



Atıf/Citation

GARİPAĞAOĞLU, N., UZUN, M., (2019), İznik Gölü Havzası'nda Doğal Ortam Koşulları, Değişimler ve Muhtemel Risklerin Havza Yönetimi ve Planlamasına Etkisi. Doğu Coğrafya Dergisi 24(42), 1-15

İZNIK GÖLÜ HAVZASI'NDA DOĞAL ORTAM KOŞULLARI, DEĞİŞİMLER VE MUHTEMEL RİSKLERİN HAVZA YÖNETİMİ VE PLANLAMASINA ETKİSİ

The Effects of Natural Environment Conditions, Changes and Possible Risks on Watershed Management and Planning in Basin of Iznik Lake

Prof. Dr. Nuriye GARİPAĞAOĞLU¹

Murat UZUN²



Öz

Doğal ortamlar ile insanoğlu faaliyetleri arasında daima karşılıklı bir etkileşim bulunmaktadır. Ancak hızlı nüfus artışına bağlı olarak artan talepler doğal ortamların aşırı kullanılmasına yol açabilmekte ve farklı sorunlar ortaya çıkabilmektedir. Bu nedenle artık birçok yönetim ve planlama çalışmalarında sürdürülebilirlik kavramı ön plana alınmış ve geleceğe dönük uygulamalar başlatılmıştır. Havza yönetimi ve planlama çalışmaları da geniş boyutu, multidisipliner yapısı, hukuki ve kamusal durumu, farklı model ve anlayışlarıyla koruma-kullanma ve kalkınma dengesi kapsamında sürdürülebilirliği ön plana alan çalışma alanlarından biridir. Bu çalışmada Marmara Bölgesi'nde yer alan İznik Gölü Havzası örneğinde doğal ortam koşullarının özellikleri, beşeri koşullarla etkileşimi, oluşabilecek riskler ve sorunların analizi kapsamında havza yönetimi ve planlama çalışmalarına etkisi incelenmiştir. Çalışmada ilk olarak kavramsal çerçeve kapsamında havza yönetimi kavramı, geçmişten günümüze değişen anlayış koşulları ve farklı modelleri ile detaylıca açıklanmıştır. Daha sonra inceleme sahası temelinde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak İznik Gölü Havzası'nın jeolojik, jeomorfolojik, klimatolojik, hidrografik, edafik, floristik özellikleri incelenmiş ve analiz edilmiştir. Ayrıca uydu görüntüleri ile 1985, 2000 ve 2019 yıllarına ait arazi kullanımı ve değişimleri tespit edilmiştir. Analitik hiyerarşi süreci ve ağırlıklı bindirme analizleri ile havzanın erozyon, deprem, heyelan, orman yangını, sel ve taşkın risk analizleri yapılmıştır. Elde edilen verilerle İznik Gölü Havzası'nda yüksek riskli alanlar ve ortam sorunlarının olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle İznik Gölü Havzası için yapılacak mikro ve daha geniş ölçekli havza yönetim-planlama çalışmalarında doğal ortam koşullarının etkisi ile birlikte beşeri koşullarla etkileşimi, risk verilerinin eklenmesi ve geleceğe dönük sürdürülebilir modellerin uygulanması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Havza Yönetimi ve Planlaması, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), Risk Analizi, İznik Gölü Havzası.

Abstract

There is always a mutual interaction between natural environments and human activities. However, increasing demands due to rapid population growth can lead to overuse of natural environments and different problems may arise. For this reason, the concept of sustainability has been

¹ Marmara Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, nuriyeg@marmara.edu.tr ORCID ID: 0000-0003-4967-8536

² Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı Doktora Öğrencisi, murat_uzun53@hotmail.com ORCID ID: 0000-0003-2191-3936

prioritized in many management and planning studies and future-oriented applications have been initiated. Watershed management and planning studies are one of the fields of study that focuses on sustainability with its wide dimension, multidisciplinary structure, legal and public situation, different models and understandings in the context of protection-use and development balance. In this study, the characteristics of natural environment conditions, interaction with human conditions, the risks and problems that may occur in the sample of Izlik Lake Basin in Marmara Region were examined in the context of basin management and planning studies. In this study, first of all, the concept of watershed management is explained in detail within the conceptual framework with different understanding models and different models. Then, geological, geomorphological, climatological, hydrographic, edaphic, floristic features of Izlik Lake Basin were examined and analyzed by using Geographical Information Systems (GIS) on the basis of the study area. In addition, land use and changes of the years 1985, 2000 and 2019 were determined by satellite images. Analytical hierarchy process and predominant thrust analysis and erosion, earthquake, landslide, forest fire, flood and flood risk analyzes of the basin were performed. According to the obtained data, high risk areas and environmental problems are observed in Basin of Izlik Lake. Therefore, in the micro and larger scale watershed management-planning studies for the Basin of Izlik Lake, the necessity of the interaction of natural environment conditions with human conditions, the addition of risk data and the application of sustainable models for the future emerge.

Keywords: *Basin (Watershed) Management and Planning, Geographic Information Systems (GIS), Risk Analysis, Izlik Lake Basin.*

1.Giriş

Doğal ortamlar ile insanoğlu arasında karşılıklı bir etkileşim bulunmaktadır. Tarih boyunca yaşanan bu etkileşim tarım devrimi, sanayi devrimi ve günümüzün teknolojik gelişmeleriyle birlikte farklı boyutlara ve hızlara ulaşarak daima yaşanmaya devam etmektedir. Özellikle dünya nüfusunun son 50 yıl içerisinde hızla artmasına bağlı olarak meydana gelen taleplerin neticesinde doğa daha fazla kullanılmaktadır (Bahadır, 2013: 289). İnsanların birçok faaliyeti için oluşan su ve toprak kullanımı ihtiyacı gibi talepler doğadan aşırı faydalanmayı gerektirmekte bunun sonucunda sorunlar ortaya çıkabilmektedir (Hooper, 2003: 12). Bu nedenle günümüz dünyasında koruma-kullanma ve geleceğe aktarma (sürdürülebilirlik) kavramları birçok disiplin içerisinde, farklı sektör ve iş kolları ile kamu faaliyetleri ve yönetim organizasyonlarında kullanılmaktadır.

İnsan, mekanı kullanarak zamanla farklı antropojenik oluşumlara yol açabilmekte, doğal ortamın dinamik yapısını değiştirip gelecekte doğal afetlerin etkisinin artmasına, risklerin ve olası benzer sorunların ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Genel olarak doğal ortamın daima insan faaliyetlerine etki ettiği düşünülmektedir. Ancak günümüzde çevresel faktörlerin insan faaliyetlerini etkilediği ve yönlendirdiği anlayışın ortadan kalktığı (çevresel determinizm) ve insan-doğa etkileşimin bütün boyutları ile değerlendirilerek (kültürel ekoloji, politik ekoloji vb.) risk ve sorunların önlenmesi gibi birçok alanda kullanıldığı görülmektedir (Arı, 2017: 25, Arı, 2019: 154). Ayrıca olası risk ve sorunlarla mücadele edilirken taleplerin ve beşeri faaliyetlerin artmasına bağlı olarak sosyo-ekonomik kalkınma hedeflenmekte ve doğal ortamlar daima farklı amaçlar için kullanılmaya devam etmektedir. Belirtilen taleplerin yanında muhtemel sorunların çözümü için farklı uygulamalar, planlamalar ve yönetim çalışmaları yapılmaktadır (Avcı, 1997: 301, Bahadır, 2011: 29, Naiman, 2012: 23). Yapılan planlama çalışmaları mikro ölçekteki mahalle-köy gibi alanlardan daha büyük ölçekteki şehir, bölge, eyalet, ülke ve havza gibi alanlarda uygulanabilmektedir. Sınırları doğal ortam özelliklerine bağlı olarak belirlenen havzalar, planlama ve sürdürülebilir yönetim açısından ideal ünitelerdir (Garipağaoğlu, 2012: 306).

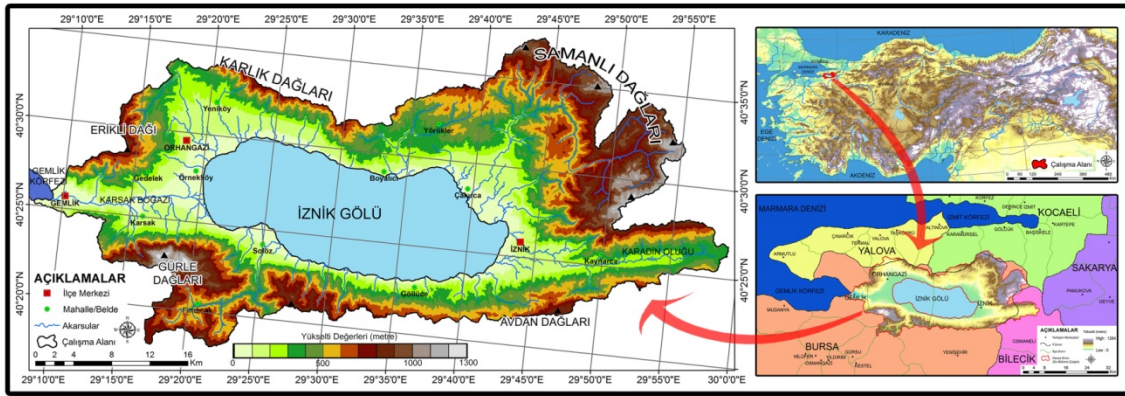
Havza kavramı birçok disiplin içerisinde kullanılmakta olup daha ziyade hidrografik özelliği öne çıkartılmış bir terim olarak değerlendirilmektedir. Ancak havza kavramının jeolojik, jeomorfolojik ve hidrografik olarak fiziki coğrafya açısından farklı boyutları bulunmaktadır. Bu durumun yanında havza kavramı beşeri faaliyetler açısından bölge anlamında da çoğu kez kullanılmıştır. Tarım havzası, maden havzası, kültür havzası, teknoloji havzası vb. kavramlar havza teriminin beşeri kaynaklı kullanımına örnek verilebilir. Ancak bu kavramlarda sınır, alan ve temel çerçeve boyutlarının çok fazla değişkenlik göstermesi havza kavramının asıl anlamı dışında kullanılmasına neden olmakta ve yönetsel açıdan sorunlar teşkil edebilmektedir. Havza kavramı birçok disiplin tarafından kullanılan, çok sayıda bilim dalının ilgilendiği, karar verici idari birimler ile resmi ve özel birçok kurumun çalışma alanlarından birini oluşturmaktadır. Bu bakımdan havza kavramının iyi anlaşılması, sınırlarının ve alanının bilimsel olarak belirlenmesi havza yönetimi çalışmaları açısından oldukça önemlidir. Havza terimi; yüksek kesimlerle (su bölümü çizgisi) diğer havzalardan ayrılan akarsuların yağışlarını topladığı yüzeysel ve yeraltı suları ile bu alanda bulunan toprak varlığını kapsayan saha olarak ifade edilmektedir (Grigg 1996: 132, Cobourn, 1999:628, Grigg, 1999: 530, Akkaya, 2002: 21, Özhan, 2004, Aydın Coşkun, 2009: 47). Yasal boyutuyla havza Türk hukuk sisteminde ise, su ayırım çizgileriyle sınırlanmış, üzerine düşen yağış sularının yer altı ve yüzeysel olarak tek bir çıkış noktasına ulaştığı, iç bükey topografik yapıya sahip alan olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca havza terimi, Tarım kanunu (18/4/2006 tarihli ve 5488 sayılı 3/m maddesi), Orman kanunu (31/8/1956 tarihli ve 6831 sayılı 58. maddesi) ve Çevre ve Orman Bakanlığı Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun'da (1/5/2003 tarihli ve 4856 sayılı 9/k maddesi) su ve toprak kaynakları özelliği kapsamında yer almaktadır (Gönenç, 2004: 15, Girgin, 2008: 310, Garipağaoğlu, 2017: 147).

Havza kavramı, genel olarak jeolojik, jeomorfolojik ve hidrografik özelliklerine göre farklı şekillerde ifade edilebilmektedir (Garipağaoğlu, 2012: 304). Jeolojik açıdan havza; etrafı daha yaşlı formasyonlardan oluşan sahanın ortasındaki çukur, alçak kısmında ise daha genç formasyonların bulunduğu ve aynı zamanda tektonik ve stratigrafik oluşumların yer aldığı sınırları belli alanlardır (Yalçınlar, 1985: 326, İzbirak, 1986: 308, Hoşgören, 2011: 123). Jeomorfolojik havza; çevresine göre düz ve düze yakın özellik gösteren alçak bir taban ile etrafı yüksek plato ve dağlarla çevrili topografyanın ana birimlerini oluşturan alandır (Selçuk Biricik, 2009: 121-122). Hidrografya özelliği ile havza, ana akarsu ile kollarının yağış sularını drene ettiği alanı kapsamaktadır. Yüksek kesimlerden gelen ve kollarıyla birleşerek yüzeysel akışa devam eden akarsu havzaları su bölümü çizgisiyle diğer havzalardan ayrılırlar (Doğanay ve Sever, 2011: 279). Döküldükleri taban seviyesine göre akarsu havzaları açık (denize ya da okyanusa ulaşan) ve kapalı (göle ulaşan ya da yer altına sızan) havzalar ile akıştan yoksun havzalar olarak ayrılabilir (Hoşgören, 2010: 110-113). Fiziki coğrafya koşulları açısından sınırları belirlenen bu havzaların temel ve benzer özellikleri ise bir taban ile etrafı yüksek çerçeveden oluşması ve sınırlarının değişmesinin çok uzun zaman almasıdır (Garipağaoğlu, 2012: 304). Havzalar, bu doğal özellikleri ve kendi içerisindeki benzerlikleri ile belli kantitatif değerlere de sahiptir ve bunların analizi ile havzaların jeolojik-

jeomorfolojik, hidrografik özellikleri ve oluşum süreçleri sayısal değerlerle açıklanabilmekte ayrıca farklı havzalar ve kendi alt havzalarıyla karşılaştırılabilmektedirler (Gardiner, 1990: 72, Singh vd., 2014: 112).

