

Taşkın Risk Haritalarında AHP Yönteminin Uygulanması: Aksu Çayı Havzası Örneği¹

Application of AHP Method in Flood Risk Maps: Aksu River Basin Example

AHMET TOKGÖZLÜ*, EFEKAN ÖZKAN

Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü, 32260, Isparta, Türkiye tel: 0246 211 4044
ahmettokgozlu@sdu.edu.tr

Özet: Sel ve taşkınlar atmosferik anomalilerin ve yersel koşulların birleşimiyle meydana gelen, kısa sürede büyük kayıplara neden olabilen afetlerdendir. Çağımızda şehirleşmenin artmasıyla meydana gelen (bu çalışmada sellerin aşağı havzadaki devamı olarak kabul edilen) taşkınlarda, yerleşimlerin sular altında daha uzun süreler kalabilmesi, yapılaşmanın doğayla uyumlu gerçekleşmediğinin kanıtı olarak gösterilebilir. Her ne kadar yağışın ani ve şiddetli olması en önemli etken olsa da, yakın tarihte deneyimlediğimiz örnekler yersel/bölgesel değişimlerin taşkınların artışıında önemli bir yer edindiğini göstermektedir. Bu çalışmada Aksu Çayı Alt Havzası'na coğrafi bir bakış açısıyla bütüncül yaklaşarak taşkınların oluşmasında etkili olan faktörlerin (yağış, eğim, arazi kullanımı-bitki örtüsü, toprak, akarsu ağlarına yakınlık ve litoloji) kendi aralarında önem sıralaması yapılmıştır. Bunlar Analitik Hiyerarşi Süreci'nde çıkan katsayılara göre de tekrar sınıflandırılarak Coğrafi Bilgi Sistemleri (ArcGIS 10.4) ortamında taşkın risk haritası oluşturulmuştur.

Anahtar kelimeler: Sel ve taşkınlar, Risk analizi, Aksu Çayı Havzası, CBS, AHP

Abstract: Flash torrent and floods are disasters that can cause massive disasters in a short time, resulting from the combination of atmospheric anomalies and local conditions. The increase of urbanization in our age and the continuation of the floods of the flash torrent, the fact that the settlements can stay under water longer can be shown as proof that the construction is not compatible with nature. Although sudden and intense rainfall is the most important factor, recent examples have shown that terrestrial / regional changes are important in the increase of floods. In this study, the importance order of the factors (rainfall, slope, land use, vegetation cover, proximity to soil, river networks and lithology) were determined by taking a holistic approach to Aksu River Sub-Basin. These elements have been reclassified according to the coefficients in the analytical process. Flood risk map created in ArcGIS 10.4 (Geographic Information Systems) environment.

Key words: Flash torrent and floods, Risk Analysis, Aksu River Basin, GIS, AHP

Giriş

Taşkınlar, ülkemizde depremlerden sonra en büyük ekonomik kayıplara yol açan afettir. Ülkemizde son 60 yılda (1955-2014) 2.563 taşkın meydana gelmiş olup 1.500'e yakın can kaybı yaşanmıştır. Mevcut veriler itibari ile taşkınlardan kaynaklanan ekonomik kayıp her yıl yaklaşık 100 milyon \$' dır (DSİ, 2015).

Türkiye genelinde olduğu gibi Antalya Havzası'nın alt havzası olan sahamız Aksu Çayı Havzası'nda da sıklıkla sel ve taşkınlar meydana gelmektedir. Özellikle yağışlı mevsimlerde görülen bu olaylar yapılaşmanın artışı, çarpık kentleşme, bununla birlikte özellikle Aksu vadisinin kıyı kesimindeki turizm faaliyetlerinin plansız konuşlanması ve bu nedenle de doğal döngünün farklı bir boyuta evrilmesiyle kendini göstermektedir (ARÜV, vd., 2005).

Çalışmamızda Aksu çayı havzasında taşkın risk durumu değerlendirilmeden önce ilgili literatürde sel ve taşkınların ele alınmasında yer yer karışıklıkların yaşandığı tespit edilmiştir. Afet problemine doğru bir şekilde yaklaşılabilmesi için öncelikle problemi doğru tanımlamak gerekmektedir. Bu nedenle bu çalışmada bu iki terminolojik yaklaşım arasındaki farkın belirgin bir şekilde ortaya konması gerekliliği ortaya çıkmıştır. ÇELİK H. (2016) hidroloji konusunda çalışan akademisyen/mühendislerin bu terminolojide belli bir ayrıma gitmeye başladıklarını, yukarı havzada meydana gelen yüksek akımlar için sel, aşağı havzada meydana gelen

¹ Bu çalışma Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Ana Bilim Dalı'nda ve BAP Koordinasyon Birimi tarafından 4796-YL1-16 proje numarası ile desteklenen yüksek lisans tez araştırması kapsamında gerçekleştirilmiştir.

yüksek akımlar için *taşkın* teriminin kullanmasında yarar bulunduğunu savunmaktadır. Görüşünü; “*Her ikisi de yüksek akım olmasına karşın karakterlerinin ve meydana geldikleri topografyaların farklı olması, farklı meslek gruplarının çalışma alanlarının içine girmesi gibi nedenlerle iki farklı terimin kullanılması gerekir*” olarak zenginleştirmektedir (ÇELİK, 2016).

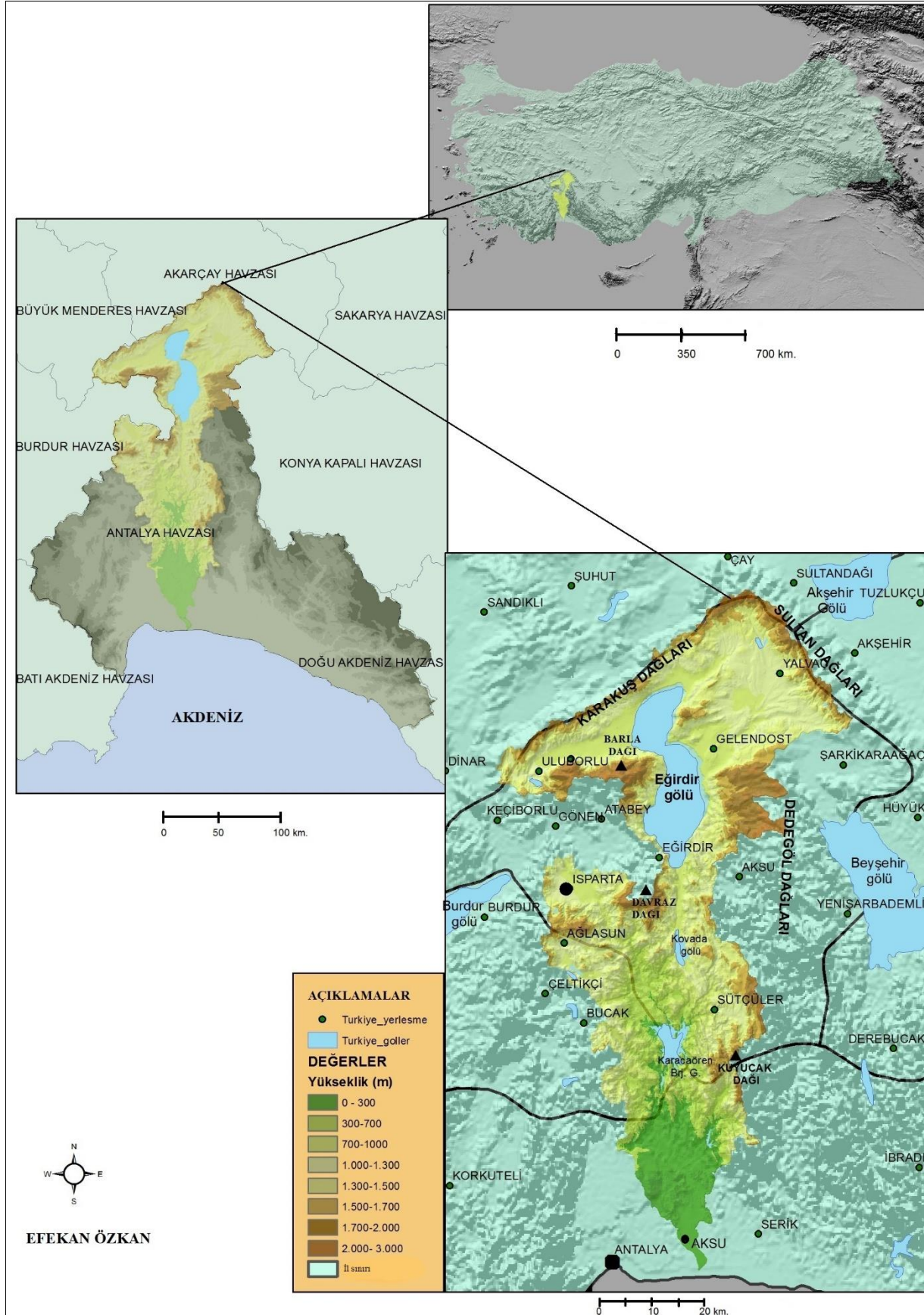
Coğrafya camiasında sel; ani yağışlarla birlikte akış büyüklüğü artan akarsuyun yatağının çevresindeki bazı alanları tahrip etmesi olayı olarak tanımlanmakla birlikte alt ve üst havza ayrımı genellikle yapılmamaktadır. Literatürdeki çoğu çalışmada sel ve taşkın terimlerinin sık sık kesin bir ayırım yapılmadan bir arada kullanıldığı gözlemlenmiştir (DÖLEK, 2015; ARINÇ, 1996). Ancak ÖZCAN E. (2006) çalışmasında sistematik bir ayırım yaparken; taşkını da kapsayan bir kavram olarak tanımlayıp: “*Sellere oluştukları ve etkili oldukları yerlere göre; akarsu selleri (taşkın), baraj selleri, kıyı selleri, dağlık alan selleri, şehir selleri gibi çeşitli isimler verilmiştir. Bunlar içinde en yaygın, sık ve etkili olanı akarsu selleri yani taşkınlardır.*” görüşüne yer vermiştir. Yine TUROĞLU H., (2010), sel ve taşkınların meydana geliş sebepleri, oluşum şekilleri ve sonuçları açılarından birbirinden farklı hidrografik afetler olduğunu savunmuştur. Bazı çalışmalarda ise bu terminolojik karmaşanın asıl konuyu etkilemediği ve ancak konuyla ilgili olarak dilimize yerleşmiş bazı teknik terimleri değiştirmemek için zaman zaman sel ve taşkın terimlerini eş anlamda kullanmak ve bu ikisi arasında kesin bir ayırım yapmamanın anlam bütünlüğü açısından daha uygun görüldüğü belirtilmiştir (BAYSAL, 2010)

Bu terminolojik karmaşaya bir nebze de olsa netlik kazandırma açısından özetlemek gerekirse, “*Su Havzalarının Korunması ve Yönetim Planlarının Hazırlanması Hakkında Yönetmelik*”te de değinildiği üzere *taşkın*; akarsu havzasının aşağı çığırında, akarsuyun muhtelif sebeplerle yatağından taşarak çevresindeki arazilere, yerleşim yerlerine, altyapı tesislerine ve canlılara zarar vermek suretiyle normal hayat akışını ve sosyo-ekonomik faaliyetleri kesintiye uğratacak ölçüde bir akış büyüklüğü oluşturması olayı olarak tanımlanabilir. *Sel* ise akarsu havzasının yukarı çığırında akarsuyun daha iri boyutlu materyalleri taşıyabilecek güçteki bir akış büyüklüğü oluşturduğu anda etrafını tahrip etme olayıdır. Havzamızın genel coğrafi karakteristiğine de uygun olarak bu çalışmada taşkın kavramının kullanılması uygun bulunmuştur.

