kontrol altına alınması gerekmektedir.

İçme suyu havzalarında yeni yerleşim yerlerinin mevcut Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği ve İçme-Kullanma Suyu Havzalarının Korunmasına Dair Yönetmeliğe göre belirlenmesinin, havzada su kalite ve miktarının korunması ve sürdürülebilir su yönetiminin sağlanmasında yeterli olmayacağı görülmüştür. Çünkü yönetmeliğe göre yeni yerleşim yerleri, havzanın kendine özgü fiziksel özellikleri dikkate alınmadan, her havza için aynı şekilde uygulanan koruma alanlarına esas yapılaşma hükümleri şeklinde belirlenmektedir.

Bu nedenlerle, çok kriterli karar verme yöntemlerinden de yararlanarak, CBS tabanlı mekânsal analizlerle yeni yerleşim yerlerinin belirlenmesi uygun olacaktır.

2.1 İçme Suyu Havza Yönetimi ve Planlamanın Önemi

Havzanın tanımı kısaca yağış sularının toplandığı alanlar olarak ifade edilebilir. İçme ve kullanma suyu elde edilen havzanın tanımı ise; Uzunsoy ve diğ. [8] tarafından, yağış ve kaynak sularının aynı mecraya ya da göle akan, su kesimi (su ayrımı çizgisi) denilen sırtlarla çevrili olan su çekimi alanı olarak tanımlanmıştır.

Havza yönetimi, insanlar ile doğal kaynaklar arasında dengeli ilişkiler kurarak, sürdürülebilir kaynak kullanımı ile sosyo-ekonomik yapıyı bütünleştirecek planlama, projelendirme ve uygulama geliştirilmesidir. Başka bir tanımda ise ekolojinin temel esasları dikkate alınarak, doğal kaynakların kullanımının, toplumun sosyal-kültürel ve ekonomik kalkınmasını sağlayacak şekilde sağlanması olarak da ifade edilmiştir. Ayrıca havza yönetimi su, toprak ve orman kaynakları üzerinde yaşayan toplumların korunması ve yönetilmesi şeklindeki tanımlamalara da sahiptir [9].

Havza planlaması (amenajman), havzadaki tehlike arz eden erozyon, sel ve taşkınları kontrol altına almak ve istenilen kalite ve miktarda su üretimi sağlamak amacı ile havzanın temel özelliklerine göre belirlenmiş yerel, ulusal veya uluslararası amaçlara yönelik sosyo-ekonomik ve sosyo-kültürel koşulları da göz önünde bulundurarak, havzadaki doğal kaynakların yönetilmesi ve yararlanılmasının sürdürülebilir nitelikte düzenlenmesidir [10].

İçme suyu havzaları doğal ekosisteminin korunmasına yönelik planlama çalışmalarının yapılması, bütünleşik yönetim sisteminin oluşturulması, ekosistem ile kentleşme arasında dengeli bir ilişkinin kurulması geleceğe yönelik önem kazanmaktadır [11].

İçme suyu havza yönetimi ve planlaması, yaşam kaynağımız olan suyun ve su kaynaklarının korunması için gereklidir. Su kaynaklarının korunamaması, su kalite

ve miktarında azalmalara neden olmaktadır. Özellikle, su kaynağı olarak kullanılan nehir, göl ve baraj havzalarında oluşan çevresel ve ekonomik baskıların düzenlenmesi faaliyetleri önemlidir.

Bu bağlamda, su kaynaklarımıza ilişkin sorunları çözebilmek için, su üretimi sağlanan baraj havzalarımızda mutlaka su üretimini amaçlayan havza yönetimi ilkelerine göre plânlama yapılmalı ve bunlar ortak kararlarla uygulamaya konulmalıdır. Baraj havzalarımızın genellikle ormanlık alanlarla kaplı olması su üretiminde orman ekosisteminin çok önemli bir işleve sahip olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, orman ekosistemine yapılacak bilinçli müdahaleler su üretimini olumlu yönde etkileyecektir [12].

İçme suyu havzalarında oluşan başka bir sorun da yapılaşma baskısıdır. Havza genelinde izinsiz ve plansız yapılaşmaya bağlı olarak toplumların dağınık yerleşimleri havza sorunlarının artmasına yol açar ve bu sorunların çözümü zor olur ve uzun zaman alır. Bu şekilde insan etkisiyle meydana gelen tahribat, havza içindeki ekolojik dengeyi bozduğundan, uzun vadede zararlı ve kalıcı olumsuz etkilere yol açacaktır [13].

Havza planlamasında farklı disiplinler arasında işbirliğinin sağlanması gerekmekte olup, tek yönüyle ele alınacak bir süreç değildir. Bir havzada sosyo-ekonomik yapı, yerleşim şekli, tarımsal etkinlikler, topoğrafik özellikler, yaban hayatı, doğal koruma alanları vb. konular, alanında uzman kişiler tarafından değerlendirilirse olumlu sonuçlar verebilecektir. Havza içindeki alanların kullanım amacının belirlenmesi ve bu alanlardan yararlanmanın sürdürülebilir nitelikte olması gerekir. Bunun için havza özellikleri disiplinler arası bir koordinasyonla ele alınarak, araziden faydalanma şekillerinin birbirlerine göre konumlarının belirlenmesi gerekir [14].

Havza planlama süreci katılımlı bir süreç olarak ele alınarak su kaynakları ve doğal ekosistemin korunması uluslararası deklerasyonlarla desteklenmektedir. Katılımcı modellerle gerçekleştirilecek havza koruma planların yapılması ve planların havzanın bütününe kapsayacak şekilde oluşturulacak bütünsel havza yönetiminin oluşturulması, havzalar gibi hassas alanların korunmasında yararlanılabilecek en önemli araçlardır [11].

Havzalarda arazi kullanımının geleceğe yönelik olarak modellenmesinde farklı disiplinler birlikte kullanılmaktadır. Modelleme çalışmalarında, uzaktan algılama ve CBS gibi tekniklerin kullanılması doğru karar verilmesinde yardımcı olmakta karar sürecini kısaltmaktadır [11].

2.2 Türkiye’de İçme Suyu Havza Koruma Yasası

Türkiye’de içme ve kullanma suyu temin edilen tabii göl, baraj gölü ve göletlerde, su kalite ve miktarının korunması maksadıyla Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) hükümleri uygulanmaktadır. Söz konusu yönetmelik kapsamında koruma alanları tabii göl, baraj gölü ve göletlerin maksimum su seviyesinden itibaren yatayda 0-300 m Mutlak Koruma Alanı, 300-1000 m Kısa Mesafe Koruma Alanı, 1000-2000 m Orta Mesafe Koruma Alanı ve 2000 m- havza su toplama sınırı Uzun Mesafe Koruma Alanı olarak belirlenmiş olup, her havzada aynı şekilde uygulanmaktadır.

SKKY hükümlerine göre uygulanan havza koruma kuşakları, bazı havzalardaki yeraltı suyu etkileşimi düşünüldüğünde yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle, 28/10/2017 tarihli ve 30224 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan İçme-Kullanma Suyu Havzalarının Korunmasına Dair Yönetmeliğin 6ncı maddesinin beşinci fıkrasının (g) bendine dayanılarak, içme-kullanma suyu havzasının özellikleri dikkate alınarak koruma alanları ve koruma esaslarının belirlenmesine yönelik planlar ile diğer iş ve işlemlere ilişkin usul ve esasların düzenlemesi amaçlı 20/02/2019 tarihli ve 30692 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan “İçme-Kullanma Suyu Havzası Koruma Planı Hazırlanmasına Dair Usul ve Esaslar Tebliği” yürürlüğe girmiştir. Bu tebliğ hükümlerine göre, her bir içme suyu havzasının, yerleşim alanları, nüfus yoğunluğu, sosyo-ekonomik ve sosyo-kültürel yapı, arazi kullanım şekli gibi mevcut duruma yönelik noktasal ve yayılı kirlilik kaynakları, fiziksel, hidrolojik, jeolojik, coğrafik özellikleri belirlenerek özel bir çalışma ile havzaya özgü koruma kuşakları ve koruma esasları belirlenmekte, içme-kullanma suyu temin edilen veya edilmesi planlanan su kaynaklarına ilişkin koruma planları hazırlanarak uygulanmaktadır.

Söz konusu, "İçme-Kullanma Suyu Havzası Koruma Planı Hazırlanmasına Dair Usul ve Esaslar Tebliği"nin yürürlüğe girmesiyle, 31/12/2004 tarihli ve 25687 sayılı

Resmî Gazete'de yayımlanan SKKY'nin 16ncı maddesi hükmü çerçevesinde, havzanın fiziki ve teknik özelliklerinin bilimsel çalışmalar ile değerlendirilmesi, koruma alanları ve koruma esaslarının belirlenmesine yönelik yapılacak olan çalışmayı ve bu çalışmaya ilişkin usul ve esasların düzenlenmesi amaçlı, 30/06/2009 tarihli ve 27274 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan "Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Havzalarda Özel Hüküm Belirleme Çalışmalarına İlişkin Usul ve Esaslar Tebliği" de yürürlükten kaldırılmıştır.

İçme ve kullanma suyu elde edilen havzalarda, "Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Havzalarda Özel Hüküm Belirleme Çalışmalarına İlişkin Usul ve Esaslar Tebliği" ve bu tebliğin yürürlükten kaldırılmasıyla getirilen "İçme-Kullanma Suyu Havzası Koruma Planı Hazırlanmasına Dair Usul ve Esaslar Tebliği" hükümlerine esas planlama çalışması yapılmayan Büyükşehir Belediyeleri Su ve Kanalizasyon İdareleri tarafından, hizmet sınırları dâhilinde veya haricinde su temin edilen alanlarda, 2560 sayılı İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü Kuruluş ve Görevleri Hakkındaki Kanunun 3009 sayılı Kanunla değişik m.2.c ve 20'ye dayanılarak hazırlanan "Su Havzaları Koruma Yönetmeliği" uygulanmaktadır. İdare tarafından bu yönetmelik hazırlanmadı ise "İçme-Kullanma Suyu Havzalarının Korunmasına Dair Yönetmelik" hükümleri uygulanmaktadır. Ancak, Bakanlıkça veya Bakanlığın koordinasyonunda ilgili kurumlar tarafından en geç 2023 yılına kadar, 20/02/2019 tarihli ve 30692 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan "İçme-Kullanma Suyu Havzası Koruma Planı Hazırlanmasına Dair Usul ve Esaslar Tebliği" hükümlerini esas koruma planı hazırlanacağı hüküm altına alınmış olup, Su ve Kanalizasyon İdareleri tarafından hizmet sınırları dâhilinde veya haricinde su temin edilen alanlar için hazırlanacaktır.

2.3 İçme Suyu Havzalarının Korunmasının Önemi

Tüm dünyayı ilgilendiren, 21. yüzyılın en önemli çevre konularından biri ve birçok ülkenin en önemli sorunu su kalitesinin bozulması ve su azlığıdır. Birleşmiş Milletlerin hazırladığı rapora göre Dünya nüfusunun %20'lik bir diliminin sağlıklı içme ve kullanma suyuna erişiminin bulunmadığı ve günümüzde 1 milyar insanın su stresi limit değerinin altında yaşadığı belirtilmektedir. Ayrıca, yapılan tahminlere

göre 2025 yılı hedef alındığında 3 milyardan fazla insanın su stresine maruz kalacağı ve yaklaşık 15 ülkenin de su stresinden su kıtlığı durumuna geçeceği öngörülmektedir [14].

Devlet Su İşleri (DSİ) verilerine göre, Türkiye'nin su zengini bir ülke olmadığı ve kişi başına düşen yıllık su miktarına göre ülkemizin su azlığı yaşayan bir ülke konumunda olduğu istatistikler ile ortaya konmuştur. Türkiye'de kişi başına düşen yıllık kullanılabilir su miktarı 1.519 m^3 civarında olduğu belirtilmiştir. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre 2030 yılı için tahmini nüfusun 100 milyon olacağı varsayıldığında, 2030 yılı için kişi başına düşen kullanılabilir su miktarının $1.120 \text{ m}^3/\text{yıl}$ civarında olacağı ifade edilmektedir. Gelecek nesillere sağlıklı ve yeterli su bırakılabilmesi için su kaynaklarının çok iyi korunması ve akılcı kullanılması gerekmektedir [15]. Bu nedenle, ülkemizde su kaynaklarının yönetiminde sürdürülebilir su politikalarının geliştirilmesi için önemli ve hızlı adımlar atılması gerekmektedir.

İçme suyu havzalarının kullanım amacı ne olursa olsun temel ilke, bu kullanımlardan doğal kaynakların zarar görmemesi olmalıdır. Doğal kaynakların zarar görmemesi için de toprak, su ve bitki arasındaki doğal ekolojik dengenin korunması gerekmektedir [16].

Su kaynaklarını bekleyen önemli çevre sorunlarında biri de, en önemli su kaynağı olan nehirlerin kolay bir atık su deşarj yeri olarak kirliliğe maruz kalmasıdır. Oluşabilecek tehlikeleri engellemek ve su kaynakları ve havzalarının kirlenmelere karşı korunması amacı ile su kaynaklarının belirli zaman aralıklarında etüt edilerek kirlenmenin olup olmadığının araştırılması doğal su kaynaklarının geleceği yönünden zorunludur [17].

2.3.1 Konut Gelişim Alanlarının Havzaya Etkisi

İçme suyu havzalarında yüzeysel ve yeraltı suyu beslenimi havzaya düşen yağışlarla sağlanmaktadır. Havzadaki bitki örtüsü, ormanlık alanlar yeraltı suyu potansiyeli için önemlidir. Bunların tahrip olması durumunda, havzaya düşen yağış miktarı azalacak, buharlaşma oranı artacaktır. Bu alanlarının kaybolması, havzadaki su potansiyeline olumsuz etki edecektir.

Havzadaki ormanlık alanların tahrip edilmesi kadar, açık toprak yüzeylerin kapanması da havzaya düşen yağışların etkisini azaltacak, toprak yüzeyler yağışların yeraltına süzülmesi görevini yerine getiremeyecektir. Toprak yüzeyleri örtecek her türlü beton yapılar, yağışların yeraltına ulaşmadan buharlaşmasına neden olacaktır.

İçme suyu havzalarında ormanlık alanların tahrip olması ve toprak yüzeylerin betonlaşması, havzalardaki konut-yapılaşma taleplerinin sonucunda karşımıza çıkmaktadır. Özellikle, büyük şehirlerde şehir merkezine yakın içme suyu havzaları, cezbedici doğası nedeniyle yeni yerleşim yeri talep merkezi haline gelmektedir.

Havzaların yapılaşma için cazibe merkezi konumunda olmasının sebebi; kentlerdeki yoğunluktan kaynaklı hava kirliliği, gürültü, arsa ve bina fiyatlarının yüksek olmasına ve birçok faktöre karşın, temiz havası, orman ve su gibi doğal kaynaklara yakınlığı ve yerleşim için yasal engellerin bulunmamasıdır. Dolayısıyla, toplumun birçok kesimi tarafından tercih edilen cazibe merkezi konumundadır [18]. Bir başka açıdan içme suyu havzalarındaki yapılaşma baskısının sebebi; içme suyu havzalarındaki yanlış arazi kullanım politikaları, mevzuattaki çelişkiler, yönetim eksikliği ve karmaşası, kurumlar arası iletişimin olmayışı olarak gösterilebilir [19].

Ülkemizdeki önemli yasal ve çevresel sorunlardan biri, içme suyu havzalarındaki yerleşim birimlerinin dağınık bir şekilde bulunmasıdır. Yerleşim yerleri ve artan nüfus, suyun kalite ve miktarı üzerinde pek çok olumsuz ve kalıcı etkiler yaratmaktadır. Su kaynaklarının etrafında ve havzalarında planlama yapılmadığı için nüfus artışının su kaynakları üzerinde oluşturduğu sosyal baskı artarak devam etmektedir [13].

Havzalardaki konut-yapılaşma taleplerine bağlı artan nüfus yoğunluğu noktasal kirliliğe neden olmaktadır. Konut talebi nüfus artışını, nüfus artışı ise altyapı ve üst yapı hizmetinin getirilmesi talebini doğuracaktır. Havzadaki toprak yüzeyler sadece konut-bina ile değil, yollar ile de betonlaşarak kaplanacaktır. Ayrıca, içme suyu havzalarına altyapı hizmeti getirilemediği durumlarda ise zararlı atıklar havzaya deşarj edilmiş olacaktır. Bu nedenle, havzaların korunması, doğal kaynaklar ve insanlar arasında ilişkilerin sağlanması amacı ile nüfus artışına neden olacak konut gelişim alanlarının kontrol altına alınması gerekmektedir.

Bu nedenle, havzalarda planlama yetkisine sahip kamu İdarelerince, planlarda belirlenecek “Konut Gelişim Alanları”nın havzaya getireceği olumlu/olumsuz etkilerin araştırılması amacı ile Yetkili/İlgili Kurumlarla birlikte koordinasyon sağlanarak etüt-planlama çalışmaları yapılmalıdır.



3.1 Coğrafi Bilgi Sistemleri

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknolojisi 1980'lerden itibaren mekânsal verilerin elde edilmesinde, yönetilmesinde ve analiz edilmesinde yeni bir bilgi işleme teknolojisi olarak kabul görmüştür. CBS, bu özelliklerinin yanı sıra doğal kaynakların yönetiminde, bölgesel planlamanın yapılmasında ve afet yönetimi gibi birçok problemin çözümünde karar destek tekniği olarak da uygulanabilmektedir. Cowen (1988), CBS'ni karar destek fonksiyonlarından dolayı bir karar destek aracı olarak tanımlamıştır. Ancak, bazı araştırmacılar, CBS'nin bir karar destek sistemi olarak eksik kaldığı yerlerin olduğunu ifade etmişlerdir [20].