Bu çalışmada, kapladığı alan bakımından Türkiye'nin 5. büyük gölü olan İznik Gölü'nü barındıran, çeşitli ekolojik kaynaklarıyla önemli doğal varlıkların bulunduğu ve beşeri faaliyetlerin yoğun şekilde yaşandığı İznik Gölü Havzası, havza yönetimi ve doğal ortam koşullarının etkisi ölçeğinde incelenmiştir. Bulduğu lokasyon, fiziki-beşeri coğrafya koşulları, insan faaliyetlerinin yoğunluğu, geçmişten günümüze değişen kullanım koşulları ile inceleme alanı farklı özellikler, problemler ve araştırılıp cevaplanması gereken sorular-sorunlar barındırmaktadır. Ülkemizde havza planlama çalışmaları 26 ana su havzası kapsamında yapılmaktadır. İznik Gölü Havzası, Marmara Havzası içerisinde yer almakta ve bu kapsamda üst ölçekli Havza Eylem Planı yapılmış bulunmaktadır (TÜBİTAK-MAM, 2010). Ancak bu planlamada daha çok su kaynakları ile beşeri faaliyetlerin su kaynakları üzerine etkilerinin detaylı olarak ele alındığı ve geleceğe dönük yönetim planlamasının yapıldığı, havzadaki doğal ortam kaynaklı riskler ve değişimlerin dikkate alınmadığı görülmüş, bu durumda bütüncül yönetim-planlama anlayışının sağlıklı yapılamamasına neden olmaktadır. Bu nedenle ilk olarak bu çalışma, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) teknolojilerinin etkin kullanımı ile İznik Gölü Havzası'ndaki değişim ve risk analizi verilerinin planlamadaki eksikliklerini ortaya koyarak, daha etkin bir havza yönetimi ve planlaması için yapılması gerekenleri ortaya koyacaktır. Belirtilen durum kapsamında çalışmanın amacını doğal ortam koşullarının insan faaliyetleri ile etkileşimi sonucu oluşan değişimler, riskler ve sorunlar ölçeğinde havza yönetimine etkisinin İznik Gölü Havzası örneğinde incelenmesi oluşturmaktadır. Bu bakımdan çalışmanın alt amaçları farklı karakterizasyonları içermektedir. Araştırmada havza kavramı, havza yönetimi ve farklı modelleri, Dünya ve Türkiye ölçeğindeki gelişim seyri, coğrafya ve havza yönetimi ilişkisi gibi kavramsal çerçeveyin açıklanması ilk alt amacı oluşturmaktadır. Çalışmada cevap aranılan sorular ve diğer amaçlar ise İznik Gölü Havzası kapsamında değerlendirilmiştir. İznik Gölü Havzası'nda fiziki-beşeri faaliyetlerin etkileşiminde yaşanan değişimler, riskler ve bütün bu unsurların kapsamında İznik Gölü Havzası'nda doğal ortam koşullarının havza yönetimi-planlamasındaki yeri, etkisi ve önemi incelenmiştir.

İznik Gölü Havzası, Marmara Bölgesi'nin doğusunda yer almaktadır. Havzanın tabanını oluşturan İznik Gölü, Türkiye'nin alan açısından en büyük 5. Gölü, Marmara Bölgesi ve Marmara Denizi havzasının ise en büyük alanlı gölü durumundadır. İznik Gölü, 1990 yılında doğal sit alanı ilan edilmiş ve koruma altında olan sahayı teşkil etmektedir. Marmara Bölgesi'nin Güney Marmara Bölümünde yer alan İznik Gölü, Bursa ili sınırları içerisinde yer alırken gölün havzasının bazı kesimleri Kocaeli ve Yalova il sınırları içerisindedir. İznik Gölü Havzası'nın kuzeyinde Samanlı Dağları ve Karlık Dağları, güneyinde Avdan-Gürle Dağları yer alırken, havzanın batısında Erikli Dağı ve Gemlik Körfezi bulunmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1: Çalışma Alanının Lokasyon Haritası ve Sayısal Yükselti Modeli

İznik Gölü havzası B-D doğrultusunda uzanan, faylarla sınırlanmış uzunlamasına bir yapı gösteren tektonik bir depresyona tekabül etmektedir. Havzanın B-D doğrultusundaki en geniş yeri 72,96 km iken K-G doğrultusundaki en geniş yer 30,4 km uzunluğa sahiptir. İznik Gölü Havzası, göl alanı ile birlikte toplam 1400,88 km² alan kaplamaktadır. İznik Gölü alanı 304,18 km², göl haricindeki havza alanı 1096,7 km²'dir. İznik Gölü Havzası'ndaki önemli yerleşmeleri, gölün doğu kenarında bulunan İznik, gölün batısında Orhangazi ve gölün gideğeninin denize döküldüğü yerdeki Gemlik oluşturmaktadır (Şekil 1). 2018 yılı Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemine (ADNKS) göre İznik'in nüfusu 43.330, Orhangazi'nin nüfusu 78.447 ve Gemlik'in nüfusu 111.488 kişidir. İznik Gölü çevresinde birçok yerleşmede temel ekonomik faaliyet tarımdır. Genel olarak sebze-meyve üretimi, zeytinlik ve diğer tarım ürünleri yetiştirilmektedir (Akbulak, 2006: 249, Meşeli, 2010: 138, Tağlı ve Menteşe, 2013: 711). Orhangazi'de ekonomik faaliyetleri tarım, hayvancılık ve balıkçılık ile tekstil, iplik sanayisi

ve depolama hizmetleri ve madencilik (taş ocakları) oluşturur. Gemlik de tarım faaliyetleri ikinci planda kalarak hizmet ve sanayi sektörü ekonomik faaliyeti oluşturur. Gemlik de liman ve serbest bölge faaliyetleri önemli ekonomik alanlardır. İznik tarihi özellikleri ve barındırdığı eserler ile önemli bir turistik alan konumundadır.

2. Kavramsal Çerçeve: Havza Yönetimi

Havza yönetimi, sınırları doğal ortam koşulları tarafından belirlenen alanlardaki toprak ve su kaynakları başta olmak üzere bütün doğal ortam unsurlarının korunmasını amaçlayan, beşeri faaliyetlerin havzadan optimal ölçekte faydalanmasını sağlayan, bütün ekosistemi koruyan, sürdürülebilir planlama ve yönetim sistemi olarak tanımlanabilmektedir (Mody, 2004: 35, Baloc ve Tanik, 2007: 40, Beheim vd., 2012: 24). Ancak havza yönetimi ve planlamasındaki farklı modellerin varlığı, geçmişten günümüze değişen koşullardan etkilenmesi, hukuki durumu, bilimsel boyutu, uluslararası kurum ve kuruluşların toplantılarındaki kararların etkisinde farklı özellikler gösterebilmektedir. Bu bakımdan havza yönetiminin daha iyi anlaşılabilmesi için geçmişten günümüze gelişimi ve bu kavramı etkileyen faktörlerin incelenmesi daha iyi sonuçların ortaya çıkmasını sağlayacaktır.

Dünyada havza planlama çalışmalarının geçmişi 18 yy. sonlarına kadar gitse de gerçek anlamda ilk çalışmalar 1930'lu yıllardan itibaren başlamıştır. ABD'de 1933 yılından sonra birkaç nehir (Missouri, Colorado, Fraser River) kapsamında başlayan çalışmalar diğer ülkelerde 2. dünya savaşından sonra başlamıştır (Garipağaoğlu, 2017: 150). Su kaynakları planlamasında önemli olan havza ölçeğinin yönetim birimi olarak ele alınması dünya genelinde 1950'lere dayanmaktadır. Birleşmiş Milletler (BM), havza bazında planlama kavramına 1956 yılında resmi olarak destek verdiğini, nehir havzası yönetimini ekonomik kalkınmanın gerekli bir unsuru olarak ele almasıyla göstermiştir. Su kaynakları yönetimi ve havza planlaması ile değişen bu süreç, uluslararası platformlarda, konferans ve toplantılarda da yerini bulmuş ve bu şekilde küresel ölçekte çeşitli kararların alınması ve hukuksal tanımların yapılmasını sağlamıştır (Öztürk, 2011: 2). Havza kavramı ve havza yönetimi, planlamasının tartışıldığı, farklı anlayışların geliştiği ve kararların alındığı toplantı ve konferanslar 1950'li yıllardan başlayarak günümüze kadar devam eden süreçte yapılmıştır.

1957 yılında BM tarafından hazırlanan Bütünleşik Nehir Havzaları Yönetimi (Integrated River Basin Management - IRBM) hakkındaki raporda; mühendislik çalışmalarının su kaynakları için yeterli olamayacağı, sulama kanalları ve tarımsal üretimle ilgili olarak gübre ve tohum sağlama, kredilendirme, pazarlama, ulaşım olanakları ile desteklenmesi ve havzaların bütünleştirilmesi gerektiği belirtilmektedir. Bu ifadeler havza yönetimi (bütünleşik) çalışmalarının geçmişinin bu tarihlere kadar geriye dayandığını düşündürse de uygulama olarak belirtilen durumlar daha geç hayata geçmiş ve genel anlayış daha çok su-toprak odaklı olmuştur. Özellikle 1970'li yıllara kadar, havza yönetimi çalışmalarının temel hedefi belli bir ihtiyacın karşılanması için su temini, bu amaçla kaynak geliştirilmesi ve hidrografik kökenli zararların önlenmesine yönelik sistemlerin meydana getirilmesi olarak düşünülmüş ve uygulanmıştır. Bu hedeflere ulaşılabilmesi için, akarsu başta olmak üzere diğer hidrografik kaynakların mevcut su potansiyeli ya da su miktarı, temel unsuru oluşturmaktaydı. Zamanla yönetim ve planlamadaki amaçların ve çözümlerin çeşitlenmesi sonucunda su kaynakları ve havzaların daha etkili biçimde kullanılabilmesi amacıyla, multidisipliner kapsamlı daha bütüncül planlamalara yönelik çalışmalara başlanmıştır. (Harmanoğlu vd., 2002: 30) 1970'li yıllarda Niger Basin Authority, Amazon Co-Operation gibi çalışmalar havzaların hidrografik boyutu dışında (tarım, endüstri vb.) planlanma ve yönetim çalışmalarına başladığı ilk ürünleri ortaya koymuştur. Daha sonra dünya genelinde havza çalışmalarına önem verilmeye başlanmış ve farklı havza yaklaşımları geliştirilmiştir (Garipağaoğlu, 2017: 150).

1977 yılında gerçekleştirilen BM Su Konferansı (Mar del Plata-Arjantin), kapsamlı olarak su konusunun ele alındığı, küresel düşünce ve BM programlarını etkileyen ilk uluslararası çalışmadır. Konferansta su ortak bir mal olarak tanımlanmış ancak sadece havzanın hidrografik boyutları tartışılmıştır. Bu dönemde havza yönetimi çalışmaları akarsu havzalarının aşağı çığırlarında daha çok mühendislik, su ve toprak planlamasına odaklanmıştır. 1992 yılında Dublin Uluslararası Çevre ve Su Konferansı'nda "Dublin İlkeleri" olarak kabul edilen, su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı konusunda uluslararası temel ilkeler benimsenmiştir (Karataş, 2017: 30). Bu ilkelerin temelinde suyun sonsuz olmadığı, doğal ortamın ve sürdürülebilirliğin temel unsurlarının da olduğu ve bu unsurun yönetiminde tüm paydaşların söz sahibi olabileceği belirtilmiştir (Daeghouth vd., 2008: 7).