Taşkının etki derecesinin üzerinde rol oynayan temel faktörler, zeminin geçirgenliği, yağışın o anki miktarı, debi ve suyun artan hacmine bağlı yatağından taşabilmesi sonucu etkisi altına alabileceği alan mesafeleridir. Burada suyun deşarjı için eğim önemli rol oynamaktadır. Bu açıdan bakıldığında yağış ve eğim etkisi direkt olarak nicel verilerle ortaya koyulabilecekse bile zemin geçirgenliğine etki eden çeşitli parametreler de vardır. Bunlar; litoloji, toprak, arazi kullanımı ve bitki örtüsüdür. Bu çalışmada, Antalya Havzası’nda bulunan Aksu Çayı Alt Havzası’ndaki hangi lokasyonların taşkın riski taşıdığını ortaya çıkarmada bahsedilen bu unsurlar kullanılmıştır.

Çalışma Sahasının Lokasyonu

Çalışma alanı, 36°-38° kuzey enlemleri ile 30°-31° doğu boylamları arasında yer almaktadır. Akdeniz Bölgesi coğrafi sınırları içinde, Türkiye’nin hidrografik özellikleri bakımından 25 büyük havzasından biri olan Antalya havzasının 10 alt havzasından biridir ve CBS ortamındaki ölçümlere göre 7505 km²’lik izdüşüm alanına sahiptir. Güneyinde Akdeniz’e, batısında Korkuteli ve Düden Çayı Alt Havzası, kuzeybatısında Büyük Menderes Havzası, kuzeyinde Akarçay Havzası, kuzeydoğusunda Konya Kapalı Havzası, doğusunda Köprüçay Alt Havzası’na komşudur (Şekil 1).



Şekil 1: Aksu Çayı Havzası Lokasyon Haritası

Materyal ve Metod

Havzanın lokasyon haritası *ASTER Global v2*'ye ait 30m. çözünürlüğündeki uydu görüntüleri elde edilerek oluşturulmuştur. Harita Genel Komutanlığı'ndan alınan ve saha sınırlarına giren 1/25.000 ölçeğindeki 68 adet pafta çalışmanın amacı doğrultusunda sayısallaştırılmıştır. Çalışmada kullanılan yersel veriler ise DSİ Antalya ve Isparta Bölge Müdürlüklerinin de resmi kuruluş olarak aralarında bulunduğu anonim kaynaklardan temin edilmiştir. Elde edilen bu verilerin sayısallaştırma, analiz ve haritalama işlemleri ArcGIS programının, ArcMap, ArcCatalog ve ArcHydro arayüzünde gerçekleştirilmiştir. Literatür araştırmalarında ve mevcut tarihi taşkın alanlarında yağış, eğim, akarsu drenaj yoğunluğu (ya da akarsuya olan uzaklık), litoloji, toprak, arazi kullanımı-bitki örtüsü unsurlarının etki derecesinin havzaya göre büyük ölçüde değişebildiği görüldüğü için bu faktörlerin önem dereceleri AHP ile (Analitik Hiyerarşi Süreci, *ing. Analytic Hierarchy Process*) belirlenmiştir. Ortaya çıkan katsayı sonuçları ve önem dereceleri ayrıca değerlendirilip ArcGIS 10.4 programının ArcMap öznetelik veri tabanına işlenmiştir. "Spatial Analysis- Map Algebra Tools" kullanılarak elde edilen değerler karşılaştırılmış ve taşkın risk haritası ortaya çıkarılmıştır (Tablo 8, 9), (Şekil 15, 16).

Ahp Ne Demektir?

AHP, ilk olarak 1968 yılında Myers ve Alpert ikilisi tarafından ortaya atılmış ve 1977 de ise Saaty tarafından bir model olarak geliştirilerek karar verme problemlerinin çözümünde uygulanmasının pratiğini gerçekleştirmiştir. AHP, karar hiyerarşisinin tanımlanabilmesi durumunda kullanılan, kararı etkileyen faktörler açısından karar noktalarının yüzde dağılımlarını veren bir karar verme ve tahminleme yöntemi olarak açıklanabilir (erguneroglu.com), (YARALIOĞLU ts.).

Birden çok sayıda ölçüt içeren karmaşık karar mekanizmalarını çözümleyip var olan probleme entegre edebilmemiz için Saaty tarafından 1980'lerde geliştirilen Analitik Hiyerarşi yöntemiyle problem, ana hedef, ölçütler, alt ölçütler ve seçenekler düzeylerinde hiyerarşik bir sistem içinde modellenme keşfedilmiştir (Tablo 1). Hiyerarşi genel olarak en az üç düzeyden oluşur. Buna göre; hiyerarşinin en üstünde problemin genel amacı, amacın altında sırasıyla ölçütler ve seçenekler yer almaktadır (MALCZEWSKI, 1999).

Tablo 1:AHP Hiyerarşi Tablosu (SAATY, T.L. 1977), <https://erguneroglu.com>. ' dan yararlanılmıştır.

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

AHP yönteminde ağırlıklar ikili karşılaştırma ile belirlenir. Ayrıca karar probleminin özelliğine göre seçeneklerin bağıl önemini elde etmek için de ikili karşılaştırmalar kullanılabilir (SAATY, 1980). Her seçenek için bütünleşik sonuç değer;

$$\sum_j^n a_{ij} w_j$$

i:1,2,3,...,m

bağıntısına göre hesaplanır (SAATY, 1980).

Burada;

a_{ij} : i. seçeneğin j. ölçütünün değerini ya da diğer seçeneklere göre bağıl önemini ;

w_j : j. ölçütün ikili karşılaştırma ile belirlenen ağırlığını ifade eder.

Çok boyutlu ve karmaşık olayların, yine aynı şekilde karmaşık ilişkiler ağı şeklinde ortaya çıkmış olduğu düşünülmelidir. Analitik hiyerarşi bu noktada yönlendirici etkisiyle ön plana çıkmaktadır. Bazı faktörlerin bir sonuca etki etmedeki öncelikleri ve kendi aralarındaki oranlarına göre 3 temel prensipte fonksiyonlaşır (ÖZTÜRK, 2009). Bunlar;

1-Hiyerarşilerin oluşturulması prensibi

2-Üstünlüklerin belirlenmesi prensibi

3-Mantıksal ve sayısal tutarlılık prensibi

Hiyerarşinin tüm parçaları birbirleri ile ilgilidir ve bir faktördeki değişimin diğer faktörleri nasıl etkilediği rahatlıkla görülebilir. Hiyerarşik yapıdaki bu esneklik ve etkinlik, karar vericiye karar sürecinde çok yardımcı olur. Kararları bu yapıda kurarak; birçok veri türü bir araya getirilebilir, performans seviyelerindeki farklılıklar birbirine uygun hale dönüştürülebilir ve farklı nesnelere arasında karşılaştırma yapılabilir. Problem, hiyerarşik bir modele oturtulduktan sonra, hiyerarşiyi oluşturan öğelerin görece üstünlükleri hesaplanır. Karar verici, bir düzeydeki öğelerin, hiyerarşide hemen bir üst düzeyde yer alan öğeler açısından görece önemlerini saptayacak şekilde Tablo 1'deki (1-9) puanlı tercih ölçeğine dayalı bir puanlama yapar ve ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur (MALCZEWSKI, 1999; ÖZTÜRK, 2009'dan).

AHP, düşünce ve yargıda tutarlılığı göz önünde bulundurmaya gerektirir. Ancak uygulamada; öğelerin ikili karşılaştırmaları sırasında geçişkenlik olmayabilir. Örneğin herhangi bir ölçüte göre; Karar verici, A seçeneğini B seçeneğine ve B seçeneğini ise C seçeneğine tercih ederken C'yi de A'ya tercih edebilir. Ayrıca, tercihlerin yoğunluklarına ilişkin sayısal bir tutarsızlık da olabilir. Örneğin A, B'ye üç kez daha fazla ve B, C'ye iki kez daha fazla tercih ediliyor iken B, A'ya göre altı kez daha fazla tercih edilmeyebilir. Aslında bu şekilde karşılaştırmalara dayalı bir değerlendirme sırasında mükemmel bir tutarlılığa erişmek neredeyse olanaksızdır. Bir karar modelinin etkinliği irdelenirken modelin kullanımı sonucunda verilen kararın tutarlılığının ilgili sorun açısından yeterli olup olmadığı araştırılmalıdır (ÖZTÜRK, 2009).

AHP' nin pratikteki kullanımı özetlenecek olursa; ilk adımda karar verme problemi tanımlanarak faktörler belirlenir ki bu çalışmada; *yağış, eğim, arazi kullanımı, toprak, akarsu drenaj ağ yoğunluğu ve litoloji* olarak belirlenmiştir (Tablo 8, 9).

İkinci adımda karar değerlendirme ölçütleri için karar matrisleri oluşturulur. Üçüncü adıma geçildiğinde, ikili karşılaştırma matrisinin her elemanı, kendi sütun toplamına bölünerek normalleştirilmiş karşılaştırma matrisi elde edilir. Dördüncü adımda normalleştirilmiş karşılaştırma matrisinin her satırda satır ortalamaları hesaplanarak ölçütlerin görece önem değerleri elde edilir. Beşinci adımda sonuçların tutarlılığı ölçülür. En son altıncı adımda ise sonuç dağılımlarının bulunması işlemleri sırasıyla yapılır (AYDIN vd, 2009).

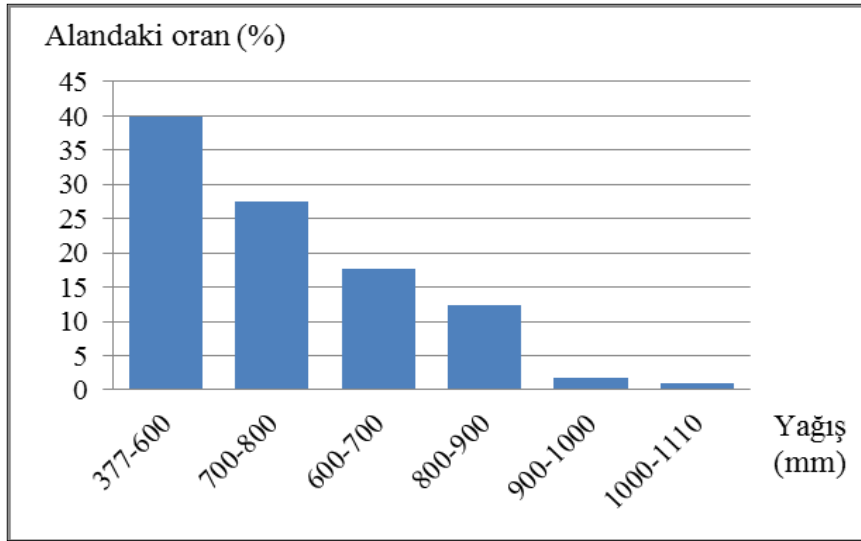
Sel ve taşkın çalışmalarında da uygulanabilen bu yöntemde, afet olayının ortaya çıkış sürecindeki tüm etmenlerin doğru bir şekilde belirlenip tanımlarının yapılmasından sonra aralarındaki ilişkiler dizisinin matematiksel etki derecelendirilmesi ortaya çıkarılır. Taşkın risk haritalarının oluşturulmasında afet öncesi risk faktörlerinin haritaya işlenmesi ilk adımlardır. Ancak bunların mantıksal ve bilimsel temellerinin olması gerekmektedir. Çünkü sadece deneyim ve öngörüler sel ve taşkın gibi çok boyutlu olayların önceden doğru bir şekilde tahmin edilememesi ve alınacak önlemlerin yetersiz kalabilmesine neden olmaktadır. Bu yüzden AHP yöntemi bu çalışmalarda bilimsel bir altlık oluşturmaktadır (Tablo 8, 9).