CBS mekânsal karar verme sürecinde büyük etkiye sahiptir. Karar verme süreci, var olan problemle ilgili çok sayıda verilerin analiz edilmesine dayanmaktadır. Yöneticiler ve karar vericiler tarafından kullanılan verilerin % 80'inin mekânsal problem içerdiği tahmin edilmektedir [21]. Mekânsal verileri içeren karar problemleri coğrafi ya da mekânsal karar problemleri olarak adlandırılmaktadır [22].

Mekânsal veri içeren karar problemlerinin çözümünde, karar analizi sürecine etki eden CBS teknikleri birçok çalışmada kullanılmıştır. Mekânsal ve sözel verilerin bir arada kullanılması ile planlama çalışması yapmak mümkündür. Planlama konusu alan seçimi, yerleşim yeri seçimi, altyapı ve üst yapı imalatı için koridor güzergâh seçimi gibi mekânsal tabanlı problemlerin çözümüne ilişkin CBS tabanlı dinamik bir yapı farklı disiplinler ile birlikte kullanılarak bütünsel bir çözüm sunmaktadır.

CBS, grafik veriler ile öznitelik bilgilerinin bağlantılı çalıştığı, akıllı verilerin oluşturulduğu, ilişkisel veri tabanı yapısına sahip bir bilgi teknolojisini ifade etmektedir. CBS ile birçok mekânsal bilgi sistemi oluşturulabilmekte olup, bilgi

sistemlerinin ortak paydası; bilginin toplanması, saklanması, işlenmesi ve sunulmasıdır.

Tek bir sistem içerisinde bilgi toplama, depolama ve modelleyerek analiz etme, bilgilere hızlı ve güvenli bir ulaşımı sağlayacağından, kullanılan sistemin etkinliği ve güvenilirliği daha fazla olacaktır [23].

Coğrafi bilgi sistemi hizmet alanındaki olayların tanımlanması ve ileriye dönük tahminlerin yapılabilmesine imkân tanıyan birçok fonksiyona sahiptir [24].

Teknoloji sayesinde, CBS bir yandan teknik olarak gelişmekte diğer yandan da değişik disiplinlerde kullanımının yaygınlaşmasını sağlamaktadır. Amacı ne olursa olsun CBS’de; veri girişi ve kodlama, veri işleme, verinin yeniden işlenmesi, verinin sunumu ve bütünleştirilmiş verinin yönetimi işlemlerine ihtiyaç duyulmaktadır [25].

Çalışma konusu olan, yer seçim analizi ile ilgili bilgilerin toplanıp işlenebilmesi ve kullanılabilir hale dönüştürülebilmesi için CBS etkin bir araç olarak kullanılabilmektedir. İçme suyu havzalarının fiziksel özelliklerinin belirlenmesinde, verilerin işlenmesinde ve plan-proje geliştirilebilmesinde CBS tabanlı haritalar, tespit, değerlendirme ve karar analizi oluşturmada teknik destek sağlamaktadır.

Bu bağlamda, CBS araçları, mekânsal analizler ile karar destek sürecinde verilerin işlenmesinde kullanılmaktadır. Karmaşık problemlerin çözümünde karar verme yöntemleri ile CBS birlikte kullanılarak karar vermeye yönelik sonuç katmanlar üretilmektedir [26].

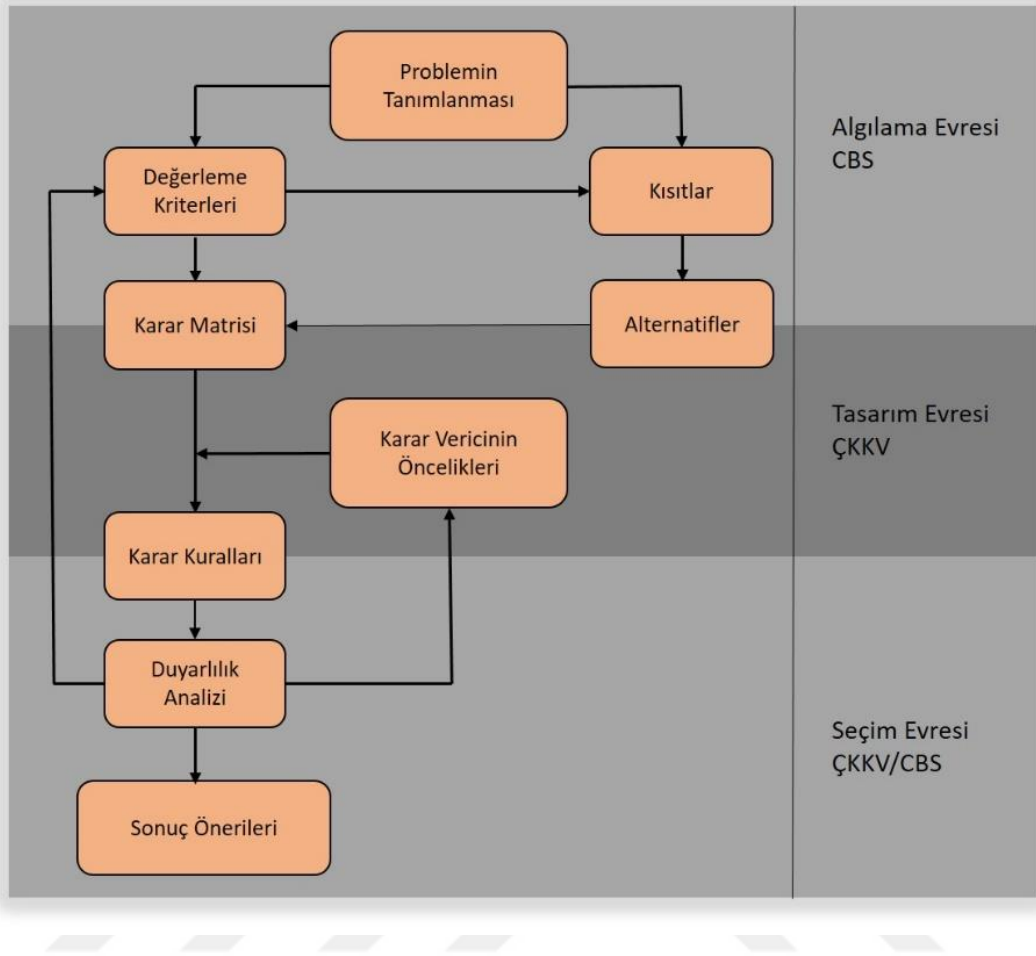
Ayrıca, CBS’nin mekânsal analiz ve karar verme konusunda birçok alanda kullanıldığı bilinmektedir. CBS teknikleri, içme suyu havzalarında olduğu gibi, kent yerleşim alanları, katı atık depolama alanları, itfaiye yeri alanı vs. birçok yer seçimi problemin çözümünde CBS tabanlı karar verme yöntemleri kullanılmaktadır. Yer seçimi kararı yerleşim yeri seçeneklerinin tanımlanmasını, analizini, değerlendirilmesini ve seçimini içerecek şekilde verilmektedir [27].

3.2 Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri

Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri, 1960'lı yıllarda, çok fazla kriterin bir arada olduğu karar verme gerektiren bir durumu kolaylaştırmada bir takım yöntemlerin gerekli görülmesiyle geliştirilmeye başlanmıştır. Öncelikli olarak karar teorisinde ve yöneylem araştırmasında kullanılırken daha sonrasında mali ve iktisadi alanlarda da kullanılmaya başlanmıştır. Karar birimlerinin bir alt dalı olan çok kriterli karar verme, karar sürecini kriterlere göre modeller ve analiz eder [28].

Karar verme problemi, coğrafi bilgi içeriyorsa ÇKKV işlemleri CBS destekli yürütülebilir. CBS ve ÇKKV birlikteliği, mekânsal ve sözel verilerin bir karar vermede bir arada değerlendirilmesi süreci olarak düşünülebilir. Bu birliktelik, mekânsal veriler üzerinde, karar vericinin belirli bir karar kuralına göre verilerin ve tercihlerin düzenlenmesidir [29].

ÇKKV süreci; problemin tanımı, probleme ilişkin kriterlerin belirlenmesi ve seçeneklerin kriterlere uygunluğunun saptanması işlem adımları ile gerçekleştirilir [30]. CBS destekli ÇKKV süreç adımları; karar probleminin tanımlanması, değerlendirme kriterlerin belirlenmesi, kriter katmanlarının hazırlanması ve normalleştirilmesi, kriter ağırlıklarının belirlenmesi ve karar analizinin uygulanması adımlarından oluşmaktadır [29].



Şekil 3.1 Karar analizi akış şeması [30]

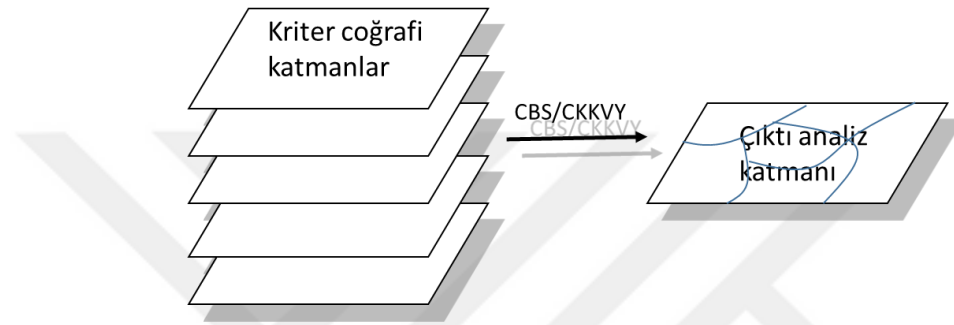
CBS tabanlı ÇKKV ile çok sayıda kriter bir arada değerlendirilerek belirli bir amaç için uygun yerler, alternatifler belirlenmektedir. Karar analizinde, problem tanımlandıktan sonra öncelikle değerlendirme kriterlerinin belirlenmesi gerekir. Kriterler karar problemine ilişkin amaçları karşılayabilecek kapsamda ve kriterin her sınıfı için karar vericinin tercihlerini belirten bir sayıyla ifade edilebilecek şekilde ölçülebilir özellikte olmalıdır. Değerlendirme kriterleri anlaşılabilir veya belirsiz anlamlarda olmamalıdır [31].

CBS'deki ÇKKV, orijinal verilere fazladan değer katan, bilginin veriye dönüştürülmesi süreci olarak görülmelidir [22].

Mekânsal veriler ile sözel bilgi içeren verilerin bir arada kullanılması ile planlama yapmak mümkündür. Planlama konusu alan seçimi, yerleşim yeri seçimi, altyapı ve üst yapı imalatı için koridor güzergâh seçimi gibi mekânsal tabanlı problemlerin

çözümüne ilişkin CBS tabanlı dinamik bir yapı ÇKKV yöntemi ile bütünsel çözüm sunmaktadır.

Problemin çözümü için karar verme sürecinde karar analizinin uygulanması, değerlendirme kriterlerinin tespiti ile karar vericiye bağlı en uygun nitelikte kriter ağırlıklarının belirlenmesine bağlıdır. ÇKKV yöntemleri karar destek aracı olarak CBS ortamında verimli bir şekilde kullanılmaktadır. CBS harita katmanları sayesinde karar analizi sonucu çıktı harita katmanı olarak sunulabilmektedir (Şekil 3.1).



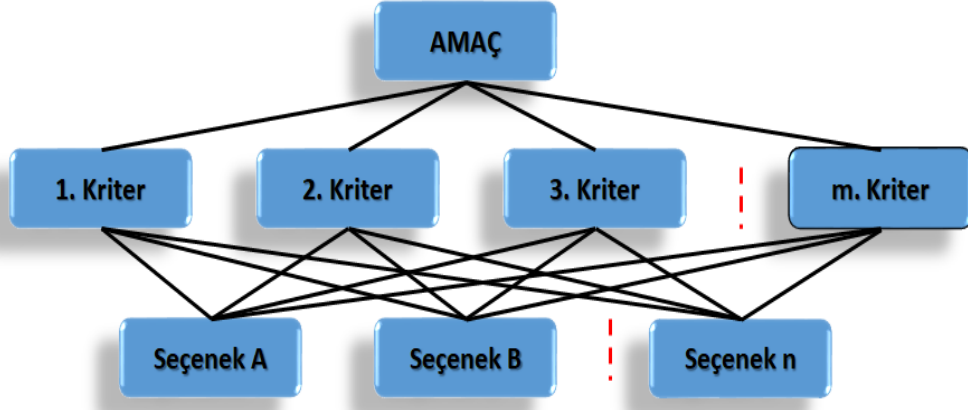
Şekil 3.2 Mekânsal çok kriterli karar verme süreci [32]

3.2.1 Analitik Hiyerarşi Yöntemi

Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY) ilk olarak 1968 yılında Myers ve Alpert tarafından ortaya atılmış olup, 1977 de ise Saaty tarafından bir model olarak geliştirilerek çok kriterli karar verme problemlerinin çözümünde kullanılmıştır [33].

AHY, sonlu sayıda seçeneğin yer aldığı problemlerde en iyi seçeneği bulan bir yöntemdir. AHY'nin gücü ve becerisi; problem çözme hedefine odaklanması, problem hakkında ilişkiler ve etkilerden oluşan bütünleşik bir model geliştirme yetisine sahip olması ve en iyi çözüme ulaşabilmesi olarak da açıklanabilir [32].

AHY'de ele alınan problem; ana hedef, kriterler, alt kriterler ve seçenekler düzeyinde hiyerarşik bir sistemi içeren bir modele dönüştürülmektedir. Hiyerarşik sistem genel olarak en az üç düzeyden oluşur ve buna göre en üst düzeyde problemin genel amacı, amacın altında ise sırasıyla kriterler ve seçenekler yer alır [30] (Şekil 3.2).



Şekil 3.3 Analitik hiyerarşi modeli [34]

Karmaşık çok kriterli karar problemleri için geliştirilen analitik hiyerarşi yönteminde; problemin tanımlanması, hedef kriterlerin ve alt kriterlerin belirlenmesi, karşılaştırma matrislerinin oluşturulması, ağırlıklandırılması ve tutarlılık oranının belirlenmesi süreç adımlarını oluşturmaktadır.

Mekânsal veriler vektör veri yapısında nokta, çizgi ve poligonlarla; raster veri yapısında piksellerle ifade edilir [30].

AHY’de, amaç belirlendikten sonra, amaca uygun kriter ve alt kriterler belirlenir ve sonrasında kriter ve alt kriterlerin önem derecelerine göre ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulur. Karşılaştırma matrisleri oluşturulurken, karar verici tarafından, Tablo 3.1’de görünen 1 ile 9 arasındaki derecelendirme esas alınarak, kriterlerin birbirine göre önem değerleri belirlenmektedir.

Tablo 3.1 AHY kriter esasları [34]

Önem Değerleri	Değer Tanımları
1	Her iki kriterin eşit öneme sahip olması durumu
3	1. kriterin 2. kriterden daha önemli olması durumu
5	1. kriterin 2. kriterden çok önemli olması durumu
7	1. kriterin 2. kriterden çok güçlü bir öneme sahip olması durumu
9	1. kriterin 2. kriterden mutlak üstün bir öneme sahip olması durumu
2,4,6,8	Ara değerler

1. Adım: İkili karşılaştırma matrisinin oluşturulması

Karar verici veya karar vericiler tarafından her bir kriterin karşılaştırma yapıldığı diğer kriterlere göre hiyerarşik üstünlüğü değerlendirilerek $(n \times n)$ boyutunda ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur (Tablo 3.2).

Tablo 3.2 İkili karşılaştırma matrisi [28]

	1. Kriter	2. Kriter	3. Kriter	...	<i>n.</i> Kriter
1. Kriter	a_{11}	a_{12}	a_{13}	...	a_{1n}
2. Kriter	a_{21}	a_{22}	a_{23}	...	a_{2n}
3. Kriter	a_{31}	a_{32}	a_{33}	...	a_{3n}
:	:	:	:	:	:
<i>n.</i> Kriter	a_{n1}	a_{n2}	a_{n3}	...	a_{nn}

2. Adım: İkili karşılaştırma matrisinin normalize edilmesi

İkili karşılaştırma matrisi oluşturulduktan sonra, ilk olarak her bir sütun elemanın normalize değerinin hesaplanması gerekmektedir. Bunun için, her bir sütun elemanı, o sütunun toplam değerine bölünür. Bu şekilde her bir sütun elemanı

hesaplanır ve her sütundaki değerler toplamının da 1'e eşit olduğu görülür. Böylece normalleştirilmiş ikili karşılaştırma matrisi elde edilir.

Normalleştirme işlemi $(n \times n)$ boyutlu bir matrisin $(1 \times n)$ boyutlu sütun elemanı için aşağıdaki gibi yapılır:

$$A_{11} = a_{11} / \text{Top} (a_{11} : a_{n1})$$

$$A_{21} = a_{21} / \text{Top} (a_{11} : a_{n1})$$

.....

$$A_{n1} = a_{n1} / \text{Top} (a_{11} : a_{n1})$$

Bu işlem adımı matrisin her bir sütunu için gerçekleştirilir (Tablo 3.3)

Tablo 3.3 Normalize edilmiş ikili karşılaştırma matrisi

	1. Kriter	2. Kriter	3. Kriter	...	n. Kriter
1. Kriter	A_{11}	A_{12}	A_{13}	...	A_{1n}
2. Kriter	A_{21}	A_{22}	A_{23}	...	A_{2n}
3. Kriter	A_{31}	A_{32}	A_{33}	...	A_{3n}
:	:	:	:	:	:
n. Kriter	A_{n1}	A_{n2}	A_{n3}	...	A_{nn}

3. Adım: Normalize edilmiş ikili karşılaştırma matrisinin ağırlıklarının hesaplanması

İkili karşılaştırma matrislerinin normalizasyonu yapıldıktan sonra ağırlık vektörü hesaplanır. Ağırlık vektörü hesabı, Saaty (1980)'nin özvektör prosedürüne göre yapılmaktadır.