Rio Konferansının, Dublin İlkelerinin, Gündem 21'in, Bin yıl Deklarasyonu'nun ve 1992 yılından itibaren gerçekleştirilmiş BM konferansları ve uluslararası sözleşmelerin temel amaçları doğrultusunda 2002 yılında hazırlanan Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi Uygulama Planı'nda doğal kaynakların korunması ve yönetimi konularında temel öneriler yer almıştır (Karataş, 2017: 30). Bu önerilerden bazıları da su kaynakları ve havza konularıdır. Bu kapsamda 1990'lı yıllardan itibaren özellikle gelişmiş ülkelerin öncülüğünde havza yönetimi, sürdürülebilirlik ve su kaynaklarının yönetiminde bütünsel boyutların ele alınmaya başlandığı tespit edilmiştir. Özellikle Küresel Su İşbirliği (Global Water Partnership - GWP) 2000 yılında yayınladığı Bütünleşik Su Kaynakları Yönetimi (BSKY-IWRM)'nde, kalkınmayı ve su yönetimini inceleyen-işleyen, toprak ve ilgili

kaynakları, ekonomik ve sosyal refahı yükseltmek için yaşamsal ekosistemlerin sürdürülebilirliğini tehdit etmeksizin ilerleyen bir süreç olarak tanımlanmaktadır (Snellen ve Scherel, 2005: 18, Daeghouth vd., 2008: 8). Ayrıca BSKY (IWRM) 2003 sürdürülebilirlik zirvesi, ikinci ve sonraki Dünya su forumlarında Havza Yönetim Teması (nehir ve göl havzalarında) altında önemi, gelişimi ve uygulanabilirliği vurgulanmıştır (Lee ve Dinar, 1996: 215, Hooper, 2003:15, Bach vd, 2011: 76). Yaşanan gelişmeler havza yönetiminde farklı boyutların ve birçok yaklaşımın ortaya çıkmasını sağlamıştır.

1990'lı yıllardan başlayarak (1985 Tek Avrupa Senedi, 1992 Maastricht Antlaşması, 1997 Amsterdam Antlaşması) 2000'li yıllara kadar Avrupa Birliği (AB) su politikaları, suyun yenilenmesinin çok zor bir doğal kaynak olduğunu, bir kaynaktaki kirliliğin ve kıtlığın tüm dünyayı etkileyeceğini vurgulamış, su kaynakları çerçevesinde bütüncül havza yönetimine dikkat çekmiştir (Akkaya vd. 2008: 198). Bu kapsamda, AB su politikaları 2000 yılında benimsenen Su Çerçeve Direktifi ile farklı bir boyut kazanmış, ulusal ve uluslararası akarsu havzalarında bütüncül yönetimi öngörmüştür. AB su politikasının temel belgesi olarak kabul edilen direktif, kaynakların idari veya politik sınırlara göre değil doğal, coğrafi ve hidrolojik esaslara göre belirlenmesini, Nehir Havza Bölgeleri'ne ayrılarak yönetilmesini öngörmüştür (Öztürk, 2011: 5, Fernandez, 2016: 13). 1995'ten itibaren birçok ve dağınık kanun yerine, daha bütüncül ve kapsamlı bir yasa öngörülmüş ve planlanmıştır. Direktif, üye ve üye olmak isteyen ülkelerin, su kaynaklarını havza ölçeğinde yönetmesini ve direktife uyum için yapılanmalarını gerektirmektedir. Getirmiş olduğu en önemli unsur nehir havzası yönetimini kabul etmesidir. Direktif, suyun korunması ve savunulması gereken bir kamu kaynağı olduğu düşüncesini temel alarak, sürdürülebilir, ekosistemi koruyan, uzun vadeli hedeflere dönük, tüm paydaşların katılımını sağlayan, kirlilik kaynaklarının azaltılması ve kontrolünü hedefleyen bir yaklaşım prensibinde oluşturulmuştur.

Türkiye ölçeğinde havza yönetimi çalışmaları değerlendirildiğinde, 1950'li yıllardan önce su kaynakları ve havza planlamaları konusunda tek amaçlı ve münferit ihtiyaca göre hazırlanan çalışmalar üzerinde çok az durulmuştur. Ülkede su kaynaklarından sorumlu ilk önemli teşkilat, 1929 yılında Bayındırlık Bakanlığı'na bağlı kurulan Sular Umum Müdürlüğü olmuştur. 1954 yılında havza planlama ve su yönetimi anlayışına, Devlet Su İşleri (DSİ) Umum Müdürlüğü Teşkilat ve Vazifeleri Hakkında Kanun'un yürürlüğe girmesi ile geçilmiştir. Günümüzde su sektöründe rolü, etkinliği ve işlevsel ağırlığı farklı olan birçok kurum ve kuruluş bulunmaktadır (Efe ve Silaydın, 2009: 75, Öztürk, 2011: 5). Son yıllarda ise AB Su Politikaları (2000 yılından bu yana) Türkiye'nin su kaynakları yönetiminde ve politikalarında yönlendirici etkidir. AB'ye adaylık ve müzakere süreci kapsamında olan ülkemiz AB Su Çerçeve Direktifi'nin de uygulayıcısı konumundadır (Karadağ ve Barış, 2012: 119). Bu bakımdan ülkemiz 26 ana su havzasına ayrılmış ve bu havzaların yönetim eylem planları oluşturulmuştur. Ayrıca ülkemiz için önemli olan üç sözleşme, Aarhus, Espoo ve Helsinki Sözleşmeleri de havza yönetimi kapsamında bulunmaktadır. Ülkemizde de geçmişte çok fazla önemsenmeyen, daha çok baraj, sulama kanalı, tarımsal sulama ihtiyacı ve erozyonla mücadele kapsamında değerlendirilen havza yönetim çalışmaları, günümüzde ulusal politikalar, uluslararası anlaşmalar, bilimsel düzeydeki etkinlik ve gelişmelerle daha fazla ön plana çıkmaya başlamıştır. Ancak havza sınırları ile karar verme ve yönetme alanı kapsamındaki idari sınırların örtüşmemesi, diğer taraftan çok fazla kurum ve kuruluşun aynı alana müdahalesi gibi bazı sorunlar ülkemizdeki havza yönetimlerinin aksamasına neden olmaktadır.

Barındırdığı birçok özellik nedeniyle ve yukarıda detaylıca bahsedilen gelişim evrelerinin etkisinde havza yönetim modellerini (yaklaşımları) temel olarak, klasik havza yönetimi (su ve toprak kaynakları temelli havza yönetimi), bütüncül (entegre) havza yönetimi, ekosistem servislerine dayalı havza yönetimi ve ekolojik risk tabanlı havza yönetimi modeli olarak ayırabilmekteyiz. Aslında burada havza yönetimi kavramlarının birbirine çok benzediği ve temel aldığı unsurların aynı olduğu düşünülse de ayrıntıdaki bazı farklılıklar çeşitli havza yönetim modellerinin varlığının ortaya çıkmasına neden olmuştur. Aynı zamanda havzaların birçok bilim dalının ilgilendiği alanlardan olması farklı modellerin ortaya çıkmasını sağlayan diğer etmendir. Tek amaçlı havza yönetimi, çift ve çok amaçlı havza yönetimi, kapsamlı havza yönetimi, yukarıdan aşağı-aşağıdan yukarı modeli, holistik havza yönetimi gibi modelleme çalışmaları farklı bilim insanları tarafından ortaya atılmıştır (Omernik ve Bailey, 1997: 940, Barrow, 1998: 180, Koontz ve Newig, 2014: 417). Ayrıca daha farklı olarak süreç modeli, hidro-ekonomik havza modeli, çok amaçlı karar verme denkleminde havza yönetim modelleri, oyun teorisi, bulanık çok amaçlı planlama, fayda temelli yönetim, uygunluk analizi yönetimi, çatışma çözücü havza yönetim modelleri farklı anlayışlara örnek teşkil eder (Üçler, 2015: 8).

Klasik Havza Yönetimi: İlk havza yönetim modeli olup havzaların su toprak ve gübre kullanımı, su mühendisliği gibi kavramlarını temel almaktadır. Bu havza yönetim modeli suyun, varlığı, miktarı ve kullanımını önemsemektedir. Özellikle 1970'li yıllara kadar olan dönemde gözlemlenen model daha çok tatlı su ihtiyacının karşılanması ve tarımsal sulama amaçlı çalışmalar ile baraj yapımı, erozyonla mücadele gibi mühendislik çalışmaları adı altında su yönetim kapsamında gelişmiştir (Hooper, 2003: 15).

Bütüncül (Entegre) Havza Yönetimi: Hidrografik havza sınırlarını benimseyen, havzada su başta olmak üzere doğal ortam koşullarının korunmasını, sürdürülebilir kullanımını ve geliştirilmesini amaçlamaktadır. Ayrıca tüm paydaşların katılımını benimseyen, adil su kullanımını hedefleyen ve multidisipliner çalışmayı temel alıp sosyo-ekonomik kalkınmayı sağlayan birden fazla yaklaşımı içeren yönetim modelidir (Mitchell, 1991: 18, Cobourn, 1999: 625, Grigg, 1999: 530, GWF, 2000: 98, Aladağ vd., 2008: 173, Garipağaoğlu, 2012: 320, Turoğlu 2014: 9, Garipağaoğlu, 2017: 151). Bu modeldeki bütüncül-entegre unsuru, havzadaki bütün etmenlerin entegrasyonunu ifade etmektedir. Havzanın sadece hidrografik boyutunu ele almayıp bütün fiziki ve beşeri ortam koşullarını ve etkileşimlerini dikkate almaktadır (Harmancıoğlu vd., 2002: 31, Alpaslan vd., 2007: 150). Entegre havza yönetim modeli 1980 ve 90'lı yıllardan itibaren ön plana çıkmış ve 2000'li yıllar itibari ile de dünyada kabul gören temel havza yönetim modellerinden birini oluşturmuştur.

Ekosistem Servislerine Dayalı Havza Yönetimi: Bu modelde havzada bulunan canlı ortam unsurları (flora, fauna ve insan) ile cansız ortam unsurlarının (topografya, iklimatik koşullar, hidrolojik ve pedolojik unsurlar) karşılıklı etkileşiminin korunmasını ve sürdürülebilirliği amaçlanmaktadır. Daha çok orman ve su ekosistemlerinin korunmasına dayalı olan havza yönetimi bazı özellikleri ile bütüncül havza yönetiminin bir parçası gibi görülmektedir (Mitchell, 1991: 22, Hızal, vd., 2008: 3-4, Garipağaoğlu, 2017: 151). Bu modelde bütün ve dinamik yapısı olan ekosistemlere etki eden ve baskı yapan unsurların etki dereceleri farklı yöntem ve tekniklerle hesaplanarak geleceğe dönük önlemler alınmakta ve havza yönetimi ile planlaması yapılmaktadır (Danacıoğlu, 2017: 13-17).

Ekolojik Risk Tabanlı Havza Yönetimi: Bu model ekosistem tabanlı havza yönetimine benzer özellikler taşımaktadır. Ekosistemler içerisindeki koruma-yönetim ve geleceğe dönük planlamaların havzada bulunan ekolojik işleyişi ve yapısını dikkate alan, çevresel problemlerin, ekolojik baskı ve risklerin çok boyutlu, konum bazlı, niceliksel ve niteliksel olarak ortaya konulduğu yönetim çalışmasıdır (Küçükali ve Atabay, 2013: 180, Garipağaoğlu, 2017: 152, Danacıoğlu, 2017: 15).

Coğrafyanın mekan bilimi özelliği, fiziki ve beşeri koşulların her biri ile etkileşimlerini ele alması, havza yönetim ve planlama çalışmalarının en önemli unsuru olma özelliğini sağlamaktadır (White, 1997: 80, Hooper, 2003: 12, Garipağaoğlu vd., 2015: 49). Bu nedenle bütünsel olarak modellenen havza yönetim çalışmaları coğrafyanın sunduğu verilerden mutlaka faydalanmalıdır. Mekânı-araziye temel alan birçok çalışmadaki planlama ve yönetim aşamaları arazinin en uygun şekilde kullanılmasını ve faydalanılmasını amaçlamaktadır. Burada doğal ortamın yönetimi söz konusu olmakta ve daima dinamik gelişim içerisinde bulunmaktadır. Bu durumda havza yönetiminin temel unsurlarının başında doğal ve beşeri ortam koşullarının tespiti, incelenmesi, dinamik süreçlerinin açıklanması ile fiziki-beşeri etkileşim durumu, bu etkileşim sonucu ortaya çıkan risk ve sorun analizi gelmektedir. Havzaların sınırlarını ve temel yapısını belirleyen hidrografik ve jeolojik-jeomorfolojik özellikler, beşeri etkileşim ve planlama ile insanın araziden en uygun şekilde faydalanmasını sağlamakta aynı zamanda risk alanlarından kaçınılmasını ve uygun kullanım alanlarının (yerleşim, tarım, sanayi vb.) dağılımını belirlemekte ve havza yönetiminde önemli rol oynamaktadır (Turoğlu, 2000: 202). İklimatik, hidrografik, floristik ve faunistik koşulların varlığı ve dağılışı havzalarda değişkenlik göstermekte, insanların beşeri özellikleri ise (tarihi, kültürü, politikası vb.) bu çevre koşullarından farklı şekillerde faydalanmayı sağlamaktadır. Bu nedenle meydana gelen doğal-beşeri etkileşim havzada farklı dinamik süreçlerin oluşmasına, değişimlere ve plansız ya da yanlış kullanımlar sonucu sorunların meydana gelmesine neden olabilmektedir. Sorunların çözümü, doğal ortam şartlarından en iyi şekilde faydalanma, optimal arazi kullanımı ve diğer analizler ile havza yönetimi-planlama aşamalarının oluşturulmasında fiziki-beşeri etkileşimi mekan kapsamında inceleyen coğrafyanın rolü oldukça önemlidir. Bütün değerlendirmeler göstermektedir ki günümüz koşullarında bütünsel havza yönetiminin gelişmiş olması havzanın bütün sınırları dahilindeki etkenlerin, değişimlerin incelenmesi, doğal ve beşeri ortam koşullarının havza içerisindeki varlığı ile etkileşiminden ileri gelmektedir (Lee ve Dinar 1996: White, 1997: 80, 112, Harmancıoğlu vd. 2002: 29, Hooper, 2003: 12, Garipağaoğlu, 2012: 1305, Turoğlu 2014: 9)