Taşkına Etki Eden Faktörler ve Aksu Çayı Havzası İçin Bu Faktörlerin Hiyerarşik Sıralaması

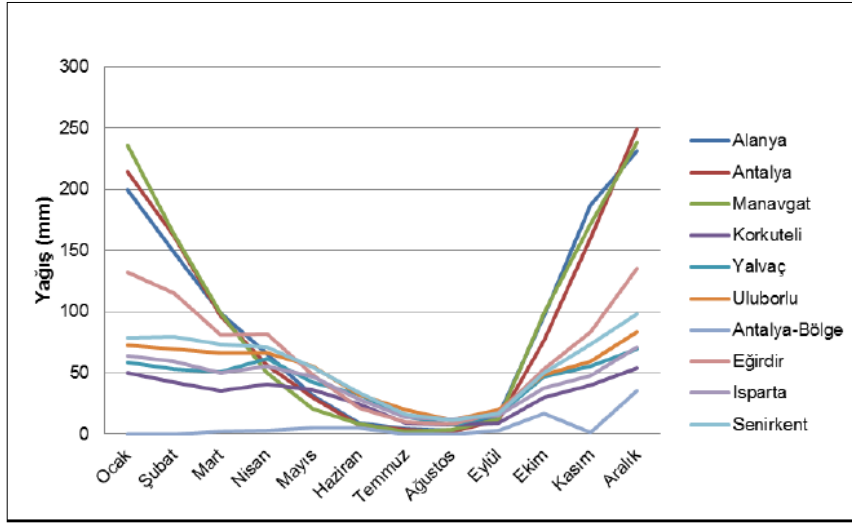
Bu çalışmada, örneklem olarak seçilen Aksu Çayı Alt Havzası'nda, taşkına etki eden temel faktörler yağış, eğim, akarsu drenaj ağ yoğunluğu, toprak, litoloji ve arazi kullanımı (corine) olarak belirlenmiştir. Bu faktörler ciddi bir literatür taramasından sonra meteorolojik verilerle tarihi taşkınların kıyaslanması ve buna diğer faktörlerin ne derece etkili olup eklendiği AHP yöntemine tabi tutularak taşkın risk haritalarında yer alması sağlanmıştır (Tablo 4,5).

Yağış

İklimsel parametrelerin ve atmosfer sirkülasyonunun en önemli unsurlarından olan ve arazideki su varlığını sağlayıp akışa asıl kaynak teşkil eden unsur yağıştır. Bu açıdan bakıldığında taşkınların oluşmasındaki temel etkenin önce de değinildiği üzere şüphesiz ki yağışlar olduğu görülmektedir. Toprağın önceki yağış süreçlerinden kaynaklanan doygunluğuna, yağışların ani ve yoğun olarak düşmesi de eklendiğinde taşkın şiddetinin arttığı görülmektedir. Bu nedenle yağış faktörü, çalışmada AHP metodu kullanılırken, önem sıralamasında ilk sırada yer almaktadır (Tablo 8, 9). Bu doğrultuda, yağışı matematiksel olarak ifade edebilmek için ArcGIS ortamında izohiyet haritası oluşturulduktan sonra "Spatial Analysis, IDW Tools" kullanılarak yağışların mekânsal dağılışı oransal bazda çıkarılmıştır (Şekil 2, 3, 8). Ancak yağışın ani ve şiddetli olarak düşmesinin başlı başına bir taşkın riski oluşturmasından ve havzanın hemen her istasyonuna yakın kısımlarında taşkınlar meydana gelebildiğinden tüm mm' lik değerlere risk değeri olarak "4 (riskli)" atanmıştır.



Şekil 2: Havzadaki yağış değerlerinin oransal dağılışı grafiği (MGM)



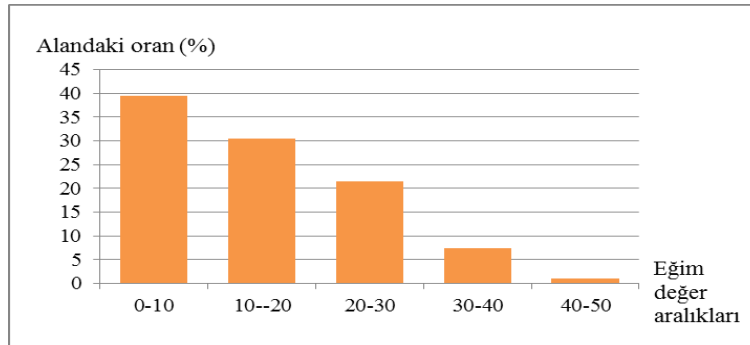
Şekil 3: Aksu Havzası ve yakın çevresindeki bazı istasyonlarda ölçülen uzun yıllar yağış grafiği (MGM, TÜBİTAK MAM'DAN)

Eğim

Eğim, akışa geçen suyun daha kolay drene edilmesine neden olur. Seyelan ve yamaçlarda veya eğimin yüksek olduğu ve kötü drenaj koşullarında meydana gelen seller ayrı olarak düşünüldüğünde genelde ve özellikle çalışılan sahada 0-10 derece arasındaki eğim şartlarında taşkınların çok daha sık yaşandığı görülmektedir (Tablo 2, Şekil 4, 9). Toprağın infiltrasyon kapasitesinin akış karşısında yetersiz kaldığı durumlar düşünüldüğünde eğimin ön plana daha fazla çıktığı görülmektedir. Bu yüzden bu aralığa “4 (Riskli)” değeri verilmiştir. Eğim faktörü, çalışmadaki AHP analizinde ise 2.sırada yer almaktadır (Tablo 8, 9).

Tablo 2: Aksu Çayı Havzası eğim değerlerinin dağılım oranları ve atanan risk değerleri

Eğim Değer Aralıkları (%)	Atanan Risk Değeri	Alandaki oran (%)
0-10	4	39,54802
10-20	4	30,50847
20-30	3	21,46893
30-40	2	7,344633
40-50	1	1,129944



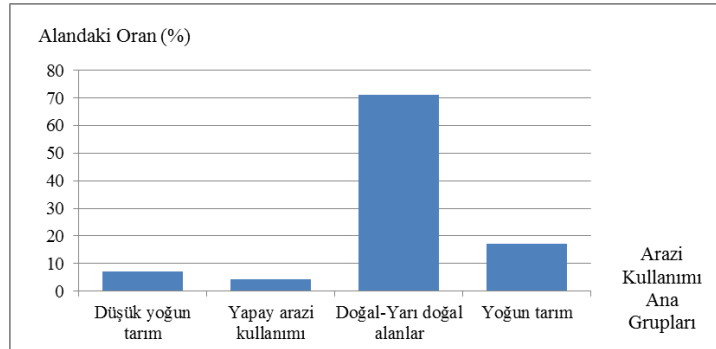
Şekil 4: Havzanın eğim grubu oranları

Arazi Kullanımı

Aksu Çayı Alt Havzası çok geniş bir alana sahip olduğundan ve değerlerin çok daha karmaşık hale gelmemesi ve haritaların anlaşılır olabilmesi için bitki örtüsü ve arazi kullanımı birlikte değerlendirilmiştir. AHP’ de 3. öncelik sırası verilen Arazi kullanımı, “düşük yoğun tarım, yapay arazi kullanımı, doğal ve yarı doğal alanlar ve yoğun tarım” olarak 4 ana başlık halinde incelenmiştir. Bitkilerin infiltrasyon kapasitesi suyun tutulması anlamında önemlidir (Tablo 8, 9). Doğal ve Yarı doğal alanlar olarak değerlendirilen arazi örtüsünde genellikle orman örtüsü, fundalık ve makilik alanlar yer almaktadır (Tablo 3, Şekil 5, 10). Bu alanlarda infiltrasyon kapasitesi oldukça yüksek olduğundan risk değeri olarak “1 (Risksiz)” atanmıştır. Ancak Yapay arazi kullanımında Sanayi alanları, yerleşimler, parklar ve yollar gibi alanlar olduğundan infiltrasyon kapasitesi oldukça zayıftır. Bu alanlar ise en riskli alanlardır. Bu nedenle bu alanlar “4 (Riskli)” kategorisindedir (Tablo 3).

Tablo 3:Arazi kullanım tipi oranları ve atanan risk değeri

Arazi Kullanım Tipi	Atanan Risk Değeri	Alandaki Oran(%)
Düşük yoğun tarım	2	7,27
Yapay arazi kullanımı	4	4,40
Doğal-Yarı doğal alanlar	1	71,03
Yoğun tarım	3	17,29



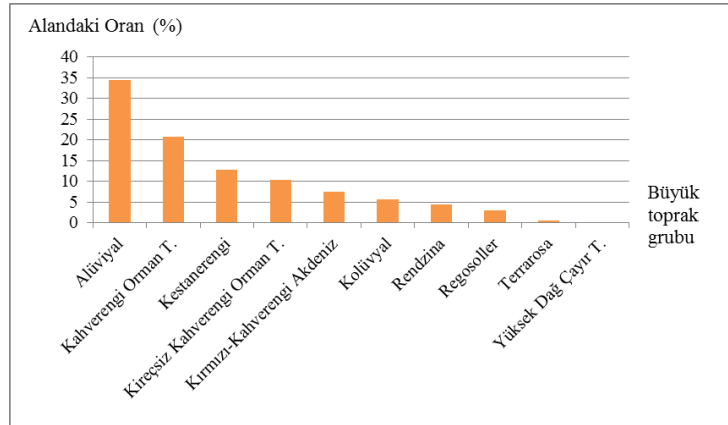
Şekil 5: Arazi Kullanım Tipi Oranları

Toprak

Toprak, yağışın akıştaki etkisini tolere edebilen önemli bir unsurdur. Çalışmada, AHP’ de 4. öncelik sıralamasında yer almaktadır (Tablo 8,9). Toprak türüne göre değişen polarizite nedeniyle sızdırma ve havalandırma kapasitesi de değişmekte, taşkınların şiddet ve etkisini nispeten azaltıp çoğaltabilmektedir. Bu kapsamda, Aksu Çayı Alt Havzasında en yaygın toprak türü olan Alüviyal, Kestane Rengi, Kırmızı-Kahverengi Akdeniz Toprakları ve Kolüvyal topraklar en fazla risk barındıran toprak gruplarıdır. Havzada yer alan diğer topraklar da geçirgenliklerine göre risk sınıflarında değer almıştır (Tablo 4, Şekil 6, 11).

Tablo 4: Alandaki BTG Oranları

BTG	Atanan Risk Değeri	Alandaki Oran (%)
Alüviyal	4	34,4
Kahverengi Orman T.	2	20,7
Kestanerengi	4	12,9
Kireçsiz Kahverengi Orman T.	2	10,4
Kırmızı-Kahverengi Akdeniz	4	7,6
Kolüvyal	4	5,6
Rendzina	3	4,4
Regosoller	2	3,1
Terrarosa	1	0,6
Yüksek Dağ Çayır T.	1	0,1



Şekil 6: Alandaki Büyük Toprak Gruplarının Oran Grafiği

Akarsu Drenaj Ağ Yoğunluğu

Akarsular, suyun akışa geçtiği alanlardır. Ancak yağışın seyrek veya şiddetinin az olarak düşmesi, eğimin yüksek olması, toprak ve arazi şartlarının uygunluğu ve debinin akarsu drenajı içerisinde deşarj edilmesine yardım edebilirse drenaj yoğunluğunun veya herhangi bir yerleşimin akarsuya yakınlık-uzaklığın daha geri planda yer alacağı açıktır. Ancak yine de birkaç faktörde taşkın neden olabilecek bir pozitif oynama olursa o zaman sonuçta yine akarsuların çevresinin en çok zararı göreceğinden risk faktörü olarak değerlendirilmesi uygun görülmüştür. Akarsuya 10, 50, 100 ve 200 m. yakınlıktaki alanlar, taşkın etkisini gösterebileceği mesafelerdir (Tablo 5, Fotoğraf 1, Şekil 12). AHP yönteminde akarsuya olan uzaklığın etkisi 5. sırada yer almaktadır. (Tablo 8, 9).