Normalize edilmiş ikili karşılaştırma matrisinde, her bir satırda yer alan elemanların aritmetik ortalaması alınarak ağırlık vektörü hesaplanır. Her bir kriterin ağırlık vektörü $(n \times n)$ boyutlu bir matris için aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$WA_{11} = \text{Top}(A_{11} : A_{1n})/n$$

$$WA_{21} = \text{Top}(A_{21} : A_{2n})/n$$

....

$$WA_{n1} = \text{Top}(A_{n1} : A_{nn})/n$$

Tablo 3.4 Normalize edilmiş ağırlıklar

	WA
1. Kriter	WA ₁₁
2. Kriter	WA ₂₁
3. Kriter	WA ₃₁
:	:
n. Kriter	WA _{n1}

4. Adım: Tutarlılık oranının hesaplanması

Kriter ağırlıklıkları hesaplandıktan sonra, karar verici veya karar vericiler tarafından kriterlere verilen değerlerin doğrululuğunun/tutarlılığının kontrol edilmesi için AHY'ne göre Tutarlılık Oranı (TO) hesaplanır. TO'nun elde edilebilmesi için öncelikli olarak en büyük özdeğer ($\lambda_{\max}$) hesaplanır. Bunun için; ikili karşılaştırma matrisinin her bir satırında, satır elamanının o satıra ait hesaplanan ağırlık vektörü ile çarpımları toplamı o satıra ait ağırlık vektörüne bölünür.

$$\lambda_{11} = (a_{11} \cdot WA_{11} + a_{12} \cdot WA_{21} + a_{13} \cdot WA_{31} + \dots + a_{1n} \cdot WA_{n1}) / WA_{11}$$

$$\lambda_{21} = (a_{21} \cdot WA_{11} + a_{22} \cdot WA_{21} + a_{23} \cdot WA_{31} + \dots + a_{2n} \cdot WA_{n1}) / WA_{21}$$

$$\lambda_{31} = (a_{31} \cdot WA_{11} + a_{32} \cdot WA_{21} + a_{33} \cdot WA_{31} + \dots + a_{3n} \cdot WA_{n1}) / WA_{31}$$

....

$$\lambda_{n1} = (a_{n1} \cdot WA_{11} + a_{n2} \cdot WA_{21} + a_{n3} \cdot WA_{31} + \dots + a_{nn} \cdot WA_{n1}) / WA_{n1}$$

Tüm satırlar için aynı işlem uygulanır. Hesaplanan değerlerin toplamının kriter sayısına (n) bölünmesi ile en büyük özdeğer hesaplanmış olur.

$$\lambda_{\max} = (\lambda_{11} + \lambda_{21} + \lambda_{31} + \dots + \lambda_{n1})/n$$

En büyük özdeğer hesaplandıktan sonra Tutarlılık İndeksi (Tİ) hesabı yapılır.

$$Tİ = (\lambda_{\max} - n) / (n-1)$$

Tutarlılık oranı hesabı ise aşağıdaki gibi yapılır.

$$TO = Tİ / Rİ$$

Rastgele indeks (Rİ) değerleri, rasgele olarak üretilmiş ikili karşılaştırmalar matrislerinin ortalama tutarlılık indeksini ifade eder. Bu değerler karşılaştırılan eleman sayısı n değerine bağlıdır [35] (Tablo 3.5).

Tablo 3.5 Rastgele indeks değerleri [36]

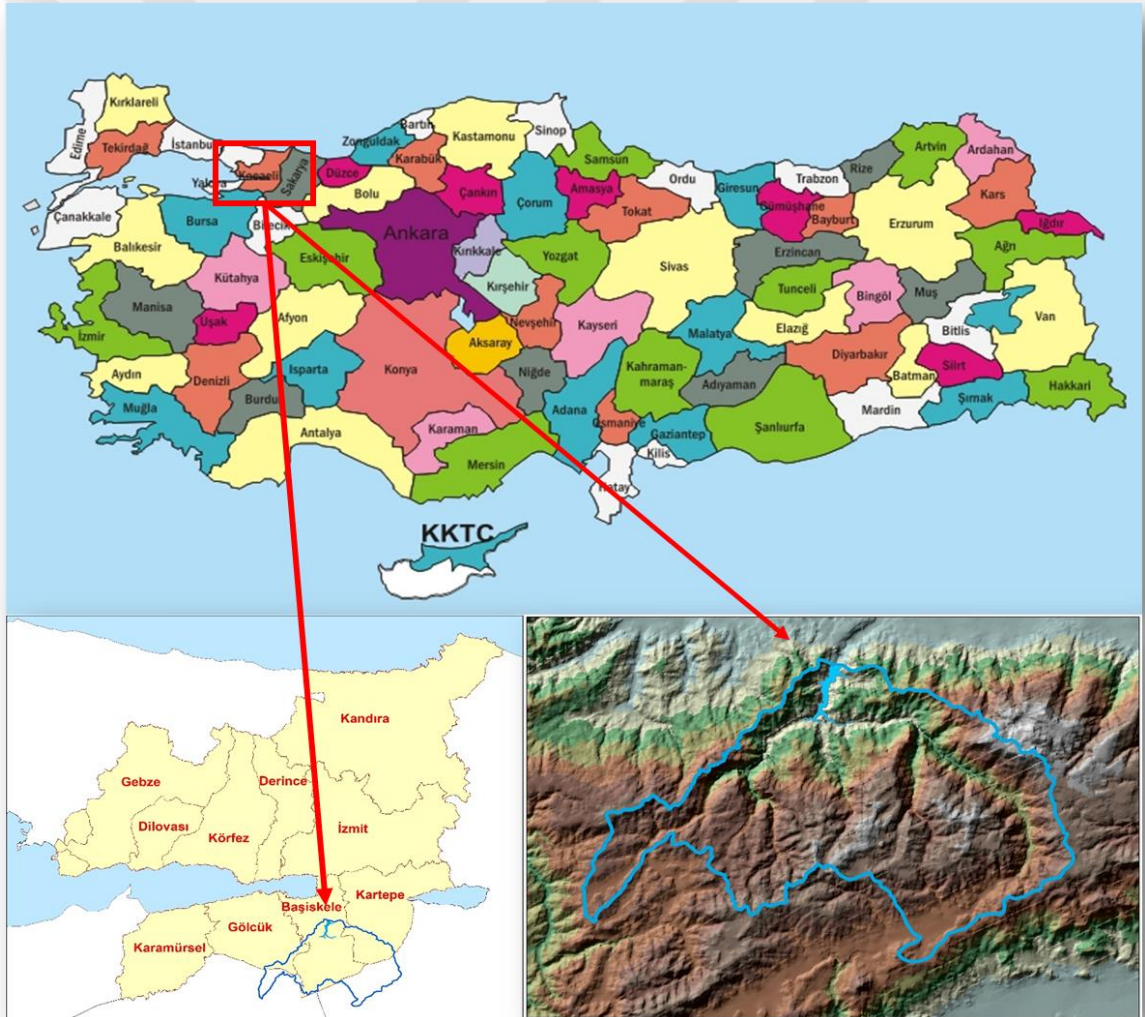
n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$Rİ$	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Karar vericiler tarafından oluşturulan ikili karşılaştırma matrisinde kriterlere atanan önem değerlerinin hedeflenen aralıkta olup olmadığı, TO hesabı ile belirlenir. Hesaplanan TO değeri, eğer 0,1'den küçük ise, ikili karşılaştırmaların kabul edilebilir bir düzeyde olduğunu gösterir. Eğer 0,1'e eşit veya 0,1'den büyük ise değerlendirmelerin tutarsız olduğunu gösterir ki, bu durumda yapılan tüm işlemin tekrarlanması gerekir.

Kısaca AHY, karmaşık karar problemlerinin analizinde sağladığı basitlik, esneklik, kullanım kolaylığı ve rahat yorumlanması ile her türlü kişisel, kurumsal, ulusal vb. problemlere kolaylıkla uygulanabilecek bir yöntemdir [36].

4.1 Çalışma Alanı ve Veri

Yuvacık Baraj Gölü Havzası'nda, havzanın fiziksel karakterizasyonu dikkate alınarak açılacak yeni yerleşim alanlarının tespiti yapılmıştır. Şekil 4.1'de Yuvacık Baraj Gölü Havzası'nın konumu görülmektedir.



Şekil 3.1 Yuvacık Baraj Gölü Havzası konumu

Yuvacık Baraj Gölü Havzası, Marmara bölgesinin doğusunda yer almakta olup, Kocaeli ilinin İzmit ilçesinin yaklaşık 16.0 km güney doğusundadır. Havzanın içinde bulunduğu yerleşim birimleri; Kocaeli iline bağlı Başiskele ve Gölcük ilçesi ile havzanın güney doğusunda Sakarya iline bağlı Pamukova ilçesi ve güneybatısındaki Bursa iline bağlı İznik ilçesinin bazı mahalleleridir. Coğrafi konumu 40°32'-40°41'kuzey enlemleri ve 29°49'-30°08' doğu boylamları arasında bulunan Yuvacık Baraj Gölü Havzası, 255,38 km² alanı kapsamaktadır. Havza içerisinde 16 köy ve bu köylere bağlı 42 mahalle bulunmaktadır.

Havzada, köy bazında yerleşimler bulunmaktadır. Havzanın nüfus yoğunluğunu Başiskele köyleri oluşturmaktadır. Nüfusun tamamının kırsal kesim olduğu bölgede, büyük ölçekte nüfusu etkilemeyecek şekilde göçlerin olduğu, ancak bölgedeki konut tipleri TÜİK (2016) verilerine göre incelendiğinde; yazlık olarak kullanılan 325 adet konut olduğu ve toplam konut sayısının 1355 adet olduğu dikkate alınarak, yazlık ve kışlık nüfusun değişken olduğu görülmektedir. Bu nedenle, yazın yerleşik nüfusta artış olduğu görülmektedir. Ayrıca, turizm tesislerinden ötürü gününbirlik nüfus artışı da yüksek orandadır.

Havzanın topoğrafik yapısı engebeli ve yüksek eğime sahip olması nedeniyle, köylere ait toplu kanalizasyon hatları bulunmamaktadır. Meskûn bölgelerde atıksu deşarjı sızdırır ve/veya sızdırmaz tip fosseptik yardımıyla bertaraf edilmektedir.

Yuvacık Barajı havzasında, rezervuarın doğu ve batısındaki yerleşimlere ulaşımın sağlandığı köy bağlantı ana yolları asfalt ve beton kaplama yollar olup, diğer yollar stabilize ve toprak yollardır.

Kocaeli Tarım İl Müdürlüğü'nden temin edilen bilgiler doğrultusunda, Yuvacık Baraj Gölü Havzası sınırları içerisinde VII. sınıf arazi bulunmaktadır. Havzada %3 şiddetinde erozyon görülmektedir.

Havzada yoğunlukla orman alanları bulunmaktadır. Orman alanları genel olarak, meşe ve gürgen yoğunlukta geniş yapraklı ağaçlardan oluşmaktadır.

Baraj rezervuarı su bütçesinin belirlenerek su yönetiminin sağlanabilmesi için havzadaki birçok noktada meteorolojik ve debi ölçüm istasyonlarından günlük/aylık/yıllık yağış verileri ve günlük akım verileri elde edilerek, havzaya

düşecek olan yağışın ön tahminlerinin yapıldığı Atmosferik-Hidrolojik Modellemesi ile su akımlarının etkin ve verimli planlanması sağlanmaktadır.

Yuvacık baraj havzasında jeolojik yapı incelendiğinde, havzayı ana karst akifer sistemleri oluşturmaktadır. Yuvacık Baraj havzasında karst akifer sisteminden boşalan ve içme suyu kaynağı olarak kullanılan büyük debili kaynaklar bulunmaktadır.

Havzada yeni yerleşim yeri seçiminin belirlenmesinde mekânsal analizler için gerekli veriler, Kocaeli Büyükşehir Belediyesi, İSU Genel Müdürlüğü, Kocaeli Tarım İl Müdürlüğü ve Adapazarı Orman Bölge Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Uydu görüntüsü, İmar Planı, Hâlihazır Harita, Arazi Kullanım Haritası vd. vektör ve raster veriler kullanılmıştır. Temin edilen verilere ilişkin kaynaklar aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

- Arazi kullanımına ilişkin sınıflandırma haritası, 1/25000 ölçekli nazım imar planı ile mera ve orman alanlarına ait CAD (Computer Aided Design) formatındaki verilerin CBS ortamında işlenmesiyle hazırlanmıştır.
- Karayolu haritası, Kocaeli Büyükşehir Belediyesi'nden temin edilen 2018 yılına ait CBS ortamında hazırlanmış veriler olup, çalışma kapsamında kullanılmıştır.
- Havza koruma alanlarına ilişkin harita, İSU Genel Müdürlüğü'nden temin edilen, İSU Su Havzaları Yönetmeliğine esas havza koruma alanlarına ait CAD formatındaki verilerin CBS ortamında işlenmesiyle hazırlanmıştır.
- Köy yerleşim alanlarına ilişkin harita, Kocaeli Büyükşehir Belediyesi'nden temin edilen 1/25000 ölçekli nazım imar planlarında yer alan kırsal yerleşim alanlarına ait CAD formatındaki verilerin CBS ortamında işlenmesiyle hazırlanmıştır.
- Eğim haritası, Kocaeli Büyükşehir Belediyesi'nden temin edilen 1/5000 ölçekli ortofotolar ile üretilmiş hâlihazır haritalara ait CAD formatındaki verilerin CBS ortamında işlenmesiyle hazırlanmıştır.
- Yeraltı suyu korunan alanlar haritası, İSU Genel Müdürlüğü tarafından Yuvacık Baraj Gölü Havzası Özel Hüküm Belirleme çalışması kapsamında hazırlanan

“Yuvacık Barajı Havzası’nın Özel Hüküm Belirlemesine Esas Jeolojik ve Hidrojeolojik Etütü” raporu ekinde yer alan CBS ortamında hazırlanmış veriler olup, çalışma kapsamında kullanılmıştır.

4.2 Yöntem

AHY ile yeni yerleşim yerinin belirlenmesinde, içme ve kullanma suyu olarak kullanılan Yuvacık Baraj Gölü’nün havzası çalışma alanı olarak belirlenmiştir. AHY disiplini dikkate alınarak, ilk olarak yerleşim yeri tespitine etki eden kriterler belirlenmiştir. Her bir kriterin kendi içinde hiyerarşik değerlendirmesi yapılmıştır. Daha sonraki adımda, karar verici tarafından kriterlerin birbirine göre önem değerlerini gösterir ikili karşılaştırma matrisi oluşturularak normalleştirilme işlemi yapılmıştır. Karşılaştırma matrisinin kriterler için normalize ağırlıkları hesaplanmış ve TO sınırında değerlendirmesi yapılmıştır. Normalize kriter ağırlıklar girdi harita katmanlarına aktarılmış olup, tüm girdi katmanların toplanması ile sonuç harita katmanı üretilerek AHY ile karar analizi sonucuna ulaşılmıştır. Elde edilen sonuçların saha gözlemleri ve yönetmeliklerle karşılaştırılması ile birlikte imar planlama tekniği açısından değerlendirilmesi yapılmıştır. Çalışma adımları kısaca özetlenmiş olup, çalışmaya dair detaylar ve adımlar aşağıdaki başlıklar altında ele alınmıştır.

Konut gelişim alanı haritalarının oluşturulması ve verilerin yönetilebilmesi için CBS tabanlı bir yazılımın kullanılması gerekmektedir. Mekânsal karar destekli verilerin hazırlanması ve analiz edilmesinde ESRI firmasının ArcGIS 10.5 yazılımı ve eklentileri kullanılmıştır.

Harita katmanlarının aynı koordinat sistemine dönüştürülmesi, mekânsal analizlerin doğru sonuçlar verebilmesi için gereklidir. Bu doğrultuda, tüm harita katmanları için TUREF/TM30 (EPSG:5254) koordinat sistemi kullanılmıştır. Verilerin koordinat dönüşümleri ArcGIS yazılım ve eklentileri ile gerçekleştirilmiştir.

4.2.1 Verilerin Düzenlenmesi

Bu çalışmada, içme suyu havzasında yeni yerleşim yeri seçiminde en uygun alanların belirlenmesi için imar planı hazırlama sürecine destek sağlanması hedeflenerek aşağıdaki adımlar takip edilmiştir.