3. Materyal ve Yöntem

Çalışmanın materyallerini, literatür taraması sonucu elde edilen konu ve alan ile ilgili kaynaklar, AsterGDEM verisi, MTA 1:50.000 ölçekli jeoloji haritası ve heyelan envanteri, United States Geological Survey (USGS)'den indirilen Landsat uydu görüntüleri, Meteoroloji Genel Müdürlüğü iklim verileri, TÜİK nüfus verileri, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı toprak, bitki örtüsü ve hidrografya verileri, Bursa Büyükşehir Belediyesi ile İznik, Orhangazi ve Gemlik Belediyelerinden temin edilen diğer veriler ve arazi gözlemleri oluşturmaktadır. İncelemenin temel sistematigi coğrafi araştırma yöntem ve tekniklerine uygun olarak belirlenmiş ve çalışma planlanmıştır. Bu bakımdan havza bütüncül yaklaşım olarak da incelenmiştir. Araştırmada konu alanı ile ilgili bütün kaynaklar ve önceki çalışmalar taranmış ve incelenmiştir. Daha sonra Meti&NASA yapımı AsterGDEM verisi ile elde edilen Dem verisi coğrafi bilgi sistemlerine (CBS) aktarılmış ve temel haritalar üretilmiştir. ArcGIS 10.3 yazılımına

aktarılan veri üzerinden ilk olarak havzanın sınırları tayin edilmiştir. Yazılımda arctoolbox-spatial analyst tools ve hidrology üzerinden gerekli işlemler yapılarak akarsu ağı (hidrografya haritası) ve havza sınırı belirlenmiştir. Daha sonraki bütün işlemler ArcGIS yazılımında belirlenen havza sınırı dahilinde yapılmış ve yükselti, eğim, bakı, kurvatür, kabartma ve toprak haritaları ile oransal verileri elde edilmiştir. MTA'dan alınan verilerle jeoloji haritası oluşturulmuş, arazi gözlemleri, önceki çalışmalar ve diğer haritalardan elde edilen bilgilerle jeomorfoloji haritası üretilmiştir. Çalışmanın iklim haritaları ve analizleri için meteorolojiden alınan veriler kullanılmıştır. İlk olarak havza içerisinde yer alan İznik, Orhangazi ve Gemlik'e ait yıllık ortalama sıcaklık, yıllık yağış, ocak ve temmuz aylarına ait veriler elde edilmiştir. Bu veriler schreiber formülüne uygun olarak (lapse-rate) manuel point ile enterpole girdileri oluşturulmuştur. Daha sonra ArcGIS 10.3 yazılımında arc toolbox -geostatistical analyst tools-interpolation-radial basis functions ile yıllık ortalama sıcaklık, yıllık yağış, ocak ayı ve temmuz ayı ortalama sıcaklık haritaları üretilmiştir. Elde edilen diğer iklim verileri de çalışmada kullanılmıştır.

Havzadaki mevcut arazi kullanımına ulaşmak ve geçmiş yıllara göre değişimi tespit etmek için Landsat uydu görüntüleri kullanılmıştır. Uydu görüntüleri analizleri için 27.08.1985 tarihli Landsat TM, 25.06.2000 tarihli Landsat ETM ve 08.07.2019 tarihli Landsat OLI verileri kullanılmıştır. Veriler ArcGIS 10,3 yazılımına aktarılmış ilk olarak bant kompozisyonlara yıllara göre düzenlenmiş ve birleştirilmiştir. Daha sonra kontrollü sınıflandırma yapılarak su yüzeyleri hariç yedi farklı kullanım türü belirlenmiştir. Bu verilerle 1985, 2000 ve 2019 yıllarına ait arazi kullanım haritaları ile alansal-oransal verileri ve meydana gelen değişimin boyutları çalışmaya yansıtılmıştır.

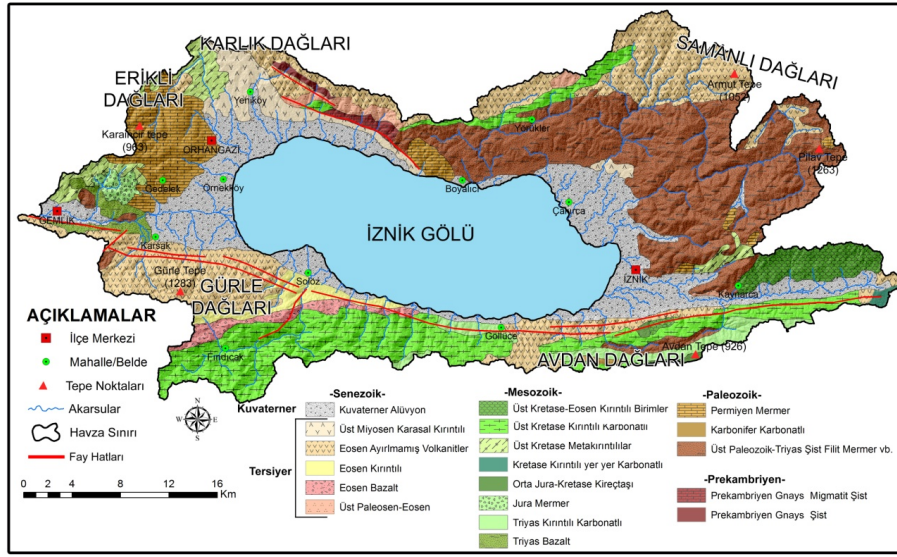
Çalışmada muhtemel risk alanlarının belirlenmesi için analitik hiyerarşi süreci ve ağırlıklı bindirme analizi uygulanmıştır. Öncelikle muhtemel riskler erozyon, deprem, heyelan, sel ve taşkın ile yangınlar (orman yangınları) olarak belirlenmiştir. Daha sonra bu riskler için doğal ve beşeri ortam koşullarına ait veriler ile alt grup verileri belirlenmiştir. Temel etki unsurlarına genel etki değerleri (100 üzerinden) ve alt birimlere, alt etki değerleri (1'den 5'e kadar) verilmiştir. Bu işlemler için elde edilen bütün haritalar ArcGIS 10.3 yazılımında rastere dönüştürülmüş daha sonra reclassify edilmiştir. Daha sonra arctoolbox-spatial analyst tools-overlay üzerinden weighted overlay'e etki sayıları girilmiş ve risk haritaları ağırlıklı bindirme analizi sonucu üretilmiştir. Elde edilen olası risk alanları; çok az, az, orta, yüksek ve çok yüksek riskli alanlar olarak beş şekilde sınıflandırılmış, haritaları üretilmiş, sayısal değerleri çalışmada kullanılmıştır.

Yapılan analizler ve bulguların ardından çalışmanın yazım aşamasına geçilmiştir. Burada havza yönetimi ve planlaması kavramı detaylıca araştırılmış ve çalışmanın ilk iki bölümü olan giriş kısmı ile kavramsal çerçeve bölümlerinde bütün boyutları detaylıca açıklanmıştır. Daha sonra İznik Gölü Havzası'nın doğal ortam koşulları incelenmiştir. Bu bölümden sonra değişimler, muhtemel riskler ve sorunlar incelenmiş daha sonra doğal ortam koşullarının havza yönetimine etkisi İznik Gölü Havzası ölçeğinde açıklanmıştır.

4. İznik Gölü Havzası'nın Doğal Ortam Koşulları

4.1. Jeolojik Özellikler

İznik Gölü Havzası'nda farklı zamanlara ve formasyonlara ait birçok litolojik birim yer almaktadır. Genel olarak jeolojik havza özelliği taşıyan sahada havzanın çevresini oluşturan yüksek kesimler daha yaşlı birimlerden, tabanda yer alan göl çevresi ise daha genç yaşlı litolojik birimlerden müteşekkildir (Şekil 2). Havzadaki en eski birimler Prekambriyen'e ait Gnays, Magmatit Şist olup, İznik Gölü'nün kuzeyinde Boyalıca-Keramet-Yeniköy hattında KB-GD doğrultusunda faylarla sınırlanmış alanda görülmektedir. Paleozoik birimler ise daha çok İznik Gölü'nün kuzeyinde dağılışı gösterir. Orhangazi ve batısında, Boyalıca civarında Permiyen yaşlı Mermerler yer alırken, İznik ve Çakırca'nın kuzeydoğusunda geniş bir alanda Üst Paleozoik yaşlı Şist, Fillit, Metamorfite ve Mermer birimleri yer alır (Ardel, 1959: 147, Meriç vd., 2009: 3). Mesozoik yaşlı birimler İznik Gölü Havzası'nın güneyinde fay zone ile sınırlanmış olarak daha çok havzanın güneyinde yer almaktadır. Bu alanlarda Üst Kretase kırıntılı ve karbonatlı birimler ile Triyas ve Orta Jura-Kretase Kireçtaşı litolojik birimleri gözlemlenmektedir (Şekil 2). Gemlik kuzeyinde Jura yaşlı Mermerler ve Üst Kretase Metakırıntılılar jeolojik yapıyı teşkil eder. Yeniköy'ün kuzeybatısında Üst Kretase Metakırıntılıları, Yörükler'in kuzeyinde GB-KD doğrultusunda Üst Kretase Kırıntılı Karbonat birimleri gözlemlenmektedir. Havzada Senozoik birimleri göl kıyısına yakın alanlar ile Samanlı Dağları'nın eteklerinde gözlemlenmektedir (Bilgin, 1967: 28). Fındıcak-Sölöz arasında Eosen Bazaltları ile Eosen Kırıntılı birimleri yer alırken, Göllüce-Kaynarca ile Sölöz-Karsak-Gemlik arasında fay hattı boyunca Eosen yaşlı daha çok ayrılmamış Volkanitler bulunmaktadır (Meriç vd., 2009: 3). Bu alanlarda İznik Formasyonu, Sarısu Formasyonu olarak marn, çakıl ve kumtaşı litolojik birimleri de gözlemlenmektedir. Kuvaterner birimleri ise İznik Gölü'nün doğu ve batısında geniş alan kaplayan alüvyal sahalardan müteşekkildir. Bu alanların dışında Gemlik kıyısında ve vadi tabanlarının alçak kesimlerinde de alüvyonlara rastlanılmaktadır.



Şekil 2: İznik Gölü Havzası Jeoloji Haritası (MTA verilerinden yeniden düzenlenerek)

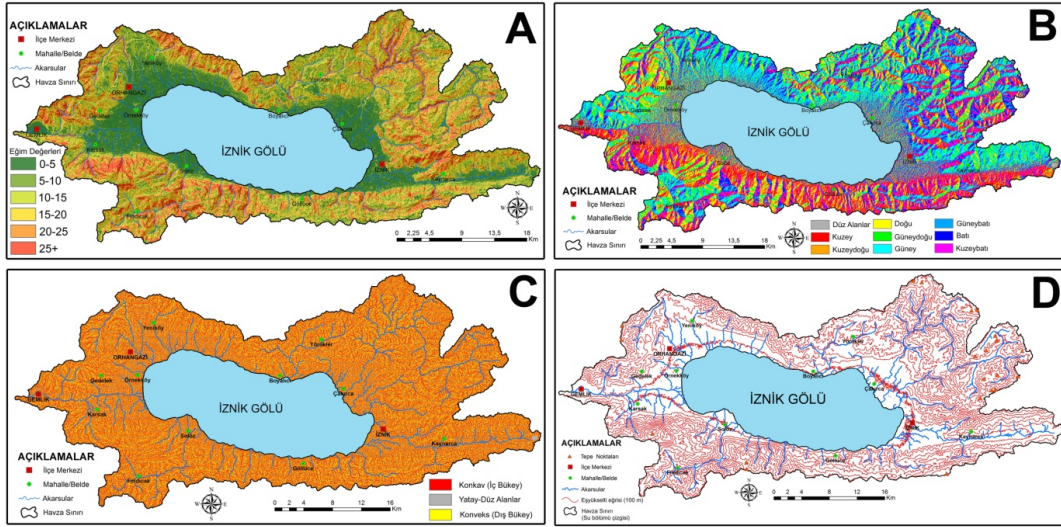
İznik Gölü Havzası'nda fay hatlarının dağılışı ve tektonik yapıya baktığımızda havzanın güneyini, Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) kuşağı içerisinde yer alan Mekece-İznik-Gemlik fayı oluşturmaktadır. Bu alanda D-B uzanımlı faylar daha çok sağ yanallı atım özelliği göstermektedir. Fay diklikleri, fay hatları ile gözlemlenen fay, havzanın güney sınırını şekillendirirken önemli yükselti farkları da meydana getirmiştir (Pektezel, 2013: 75). Bunun dışında havzanın kuzeyinde Boyalıca-Yeniköy arasında KB-GD doğrultusunda sağ yanallı atımlı Orhangazi fayı da bulunmaktadır. Havza önemli aktif fay hattı kuşağında yer almasından dolayı çalışma alanının tamamı I. Derecede deprem riski alanı içerisinde yer alır. Havza ve çevresinde geçmişten günümüze birçok büyük deprem meydana gelmiştir (Adatepe ve Erel, 2006: 132, Erginal, 2018: 36).