Tablo 5: Akarsuya olan uzaklığa göre atanan risk değerleri

Akarsuya olan uzaklık (m)	Atanan Risk Değeri
10	4
50	3
100	2
200	1



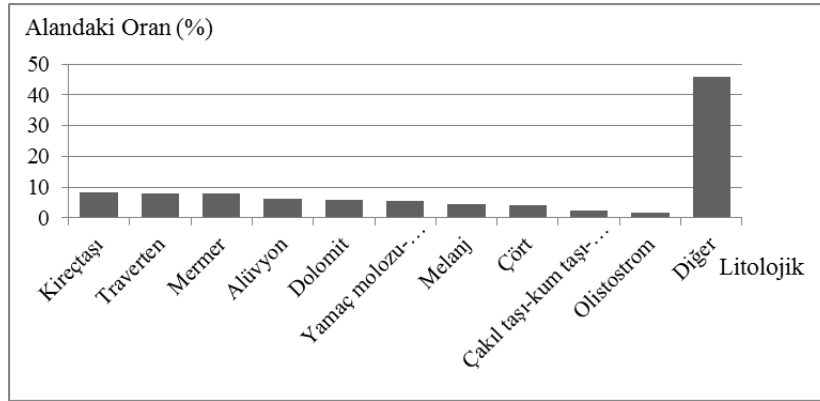
Fotoğraf 1: 50 m. lik muhtemel taşkın etki mesafesine göre hazırlanması planlanan taşkın koruma yapısı projesi alanından görünüm (Gelendost):

Litoloji

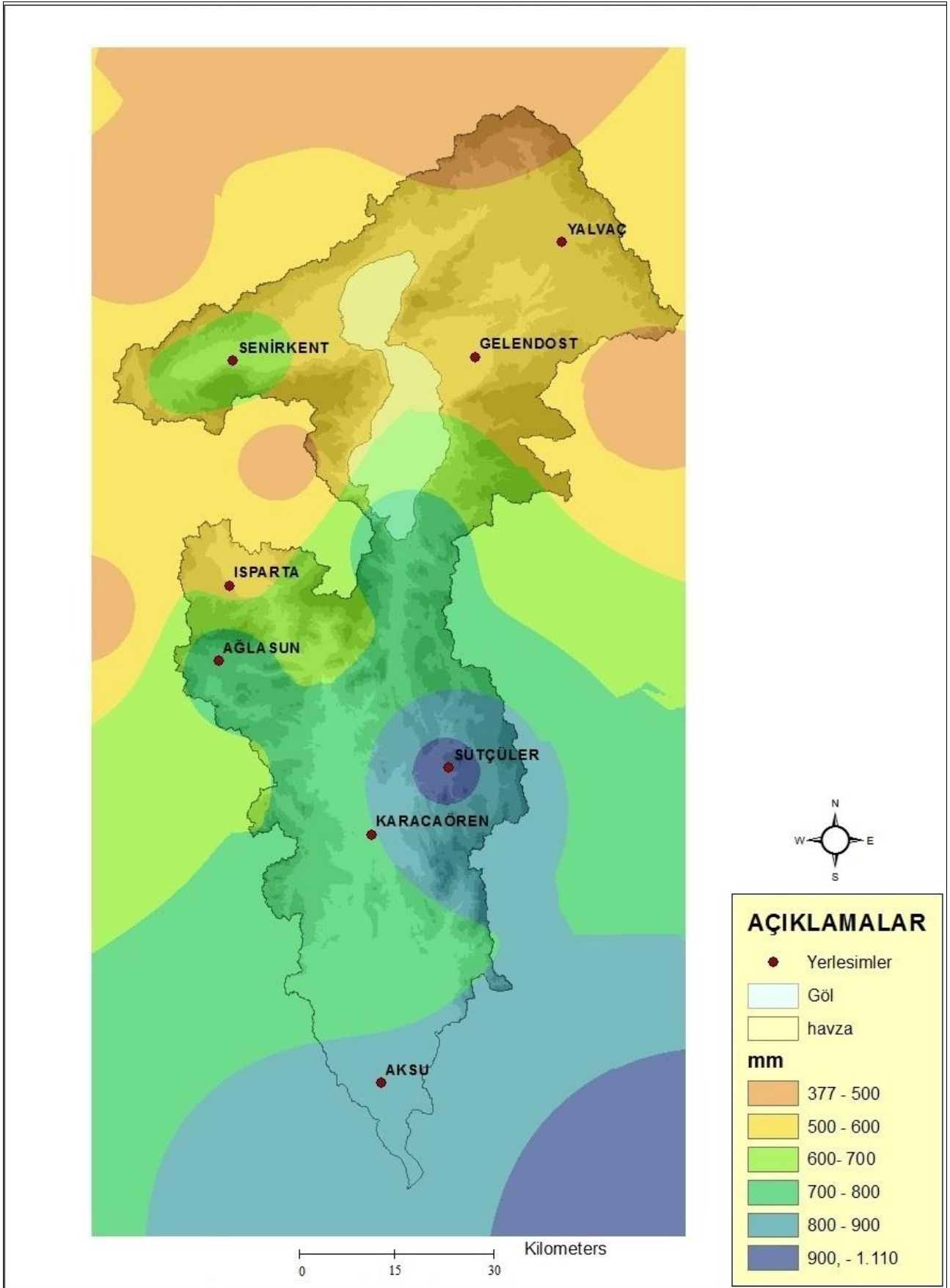
Litoloji suyun var olduğu ve akışa geçtiği katman olarak en son değerlendirilmesi gereken unsurlardan birisidir. Ancak yine de toprak oluşumunda bir altlık teşkil ettiği ve geçirimli tabakalarda yer yer suyun tutulduğu da düşünülürse bu faktöre de AHP’ de yer verilmesi gerekmektedir. Risk faktörü üzerindeki etkisinin drenaj yoğunluğu ile yakın oranlarda olacağı düşünülse de AHP’ de 6. öncelik sırasındadır (Tablo 8,9). Hem alansal dağılışının fazlalığı hem de şiddetli yağış anındaki anlık geçirgenlik özellikleri bakımından değerlendirilip hesaba dâhil edildiğinde en riskli unsur olarak; kireçtaşı mermer, traverten ve alüvyon “*Riskli (4)*” kategorisinde düşünülmalıdır (Tablo 6, Şekil 7, 13).

Tablo 6: Alandaki Litolojik Birimlerin Oranları ve Atanan Risk Değeri

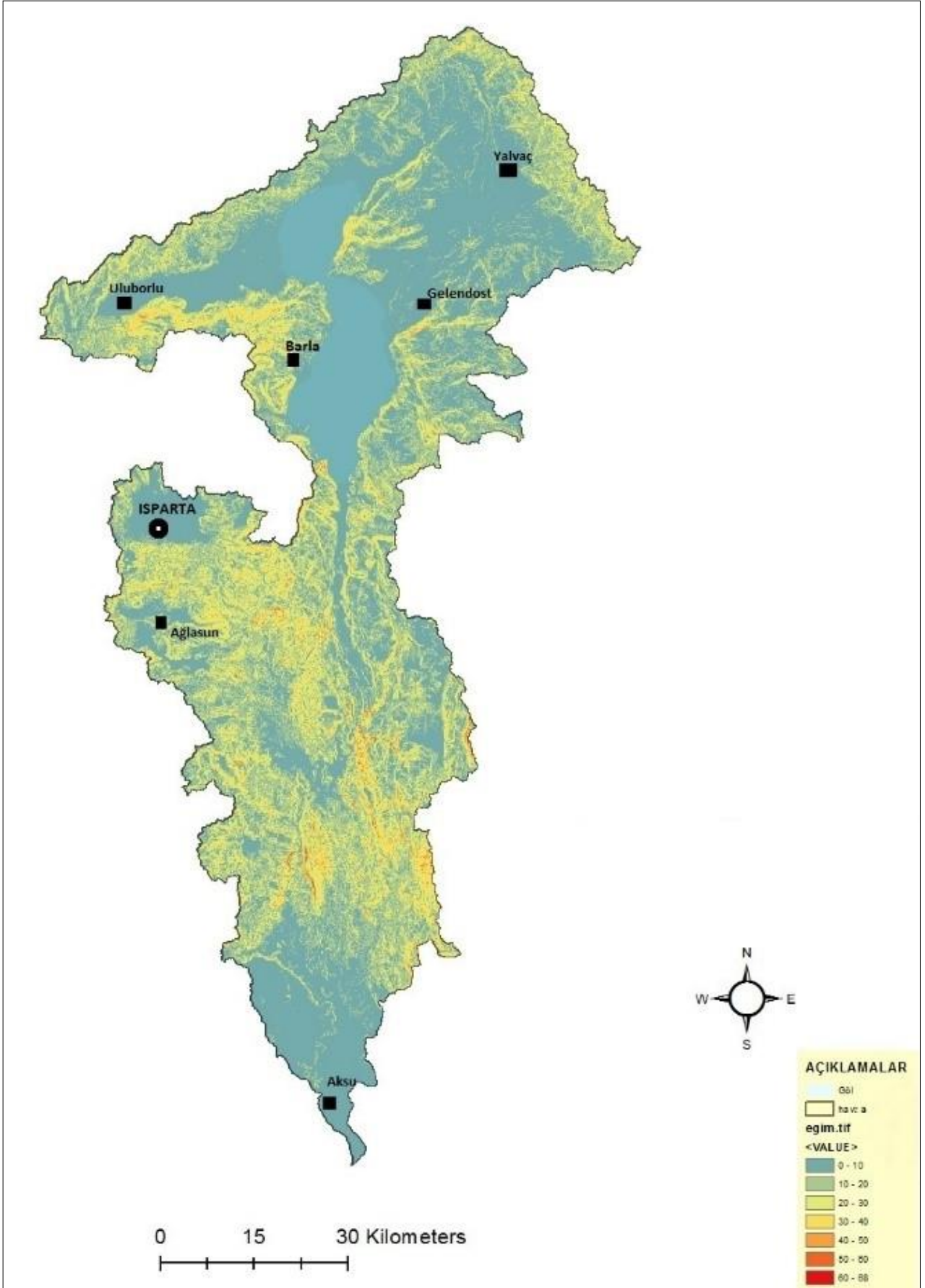
Formasyon	Atanan Risk Değeri	Alandaki Oran (%)
Kireçtaşı	4	8,2
Traverten	4	7,9
Mermer	4	7,8
Alüvyon	4	6,1
Dolomit	2	6
Yamaç molozu- birikinti konisi	2	5,4
Melanj	2	4,65
Çört	2	4
Çakıl taşı-kum taşı-çamur taşı	2	2,5
Olistostrom	3	1,79
TOPLAM	-	54,34
Diğer	2	45,66