- 1- Problemin tanımı, “Yer Seçimi Uygunluğu” olarak belirlenmiştir.
- 2- Yer seçimi için uygun kriterlerin belirlenmesinde, veri altyapısı ve çalışma alanının özellikleri dikkate alınmıştır.
- 3- Verilerin işlenmesi ve yönetilmesi için uygun yazılımın belirlenmesinde, kaynak veriler incelenerek, çalışmanın amacına uygun CBS tabanlı yazılımın kullanılmasına karar verilmiştir.
- 4- Poligon ve çizgi şeklinde vektör veri içeren tüm harita katmanlarının raster veri formatına göre işlenmesi CBS ortamında yapılmıştır.
- 5- Her bir kriter için AHY disiplinine uygun belirlenecek değer aralığında standartizasyonu yapılarak yeniden sınıflandırılmış raster haritalar hazırlanmıştır.
- 6- AHY kavramından yararlanılarak karar verici tarafından değer aralıklarına uygun olarak kriterler için ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur.
- 7- Oluşturulan karşılaştırma matrisinin normalleştirilme işlemi yapıldıktan sonra, normalize kriter ağırlıkları hesaplanmıştır.
- 8- Oluşturulan matristen yararlanılarak, özdeğer vektörü, Tİ ve TO belirlenerek karşılaştırma matrisinin tutarlılığı değerlendirilmiştir.
- 9- Kriterlere verilen normalize ağırlıklar, CBS ortamında yeniden sınıflandırması yapılan girdi harita katmanlarına aktarılmış olup, tüm girdi katmanların toplanması ile sonuç harita katmanı üretilmiştir.

4.2.2 Belirlenen Kriter ve Değer Aralığına Göre Yeniden Sınıflandırma

Havzada yeni yerleşim yeri seçimi için havzanın kendine özgü karakteristiği dikkate alınarak değerlendirme yapılmıştır. Yuvacık Baraj Gölü Havzası, Kocaeli ilinin % 82 su ihtiyacını karşılamaktadır. Kocaeli ilinin en önemli su kaynağı olması nedeniyle, İSU Genel Müdürlüğü tarafından havzadaki sürdürülebilir su yönetiminin sağlanabilmesi için içme suyu kaynakları koruma ve kullanma esaslarının

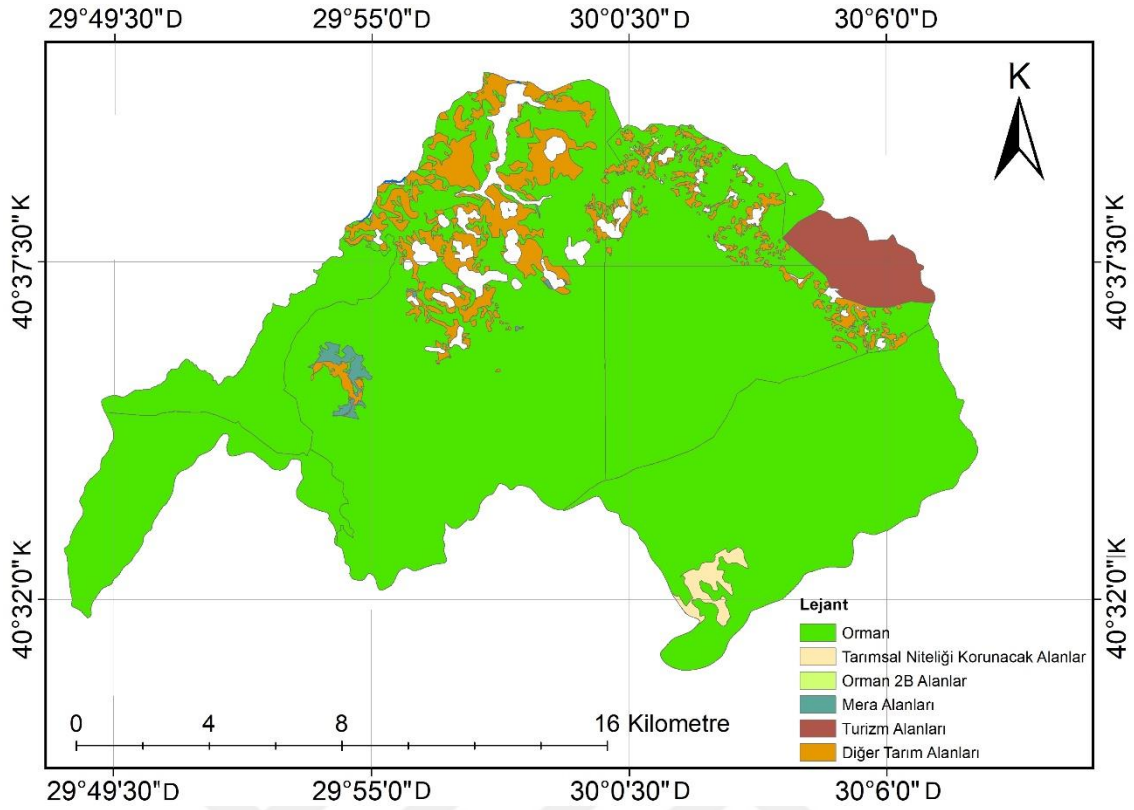
belirlenmesi amacıyla oluşturulan yönetmeliklerle “Yuvacık Baraj Gölü Havzası Özel Hüküm Belirleme” çalışması yapılmıştır. Söz konusu çalışma sonucunda, Yuvacık Barajı Özel Hükümleri yürürlüğe girmiş olup, havzadaki faaliyetlere kısıtlama getirmektedir. Bu nedenle, yeni yerleşim yeri seçimi yapılırken bu kısıtlamalar dikkate alınarak kriterler belirlenmiştir. Yeni yerleşim yeri seçimi için;

- Arazi kullanımı,
- Mevcut yerleşim yerlerine olan uzaklık,
- Karayoluna olan uzaklık,
- Yeraltı suyu koruma alanları,
- Havza koruma alanları,
- Eğitim,

şeklinde altı kriter belirlenmiştir. Tüm kriterler için atanan değerler 0 ila 5 aralığında gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmada, CBS haritalarının raster veri katmanları için seçilen piksel boyutunun 10x10 olması uygun görülmüştür. Çalışma alanının çok büyük olmadığı durumlarda piksel boyutunun küçük olmasının daha uygun olacağı uygulama aşamasında görülmüştür.

Arazi Kullanımı

Havzadaki arazi kullanımının belirlenmesi amacıyla, Kocaeli Büyükşehir Belediyesi, Kocaeli İl Tarım Müdürlüğü ve Adapazarı Orman Bölge Müdürlüğü’nden alınan veriler kullanılarak hazırlanan arazi kullanım haritası Şekil 4.2’de yer almaktadır.



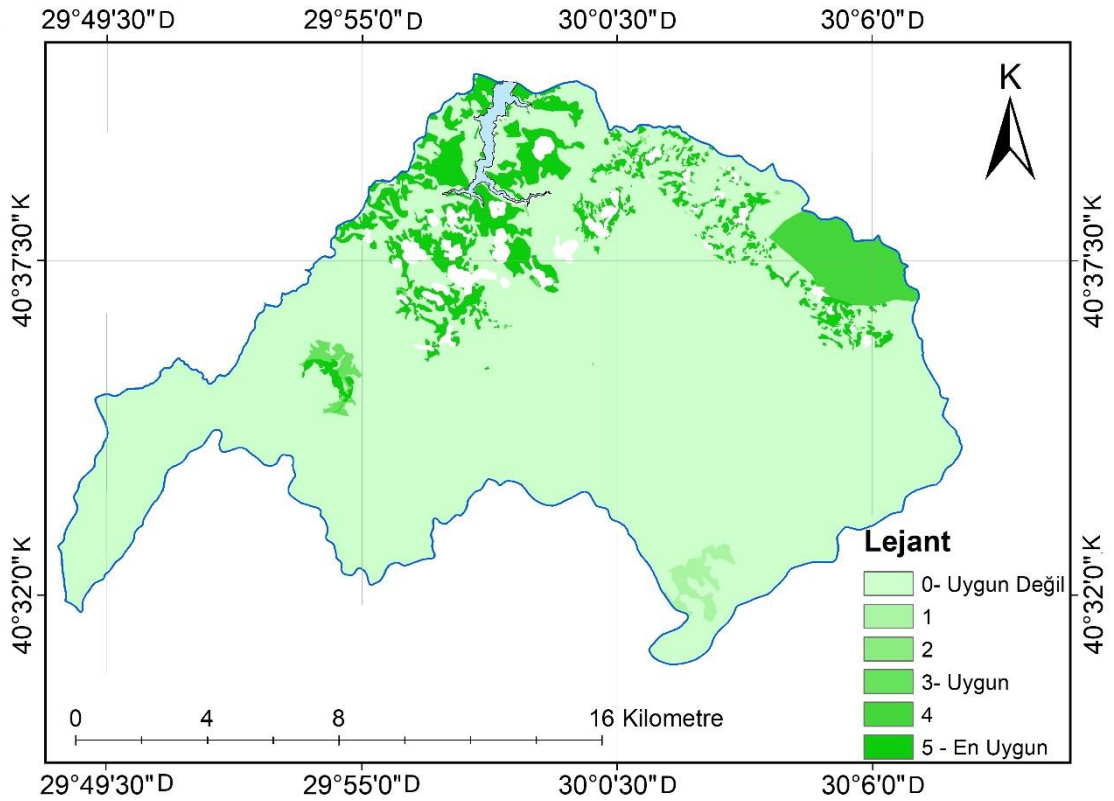
Şekil 4.2 Yuvacık Baraj Gölü Havzası arazi kullanım haritası

Arazi kullanım kriteri, AHY'ne uygun olarak kendi içerisinde arazi kullanım fonksiyonuna göre hiyerarşik değerlendirmesi aşağıdaki Tablo 4.1'de gösterilmektedir.

Yapılan çalışmalarda, öncelikli olarak "Diğer Tarım Alanı" olarak belirlenen alanların en uygun alan olarak en yüksek değere sahip olduğu saha çalışmaları ile de gözlenmiştir. Havzada orman alanlarının yoğun olması, yeni yerleşim alanı oluşumu için büyük bir kısıtlama getirmiştir. Kriter değerlendirmesi Tablo 4.1'de yer almakta olup, CBS ortamında yeniden sınıflandırma yapılarak arazi kullanım haritası oluşturulmuştur (Şekil 4.3).

Tablo 4.1 Arazi kullanım kriteri değer aralıkları

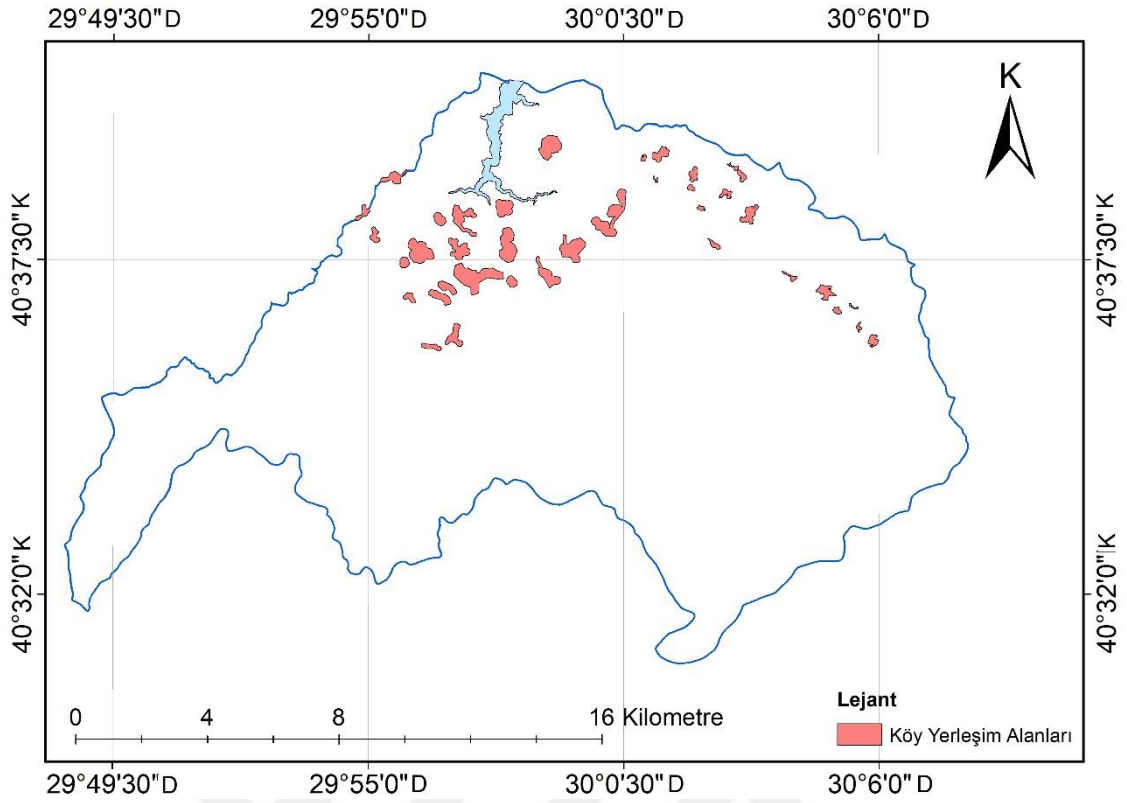
Arazi Kullanım (A)	
Kriter	Değer
Orman	0
Tarımsal Niteliği Korunacak Alanlar	1
Orman 2B Alanlar	2
Mera Alanları	3
Turizm Alanları	4
Diğer Tarım Alanları	5



Şekil 4.3 Yuvacık Baraj Gölü Havzası arazi kullanım kriteri yeniden sınıflandırma haritası

Mevcut Yerleşim Yerine Olan Uzaklık

Havza içerisinde köy meskûn alanları yer almakta olup, mevcut yerleşim yerlerine ilişkin raster harita katmanı Şekil 4.4’de gösterilmektedir.

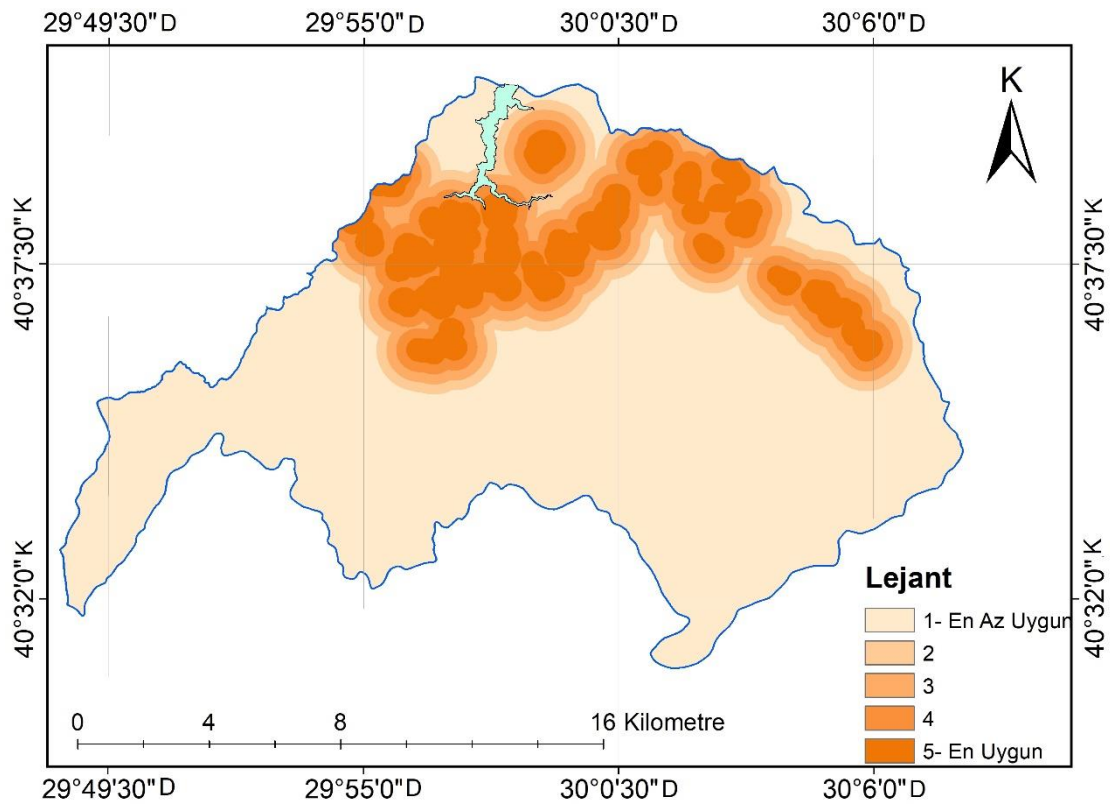


Şekil 4.4 Yuvacık Baraj Gölü Havzası mevcut köy yerleşim alanları haritası

Çevresel ve ekonomik faktörler dikkate alındığında mevcut yerleşim yerine yakın alanlar, köy meskûn sahası genişleme alanı olarak planlama açısından uygundur. Mevcut yerleşim alanları alt yapı ve üst yapı hizmetlerinden yararlanmakta olup, mevcut yerleşime yakın genişleme alanlarının belirlenmesi ile aynı hizmetlerden kolayca yararlanılması sağlanacaktır. Mevcut yerleşimden uzak olacak yeni yerleşim alanlarının planlanması ile yeni yolların açılması, kanalizasyon hatlarının imalatının yapılması, katı atık toplama vs. belediye hizmetlerinin sağlanması gerekecektir. Bu nedenle, mevcut yerleşim alanına olan uzaklık arttıkça değerler azalmaktadır. İmar planlarındaki mevcut yerleşim alanlarına olan uzaklıklar öklid uzaklığı yöntemine göre belirlenerek yeni bir harita katmanı oluşturulmuştur. Belirlenen kriterlere göre değerler atanmıştır (Tablo 4.2). Bu değerler kullanılarak yeniden sınıflandırma yapılmış ve raster harita katmanı elde edilmiştir (Şekil 4.5).