4.2. Jeomorfolojik Özellikler

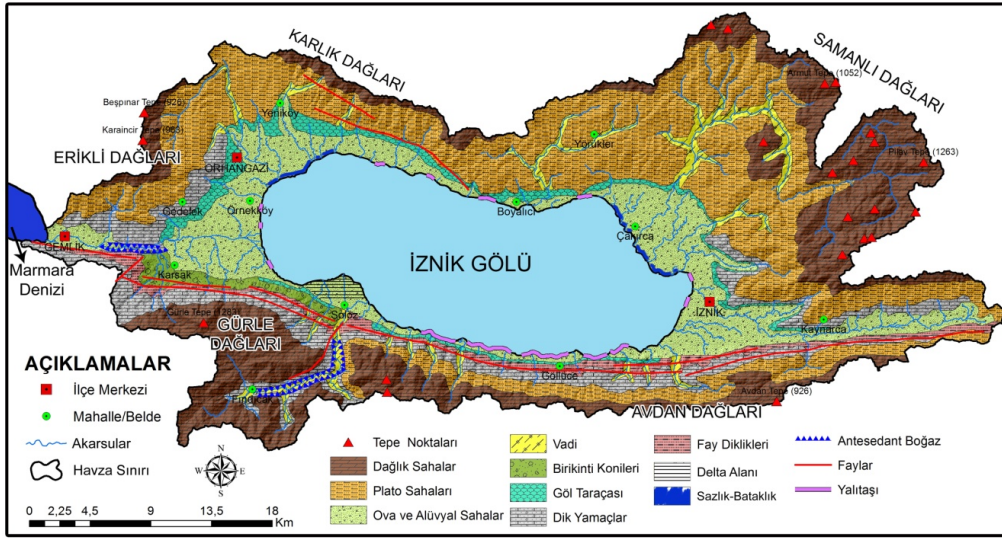
İznik Gölü Havzası'nda jeomorfolojik birimleri ana unsurlardan dağlık sahalardan, platolar, ova ve alüvyal tabanlı vadiler ile elemanter rölyef birimleri oluşturmaktadır. Aynı zamanda havza yükselti değerleri, eğim, bakı ve yüzey büküklüğü (kurvature) bakımından farklı özellikler göstermektedir.

Yükselti değerlerinin dağılışına bakıldığında havzadaki en alçak yerlerin deniz seviyesinde olduğu (0 m) en yüksek yerlerin ise 1200-1300 m aralığında dağılışı gösterdiği gözlemlenmektedir. Havzanın en alçak yeri Gemlik Körfezi kıyılarıdır (0 m). En yüksek yer ise 1284 m yüksekliği ile havzanın güneybatı sınırını oluşturan Gürle Dağlarının zirve noktasıdır. Ortalama yükselti değeri 449,84 metredir. Havzada 0-200 m aralığındaki yükselti toplam çalışma alanının % 24,38'ini oluşturmaktadır ve en geniş alan kaplayan yükselti değerlerini meydana getirmektedir. Diğer yükselti değerlerinden 200-400 m aralığı %22,26'lık alan kaplarken, 400-600 m aralığındaki yükselti % 23,95'lik alan kaplamaktadır. 600-800 m aralığı % 16,96'lık alanı oluşturmaktadır 800-1000 m aralığı % 9,8 ve 1000 metrenin üzerindeki alanlar ise havzanın % 2,65'ini oluşturmaktadır.

İznik Gölü Havzası, eğim değerleri açısından değerlendirildiğinde, göl kıyıları ve yakın çevresindeki ova sahalarda eğim değerlerinin düz ve düze yakın olduğu ancak dağlık alanlarda ve özellikle fay çizgiselliklerinin belli olduğu alanlarda oldukça dik eğimli alanların mevcut olduğu görülmektedir (Şekil 3A). Çalışma alanında en yüksek eğim değerleri bu bakımdan 60° seviyesine kadar çıkarılabilir. Düz ve düze yakın alanlar (0°-5°) havzanın % 20'sini, az eğimli alanlar (5°-10°) %18,9'unu meydana getirmektedir. Havzada 10°-15° eğimli sahalardan % 19,1'ini, 15°-20° eğimli alanlar % 18, 20°-25°'li eğime sahip alanlar % 12 ve 25°'den daha fazla eğime sahip olup dik yamaçların olduğu sahalardan % 12'lik bir alan kaplamaktadır. Bu durumun havzanın arızalı bir yapı gösterdiğini ve özellikle toprak yapısı, toprak kullanımı, toprak erozyonu ve zirai faaliyetleri etkilediğini söylemek mümkündür.



Bakı durumu açısından havzanın arızalı bir yapı özelliği göstermesi nedeniyle tüm yönlere dönük yamaçlar mevcuttur. Havzanın yapısına bağlı olarak güneydeki dağlık alanlarda kuzey yönlü, kuzeydeki sahalarda güney yönlü yamaçların alansal dağılışı daha fazladır (Şekil 3B). Havzanın kurvatür derecelendirmesine baktığımızda, konkav (iç bükey) alanların % 47,9 konveks (dış bükey) alanların % 47,3 ve yatay-düz alanların % 4,8 alan kapladığı görülmektedir (Şekil 3C). Bu değerler havzada arızalı bir topografik görünüm olduğunu, genç ve olgun sahalarm birlikte yer aldığı, flüvyal süreçlerin etkisinin havzadaki ana etmenlerden olduğunu göstermektedir.



Jeomorfolojik yapının ana hatlarını oluşturan dağlık alanlar havzanın kuzey ve güneyini teşkil eder ve zirve noktalarıyla su bölümü çizgisi dâhilinde havzanın sınırlarını tayin etmektedir. İzник Gölü'nün kuzeyinde Samanlı Dağları, Batıda Erikli Dağları, Kuzeybatıda Karlık Dağları, güneyde ise Gürle ve Avdan Dağları yer almaktadır (Şekil 4). Havzadaki en yüksek noktayı Gürle Dağlarında Gürle Tepe (1284 m) oluşturur. Bunun dışında diğer zirve noktalarını Avdan Tepe (926 m), havzanın kuzeybatısında Samanlı Dağları içerisinde Pilav Tepe (1260), Tarla Tepe (977), Armut Tepe (1057), batıda Erikli Dağında Beşpınar Tepe (926 m) ve Karaincir Tepe (963 m) oluşturmaktadır. Havzadaki diğer önemli rölyef birimi Samanlı Dağları eteklerinde ve havzanın güneyinde yer alan plato sahalarıdır. Bu sahalarda yüksek kesimlerden kaynaklanan sürekli ve geçici akarsular tarafından aşındırılmış ve parçalanmıştır. Havzadaki alüvyal sahalardan oluşan ovalar göl kıyısında geniş yer kaplamaktadır. Bu alanlar irili ufaklı birçok akarsu tarafından taşınan malzemeler ile meydana gelmiştir. İzник Ovası, Çakırca Ovası, Orhangazi Ovası, Sölöz Ovası ve deniz kıyısındaki Gemlik Ovası, havzanın önemli ve

verimli ovalarını meydana getirmektedir. Havzanın tabanını oluşturan sahadaki İznik ovası tektonik kökenli ova grubunda yer almaktadır. Bu ovalardan Sölöz ovası aynı zamanda İznik Gölü kıyısında önemli bir delta sahasını da oluşturmaktadır (Şekil 4).

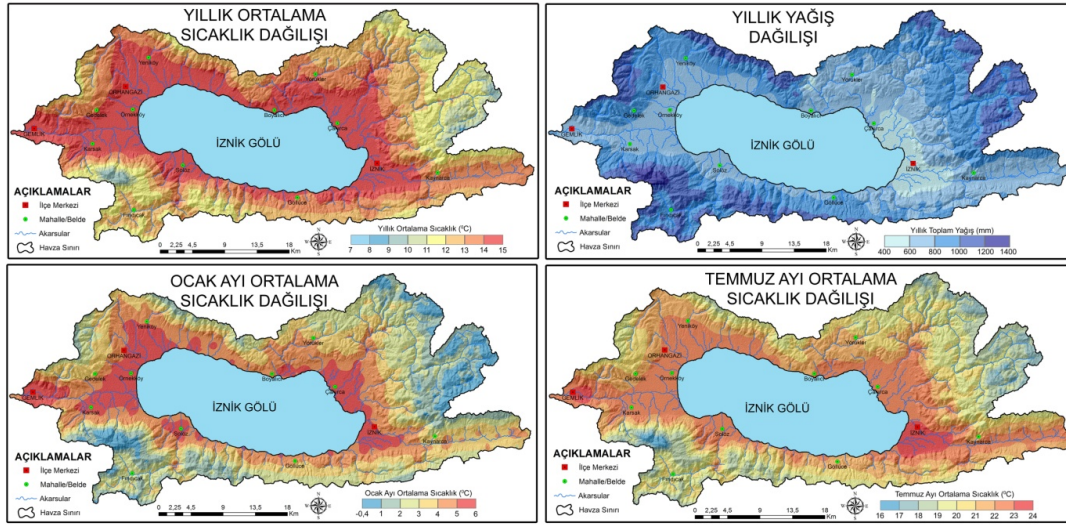
Havzanın güneyinde D-B doğrultusunda uzanış gösteren fay zonu boyunca dik yamaçlar, fay diklikleri ve fay façetaları yer almaktadır. Bu alanlardan inen akarsular tarafından Sölöz-Karsak arasında flüvyal etkenlerle piedmont alanları, birikim koni ve yelpazelerini oluşturmuştur. Flüvyal süreçlerin etkisinde gelişen vadiler ise havzada çentik vadi özelliğinde görülmektedir (Şekil 4). Havzadaki diğer önemli jeomorfolojik birimler ise Karsak Boğazı'nda ve Kocadere vadisinde gözlemlenen antesedant (epijenetik) boğazlardır. Bu alanlarda flüvyal etkenler yapıyı oldukça derine kazmış, daha eski formasyonlar yüzeylenmiş, boşalma ve kapma olayları meydana gelmiş ve drenaj şebekesini etkilemiştir. Bu nedenle özellikle Karsak Boğazı jeolojik ve jeomorfolojik süreçler açısından havzanın oluşumunda önemli rol oynamıştır (Kayacılar, 199: 107, Akbulak, 2006: 37). Havzanın taban kısmını teşkil eden göl kıyılarında eski kıyıların seviyesini gösteren yalıtışı oluşumları mevcuttur. Özellikle gölün güney kesimi ile İznik, Boyalıca ve Orhangazi kıyılarında görülebilmektedir (Akbulak, 2006: 121, Erginal, 2018: 35). Aynı zamanda gölün kuzeyinde seviye halinde gözlemlenen (100-140 m seviyesi) göl taraçaları da Pleistosen'de seviye değişimlerine bağlı olarak eski göl kıyılarını teşkil eden sahaları meydana getirmektedir.

İnceleme alanının jeolojik-jeomorfolojik evrimi ve gelişimi, epirojenik, orojenik, tektonik hareketlerden, iklim salınımları neticesinde oluşan deniz seviyesi değişimleri ve flüvyal süreçlerin etkisinde meydana gelmiştir. Havza alanında üst Kretase'de sığ deniz ortam giderek derinleşmiş ve depresyon tabanını oluşturmuştur (Ardel 1954: 226). Üst Kretase sonu Paleosen başında denizel ortam iyice sığlaşmış ve daha sonra tektonik hareketlerle kıvrımlar ve kırılmalar meydana gelmiştir. Saha, Eosen sonunda yükselerek kara haline gelmiştir (Bargu ve Sakıncı, 1990: 64). Havza, Miyosen karasal ortam ve gölsel ortamın etkilerini göstermiş, flüvyal etkenlerle aşınan unsurlar Neojen alanlarında birikmiştir. Sahada Üst Miosen-Pliosen'de tektonizma hakim olmuştur. Epirojenik hareketlerle Miosen-Pliyosen aşınım yüzeylerinin bazı kesimleri aşındırılarak plato alanlarını meydana getirmiştir. Saha Pliyosen'de karasal bir ortam halini almış ve daha sonra flüvyal süreçlerin etkisi ile aşındırılmış ve parçalanmıştır. Yine bu dönemde aktif tektonik etkenler sahanın jeomorfolojik gelişimini de etkilemiştir. Pliyosen ve Pleistosen'de KAFZ boyunca tektonik hareketlerin etkili olması havzanın şekillenmesinde önemli rol oynamıştır. Havzanın kuzey ve güneyinde dağlık alanlar neotektonik hareketlerle yükselmiş, oluşan taban ise İznik Gölü'nün günümüzdeki alanını belirlemiştir. Pleistosen'de akarsu vadilerinde aşındırma ve derine kazma hızlanmış, eski Neojen depoları aşındırılarak birikim alanı ve göl kıyılarına taşınmıştır (Kayacılar, 1999: 20, Akbulak, 2006: 24-26). Tektonik etkenlerle çek-apart oluşumu sahanın gelişimini etkilemiş ve günümüz görüntüsünü sağlamıştır. Flüvyal süreçlerin etkisiyle aşınım sahaları ve birikim alanları meydana gelmiş ve havza arızalı bir topografik görünüm almıştır. Bu durumda sahanın havza yönetimi açısından farklı birimleri barındırmasına ve doğal çevre koşulları-beşeri etkileşim kaynaklı risk alanlarının bulunmasına neden olmuştur.