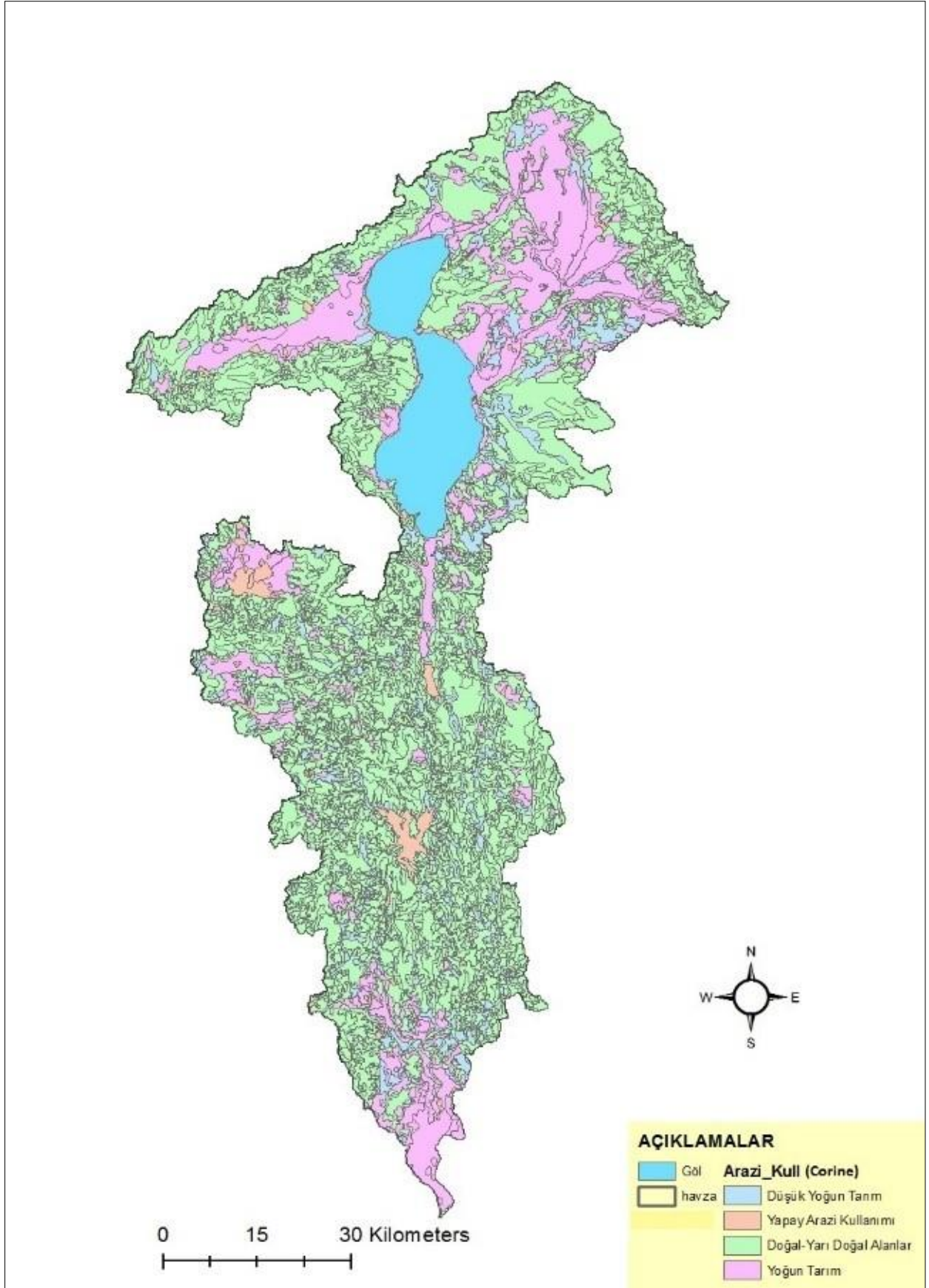
Şekil 7: Alandaki litolojik birimlerin oran grafiği



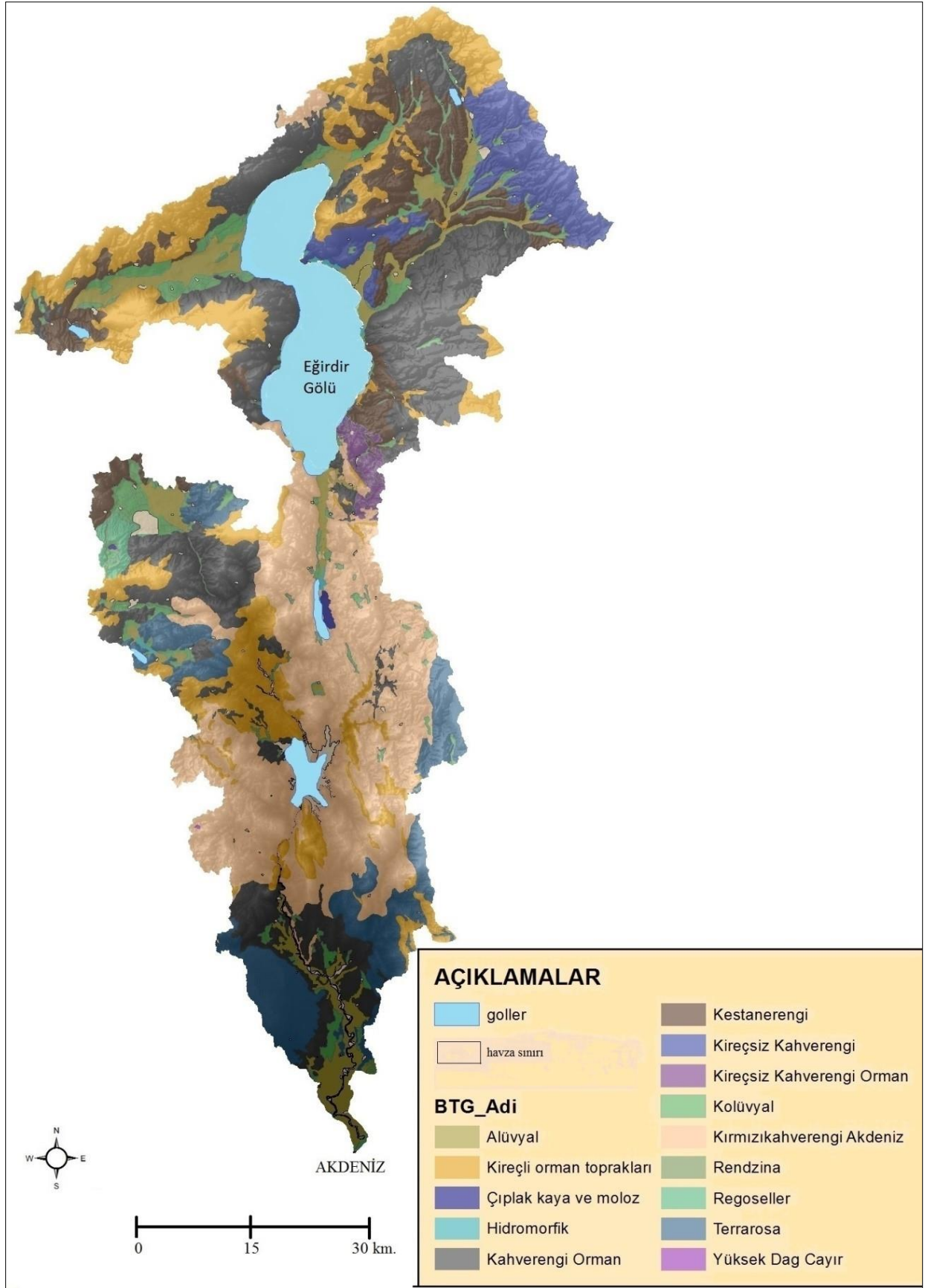
Şekil 8:Aksu Çayı Alt Havzası İzohiyet (eş yağış) haritası