Tablo 4.2 Yerleşim yerine uzaklık kriteri değer aralıkları

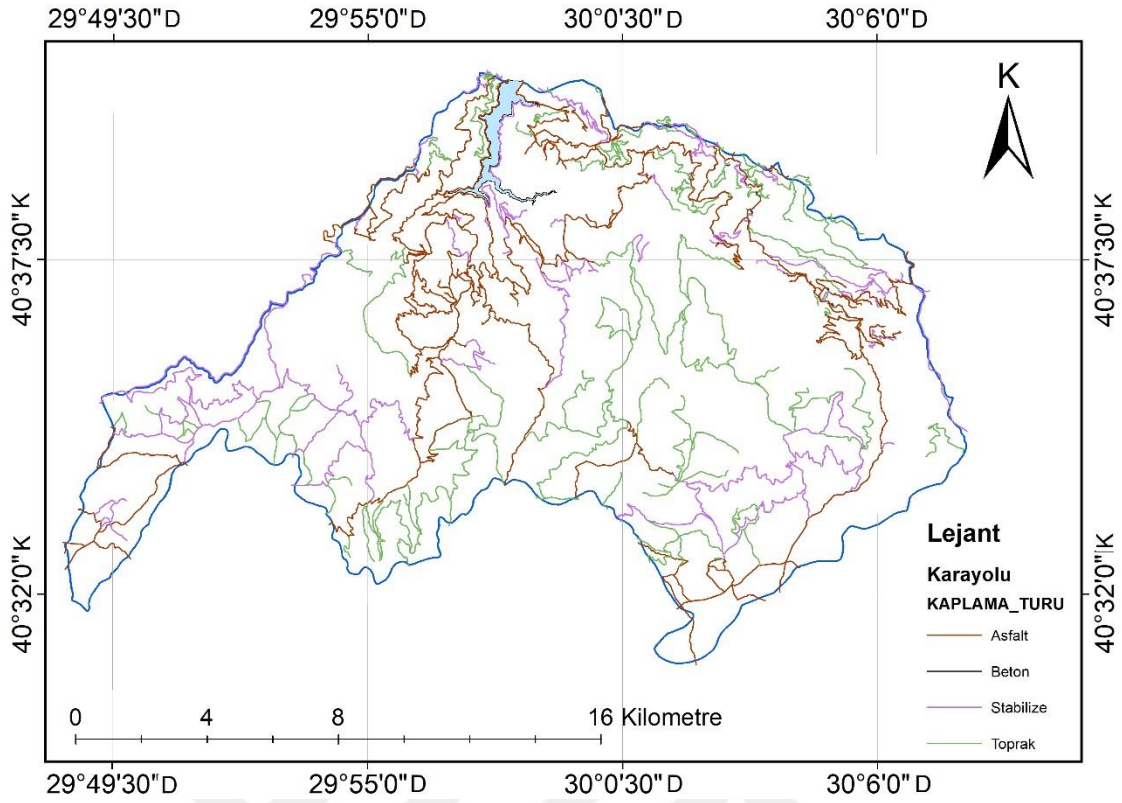
Yerleşim Yerine Uzaklık (C)	
Kriter	Değer
0-300 m	5
300-600 m	4
600-900 m	3
900-1200 m	2
1200 < m	1



Şekil 4.5 Yuvacık Baraj Gölü Havzası yerleşim alanlarına uzaklık yeniden sınıflandırma haritası

Karayoluna Uzaklık

Havza içerisinde yer alan ulaşım durumunu gösterir karayolu haritası Şekil 4.6'da gösterilmektedir.

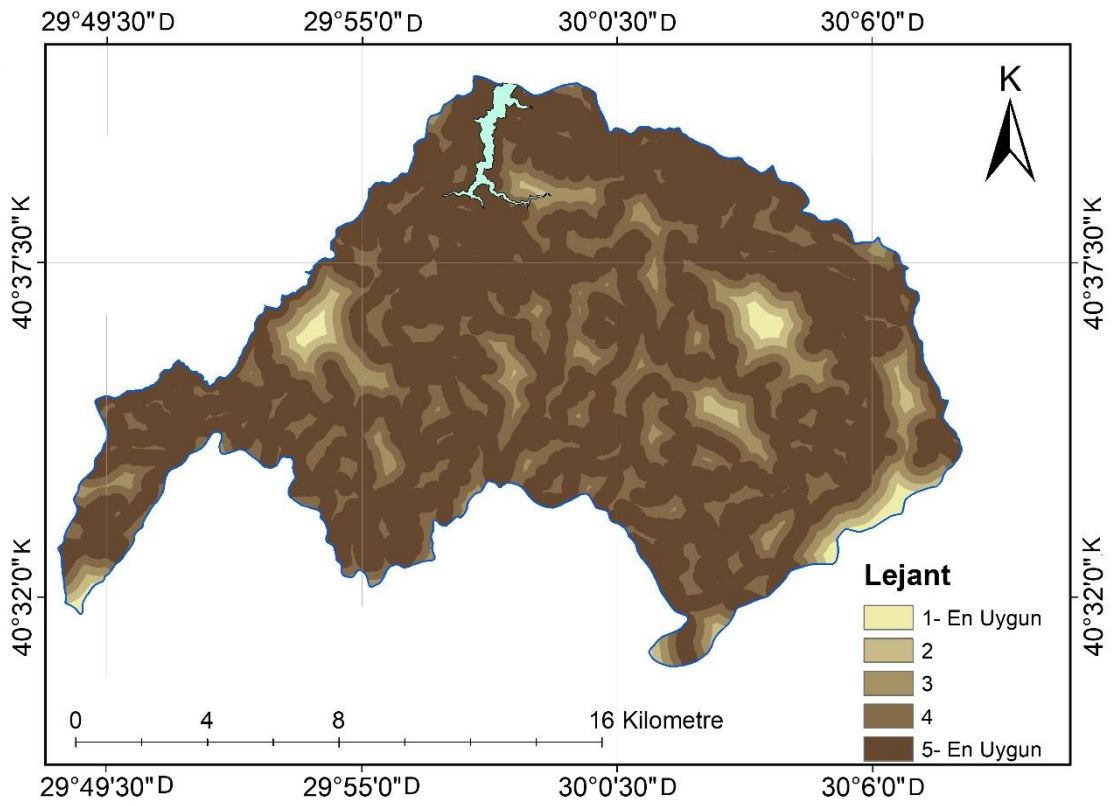


Şekil 4.6 Yuvacık Baraj Gölü Havzası karayolu haritası

Karayoluna uzaklık kriteri, havzanın topoğrafyası dikkate alındığında önemli bir niteliğe sahiptir. Havzanın eğimli oluşu yeni ulaşım yollarının açılmasını zorlaştırmaktadır. Yeni yerleşim alanlarının mevcut yollara yakın olması ile yeni yolların açılmasına gerek kalmayacak, yeraltı suyu beslenimini engelleyen beton veya asfalt kaplama yollar açılmayacak ve su üretiminin sağlandığı orman örtüsü tahrip olmayacaktır. Bu nedenle, mevcut karayollarına olan uzaklık arttıkça değer azalmaktadır. Uzaklık kriterinin belirlenmesinde, öklid uzaklığı yöntemi kullanılarak harita katmanı oluşturulmuştur. Belirlenen kriterlere göre değerler atanmıştır (Tablo 4.3). Bu değerler kullanılarak yeniden sınıflandırma yapılmış ve raster harita katmanı elde edilmiştir (Şekil 4.7).

Tablo 4.3 Karayoluna uzaklık kriteri değ er aralıkları

Ulaşım (D)	
Kriter	Değ�er
0-250 m	5
250-500 m	4
500-750 m	3
750-1 km	2
1 < km	1

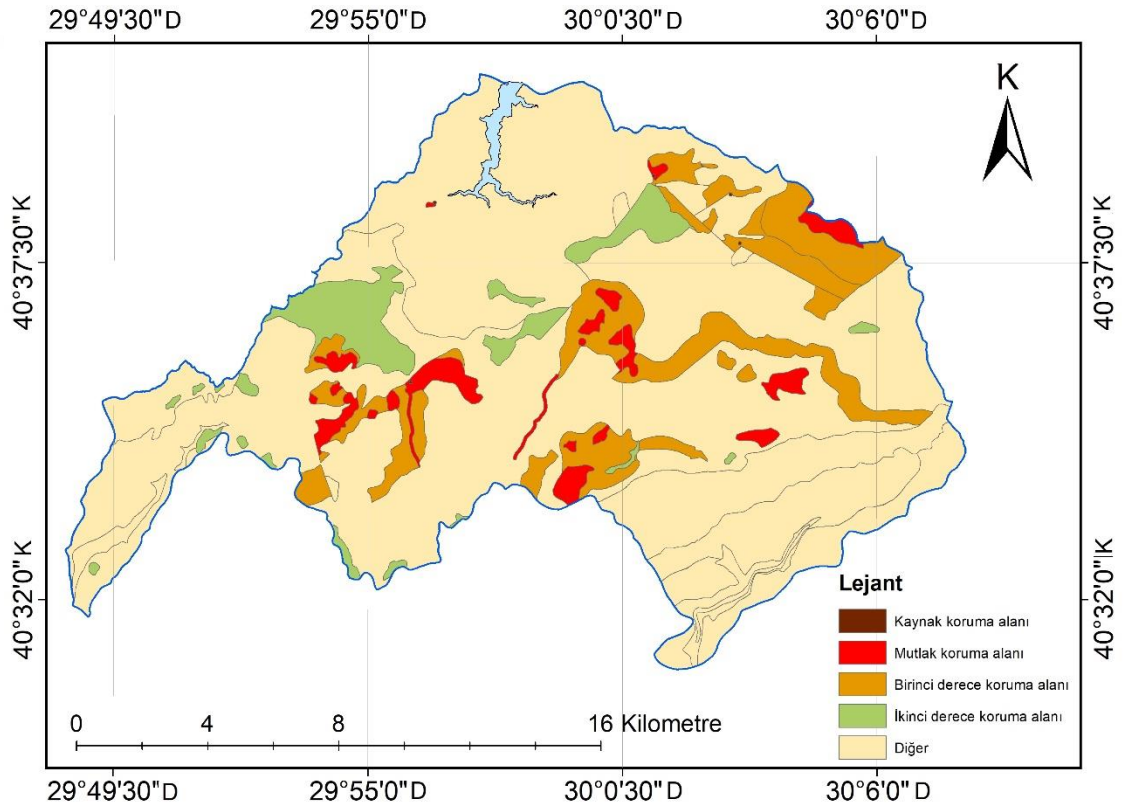


Şekil 4.7 Yuvacık Baraj Gölü Havzası karayoluna uzaklık yeniden sınıflandırma haritası

Yeraltı suyu Koruma Alanları

Koç ve diğ. tarafından [37], Yuvacık Baraj Gölü havzasında, "Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Havzalarda   zel Hüküm Belirleme   alışmalarına İlişkin Usul Ve Esaslar Tebliği" hükümlerine göre, havzaya özgü koruma kuşakları ve koruma esasları belirlenmesi için özel hüküm çalışması yapılmıştır.

Havzada yapılan hidrojeolojik ve hidrojeokimyasal çalışmalar yardımıyla kaynakların ve karstik akiferin mutlak, birinci ve ikinci derece koruma alanları belirlenmiştir. Karstik akiferin mutlak koruma alanların belirlenmesinde Yuvacık havzasındaki dolin, su yutan, uvala ve bu alanlarla bağlantılı mağara sistemlerinin haritası çıkartılmıştır [38]. Çalışma kapsamında, havzadaki su bütçesinin %25'ini oluşturan kaynak suları ile ilgili, yeraltı suyu kaynaklarının korunabilmesi için kaynaklar ve kaynak beslenme alanlarına ait koruma alanları belirlenmiştir (Şekil 4.8) [37]. Yeraltı suyu koruma alanları kriteri, havzada yerüstü ve yeraltı suyu kaynakların korunması ve sürdürülebilir su yönetiminin sağlanmasında, yerleşim yeri seçimi için belirlenen kriterler arasında en önemli kriterdir.

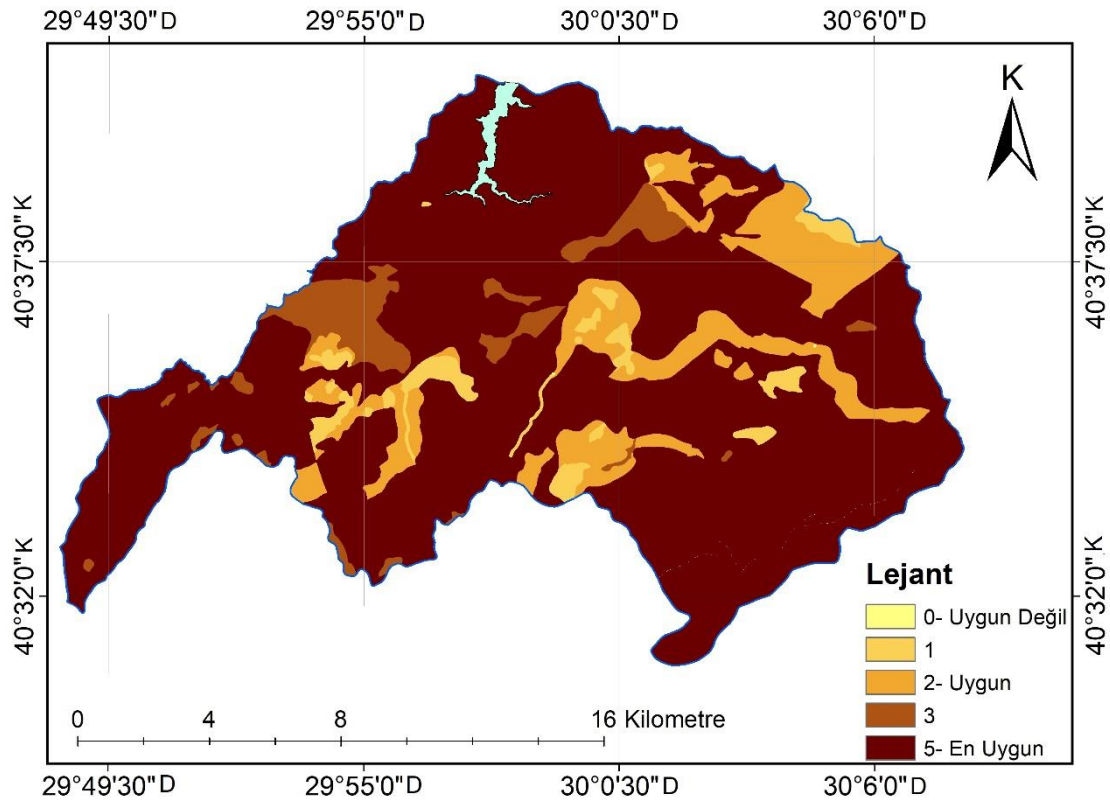


Şekil 4.8 Yuvacık Baraj Gölü Havzası yeraltısuyu korunan alanlar haritası

Havzadaki yeraltı suyu koruma alanlarına ilişkin kriterlere değer ataması yapılmıştır (Tablo 4.4). Yeraltı suyu korunan alanlar kriterine yeniden sınıflandırma yapılarak raster harita katmanı elde edilmiştir (Şekil 4.9).

Tablo 4.4 Yeraltı suyu koruma alanlarına uzaklık kriteri değeri aralıkları

Yeraltı suyu Korunan Alanlar (B)	
Kriter	Değer
Kaynak Koruma Alanı	0
Mutlak Koruma Alanı	1
1. Derece Koruma Alanı	2
2. Derece Koruma Alanı	3
Diğer Alanlar	5

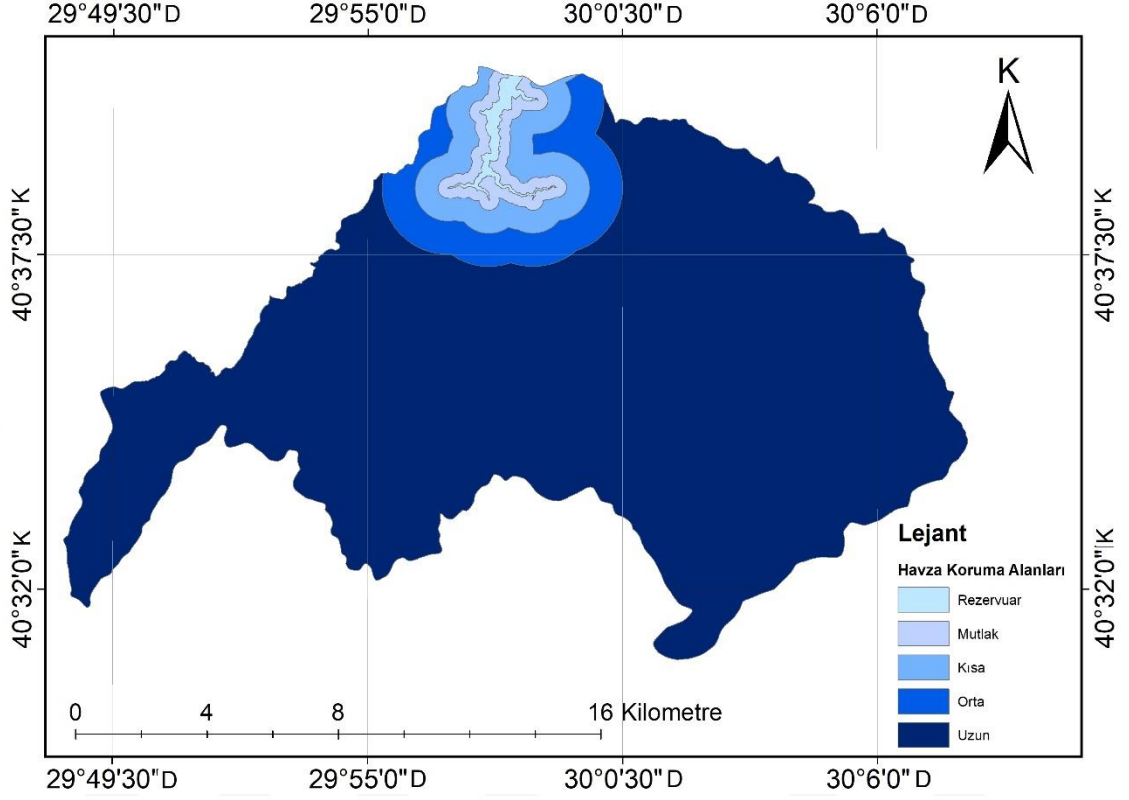


Şekil 4.9 Yuvacık Baraj Gölü Havzası yeraltısuyu koruma alanları yeniden sınıflandırma haritası

Havza Koruma Alanları

Türkiye’de içme ve kullanma suyu temin edilen tabii göl, baraj gölü ve göletlerde, su kalite ve miktarının korunması maksadıyla SKKY hükümleri uygulanmaktadır. Söz konusu yönetmelik kapsamında koruma alanları tabii göl, baraj gölü ve göletlerin maksimum su seviyesinden itibaren yatayda 0-300 m Mutlak Koruma Alanı, 300-

1000 m Kısa Mesafe Koruma Alanı, 1000-2000 m Orta Mesafe Koruma Alanı ve 2000 m- havza su toplama sınırı Uzun Mesafe Koruma Alanı olarak belirlenmiştir (Şekil 4.10).