4.3. Klimatik Özellikler

İnceleme alanı Marmara Bölgesi'nde yer almasından dolayı Akdeniz ve Karadeniz iklim tipleri arasında geçiş özelliği göstermektedir. Bu nedenle havza Marmara Geçiş iklimin unsurlarını ve özelliklerini taşımaktadır (Erinç, 1996: 375). Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasına göre ise havza, kışları ılıman nemli orta enlem temel iklimi içerisinde yer alır. Bu sınıflandırmanın alt iklim tipi olarak kışları ılık, yazları çok sıcak olan (Csa) iklim tipi havzanın iklimini oluşturur (Öztürk vd., 2017: 21). Havzanın iklim özellikleri ve dağılışı üç önemli merkezdeki (İznik, Orhangazi ve Gemlik) uzun dönemli (1980-2018) veriler üzerinden değerlendirilmiştir. Havzada yükselti değerlerinin 0-1300 m arasında olması sıcaklık ve yağış şartlarının havza içerisindeki dağılışıyla önemli rol oynamaktadır. İznik Gölü Havzası'nda ortalama yıllık sıcaklık değerleri ve dağılışı incelendiğinde, sıcaklıkların 14°C civarında seyrettiği görülmektedir. İznik Gölü ve çevresinde sıcaklıklar 14°C iken havzanın kuzey ve güneyindeki Gürle ve Samanlı Dağlarının yüksek kesimlerinde sıcaklıklar 8°C civarına iner. İznik Gölü Havzası'ndaki Ocak ve Temmuz ayı ortalama sıcaklıklarının dağılışıyla, havza tabanında sıcaklıkların daha fazla, çerçeveyi oluşturan yüksek kesimlerde daha az olduğu dikkat çeker (Şekil 5). Bu aylarda İznik Gölü kıyısı ile Gemlik Körfezi kıyısında sıcaklık değerlerinin daha yüksek olduğu, dağlık alanlara doğru ise değerlerin azaldığı tespit edilmiştir (Şekil 5). Havzanın batısının biraz daha nemli olması, bazı alanlarda dağılışı farklılıklarının olmasına da neden olmuştur. Çalışma sahasında donlu gün sayısı 24-30 gün arasında değişir ve genel olarak Kasım-Nisan ayları arasında görülmektedir. Havzada yıllık yağış miktarı, hava kütleleri, yükselti ve bakı etkisinde kalarak dağılışı açısından farklılıklar göstermektedir. Yıllık yağış miktarları İznik'de 554 mm, Orhangazi'de 682 mm ve Gemlik'de 658 mm'dir. Yağış miktarının dağılışıyla bakıldığında havzanın batısında yağışların daha çok olduğu ve özellikle havzanın güneyindeki kuzey yamaçlarda bakı etkisiyle 1200 mm civarında düştüğü anlaşılmaktadır. Özellikle Samanlı Dağlarının nemli hava kütlelerinin gelişini engellemesi nedeniyle İznik Gölü'nün doğusunda yağış değerlerinin daha az, batıda daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Şekil 5). Havzadaki üç istasyon verileri incelendiğinde en çok yağışın kış mevsiminde düştüğü görülmektedir. Kar yağışlı günler sayısı

ise 6-10 gün arasında değişmektedir. Havza genelinde rüzgar yönleri farklılık göstermektedir. İznik'de topografik etkenler neticesinde, Karain oluğunun doğrultusuna bağlı olarak B-D yönü egemendir. Orhangazi'de K-KB yönünde rüzgarlar hakim iken, Gemlik'de Batı yönlü rüzgarların en çok estiği tespit edilmiştir.

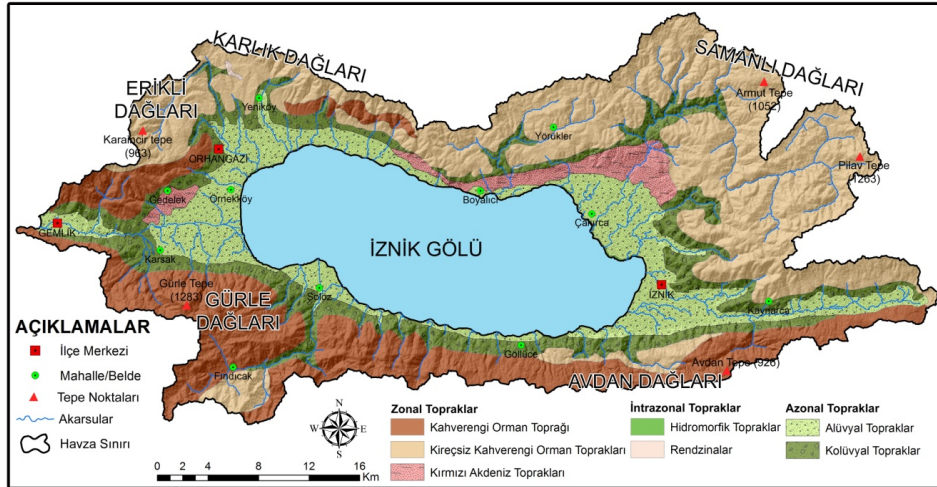


Şekil 5: İznik Gölü Havzası'nda Yıllık Ortalama Sıcaklık Dağılışı, Yıllık Yağış Dağılışı, Ocak ve Temmuz Ayları Ortalama Sıcaklık Dağılışı Haritaları

Havza içerisindeki meteorolojik verilere dayanarak sahanın sıcaklık ve yağış rejimi yıl içerisinde düzensizlik göstermektedir. Genel olarak Akdeniz ikliminin rejim özelliğinin görüldüğü sahada yazın sıcaklık şartları maksimum seviyeye yükselirken, yağış miktarı minimum düzeye inmektedir. Kış mevsiminde sıcaklık şartları en düşük seviyededir. Yağış şartları her üç merkez içinde kış aylarında maksimum seviyede görülmektedir. İznik'in biraz iç kesimde yer alması yağış ve sıcaklık rejimi eğiliminin Orhangazi ve Gemlik'e göre biraz farklılık göstermesine neden olmuştur.

4.4. Toprak ve Bitki Örtüsü Özellikleri

İznik Gölü Havzası'nda zonal, intrazonal ve azonal ordoya ait toprak grupları ana toprak yapısını oluşturmaktadır. Havza'nın büyük çoğunluğunda zonal topraklar içerisinde yer alan kahverengi orman toprağı ve kireçsiz kahverengi orman toprağı görülmektedir. Genel olarak havzanın güneyinde kahverengi orman toprakları geniş yer kaplarken, havzanın kuzey kesiminde kireçsiz kahverengi orman toprağının varlığı dikkat çeker (Şekil 6). Bu iki toprak türünün olduğu sahalar üzerinde orman varlığı görülse de genel olarak fundalık alanlar dikkat çekmektedir. Diğer bir toprak türü olan kırmızı Akdeniz toprağı ise havzanın batısında Orhangazi'nin güneyinde ve Boyalıca-Elbeyli arasında görülmekte ve genel olarak toprak üzerinde zeytin tarımı yapılmaktadır.



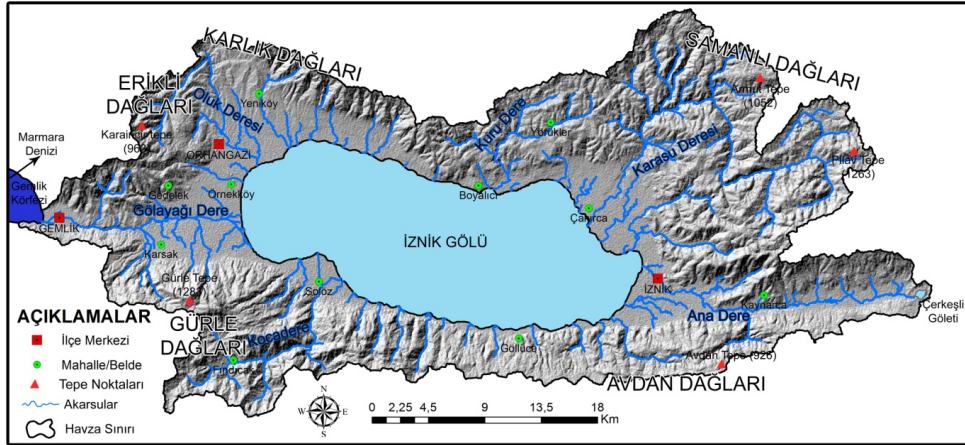
Şekil 6: İznik Gölü Havzası Toprak Grupları Dağılışı Haritası

Havzada rendzinalar çok dar bir alanda Orhangazi'nin kuzeybatısında görülür. Hidromorfik topraklar ise Iznik Gölü'nün doğu ve batı kıyılarındaki sazlık-bataklık alanlarda görülmektedir. Alüvyal topraklar Iznik Gölü'nün doğu ve batısındaki ovalarda görülmektedir. Ayrıca birçok akarsu vadi tabanlarında da gözlemlenebilmektedir. Verimli olan bu topraklar üzerinde önemli tarım arazileri varlığı dikkat çekmektedir. Kolüvyal topraklar dik yamaçlar, sırtlar, vadi yamaçları, fay diklikleri ve birikinti konilerinin olduğu alanlarda görülür (Akbulak, 2006: 117). Kolüvyal topraklar genel olarak alüvyal toprakların bulunduğu düzlük alanlardan sonraki eğimli arazilerde görülür ve havzada alüvyal toprakları çevrelemiş şekilde bulunur (Şekil 6). Doğal ortam şartlarının elverdiği ölçüde bu alanlarda çok az tarım yapılabilmektedir.

Çalışma alanının doğal bitki örtüsünü orman, ot ve çalı formasyonu oluşturmaktadır. Havzadaki ormanları nemli ve kuru ormanlar olarak iki şekilde incelemek mümkündür. Nemli orman varlığı 500-600 m yükseltiden itibaren özellikle kuzey yönlü yamaçların bulunduğu alanlarda görülür. Havzanın en çok yağış alan güneybatı bölümündeki Gürle-Avdan Dağlarında nemli ormanlar varlığını sürdürmektedir. Nemli ormanların hakim türünü kayın (*Fagus orientalis*) oluşturmaktadır. Erikli Dağlarında ve kuzeybatıda Karlık Dağları civarında kuru orman türleri ile birlikte görülür. Kuru ormanlar havzada Samanlı Dağları'nın güneye bakan yamaçları ile kuzeydeki plato sahalarında görülür. Bu alanlarda mazı meşesi (*Quercus infectoria*), kızılçam (*Pinus brutia*), karaçam (*Pinus nigro*) görülmektedir (Güngördü, 1999: 88). Çalışma alanındaki çalı formasyonunu maki-psödomaki türleri oluşturur. Ormanın tahrip olduğu alanlarda varlığını sürdüren maki formasyonu daha çok gölün kuzeyindeki plato sahasında, kuzeybatıda Dereköy civarında yayılış gösterir. Havzadaki doğal bitki örtüsü varlığı, tarihi geçmişi oldukça eskiye dayanan sahada antropojenik etkilere maruz kalarak tahrip edilmiştir. Havzadaki toprak ve bitki örtüsü dağılışı hem arazi kullanımını hem de ekonomik faaliyeti etkileyerek havza yönetimi çalışmalarının önemli veri girdisini ve planlamanın dağılış boyutunu oluşturmaktadır.

4.5. Hidrografiya Özellikleri

Çalışma alanının hidrografik unsurlarını, Iznik Gölü, Çerkeşli Göleti, sürekli ve mevsimlik akarsular ile yer altı suları oluşturmaktadır. Iznik gölü 304,18 km²'lik yüzölçümü ile Türkiye'nin 5. büyük gölüdür. Tektonik oluşumlu olan gölün suları tatlı olup derinliği -70 m. seviyesine kadar inmektedir. Göl çevresi 92 km uzunluğa sahip olup K-G yönünde en geniş yeri 11,8 km iken, B-D yönünde en geniş yeri 32,35 km'dir. Gölün yüzeyi deniz seviyesinden 80 m daha yüksektedir. Gölün güneyi fay hattına tekabül eder ve en derin alanı bu kesim oluşturur.