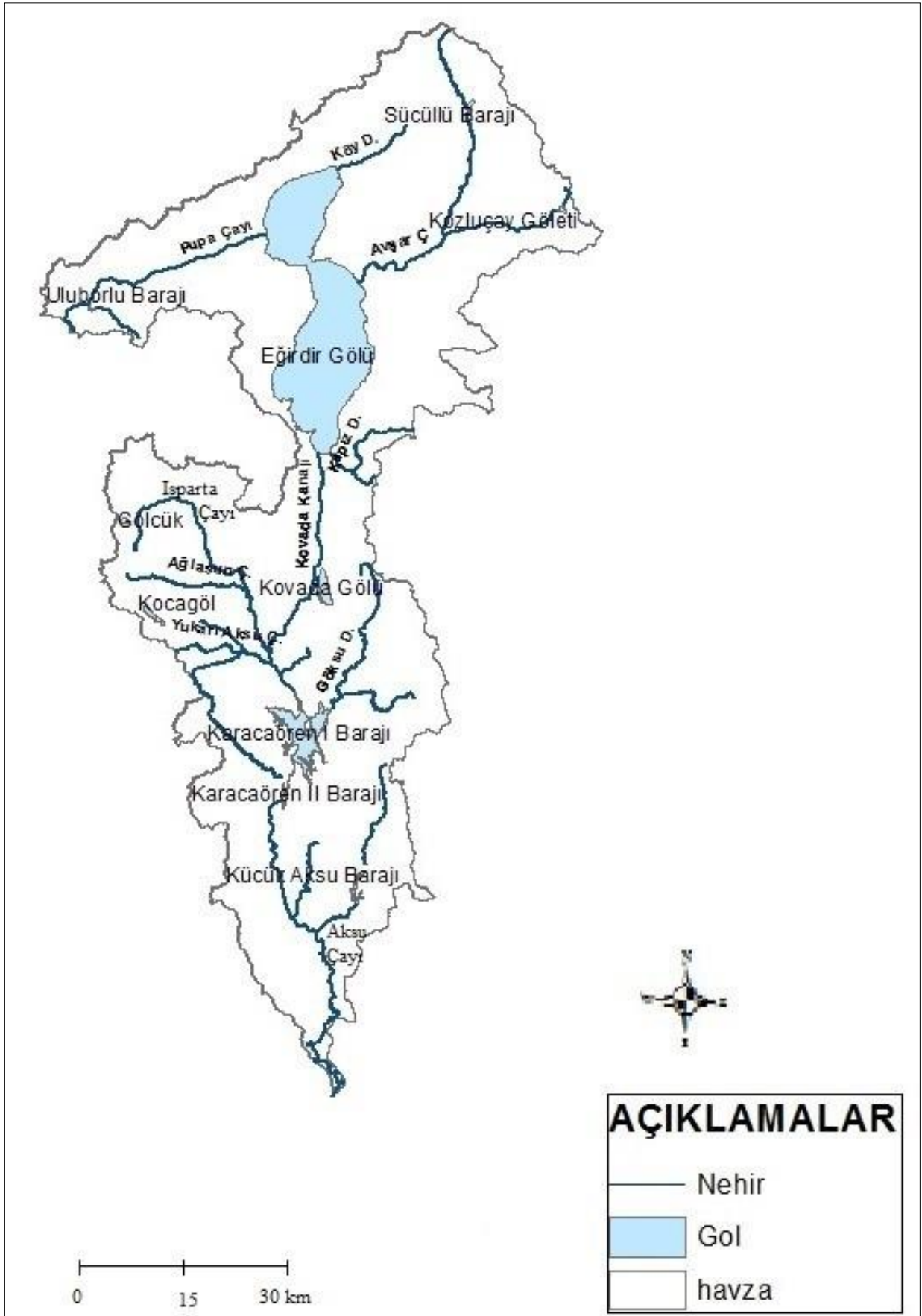
Şekil 9: Havza eğim haritası



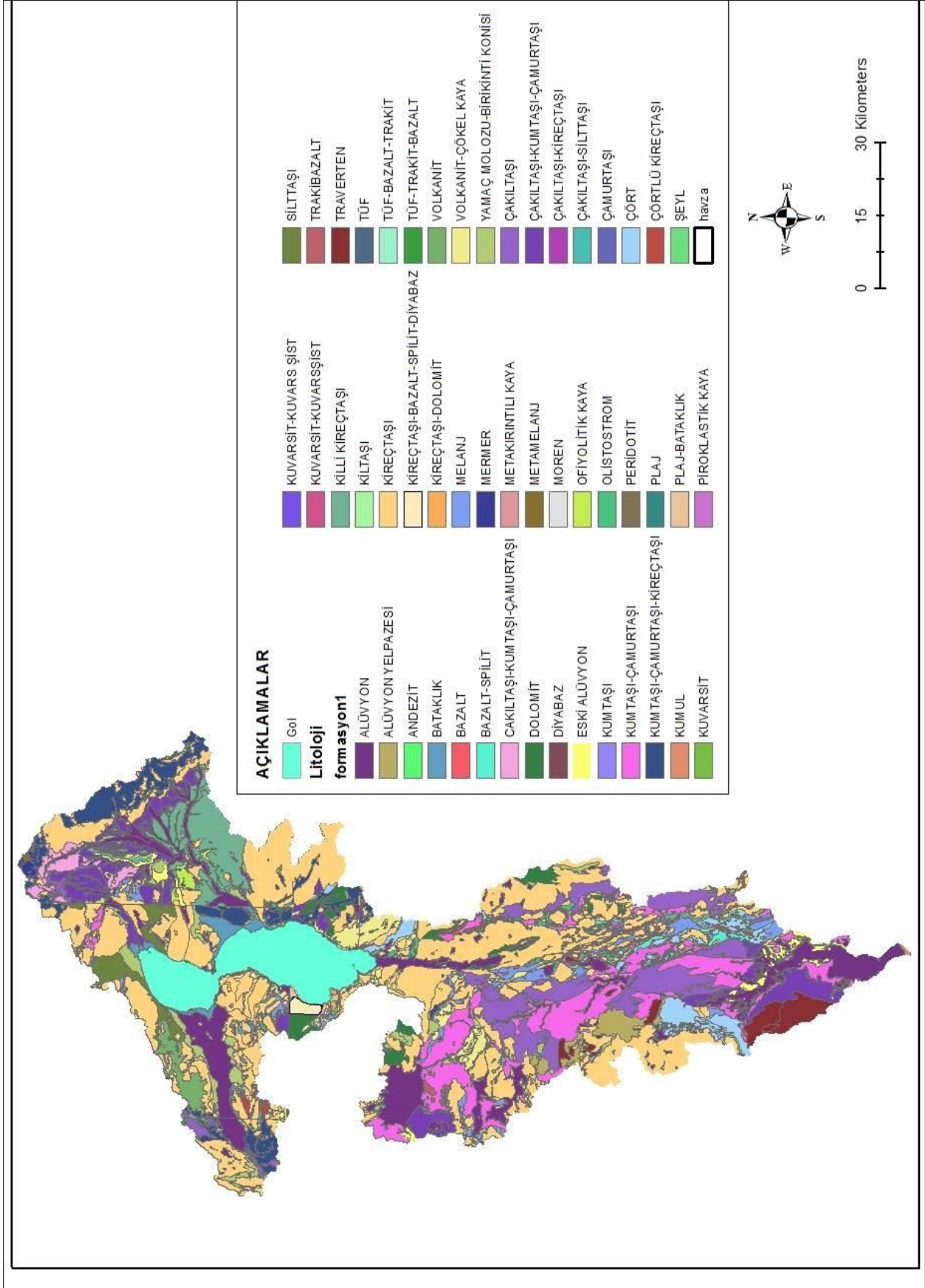
Şekil 10: Havza arazi kullanım grupları haritası



Şekil 11: Sahannın BTG haritası



Şekil 12: Havzanın hidrografiya haritası



Şekil 13: Çalışma alanının litolojik haritası

Bulgular

Taşkın olayının yaşanmasındaki veya akışın taşkın olarak ortaya çıkmamasındaki her bir faktörün literatürde ve arazideki durumları araştırıldıktan, tarihi taşkınlar incelenip matematiksel ve mantıksal tutarlılık olarak AHP yöntemine başvurulduktan sonra bilimsel tartışmalar ve fikir paylaşımları ile bu faktörlerin önem sıralaması ortaya çıkmıştır. Bu ana faktörlerin önem sıralaması çıkarılmadan önce ise her bir faktörün unsurları yağış (400-700 mm, 700-1000 mm. vs.), eğim (%0-10, %10-20 vs.), arazi kullanımı (yarı doğal-doğal alanlar, yoğun tarım vs.), toprak (alüvyal, kireçli orman toprağı vs.) birbiri arasında AHP' ye tabi tutulmuş ve faktörleri oluşturan unsurların da iç tutarlılığı saptanmıştır. Ancak burada ayrıntılı yer verilmemesi uygun görülmüştür. AHP' de tüm faktörlerin etki derecelerinin tutarlılığı ise "CR%3,8" tür. Saaty (1980) bu oran %10'dan düşükse matrisin doğru olduğunu kabul etmektedir. Bu sonuç çalışmada kullanılan faktörlerin birbirine göre aldıkları önem derecelerinin tutarlı olduğunu göstermektedir (Tablo 7, 8).

Faktörlerin her biri ArcGIS ortamında sayısallaştırıldıktan sonra "Spatial Analysis- Map Algebra Tools" u kullanılarak elde edilen değerler karşılaştırılmış ve taşkın risk haritası ortaya çıkarılmıştır (Şekil 14, 16). Doğruluk analizinde literatürden elde edilen son 30 yılda gerçekleşen tarihi taşkınların lokasyonları kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki tabloda belirtilmiştir. Bu tabloya göre de tarihi taşkınların %40'ının "Düşük riskteki (2)", %30'unun "Orta riskteki (3)" ve %30'unun da "Riskli (4)" alanlarda meydana geldiği, risksiz olarak değerlendirilen alanlarda hiç taşkın yaşanmadığı tespit edilmiştir (Tablo 9, Şekil 16, 17). AHP' deki iç tutarlılığın yanında, çalışma sonucunda çıkan risk haritasının tarihi taşkınların yaşandığı alanlarla gösterdiği bu tutarlılık, çalışmanın başarılı geçtiğini kanıtlamaktadır (Şekil 16, 17). Göl alanları çıkarıldıktan sonra değerlendirildiğinde; Aksu Çayı Alt Havzası arazilerinin yarısından fazlasının, farklı derecelerde taşkın riski barındırdığı ortaya çıkmıştır (Şekil 15).

Özellikle havza içerisinde kuzeybatıda yer alan Pupa Çayı ve çevresindeki Uluborlu, Senirkent ve Uluğbey mevkii (Senirkent) arazilerinin yerleşim merkezleri kısmı tamamen "*Riskli*" grupta yer almaktadır. Senirkent merkezi kuzeyinde 2012'de tamamlanan bent çalışması nispeten riski azaltacaktır (Şekil 16).

Senirkent çevrelerindeki tarım arazilerinin ise "*Orta Derecede Risk*" taşıdığı, havza kuzeydoğusuna geldiğinde ince bir hat halinde Cevizli ve Sorkun Dereleri' nin etrafındaki köylerin arazileri "*Orta Derece Riskli*", biraz güneybatısında yer alan Gelendost ilçe merkezi batısında çevre köyleri tarım arazilerinin de "*Orta Derece Riskli*" grubunda olduğu görülmektedir (Şekil 16).

Havzanın orta kısımlarına doğru bakıldığında ise Isparta il merkezinin kuzeydoğusundaki Kuleönü beldesinin doğu kısımlarındaki arazilerin de "*Orta Derecede Risk*" barındırdığı, Ağlasun ilçe merkezinin tamamının "*Riskli*", doğuda Sütçüler arazilerinin akarsu yoğunluğu fazla olmasına rağmen tamamen "*Riskli*" alan olduğu tespit edilmiştir (Şekil 16).

Güneyde Küçük Aksu barajının güneyinden itibaren Aksu (Antalya) ilçe merkezine kadar arazilerin özellikle "Alaylı, Gülluluk ve Gökdere" mevkilerinin tamamen "Riskli" alanda konuşlandığı görülmektedir (Şekil 16). Ancak Aksu'daki riskli alanların DSI'nin son 2 yıldır yürüttüğü çalışmalarla kısmen azaltıldığı söylenilebilir.

Tablo 7: AHP’de Faktörlere Öncelik Değerleri Atama (http://bpmmsg.com/academic/ahp_calc.php) internet adresi kullanılmıştır.

Eşli Karşılaştırma AHP öncelikleri

15 çift karşılaştırma. Lütfen tüm ölçütlerin eşlenik olarak karşılaştırmasını yapın. Tamamlandığında, öncelikleri almak için Tutarlılığı Kontrol Et'i tıklayın .

AHP önceliklerine göre hangi kriter daha önemlidir ve 1'den 9'a bir ölçekte ne kadar daha önemlidir?

A - Önemi - veya B mi?		Eşit	Daha ne kadar?							
1	<input checked="" type="radio"/> Yağış veya <input type="radio"/> eğim	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9
2	<input checked="" type="radio"/> Yağış veya <input type="radio"/> Arazi Kullanımı	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9
3	<input checked="" type="radio"/> Yağış veya <input type="radio"/> Toprak	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9
4	<input checked="" type="radio"/> Yağış veya <input type="radio"/> Akarsu ağlarına uzaklık	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9
5	<input checked="" type="radio"/> Yağış veya <input type="radio"/> Litoloji	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9
6	<input checked="" type="radio"/> eğim veya <input type="radio"/> Arazi Kullanımı	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9
7	<input checked="" type="radio"/> eğim veya <input type="radio"/> Toprak	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9
8	<input checked="" type="radio"/> eğim veya <input type="radio"/> Akarsu ağlarına uzaklık	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9
9	<input checked="" type="radio"/> eğim veya <input type="radio"/> Litoloji	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9
10	<input checked="" type="radio"/> Arazi Kullanımı veya <input type="radio"/> Toprak	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9
11	<input checked="" type="radio"/> Arazi Kullanımı veya <input type="radio"/> Akarsu ağlarına uzaklık	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9
12	<input checked="" type="radio"/> Arazi Kullanımı veya <input type="radio"/> Litoloji	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9
13	<input checked="" type="radio"/> Toprak veya <input type="radio"/> Akarsu ağlarına uzaklık	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9
14	<input checked="" type="radio"/> Toprak veya <input type="radio"/> Litoloji	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9
15	<input checked="" type="radio"/> Akarsu ağlarına uzaklık veya <input type="radio"/> Litoloji	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9