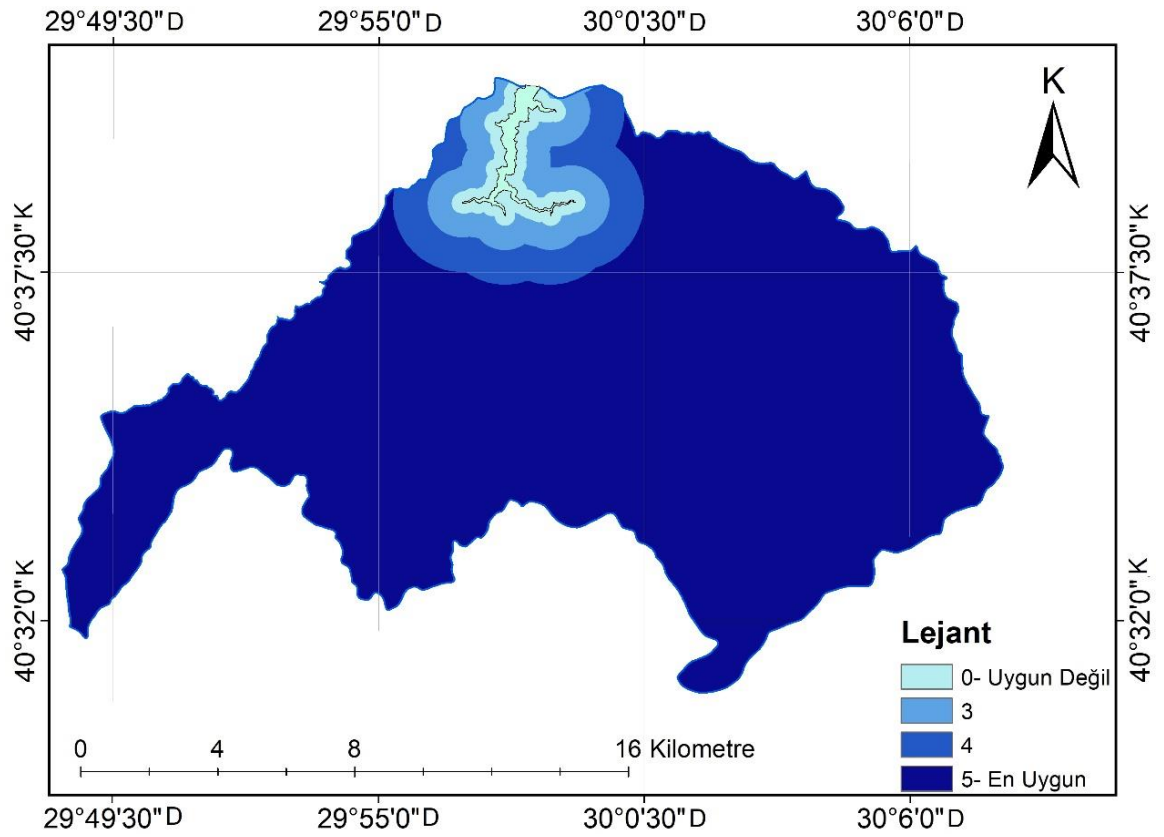


Şekil 4.10 Yuvacık Baraj Gölü Havzası havza koruma alanları haritası

Havzadaki koruma alanlarına ilişkin kriterlere değer ataması yapılmıştır (Tablo 4.5). Havza koruma alanları kriterine yeniden sınıflandırma yapılarak raster harita katmanı elde edilmiştir (Şekil 4.11).

Tablo 4.5 Havza koruma alanlarına uzaklık kriteri değeri aralıkları

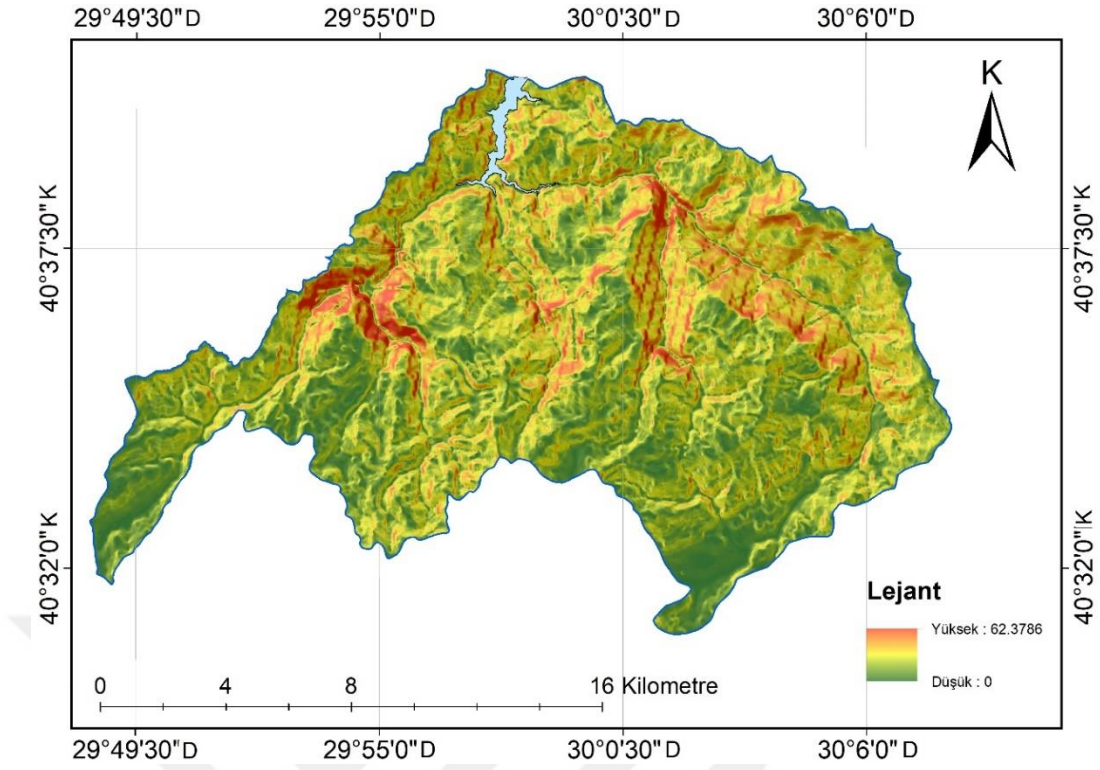
Havza Sınırı (F)	
Kriter	Değer
Mutlak	0
Kısa	3
Orta	4
Uzun	5



Şekil 4.1 Yuvacık Baraj Gölü Havzası havza koruma alanları yeniden sınıflandırma haritası

Eğim Sınıflandırması

Havzadaki eğim durumunu gösterir harita katmanı, 1/5000 ölçekli ortofotodan üretilmiş hâlihazır harita verileri kullanılarak hazırlanmıştır (Şekil 4.12).



Şekil 4.2 Yuvacık Baraj Gölü Havzası eğim haritası

Yerleşim yeri seçiminde eğimin yüksek olması olumsuz bir faktördür. Ekonomik açıdan eğimli arazide yapı yapma zorlukları ve erozyon riski dikkate alınarak kriterlere değer ataması yapılırken 25 dereceden fazla olan bölgeler uygun görülmemiştir (Tablo 4.6). Buna uygun olarak kriterlere derecesine göre değer ataması yapılmıştır. Eğim kriterine yeniden sınıflandırılma yapılarak raster harita katmanı üretilmiştir (Şekil 4.13).

Tablo 4.6 Eğim derecesi kriteri değer aralıkları

Eğim Haritası (E)	
Kriter (°)	Değer
0-5	5
5-10	4
10-15	3
15-20	2
20-25	1
25<	0

Tablo 4.7 Yer seçiminde kullanılan kriterler

A	Arazi kullanım
B	Yeraltı suyu korunan alanlar
C	Yerleşim yerine uzaklık
D	Karayoluna olan uzaklık
E	Eğim
F	Havza koruma alanları

Kriterler için oluşturulmuş ikili karşılaştırma matrisleri Tablo 4.8’de gösterilmektedir.

Tablo 4.8 İkili Karşılaştırma Matrisi

	A	B	C	D	E	F
A	1	1/5	1/3	1/2	2	2
B	5	1	5	5	5	5
C	3	1/5	1	3	4	3
D	2	1/5	1/3	1	3	3
E	1/2	1/5	1/4	1/3	1	1/2
F	1/2	1/5	1/3	1/3	1/2	1

AHY’ne göre hazırlanan ikili karşılaştırma matrislerinin her elemanı, kendi sütun toplamına bölünerek normleştirilmiştir (Tablo 4.9). Normleştirilmiş karşılaştırma matrisinin her satırına ait ortalama değerler hesaplanarak sütun vektörü elde edilmiştir.

Tablo 4.9 Kriter ağırlıklarının hesaplanması

	A	B	C	D	E	F	Ağırlık
A	0,0833	0,1000	0,0460	0,0492	0,1290	0,1379	0,090909
B	0,4167	0,5000	0,6897	0,4918	0,3226	0,3448	0,460922
C	0,2500	0,1000	0,1379	0,2951	0,2581	0,2069	0,207996
D	0,1667	0,1000	0,0460	0,0984	0,1935	0,2069	0,135242
E	0,0417	0,1000	0,0345	0,0328	0,0645	0,0345	0,051323
F	0,0417	0,1000	0,0460	0,0328	0,0323	0,0690	0,053609

Normalize edilmiş kriter ağırlıkları, CBS ortamında yeniden sınıflandırması yapılan girdi harita katmanlarına aktarılmış olup, tüm girdi katmanların toplanması ile sonuç harita katmanı üretilmiştir.

4.2.4 Tutarlılık Oranının Hesaplanması

AHY'e göre kriter ağırlıkları belirlendikten sonra tutarlılık oranının hesaplanması gerekmektedir. Bu aşamada, özdeğer, tutarlılık indeksi ve sonrasında tutarlılık oranı hesabı yapılmıştır.

λ : 6,2140713

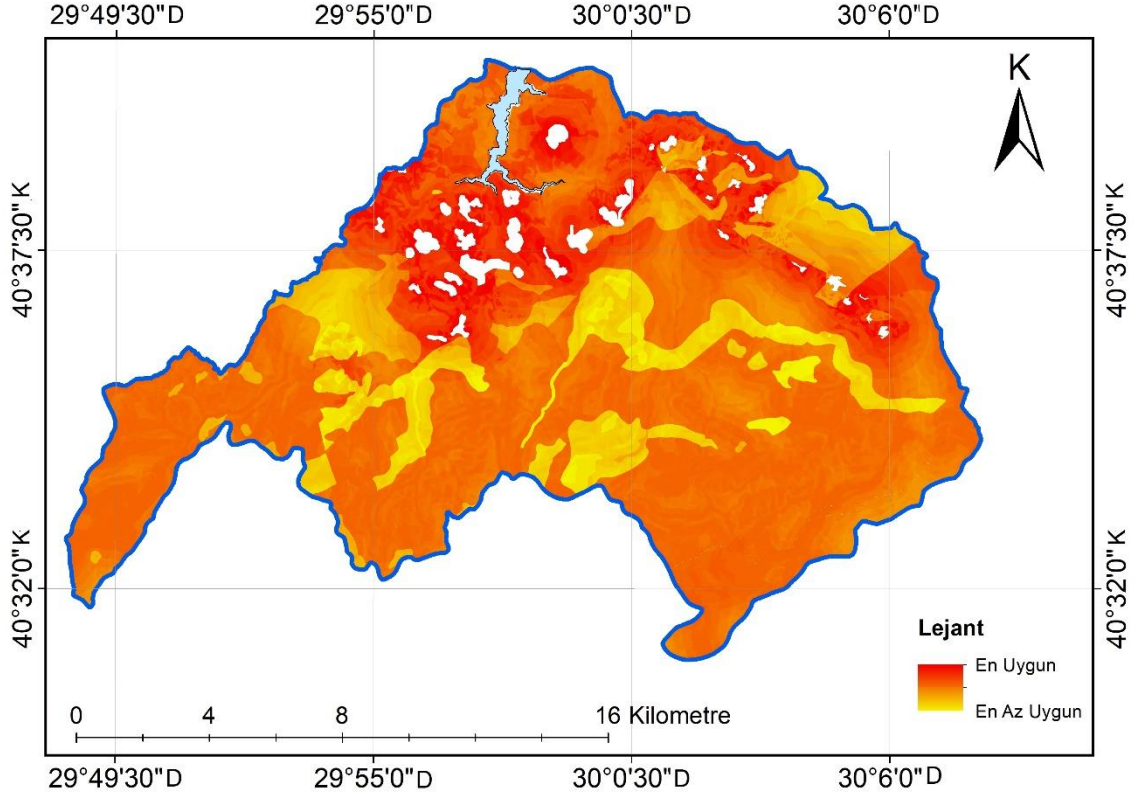
Tutarlılık İndeksi : 0,0428143

Tutarlılık oranı 0,034527637 olarak hesaplanmıştır. Bu değer 0,1'den küçük olduğu için, kriterlerin ikili karşılaştırma matrislerinde birbirine göre derecelendirilmesi ile hesaplanan ağırlıkların tutarlı olduğu anlaşılmıştır.

4.2.5 Karar: Konut Gelişim Alanının Belirlenmesi

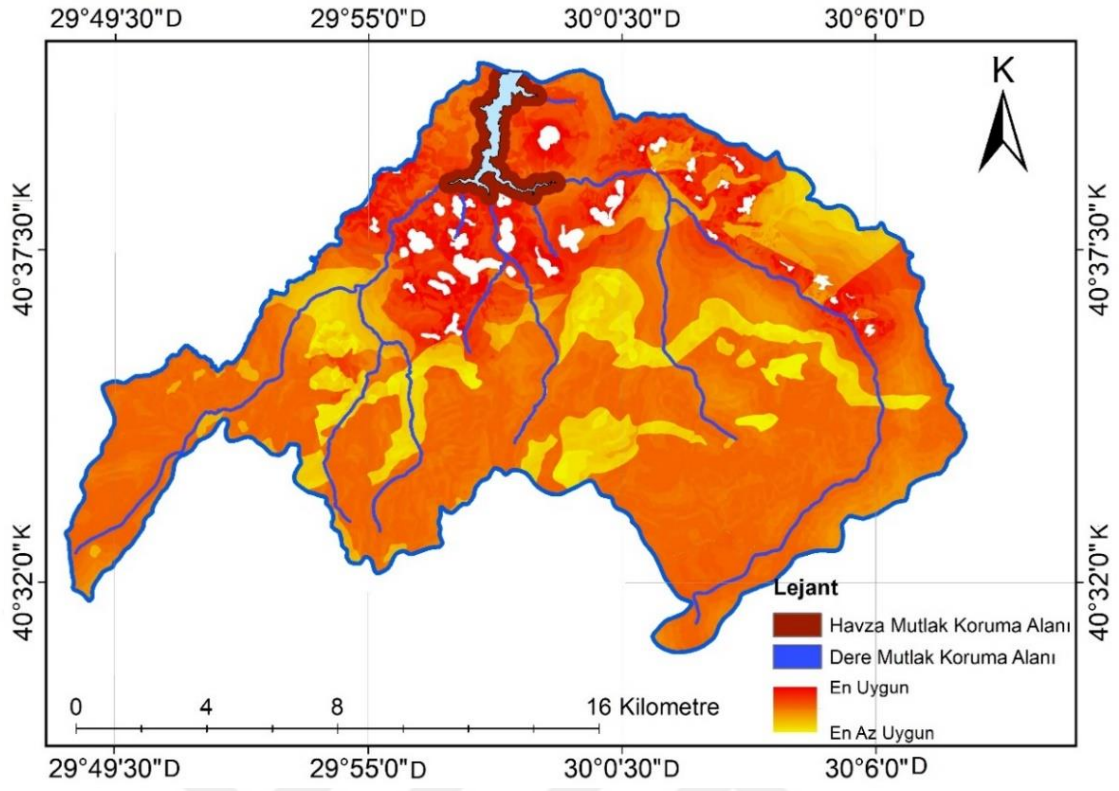
Uygulamanın son aşamasında, kriterlerin sınıflandırılması ile oluşturulan girdi raster veri katmanlarına kriter ağırlıklarının girilmesi ile sonuç raster veri katmanı hazırlanmıştır.