Şekil 7: Iznik Gölü Havzası Hidrografiya Haritası

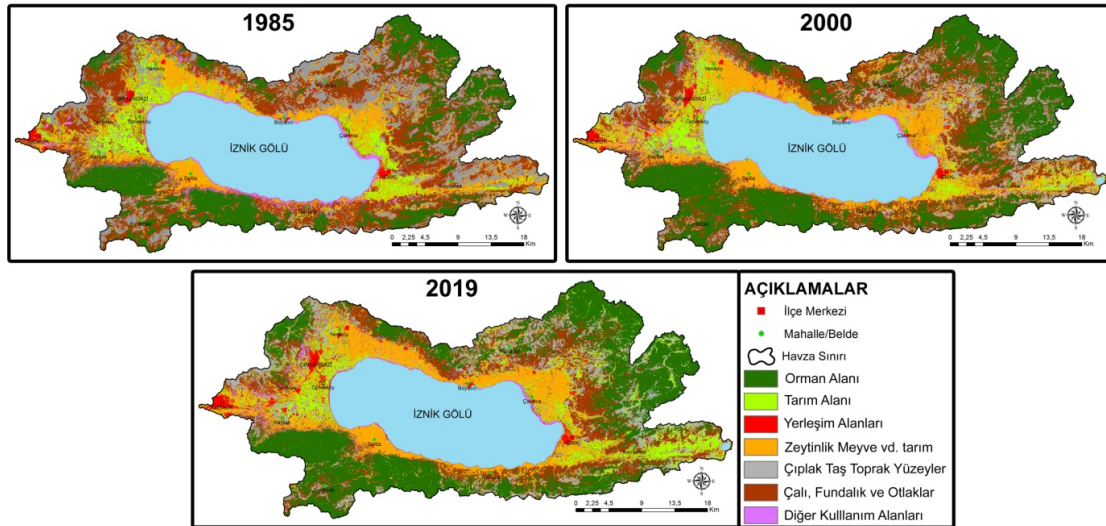
Iznik Gölü Havzası'ndaki önemli akarsuları Sölöz Deresi (Kocadere), Karasu Deresi, Kuru Dere, Oluk Deresi, Ana Dere, Göldere (Gölüyağı Deresi) meydana getirmektedir (Şekil 7). Diğer akarsularının boyları ise oldukça kısa olup birçoğu mevsimlik akarsu özelliğindedir. Havzanın jeomorfolojik yapısı nedeniyle kuzey ve güneydeki akarsuların boyları çoğunlukla kısa olup K-G doğrultusunda akış gösterirler. Havzanın batı ve doğusunda ise daha uzun boylu akarsular yer alır ve D-B yönünde akış gösterirler. Havzanın tabanını Iznik Gölü'nün oluşturması nedeniyle sentripetal drenaj ağı görülmektedir. Bunun yanında havzanın güneyinde fay hatlarına bağlı olarak kafesli ve paralel drenaj tipi de görülebilmektedir. Havzanın kuzeydoğusundaki Karasu Dere ile Gölderesi ve Kocadere uzun ve debisi yüksek akarsulardır. Gölderesi (Gölüyağı ya da Karsak suyu) Iznik Gölü'nün batısından gölün fazla sularını D-B yönünde bir akış göstererek Gemlik Körfezi üzerinden Marmara Denizi'ne boşaltmaktadır.

5. Havzada Meydana Gelen Arazi Kullanımı Değişimleri, Muhtemel Riskler ve Sorunlar

İznik Gölü Havzası'nda meydana gelen temel değişimleri incelemek için arazi kullanımında meydana gelen değişimlerin analizi yapmak havza yönetimi, planlaması ve riskler ile sorunların doğru tespiti açısından oldukça önemlidir. Çalışmada havzanın 1985, 2000 ve 2019 yıllarına ait Landsat uydu görüntüleri CBS yardımıyla kontrollü sınıflandırmaya tabi tutulmuş ve arazi kullanımı haritaları ile sayısal değerleri ortaya çıkarılmıştır. Elde edilen verilerden havzanın 34 yıllık süreç içerisinde yönetim açısından önemli değişimlerin yaşandığı tespit edilmiştir (Şekil 8). Havzada 2019 yılı arazi kullanımının büyük çoğunluğunu orman alanları (% 35,5) oluşturmaktadır. Daha sonra ise çalılık ve fundalık alanlar % 19,7, zeytinlik, meyvelik vd.% 14,3, tarım alanları % 12,8, çıplak taşlık ve toprak alanları % 12,3'lük alan kaplamaktadır. Yerleşim alanları (% 3,3) ve diğer kullanım alanları ise oldukça dar alan kaplamaktadır (Tablo 1). Bu verilerin daha anlamlı bir hal alabilmesi için geçmiş dönemli arazi kullanım verileriyle karşılaştırılması önemli sonuçlar verecektir. Havzada 1985 ve 2000 arazi kullanımına göre en büyük değişim orman alanlarının varlığının artmasıdır. Özellikle son yıllarda ülkemizde yaşanan değişimlere nazaran orman varlığının artması havza yönetimi açısından önemli gelişmeler ve değişimler arasındadır. Daha çok çıplak yüzeylerin ağaçlandırıldığı ve orman varlığına katıldığı görülmektedir. Diğer önemli değişim ise tarım alanlarının oransal olarak 1985'den 2000'ne azalma, 2019'da artma eğiliminin olması, zeytin ve bahçe alanlarının ise 1985'den 2000'ne kadar artma, 2019'a kadar ise azalma eğiliminde olmasıdır. Bu durumun nedeni, geçmiş dönemde yöre halkının tarla ve bağ-bahçelerini zeytinlik alanlara açması şeklindeydi, ancak günümüzde çalılık ve fundalık alanların tarım alanına dönüşmesi tarım alanlarının varlığını arttırmıştır. Aynı zamanda Çerkeşli Göleti ve diğer sulama sistemleri, havzada sulu tarımın yaygınlaşmasını sağlayarak arazi kullanımındaki değişim trendinde etkisini göstermiştir.

Tablo 1: İznik Gölü Havzası'nda Arazi Kullanım Türlerinin Yıllara Göre Alansal ve Oransal Değerleri (1985, 2000 ve 2019)

Arazi Kullanımı Türleri	1985		2000		2019	
	Alan (km ²)	Yüzde (%)	Alan (km ²)	Yüzde (%)	Alan (km ²)	Yüzde (%)
Orman Alanı	232,673	21,4	359,772	33,3	384,383	35,5
Tarım Alanı	113,192	10,4	89,977	8,3	139,091	12,8
Yerleşim Alanları	22,738	2,1	28,276	2,7	35,358	3,3
Zeytinlik, Meyve Bahçe alanları	148,835	13,7	177,538	16,4	154,655	14,3
Çıplak Taş, Toprak Yüzeyler	212,062	19,5	127,167	11,7	133,160	12,3
Çalılık, Fundalık ve Otlak Alanlar	322,922	29,7	273,764	25,4	213,952	19,7
Diğer Kullanım Türleri	35,311	3,2	24,711	2,2	22,874	2,1



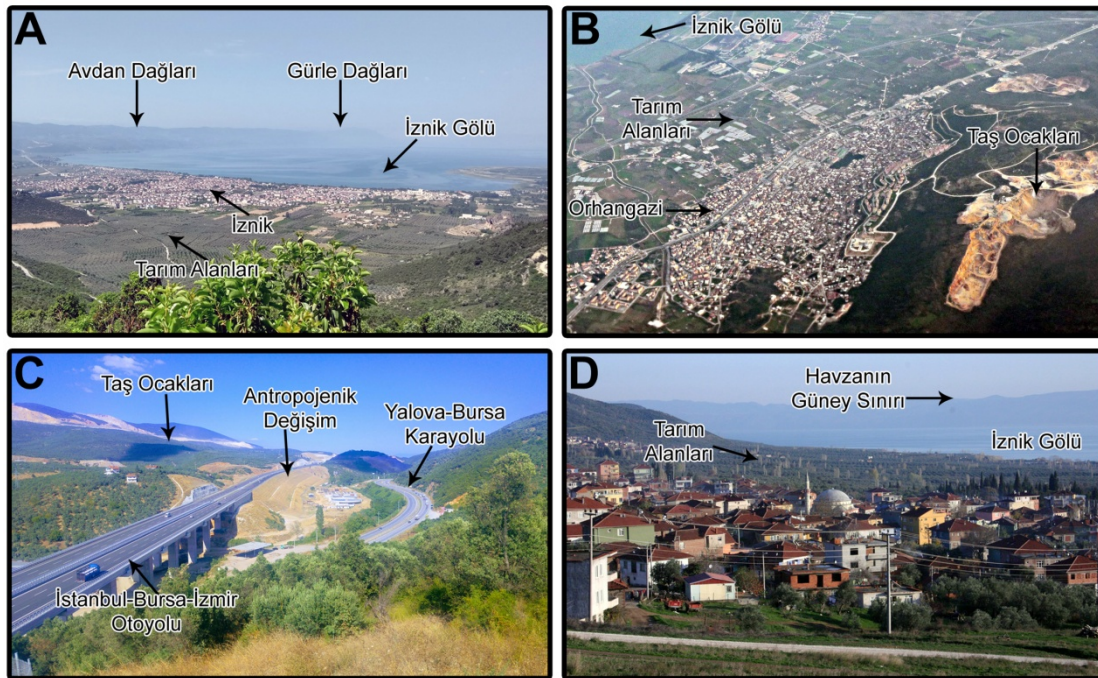
Şekil 8: İznik Gölü Havzası'nda 1985, 2000 ve 2019 Yıllarına Ait Arazi Kullanım Haritaları

Çalılık ve fundalık alanlarda 1985-2019 arasında yaşanan değişim dikkat çekicidir. Bu durumun nedeni yukarıda belirtildiği gibi bu alanların tarım alanlarına dönüşmesinden kaynaklanmaktadır. Yerleşim alanlarının varlığı 1985 yılından günümüze iki kat fazla artış göstermiş ve havzadaki antropojenik baskının bazı alanlarda artmasına neden olmuştur. Özellikle İstanbul-Bursa-Izmir otoyolu nedeniyle yaşanan değişim alanları havzanın batısında etkisini göstermektedir (Fotoğraf 1). Arazi kullanımında yaşanan değişimlerin oluşturacağı riskler ve

muhtemel sorunlar ise coğrafi analizlerde daha belirgin şekilde anlaşılabilir. Havzadaki 1985 yılından günümüze değişimin önemli olduğu diğer bir alan ise Karadın oluğundaki Çerkeşli göletidir. Tarımsal sulama amaçlı yapılan gölet 1989-1992 yıllarında yapılmış ve bu alandaki tarım arazisi varlığını etkilemiştir.

Havzada elde edilen doğal ve beşeri ortam koşullarına ait verilerin coğrafi analizlerinin yapılması sonucu muhtemel riskler, risk alanları ve sorunların olduğu tespit edilmiştir. Havzadaki riskler erozyon, heyelan, sel ve taşkın, deprem ve yangın (çoğunlukla orman yangını) şeklinde değerlendirilmiştir (Tablo 2). Sorunları ise su kirliliği, hava kirliliği ve toprak kirliliği oluşturmaktadır.

İnceleme alanındaki risk gruplarından ilki havza yönetimi açısından önem teşkil eden erozyondur. Erozyon, özellikle verimli toprakların taşınmasıyla ve belli bir zaman sonra toprağın verimsizleşmesine neden olmaktadır. Havza'da arazi kullanımı nedeniyle en önemli problemlerden birini erozyon teşkil etmektedir (Akbulak, 2007: 25). Erozyon riski açısından İznik Gölü Havzası'nın % 20'si yüksek, % 70'i orta riskli alanları teşkil eder. Bu alanların eğim oranının yüksek olduğu ve toprak nemliliğinin düşük alanları kapsamaları nedeniyle yakın zamanda tarım başta olmak üzere birçok beşeri faaliyeti etkileyeceği kuvvetle muhtemeldir (Şekil 9A). Tarımın temel ekonomik faaliyet olduğu havzanın büyük çoğunluğunda toprağın erozyona uğraması, kalkınmanın ve geleceğe dönük sürdürülebilir kullanımların en önemli engelini oluşturmaktadır. Daha yoğun yerleşmenin olduğu havzanın batısında, geniş alanlar kaplayan yüksek ve orta riskli alanların geleceğe dönük havza yönetimi planlarında korunma ve önlemlerin alınması gereken sahalar kısmına girmesi de beklenmektedir.