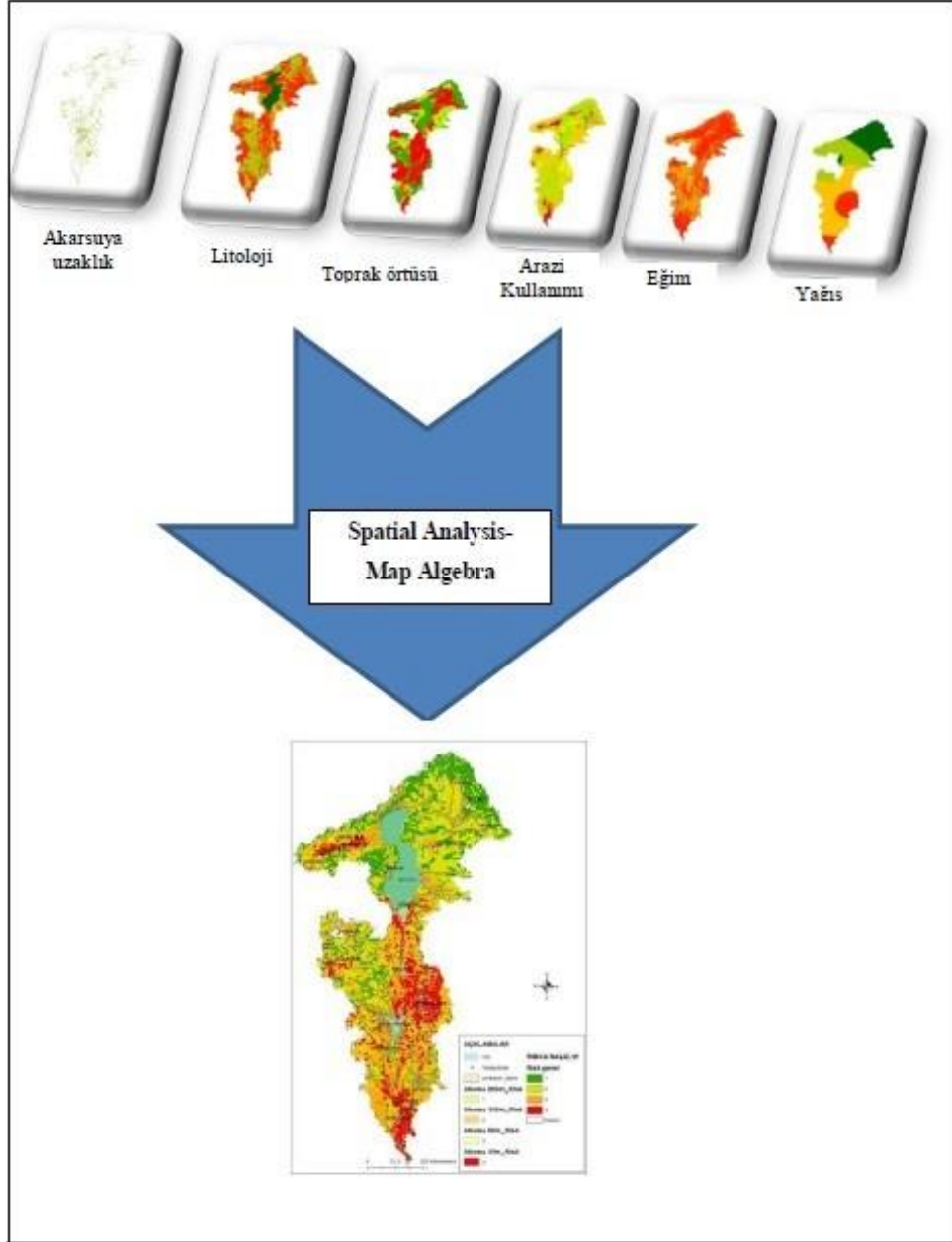
CR = % 3.8 Tamam

AHP Dengeli ölçek Aralık virgül

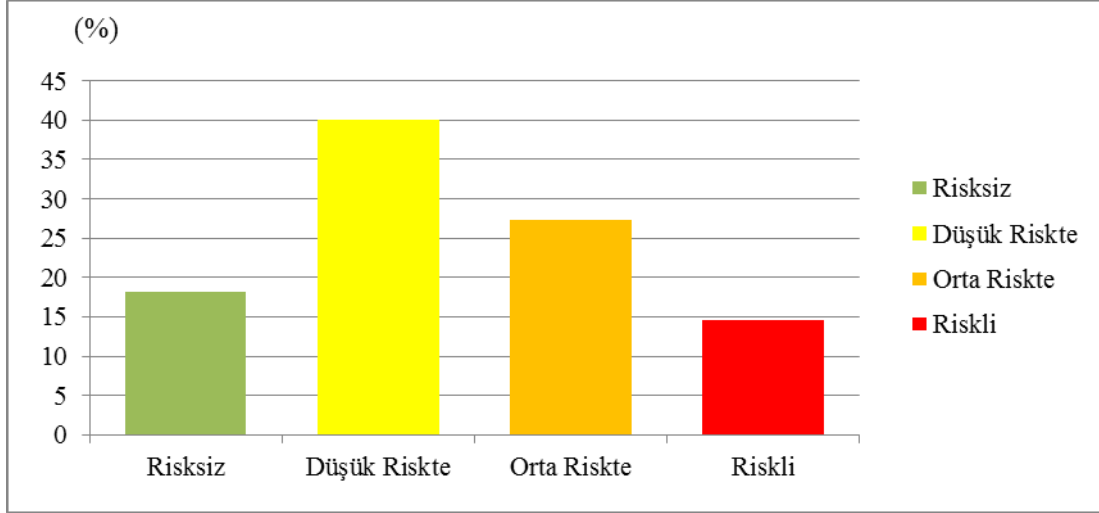
AHP Ölçeği: 1- Eşit Önem, 3- Orta derecede önem, 5- Güçlü önem, 7- Çok güçlü önem, 9- Aşırı önem (2,4,6,8 arası değerler).

Tablo 8:AHP Öncelik Sıralaması Oranları ve Karar Matrisi Tablosu

Öncelikleri				Karar Matrisi						
Bunlar, eşli karşılaştırmalarınıza dayalı ölçütler için ortaya çıkan ağırlıklardır				Ortaya çıkan ağırlıklar, karar matrisinin temel özvektörüne dayanmaktadır						
Kategori	öncelik	rütbe		1	2	3	4	5	6	
1	Yağış	% 47.0	1	1	3.00	5.00	7.00	8.00	8.00	
2	eğim	% 26.1	2	0.33	1	3.00	5.00	7.00	7.00	
3	Arazi Kullanımı	% 13.7	3	0.20	0.33	1	3.00	5.00	5.00	
4	Toprak	% 5.9	4	0.14	0.20	0.33	1	2.00	2.00	
5	Akarsu ağlarına uzaklık	% 3.6	5	0.12	0.14	0.20	0.50	1	1.00	
6	Litoloji	% 3.6	5	0.12	0.14	0.20	0.50	1.00	1	
Karşılaştırma sayısı = 15 Tutarlılık Oranı CR = % 3.8				Ana öz değer = 6.239 Özvektör çözüm: 5 yineleme, delta = 7.9E-8						



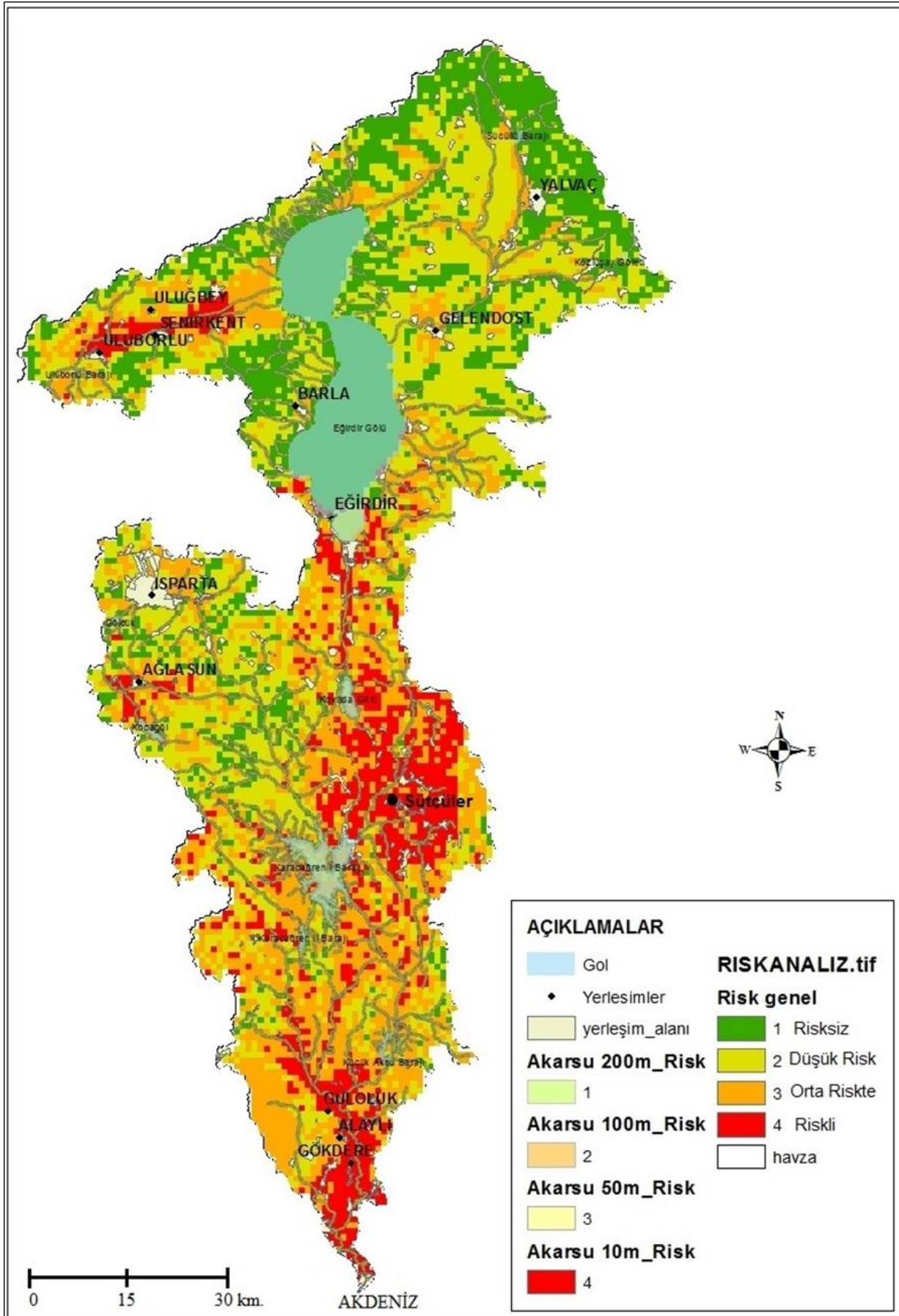
Şekil 14: Taşkın Risk Haritası Oluşturulmasının Temel Aşamaları



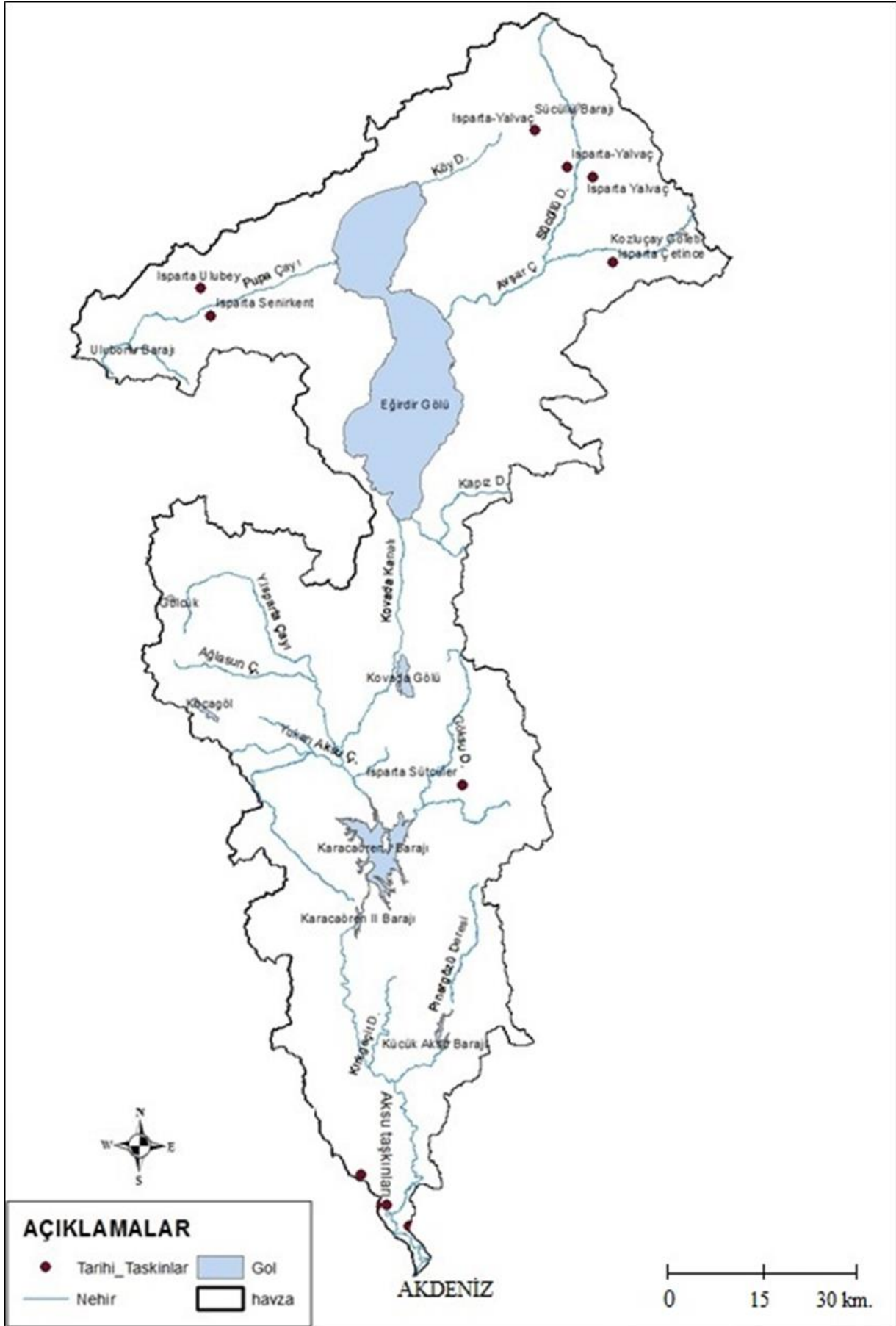
Şekil 15: Aksu Çayı Alt Havzası'nda Oransal Bazda Taşkın Risk Dereceleri