İçme suyu havzasında, “Konut Gelişim Alanı Yer Seçimi” uygunluk analizi için harita katmanı üretilmiştir. Aralık değer 1-5 arasında olup, 5 değerindeki alanlar en uygun alan olarak seçilmiştir. Karar analizi sonucu üretilen raster harita katmanı Şekil 4.14’de yer almaktadır.

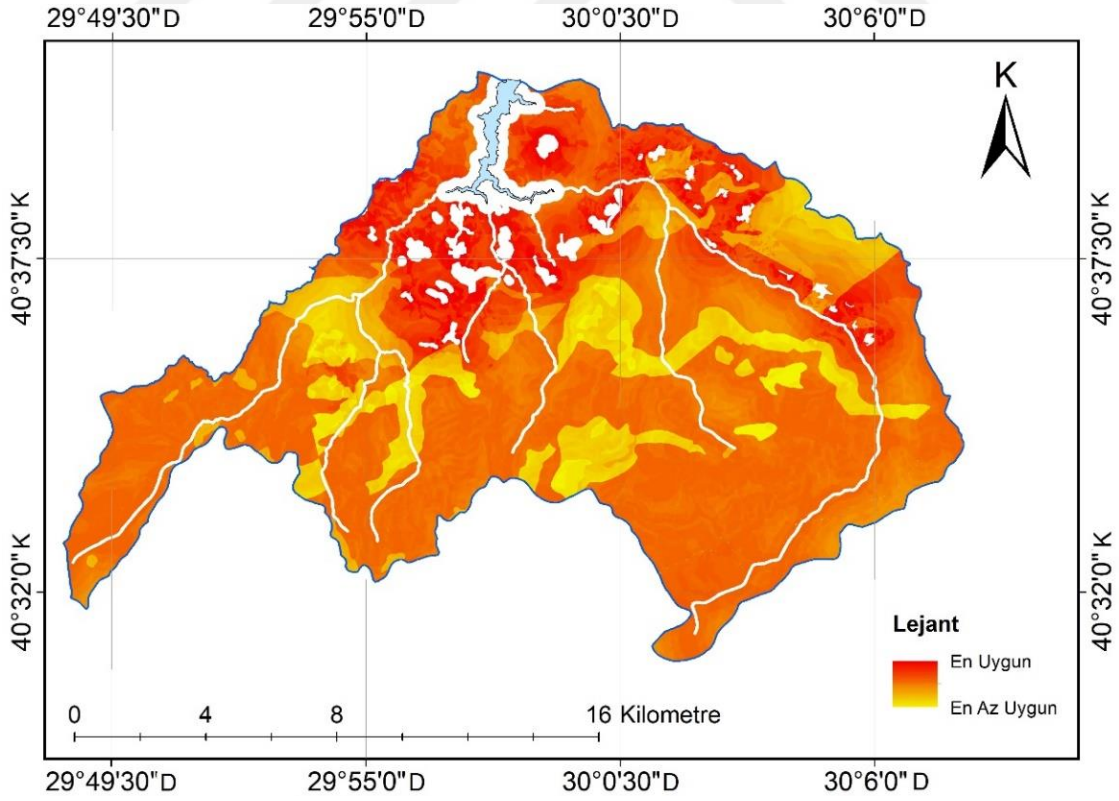


Şekil 4.14 Yuvacık Baraj Gölü Havzası yeni yerleşim yeri seçimi uygunluk haritası

2872 Sayılı Çevre Kanunu’na ve 28/10/2017 tarihli ve 30224 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan İçme-Kullanma Suyu Havzalarının Korunmasına Dair Yönetmelik ile 31/12/2004 tarihli ve 25687 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan SKKY’ne dayanılarak hazırlanmış olan “Yuvacık Baraj Gölü ve Havzası Özel Hükümleri” uyarınca, havza mutlak koruma alanı ve dere mutlak koruma alanı için yerleşim yeri kısıtlaması bulunmaktadır. Bu nedenle, bu alan sınırları için yerleşim yeri uygunluk harita katmanına maskeleme yapılarak nihai alanlar oluşturulmuştur (Şekil 4.15-4.16).



Şekil 4.15 Yeni yerleşim yeri seçimi uygunluk haritası üzerine havza mutlak koruma alanı ve dere mutlak koruma alanı maskeleme haritası



Şekil 4.16 Yeni yerleşim yeri seçimi karar analizi sonucu uygunluk haritası

5.1 Karar Analizi Sonuçlarının Saha Gözlemleri İle Değerlendirilmesi

Yapılan çalışmalar sonucunda Yuvacık Baraj Gölü Havzası'nda yeni yerleşim alanları oluşturulabilecek alanlar belirlenmiştir. Karar analizi sonucu elde edilen verilere göre; en az uygun, uygun ve en uygun alanları gösterir sonuç harita katmanı üretilmiştir. Çalışma alanının uygunluk analizini gösterir alanlara ait istatistik bilgileri Tablo 5.1'de gösterilmektedir.

Tablo 5.1 Karar analizi sonucu yeni yerleşim yeri uygunluk durumu

Durum	Alan (m ²)	Yüzde (%)
Mevcut yerleşim alanı	5882803	2,32
İzin verilmeyen alan	13116180	5,17
En az uygun alan	129965949	51,25
Uygun alan	53254340	21,00
En uygun alan	51377758	20,26

Buna göre, havza içerisinde yeni yerleşim alanı oluşturulabilecek % 20,26'lık alanın en uygun alan olduğu, % 51,25'lik alanın ise en az uygun alan olduğu belirlenmiştir. Saha gözlemlerine dayanarak seçilen örnek bölgeler Şekil 5.1'de görülmektedir. Yerleşim açısından 1 nolu bölge en uygun alan, 2 nolu bölge ise en az uygun alan olarak seçilmiştir.

Havzadaki yapılan fiziksel ve bilimsel çalışmalar neticesinde, hidrojeolojik ve hidrojeokimyasal çalışmalar yardımıyla kaynakların ve karstik akiferin mutlak, birinci ve ikinci derece koruma alanları belirlenmiştir [38]. Buna göre, saha gözlemleri ile Yuvacık havzasındaki dolin, su yutan, uvala ve bu alanların oluşturduğu mutlak, birinci ve ikinci derece koruma alanlarında oluşabilecek noktasal ve yayılı kirlenim gözönünde bulundurularak yerleşim yeri açısından uygunluğu özellikle değerlendirilmiştir.



Şekil 5.1 Saha gözlemlerine dayanarak ile seçilen 1 ve 2 nolu örnek bölgeler

En uygun alan olarak seçilen 1 nolu bölge için değerlendirme yapıldığında;

- Mevcut yerleşim yerine ve karayoluna yakın olması ve buna bağlı olarak altyapı ve üst yapı hizmetlerinden kolay yararlanılabileceği ve yeni yolların açılmasına gerek olmayacağı,
- Arazinin düşük eğimli olmasının zemin etütü açısından artı sağlayacağı,
- Yeraltı suyu koruma alanlarından uzak olması, doğal su kaynakları ve kaynak beslenim alanlarının noktasal ve yayılı kirleticiler açısından korunabileceği,
- Arazi kullanım fonksiyonu olarak “Diğer Tarım Alanı” olması ise havza doğal ekosistemi açısından orman örtüsünün korunabileceği,

hususları yeni yerleşim alanı olarak uygun nitelikte alan olduğunu göstermektedir.

En az uygun alan olarak seçilen 2 nolu bölge için değerlendirme yapıldığında ise;

- Mevcut yerleşim yerine ve karayoluna uzak olması yeni yolların açılmasına ve buna bağlı olarak beton veya asfalt kaplama yolların havza doğal ekosistemini olumsuz etkileyecek orman örtüsünün tahrip edilmesine yol açacağı,
- Yeraltı suyu koruma alanlarına (kaynak, mutlak, 1. Derece ve 2. Derece koruma) yakın olmasının doğal su kaynakları ve beslenme alanlarının noktasal ve yayılı kirleticiler açısından su kirliliğine neden olacağı,
- Arazi kullanım fonksiyonu olarak “Orman” vasfında olması havza doğal ekosistemi içerisinde su üretimine olumsuz etki edeceği ve erozyon riskini artıracığı,

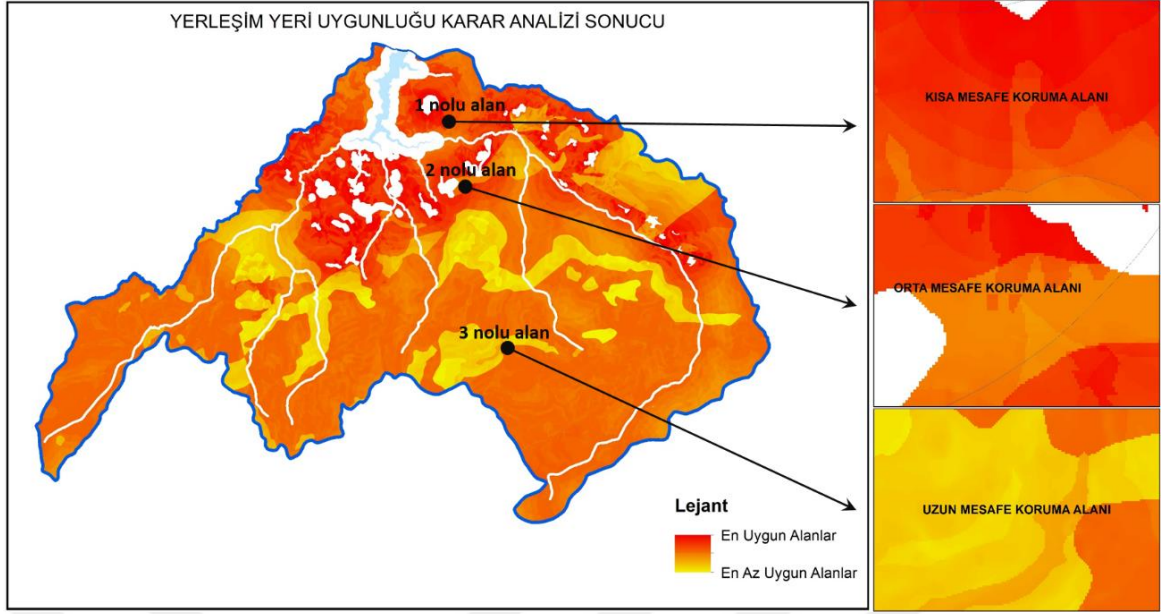
hususları yeni yerleşim alanı olarak uygun nitelikte alan olmadığını göstermektedir. Buna göre, saha gözlemleri, yerleşim alanı belirlenmesi için seçilen birden çok kriterin CBS teknikleri ve AHY disiplinleri birlikte değerlendirilmesi ile elde edilen karar analizinin daha doğru sonuçlar verdiğini teyit etmektedir.

5.2 Karar Analizi Sonuçlarının Yönetmeliklere Göre Değerlendirilmesi

Türkiye’de içme ve kullanma suyu elde edilen havzalarda, SKKY ve İçme-Kullanma Suyu Havzalarının Korunmasına Dair Yönetmelik hükümleri uygulanarak havza koruma esasları ve koruma alanları sağlanmaya çalışılmaktadır. Havza koruma alanlarına göre, havza planlama çalışmaları yürütülmektedir. Havzadaki yapılaşma yasakları ve izinleri, yönetmeliklere esas hükümler çerçevesinde uygulanmaktadır.

Yapılan çalışma kapsamında, söz konusu “Havza Koruma Alanları” kriter olarak seçilmiştir. Bu kriter, yönetmelik esaslarına göre havzadaki yapılaşma izni hükümlerinin uygulanmasında ele alınan sınırlardır (Şekil 4.10). Bu nedenle, bu kriterin tek başına uygulanmasıyla elde edilen sonuçlar ile çalışma bölgesi için seçilen birden fazla kriterin değerlendirilmesiyle elde edilen karar analizi sonucunun karşılaştırılması yapılmıştır (Şekil 5.2).

Karar analizi sonucuna göre yeni yerleşim alanı olabilecek Şekil 5.2’deki örnek alanlar, yönetmelik hükümlerine bakılarak irdelenmesi gerekmektedir.



Şekil 5.2 Karar analizi sonuçlarının yerleşim uygunluğu açısından karşılaştırılması için seçilen 1, 2 ve 3 nolu alternatif alanlar

Çalışma alanı havzada, Yuvacık Baraj Gölü Havzası Özel Hükümleri uygulanmaktadır. Havza koruma alanlarında, Özel Hüküm maddeleri ile SKKY'ne göre uygulanan yapılaşma izni durumu Tablo 5.2'de verilmektedir.

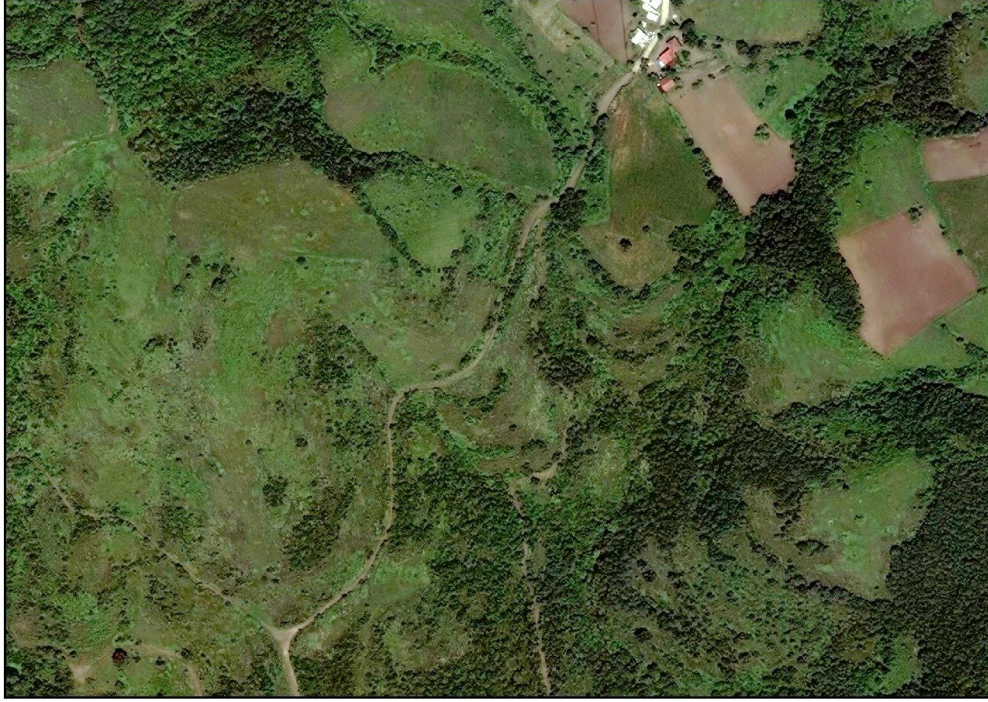
Tablo 5.2 SKKY ve Yuvacık Baraj Gölü Özel Hükümleri'ne göre uygulanan yapılaşma izni durumu

KORUMA ALANLARI	SKKY	YUVACIK BARAJ GÖLÜ HAVZASI ÖZEL HÜKÜMLER
MUTLAK MESAFE KORUMA ALANI	İzin verilmez	- İdare tarafından su-atıksu altyapı tesisleri yapılabilir. - Mevcut imar planları aynen geçerlidir. - Meskun konut alanlarında maksimum inşaat alanı 100 m ² 'yi geçemez.
KISA MESAFE KORUMA ALANI	İzin verilmez	- Meskun konut alanlarında maksimum inşaat alanı 140 m ² 'yi geçemez. - Minimum ifraz 1500 m ² . - Meskûn konut alanları dışında tarımsal faaliyetler için günü birlik kullanıma esas taşınabilir, sökölüp takılabilir 15 m ² yapı yapılabilir.
ORTA MESAFE KORUMA ALANI	- Kırsal niteliklerin korunması şartıyla yapılaşma izni verilir. - İdare uygunluk görüşüne esas imar planlarında "kırsal nitelikli genişleme alanları" oluşturulabilir.	- Meskûn konut alanlarında maksimum inşaat alanı 160 m ² 'yi geçemez. - Minimum ifraz 1250 m ² - Meskûn konut alanları dışında tarımsal faaliyetler için günü birlik kullanıma esas taşınabilir, sökölüp takılabilir 15 m ² yapı yapılabilir. - İdare uygunluk görüşüne esas imar planlarında "kırsal nitelikli genişleme alanları" oluşturulabilir.
UZUN MESAFE KORUMA ALANI	- Kırsal niteliklerin korunması şartıyla yapılaşma izni verilir. - İdare uygunluk görüşüne esas imar planlarında "kırsal nitelikli genişleme alanları" oluşturulabilir.	- Meskûn konut alanlarında maksimum inşaat alanı 160 m ² 'yi geçemez. - Minimum ifraz 1000 m ² . - Meskûn konut alanları dışında tarımsal faaliyetler için günü birlik kullanıma esas taşınabilir, sökölüp takılabilir 15 m ² yapı yapılabilir. - İdare uygunluk görüşüne esas imar planlarında "kırsal nitelikli genişleme alanları" oluşturulabilir.