Tablo 9: Aksu Çayı Alt Havzası'nda "Tarihi Taşkınlar- Taşkın Riski" Doğruluk Analiz Tablosu

		Taşkın Risk Değerleri			
		1 (Risksiz)	2 (Düşük Riskte)	3 (Orta Riskte)	4 (Riskli)
Tarihi Taşkınlar- Yıl	Aksu (Antalya)- 2010				X
	Aksu (Antalya)- 2011				X
	Antalya ve Çevre İlçeleri- 2003			X	
	Çetince (Isparta)- Tarih Yok		X		
	Senirkent (Isparta)- 1995		X		
	Senirkent/Uluğbey (Isparta)- 1995			X	
	Sütçüler (Isparta)- Tarih yok				X
	Yalvaç (Isparta) - 2003		X		
	Yalvaç (Isparta) - 2003			X	
	Yalvaç (Isparta) - Tarih yok		X		
	Toplam Doğruluk (%)	-	40%	30%	30%



Şekil 16: Aksu Çayı Havzası Taşkın Risk Haritası



Şekil 17: Havzada yaşanan son 30 yıllık tarihi taşkın afetleri

Sonuç ve Öneriler

Tüm insanlığı etkileyen küresel meseleler, karar mekanizmalarının etkin bir şekilde işlemesiyle ve kamuoyunun bilinçlendirilmesiyle aşılabılır. Günümüzde, doğal afetlerin yıkıcı etkisi artan nüfusla da birlikte fazlalaşmıştır. Küresel iklim değişikliği nedeniyle de beşeri faaliyetlerin güçlendiği ve fiziki çevrenin daha hassas olduğu çağımızda alt ve üst yapı faaliyetlerinin sürdürülebilir kılınması en önemli meselelerden birisi haline gelmiştir. Sel ve taşkınlar küresel çapta yoğun bir şekilde yaşanıp büyük felaketlere yol açabilen afetlerdir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde şehirleşme ve yapılaşma faaliyetlerinin ve kırsal kalkınmanın doğal afetler de göz önünde bulundurularak sürdürülmesi gerekmektedir.

Sürdürülebilirlik anlayışının ve zarar önleyici mekanizmaların bir ürünü olarak düşünebileceğimiz risk yönetimi dünya genelinde daha fazla önemli hale gelmiştir. Bunun doğal afetlerdeki kullanımı ise gittikçe yaygınlaşmaktadır. Çoğu zaman erken uyarı sistemleri veya karar alma/müdahale etme süreçlerinin bir önceki evresinde güncel bir veritabanına ihtiyaç duyulmaktadır. Yerbilimleri de bu karar alma süreçlerinde gelişen teknolojiye adapte olarak (özellikle CBS/UA sistemleri) hizmet vermekte ve afetlerin hasar boyutlarını azaltma görevini üstlenmektedir. Bu noktada önem arz eden sel ve taşkınların da risk boyutunun ortaya çıkarılması ve risk haritalarının oluşturulması her alt havza için ayrı ayrı değerlendirilmelidir. Bilimsel çalışmaların da bu doğrultuda gittiği görülmektedir. Türkiye genelinde kurumsal bazda sel ve taşkınlarla asıl ilgilenen kuruluş DSİ'dir. DSİ'nin havza nazım planları, taşkın risk yönetimi raporları bilimsel manada değer arz etse de fiilen uygulanan yerel yönetimler ile ilgili bazı sıkıntılar vardır. Bu sıkıntılarının bir an evvel aşılması gerekmektedir. Bu noktada;

- İmar planları ve taşkın risk haritalarının birlikte, sürdürülebilir bir havza için havza yönetimi kapsamında değerlendirilmesi ve kamu kuruluşlarının da koordineli katılımının ve katkısının sağlanması amaçlanmalıdır.
- Risk tespiti doğrultusunda inşa edilen kanal, kanalet ve menfezlerin bakımlarının düzenli olarak yapılması ve içindeki rusubat birikiminin sürekli temizlenmesi gerekmektedir.
- DSİ ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü birçok konuda ortak çalışmalar yapmaktadır. Bu birlikteliğin güçlenmesi ve çalışmalarda çeşitliliğin artırılması gerekmektedir. Meteorolojik koşulların tanımlanması ve gözlemlerin yanı sıra coğrafi faktörlerin tümü göz önünde bulundurularak dere yataklarının ıslah edilmesinde ve tesislerin inşasından önce hidrometrik gözlem ağlarının da daha aktif bir şekilde kullanılması ve veri kayıtlarının düzenli tutulması gerekmektedir.
- Uzaktan Algılama ile birlikte CBS teknolojilerinin kullanımı taşkın risk veri tabanı oluşturulmasında birinci öncelik olarak alınmalı ve risk haritalarının güncel tutulması gerekmektedir ve son yıllarda Orman ve Su İşleri bakanlığı hatırı sayılır bir aşama kaydetmiş ve taşkınları da kapsayan Afet İzleme Sistemleri kurmuştur.
- Doğal afetlerin nispeten yıkıcı etkisini önleme ve izleme çalışmalarında özellikle de sel ve taşkın çalışmalarında yer bilimsel veri ve yöntemlerin aktif bir şekilde kullanılması, ilgili kuruluşlarda nitelikli insan sayısının ve branşlaşmanın artırılması gerekmektedir.
- Doğayla uyumlu yaşamının gerekliliği 7'den 70'e anlatılmalı gerekirse takviye eğitim programları hazırlanmalı ve medya unsurları aktif bir şekilde kullanılmalıdır.

Kaynakça

- ARINÇ, K., (1996), Bitlis'te Taşkın ve Sel Felaketi, III. Coğrafya Sempozyumu (21. yy'a Doğru Türkiye), Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum
- ARÜV C., vd.,(2005), Antalya Kentindeki Turizm Faaliyetlerinin Kıyı Alanlarına Etkilerinin Belirlenmesi, Antalya Yöresinin İnşaat Mühendisliği Sorunları Kongresi, İMO e-kütüphane, Antalya
- ATAYETER, Y., (2005a), Aksu Çayı Havzası'nın Jeomorfolojisi, Isparta
- ATAYETER, Y., (2011b), Eğirdir Gölü Depresyonu ve Yakın Çevresinin Fiziki Coğrafyası, Isparta
- AYDIN, Ö., vd.,(2009), Ankara için Optimal Hastane Yeri Seçiminin Analitik Hiyerarşi Süreci ile Modellenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, C.14, S.2, ss. 6986., Isparta
- BAYSAL, G., (2010), Kozlu (Zonguldak) Bölgesinde Taşkın Riskinin Jeolojik ve Hidrojeolojik Olarak Belirlenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak
- ÇELİK, H.,(2016), Sel/Taşkın Kontrolunda Terminoloji Sorunu: Sel Mi Taşkın Mı? , IV. Ulusal Taşkın Sempozyumu, s.573-579, Rize
- DÖLEK, İ., (2015), Sungu Beldesi ve Yakın Çevresinde (Muş) Sel ve Taşkın Duyarlı Alanların Belirlenmesi, Marmara Coğrafya Dergisi s:31, s.258-280, İstanbul
- MALCZEWSKI, J., (1999), GIS and Multicriteria Decision Analysis, John Wiley and Sons, New York.
- N. SAR.VD., (2015), Integrated Remote Sensing And GIS Based Spatial Modelling Through Analytical Hierarchy Process (AHP) For Water Logging Hazard, Vulnerability And Risk Assessment In Keleghai River Basin, Springer International Publishing, p:1-31, Switzerland.
- Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (2014) Taşkın Riski Yönetim Planları' nın Hazırlanma Kılavuzları, Ankara
- ÖZCAN, E., (2006), Sel Olayı ve Türkiye, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, Cilt 26 S:1, s: 35-50, Ankara
- ÖZTÜRK, D., (2009), Risk Analizi, CBS Tabanlı Çok Ölçütlü Karar Analizi Yöntemleri İle Sel ve Taşkın Duyarlılığının Belirlenmesi: Güney Marmara Havzası Örneği, *Doktora Tezi*, Y.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- SAATY, T. L., (1980), The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill Comp., U.S.A.
- SAATY, T.L., (1977), A Scaling Method For Priorities In a Hierarchical Structure., Journal of Mathematical Psychology, Volume:15, p:234-281.
- SARAL, A., MUSAOĞLU, N., (2011), Çok Kriterli Karar Verme ve Bilgi Difüzyonu Yöntemleri ile Taşkın Risk Analizi, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara
- ŞENEL, M., (1997), 1/250.000 Isparta Paftası, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara
- TEMURÇIN, K., (2004), Isparta İli Ekonomik Coğrafyası, 2004, Ankara Üniv. Sos. Bil. Enst., Doktora Tezi, Ankara
- TEMURÇIN, K., BABACAN, H., (2007), "Modern Türkiye'nin doğuş sürecinde bir monografi araştırması: Türkiye'nin Sıhhi-î İctimâ-î Coğrafyası: Hamidâbad (Isparta) Sancağı", VI. Uluslararası Atatürk Kongresi, 12-16 Kasım 2007, Ankara.
- TEMURÇIN, K., (2009), Geçmişten Günümüze Isparta-"Isparta İlinin Coğrafi Özellikleri", Atatürk Kültür Merkezi Başkanlığı Yay., Ankara
- TEMURÇIN, K VE ULUŞAR, G., (2012), "Analysis of spatial development in and around the city of Isparta through Remote Sensing and Geographic Information Systems", Main Theme of 28 th International

Scientific Conference on “Industry and services in the development of knowledge-based economy”, 3-4 December 2012, p.93, Krakow-Varşova, Polonya.

TUROĞLU, H., (2010), Şehirsel Gelişmenin İstanbul Selleri Üzerindeki Etkisi, İstanbul’un Afetlerden Zarar Görebilirliği Sempozyumu, İstanbul Bildiri Kitabı, s:55-69, İstanbul

Diğer kaynaklar:

D.S.İ. 18. Bölge Müdürlüğü (Isparta); Aksu Çayı Alt Havzası; Toprak, Arazi Kullanımı, Jeoloji ve Litoloji envanteri

Harita Genel Komutanlığı 1/25.000 Paftaları: (M25; a1, a2, a3, a4, b1, b2, b3, b4, c1, c2, c3, c4, d1, d2, d3, d4. M26; a1, a2, a3, a4, b1, b2, b3, b4, c1, c2, c3, c4, d2, d4. N25; a1, a2, a3, a4, b1, b2, b3, b4, c1, c2, c3, c4, d1, d2, d3, d4. N26; a1, a2, a3, a4. O25; b1, b2. O26; a1, a2, a3, a4, b1, b2, b3, b4, c1, c2, c3, c4, d1, d2, d3, d4).

Maden Tetkik Arama Enstitüsü, 1/500.000 Jeoloji Haritası (KONYA), Ankara

OSİB (2016), Antalya Havzası Taşkın Yönetim Planı, Ankara

Su Havzalarının Korunması ve Yönetim Planlarının Hazırlanması Hakkında Yönetmelik (2012), T. C. Resmi Gazete, 28444, 17 Ekim 2012 .

TOKGÖZLÜ, A VE YALÇIN, Y., (2015), Antalya Havzası Master Plan Yapım İş, Ankara

TÜBİTAK MAM., (2012), Antalya Havzası Koruma Eylem Planı, İstanbul

Yaralıoğlu, K., Analitik Hiyerarşi Proses Ders Notları., (t.s.), Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir

<https://asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp> (07/07/2015)

<https://erguneroglu.com> (03/ 03/ 2017)

<https://www.mgm.gov.tr>. (03/ 03/ 2017)

<https://www.dsi.gov.tr> (03/ 04/ 2017)

<https://www.ormansu.gov.tr> (03/ 04/ 2017)

<http://yunus.hacettepe.edu.tr/~kdirik/> (05/ 05/ 2017)