SKKY ve özel hüküm maddeleri ile karar analizi sonucu elde edilen en uygun yeni yerleşim alanlarına göre yapılaşma izni durumu karşılaştırma sonuçları aşağıda verilmiştir.

- 1- Kısa mesafe koruma sınırı içerisinde seçilen 1 nolu alan; SKKY ve özel hükümlere göre yeni yerleşim yeri yapılaşma yasağı olan alanlar olmasına

karşın, karar analizi sonucuna göre yerleşim açısından bu alanın uygun alan olduğu belirlenmiştir. Seçilen 1 nolu alan mevcut yerleşim yerine ve karayoluna yakın, eğim derecesi düşük, yeraltı suyu koruma alanlarından uzak ve arazi kullanım fonksiyonu olarak “Diğer Tarım Alanı” olması en uygun yerleşim alanı olduğunu göstermektedir (Şekil 5.3).



Şekil 5.3 Karar analizi sonucuna göre yerleşim uygunluğu açısından karşılaştırılması yapılan 1 nolu alternatif alan

- 2- Orta mesafe koruma sınırı içerisinde seçilen 2 nolu alan; SKKY ve özel hükümlere göre yapılaşma izni olan alanlar olup, karar analizi sonucuna göre de yerleşim açısından bu alanın uygun alan olduğu belirlenmiştir. Seçilen 2 nolu alan mevcut yerleşim yerine ve karayoluna yakın, eğim derecesi orta, yeraltı suyu koruma alanlarına uzak ve arazi kullanım fonksiyonu olarak “Diğer Tarım Alanı” ve “Orman” olması uygun niteliğe sahip alternatifte yerleşim alanı olduğunu göstermektedir (Şekil 5.4).



Şekil 5.4 Karar analizi sonucuna göre yerleşim uygunluğu açısından karşılaştırılması yapılan 2 nolu alternatif alan

- 3- Uzun mesafe koruma sınırı içerisinde seçilen 3 nolu alan; SKKY ve özel hükümlere göre yapılaşma izni olan alanlar olup, karar analizi sonucuna göre yerleşim açısından bu alanın uygun alan olmadığı belirlenmiştir. Seçilen 3 nolu alan, yeraltı suyu koruma alanına göre “Birinci Derece Koruma Alanı” içerisinde kalmakta olup, bu alan içerisinde yeraltı suyu beslenimini sağlayan dolinlerin olması, yeraltı suyuna doğrudan kirlilik tehlikesi yaratacağı ve yapılaşma açısından uygun zemin yapısına sahip olmaması uygun yerleşim alanı olmadığını, tercih sıralaması olarak en az uygunlukta alternatif bölge olduğunu göstermektedir (Şekil 5.5).



Şekil 5.5 Karar analizi sonucuna göre yerleşim uygunluğu açısından karşılaştırılması yapılan 3 nolu alternatif alan (İnönü Yaylası)

Buna göre, yapılan çalışma neticesinde, karar analizi sonucuna göre yerleşim yeri uygunluğunun, yönetmelik hükümlerine esas uygulanan havza koruma alanlarına göre farklı sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Bunun sebebi; havza karakteristiği dikkate alınarak, birden fazla kriterin CBS teknikleri ve AHY disiplini ile bir arada değerlendirilmesidir. Elde edilen karşılaştırma sonuçlarına göre, yeni yerleşim alanı belirlenmesinde, öncelikle havzanın korunması amacıyla her havzanın kendine özgü fiziksel özelliklerinin tespit edilerek bir hiyerarşik süreç dâhilinde farklı disiplinler ile değerlendirilmesi, havza yerleşim yeri planlama tekniklerinin belirlenmesinde bir yöntem olarak kullanılabileceği ve uygulanabilirliği açısından daha doğru sonuçlar vereceği düşünülmektedir.

5.3 Karar Analizi Sonuçlarının İmar Planlarında Belirlenen Konut Gelişim Alanları İle Karşılaştırılması

Yuvacık Baraj Gölü Havzası sınırları dâhilinde, Kocaeli Büyükşehir Belediyesi İmar ve Şehircilik Dairesi Başkanlığınca, 1/5000 ölçekli nazım imar planı revizyonu yapılarak “Köy Meskûn Alanları” tekrar planlanmış olup, mevcut köy meskûn alan sınırları genişletilerek yeni yerleşim alanları oluşturulmuştur.

Yapılan çalışma kapsamında belirlenen yeni yerleşim alanı uygunluğu karar analizi sonucunu ile imar planlarında revize edilen köy genişleme meskûn konut alanlarının karşılaştırılması yapılmıştır.

- Seçilen Servetiye Cami köyü “Konut Gelişim Alanı” bölgesi; karar analizi sonucuna göre yeni yerleşim alanı olarak uygun bölge olduğu belirlenmiştir. Revize imar planlarına göre irdelendiğinde ise köy meskûn alanı genişleme bölgesi içerisinde kalmaktadır. Söz konusu bölge mevcut köy yerleşim alanının çevresinde olması, karayoluna yakın olması ve arazi kullanım fonksiyonunun “Diğer Tarım Alanı” olması planlama teknikleri açısından uygun alan olarak görülmektedir. Karar analizi sonucuna göre ise bu alanın aynı nitelikte özelliklere sahip olup, yeraltı suyu koruma alanlarından uzak ve eğim derecesinin düşük olmasının yerleşim açısından uygun olduğunu göstermektedir.

- Seçilen Sultaniye köyü “Konut Gelişim Alanı” bölgesi; karar analizi sonucuna göre yeni yerleşim alanı olarak uygun alan olmadığı belirlenmiştir. Revize imar

planlarına göre irdelendiğinde ise köy meskûn alanı genişleme bölgesi içerisinde kalmaktadır. Söz konusu alan mevcut köy yerleşim alanının çevresinde olması, karayoluna yakın olması ve arazi kullanım fonksiyonunun “Diğer Tarım Alanı” olması planlama teknikleri açısından uygun alan olarak görülmektedir. Karar analizi sonucuna göre ise bu alanın aynı nitelikte özelliklere sahip olup, yeraltı suyu koruma alanlarına yakın ve eğim derecesinin yüksek olmasının yerleşim açısından uygun olmadığını göstermektedir.

Yapılan karşılaştırma neticesinde; imar planı düzenlemesinde yerleşim alanı yakınlığı ve karayolu durumu gibi çevresel faktörler dikkate alınırken, karar analizi sonucuna göre ise sadece çevresel faktörler değil havza doğal ekosistemini koruma amaçlı fiziksel faktörler de dikkate alınmaktadır. Bu nedenle, yeni yerleşim yeri seçimi yapılırken, havzalarda planlama yetkisine sahip kamu İdarelerince, planlarda belirlenecek “Konut Gelişim Alanları”nın havzaya getireceği olumlu/olumsuz etkilerin araştırılması amacı ile Yetkili/İlgili Kurumlarla birlikte koordinasyon sağlanarak etüt-planlama çalışmaları yapılmalıdır.

İçme ve kullanma suyu elde edilen havzalarda yeni yerleşim alanları belirlenmesinin mekânsal bir problem olduğu ortaya konmuştur. Havzalarda su kalite ve miktarının korunması ve sürdürülebilir su yönetiminin sağlanabilmesi açısından “Konut Gelişim Alanı” belirlenebilmesi bir planlama gerektirmektedir. Yapılan çalışma kapsamında bu süreç CBS ve AHY ile gerçekleştirilmiştir.

İçme suyu havzalarında yeni yerleşim seçimi problemi gibi, çok sayıda kriterin önem derecesine göre ele alınmasını gerektiren karmaşık problemlerin çözümünde çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHY’nin etkili bir yöntem olduğu görülmüştür.

Karar verme problemlerinde tek bir kriterin kullanılmasının doğru karar olmayacağı, birden fazla kriterin değerlendirilmesinin ve bunların farklı disiplinler kullanılarak analiz edilmesinin sonuçları etkilediği tespit edilmiştir.

Yapılan çalışma ile mekânsal karar verme problemlerinde CBS mekânsal analiz araçlarının AHY sürecine destek verdiği görülmüştür. Mekânsal karar problemlerinin çözümünde CBS tabanlı AHY ile hızlı ve daha doğru sonuçlar elde edilmiştir.

AHY ile elde edilen kriter ağırlıkları CBS mekânsal araçları kullanılarak yeniden sınıflandırması yapılan girdi harita katmanlarına aktarılmış olup, tüm girdi katmanların toplanması ile sonuç harita katmanı üretilmiştir. Elde edilen sonuç harita katmanı incelendiğinde, birden fazla kriterin bir arada değerlendirilmesiyle elde edilen karar analizi sonuçlarının saha gözlemleri, yönetmelikler ve mevcut imar planlarına göre farklı kararlar içerdiği belirlenmiştir. Bu farklılıkların sebebi; havzanın fiziksel özelliklerine göre belirlenen kriterlerin bir arada değerlendirilmesinden kaynaklanmaktadır. Her bir kriter tek başına değerlendirildiğinde doğru sonuçlar vermediği tespit edilmiştir.

Bu çalışmada, belirlenen kriterlerin normalleştirilmesi (standartlaştırılması); her bir kriter için uygunluk haritasının yapılması ile her bir kriteri ayrı ayrı ve nihai uygunluk haritası aracılığıyla bir arada algılayabilmemizi sağlamıştır.

Sonuç olarak, CBS tabanlı AHY ile elde edilen sonuç haritanın, imar planlama çalışmalarında altlık harita olarak kullanılmasının, planlama surecine destek olacağı ve daha hızlı ve doğru sonuçlar vereceği düşnlmektedir.



- [1] Özgül Mehmet Doruk, "Ekolojik Planlamada Kullanılabilecek Analitik Bir Model Önerisi", Doktora Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2004.
- [2] C. Akbulak, "Land use suitability analysis of the Upper Basin of the Kara Menderes River using analytical hierarchy process and geographical information systems", Journal of Human Sciences, 7(2), ss. 557-576, Temmuz - Kasım 2010.
- [3] S. G. Yalew, A. Griensven, M. L. Mul, ve P. Zaag, "Land suitability analysis for agriculture in the Abbay basin using remote sensing, GIS and AHP techniques", Earth Systems and Environment, 2, Mayıs 2016.
- [4] I. Ahmad ve M. K. Verma, "GIS based analytic hierarchy process in determination of suitable site for water storage", European Water, 60, ss. 139-146, Ekim-Aralık 2017.
- [5] M. Z. Siddiqui, J. W. Everett ve B. E. Vieux, B. E, "Landfill siting using geographic information systems: a demonstration", Journal of Environmental Engineering, 122(6), ss. 515-523, Haziran 1996.
- [6] T. T. Duc, "Using GIS and AHP technique for land-use suitability analysis", International Symposium on Geoinformatics for Spatial Infrastructure Development in Earth and Allied Sciences Department of Geomatics, Polytechnic University of Hochiminh city, Vietnam, 2006.
- [7] M. M. Aburas, S. H. Abdullah, M. F. Ramli ve Z. H. Ash'aari, "A Review of Land Suitability Analysis for Urban Growth by using the GIS-Based Analytic Hierarchy Process", Asian Journal of Applied Sciences, 3(6), ss. 869-876, Aralık 2015.
- [8] O. Uzunsoy, ve E. Görcelioğlu, Havza Islahında Temel İlke ve Uygulamalar, İstanbul, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayını, 1985.
- [9] Uzun Osman, "Düzce Asarsuyu Havzası Peyzaj değerlendirmesi ve Yönetim modelinin Geliştirilmesi", Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Doktora Tezi, Ankara, 2003.
- [10] T. Yüksek, Havza Amenajmanı Ders Notları, KAÜ Artvin Orman Fakültesi, Artvin, 2001.
- [11] H. Türkoğlu, "Havza planlama ve yönetimi", Kentli Dergisi, Sayı 25, Ekim 2016.
- [12] A. Erol, "Su Kaynaklarının Korunmasında Havza Yönetimi İlkelerinin Önemi", TMMOB Su Politikaları Kongresi, Ankara, ss. 51-57, 2006.
- [13] T. Yüksek, "Türkiye'nin Su Kaynakları ve Havza Planlamasına Dönük Genel Değerlendirmeler", Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 1(2), ss. 71-83, 2004.

- [14] A. Gezer, A. Erdem, "Su Stresi, Su Kıtlığı ve Su Tasarrufu Hakkında Halkın Farkındalığının Belirlenmesi: Akdeniz Üniversitesi Örnek Çalışması", Artvin Çoruh Üniversitesi, Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 4(2), ss 113-122, 2018.
- [15] Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, "Toprak ve Su Kaynaklar", 2019. [Çevrimiçi] Erişim adresi: <http://www.dsi.gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklari> [Erişim zamanı; 21-Nisan-2019].
- [16] O. Dengiz ve O. Başkan, "Ankara Güvenç Havzası Topraklarının Temel Özellikleri ve Sınıflandırılması", Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19(37), ss. 27-36, 2005.
- [17] B. Sümer, R. İleri, A. Şamandar ve B. Şengörür, "Büyük Melen ve Kollarındaki Su Kalitesi", Ekoloji Dergisi, 39, ss.13-18, 2001.
- [18] Suri Leyla, "İçme Suyu Havzalarında Planlama ve Yönetim Ömerli İçme Suyu Havzası Örneği", Doktora Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2000.
- [19] Ekinci Tahir, "İçmesuyu Havzaları Yönetimi ve İstanbul Metropolü Örneği", Yüksek lisans tezi, Bahçeşehir Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2013.
- [20] M. A. Gökkaya, T. Erden, H. Karaman, "Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Ve Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY) İle Üretilen Deprem Tehlike Haritalarının Duyarlılık Analizi", HKMO Mühendislik Ölçmeleri STB Komisyonu 7. Ulusal Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu, Hitit Üniversitesi, Çorum, 2014.
- [21] L. Worral, Spatial Analysis and Spatial Policy using Geographic Information Systems, Belhaven Press, London, 1991.
- [22] J. Malczewski, "Gis-Based Land-Use Suitability Analysis: A Critical Overview", Progress in Planning, 62(1), ss. 3-65, Temmuz 2004.
- [23] J. Star ve J. Estes, Geographical Information Systems: An Introduction, New Jersey, Prentice-Hall, 1990.
- [24] T. Yomralıoğlu, Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Kavramlar ve Uygulamalar, Trabzon, Seçil Ofset, 2000.
- [25] N. Uluğtekin, ve İ. Ö. Bildirici, "Coğrafi Bilgi Sistemi ve Harita", 6. Harita Kurultayı, Ankara, ss. 85-95, 1997.
- [26] Güler Doğuş, "Analitik Hiyerarşi Yöntemi Ve Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Alternatif Katı Atık Düzenli Depolama Alanı Yer Seçimi: İstanbul İli Örneği", Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2016.
- [27] J. Yang, ve H. Lee, "An AHP Decision Model for Facility Location Selection", Facilities, 15(9/10), ss. 241-254, Eylül-Ekim 1997.
- [28] Cengiz Duygu, "Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri Üzerine Karşılaştırmalı Analiz", Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2012.
- [29] J. Malczewski, Spatial Multicriteria Decision Analysis, Part 1 in Decision Making and Analysis: A Geographic Information Sciences Approach, Jean-Claude Thill, New York, 1999.

- [30] J. Malczewski, GIS and Multicriteria Decision Analysis, John Wiley and Sons, New York, 1999.
- [31] J. R. Eastman, H. Jiang ve J. Toledano, "Multi-criteria and multi-objective decision making for land allocation using GIS", Multicriteria Analysis for Land-Use Management Environment & Management, 9, ss. 227-251, 1998.
- [32] T. L. Saaty, "How to make a mecision: the analytic hierarchy process", Interfaces, 24(6), ss.19-43, 1994.
- [33] Dilek Çol Yılmaz, "Analitik Hiyerarşi Yöntemi Kullanılarak İstanbul Metropolitan Alanında Toplu Taşıma İle Bütünleşik Bisiklet Ağı Kümelerinin Önceliklendirilmesi", Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2014.
- [34] T. L. Saaty, "Decision making with the analytic hierarchy process", International Journal of Services Sciences, 1(1), ss. 83-98, 2008.
- [35] T. L. Saaty, "Some Mathematical Concepts of The Analytic Hierarchy Process", Behaviormetrika, 18(29), ss. 1-9, 1991.
- [36] T. L. Saaty ve L. G. Vargas, "Uncertainty and Rank Order in the Analytic Hierarchy Process", European Journal of Operational Research, 32(1), ss.107-117, 1987.
- [37] A. Koç, A. Altuntaş ve G. Turan, G. " Yuvacık Baraj Havzası Özel Hüküm Belirleme ve Havza Koruma Planı" Rapor (Yayınlanmamış), İSU Genel Müdürlüğü, 2016.
- [38] M. E. Topaloğlu, A. Koç, A. Altuntaş, ve S. Kurt, "Yuvacık Baraj Gölü Havzası'nda Özel Hüküm Belirleme Çalışmaları İle Koruma Alanları Ve Koruma Esaslarının Belirlenmesi", Uluslararası Kentsel Su Ve Atıksu Yönetimi (UKSAY) Sempozyumu, Denizli, ss. 224-231, Ekim 2018.

İletişim Bilgisi: azizekoc1305@gmail.com.tr

Sempozyum Bildirileri

1. A. Koç ve T. Gökgöz, “Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Analitik Hiyerarşi Yöntemi İle İçme Suyu Havzalarında Konut Gelişim Alanı Belirlenmesi: Yuvacık Baraj Gölü Havzası Örneği”, 10. Türkiye Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği Teknik Sempozyumu, Aksaray Üniversitesi, Aksaray, Nisan 2019.