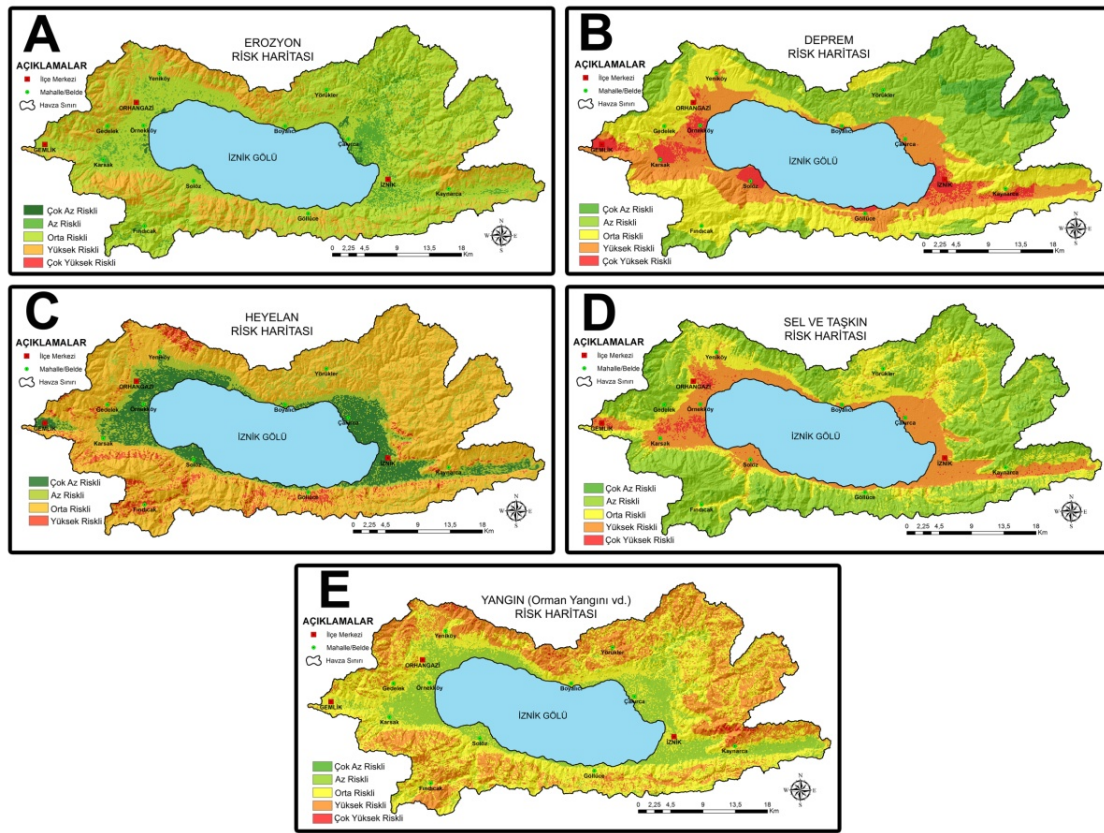


Fotoğraf 1: İznik Gölü Havzası'nda Doğal Ortam Unsurları ve Arazi Kullanımı Örnekleri A) İznik B) Orhangazi (Kaynak: <https://lh5.googleusercontent.com/p/AF1QipOX3K>) C) Gemlik D) Çakırlı

İznik Gölü Havzası deprem riski açısından tamamıyla önemli bir kuşak içerisinde yer almaktadır. Bu bakımdan havza sınırları içerisinde yer alan ve havzanın güneyinde bulunan KAF hattının Mekece-İznik-Gemlik zonu önemli sismisitesi olan sahalardandır. Aynı zamanda KAFZ'nun Marmara Bölgesi'ndeki önemli uzantıları olan İzmit-Çınarcık fay hattı ve Yenişehir civarındaki fay hattı da havzayı etkileyebilecek depremlerin geçmişte olduğu ve gelecekte de olması muhtemel alanlarındandır. Geçmişten günümüze meydana gelmiş depremlerin mevcudiyeti ve etki alanları belirtilen durumun kanıtıdır (Adatepe ve Erel, 2006: 132). Tüm veriler ışığında havzanın tamamı birinci derece deprem kuşağı içerisindedir. Lakin yerleşme, zemin, yapısı, jeomorfolojik koşulların etkisinde depremin etki şiddeti değişmektedir. CBS üzerinden yapılan bindirme analizinde bu durumlar göz önüne alınmış ve deprem risk haritası oluşturulmuştur. Buna göre deprem etkisi açısından havzanın % 5'i çok yüksek riskli alanlar içerisindedir. Bu sahaları İznik şehri, Kaynarca, Sölöz, Göllüce, Karsak ve Gemlik şehrinin oluşturması muhtemel depremlerin can ve mal kayıplarına yol açabileceğini göstermektedir (Şekil 9B) (Fotoğraf 1A). Aynı zamanda havzanın % 21'i de yüksek riskli alanları oluşturmaktadır (Tablo 2). İznik Gölü Havzası'nda deprem riskinin dağılışı, havza yönetimi ve planlaması çalışmalarında alınabilecek önlemler açısından oldukça önemli bir veri sağlamaktadır.

Tablo 2: İzник Gölü Havzası'nda Risk Gruplarının Alansal ve Oransal Değerleri

Risk Sınıfları	EROZYON		DEPREM		HEYELAN	
	Alan (km ²)	Yüzde (%)	Alan (km ²)	Yüzde (%)	Alan (km ²)	Yüzde (%)
Çok Az Riskli	6,012	0,55	67,475	6,19	136,150	12,48
Az Riskli	79,477	7,29	344,698	31,65	154,543	14,16
Orta Riskli	780,150	71,6	385,560	35,4	742,715	68,12
Yüksek Riskli	224,615	20,51	231,129	21,22	57,244	5,24
Çok Yüksek Riskli	0,624	0,05	60,939	5,54	-	-
Risk Sınıfları	SEL VE TAŞKIN		YANGIN (Orman)			
	Alan (km ²)	Yüzde (%)	Alan (km ²)	Yüzde (%)		
Çok Az Riskli	10,091	0,91	0,161	0,01		
Az Riskli	608,543	55,38	193,485	17,79		
Orta Riskli	254,673	23,34	528,248	48,62		
Yüksek Riskli	201,901	19,06	359,605	33,08		
Çok Yüksek Riskli	14,368	1,31	5,524	0,5		



Şekil 9: İznik Gölü Havzası Risk Haritaları A) Erozyon B) Deprem C) Heyelan D) Sel ve Taşkın E) Orman Yangını

İnceleme havzasında kütle hareketleri ve etkisi hem topografik yapının değişmesine yol açabilmekte hem de beşeri faaliyetlerin tamamı ile canlı hayatına etki edebilmektedir. MTA'dan alınan heyelan envanterleri inceleme sahasında geçmiş dönemli heyelanların mevcut olduğunu göstermektedir. Bunun yanında yapılan ağırlıklı bindirme analizi sonucu sahanın % 68'inde heyelan görülme olasılığı yüksek orandadır (Şekil 9C). Bu yüksek riskli sahalarda özellikle eğim değerlerinin yüksek olduğu havzanın güney kesiminde yer almaktadır. Havzada çok yüksek riskli heyelan alanları görülmemektedir.

Değişen iklim koşulları ani ve beklenmedik yağışların artmasına neden olmakta, yanlış arazi kullanımı ve antropojenik değişimler neticesinde dünya ve ülkemiz ölçeğinde sel ve taşkınların görülme olasılığı her geçen gün artmaktadır. Havza yönetimlerinde ele alınan temel konuların başında suyun korunması ve kullanılmasının gelmesi, aynı zamanda sel ve taşkınların önlem çalışmaları açısından önemlidir. Yapılan sel ve taşkın analiz sonuçlarına göre havzanın % 20'si çok yüksek ve yüksek riskli alanları oluşturmaktadır (Şekil 9D). Bu sahalarda

özellikle uzun ve debisi diğer akarsulara göre daha yüksek olan akarsu kenarlarını teşkil etmektedir. Havza tabanını oluşturan göl kıyıları ve alüvyal sahalara ile vadi tabanları diğer yüksek riskli alanları meydana getirmektedir.

Havzadaki yangın riskinin temelini, özellikle ekosistem yaklaşımında önemli risk etmenini oluşturan orman yangınları meydana getirmektedir. Son yıllarda havzanın arazi örtüsünde olumlu olarak artış gösteren orman varlığı aynı zaman yangın açısından büyük bir risk alanını meydana getirir. Yapılan ağırlıklı bindirme analizine göre havzanın % 34'ü çok yüksek ve yüksek riskli grupları oluşturmaktadır (Şekil 9E). Bu alanlar daha çok kuru ormanların bulunduğu kuzey kesimde yoğunlaşmıştır. Orta riskli alanlar ise havza alanının yarısını oluşturmaktadır. Özellikle kuru ormanların dışında çalı, fundalık ve otlak alanlar ile zeytinlik alanlar yangın riski açısından önemli sahalardır.

İznik Gölü Havzası'nda irili ufaklı pek çok akarsu ile İznik Gölü hidrografik yapının temelini oluşturur. Özellikle tarım alanlarında suyun kullanımı oldukça yaygındır. Havza içerisinde yaşayan halk, gölün doğu ve batısındaki verimli ovalarda göl sularını çekmek ya da akarsulardan yararlanmak vasıtasıyla suları tarımda kullanmaktadır. Aynı zamanda sulu tarım alanlarında kullanılan gübre ve ilaçlar yüzeysel akış şartları ile daima İznik Gölü'ne dökülmektedir. Zaten havzada gölün gideğeni olan Gölyayağı Deresi dışındaki bütün dereler sentripetal drenaj ağı ile sularını göle boşaltmaktadır. Bu nedenle kullanılan ilaç ve gübre artıkları göl sularına karışarak kirliliğe sebep olmaktadır. Aynı zamanda daha çok Orhangazi'de bulunan sanayi odaklı tesislerin katı atıkları da göle deşarj olmakta ve kirliliğin diğer bir nedenini oluşturmaktadır. Gemlik kıyılarında ve çevresinde de sanayi ve liman odaklı su kirliliği varlığı dikkat çekmektedir. Meydana gelen kirlenmenin en büyük etkisi İznik Gölü üzerinde hissedilmektedir. Göl 1990 yılında sit alanı ilan edilmiş ve belli koruma uygulamaları planlanmıştır. Ayrıca İznik Gölü balık ve su kuşları temelinde korunmakta ve doğal sit alanı kapsamında olan "Yaban Hayatı Koruma, Geliştirme ve Yerleştirme" statüsüne de sahiptir. Fakat gölün atıklar ve yüzeysel akışla kirlenmesi gölde yaşayan karabatak, gece balıkçılı ve bazı deniz canlılarının azalmasına neden olmuştur (Meşeli, 2010: 141). Aynı zamanda havza sulak alanları meydana getiren sazlık-bataklık alanlarının da bu kirlilikten etkilenmesi kuvvetle muhtemeldir. Bu durum da göle gelen kuş türlerini etkileyebilecektir. İznik Gölü'nün kirlilik düzeyinin artması doğal olarak sadece gölü değil havzasını da etkileyecektir. Göl kirliliğinin artması gölün gideğeni ile bu kirliliğin havzanın batısında ve buradaki toprak yüzeyine karışmasına da neden olabilecektir. Temel olarak alınması gereken önlemlerin havza yönetim çalışmalarının önceliğinde olan suyu koruma ve kullanma kapsamında değerlendirilmesi gerekmektedir. Su kaynaklı diğer sorun ise İznik Gölü seviye değişimleridir. Yapılan çalışmalar İznik Gölü'nde büyük bir seviye alçalması olmadığını gösterse de değişim trendinin genel olarak azalma eğiliminde olduğu tespit edilmiştir (Akbulak, 2006: 123). Bu durumun oluşmasındaki temel etmen ise göl sularının zirai amaçlı sulamada kullanılmasıdır.

Havzada hava kirliliği durumunun karbonmonoksit ve partiküler madde açısından çok yoğun olmadığı tespit edilmiştir (Meşeli, 2010: 144). Genel olarak havzanın batısı (Gemlik) hariç yoğun yerleşmelerin bulunmaması bu kirliliğinin az olmasını sağlamıştır. Ancak yapılan İstanbul-İzmir otoyolunun kirliliği arttırması beklenmektedir. Havzada genel olarak kış döneminde ısınma nedeniyle kirlilik düzeyi biraz artmaktadır. Hava kirliliği İznik, Orhangazi, Gemlik şehir merkezlerinde ve özellikle havzanın batısında görülmektedir.

Tarımın yoğun olarak yapıldığı İznik Gölü Havzası'nın bazı alanlarında toprak kirliliği mevcuttur. Daha önce yapılan bazı çalışmalarda tarım topraklarında ağır metal değerlerinin yüksek olduğu tespit edilmiştir (Başar vd., 2004: 97). Havzadaki toprakların Fe ve Ni değerlerinin sınır eşiklere yakın olduğu ancak bu düzeyin üstüne çıkmadığı anlaşılmaktadır. Bu nedenle havza yönetimi kapsamında yapılacak önleyici, bilgilendirici ve koruma kullanma yaklaşımları ile toprak örtüsünün korunması amaçlanmalıdır.

6. İznik Gölü Havzası'nda Doğal Ortam Koşulları-Havza Yönetimi ve Planlama İlişkisi

İznik Gölü Havzası'nda doğal ortam koşullarının havza yönetimine ilk etkisi yönetim ve planlama sahasının sınırlarının tayin edilmesi şeklindedir. Özellikle jeolojik, jeomorfolojik ve hidrografik unsurların belirleyeceği sınırlar havzanın bütününde etkisini gösterecektir. Bu bakımdan İznik Gölü Havzası'nın sınırları sahanın hidrografik olarak su toplama (akaçlama) havzasına denk gelir ve çevresindeki dağlık sahalara ile plato alanlarının en yüksek kesimlerini oluşturan su bölümü çizgisi ile sınırları tayin edilmektedir. Daha önce yapılmış çalışmalarda havzanın bu özelliği ön plana alınmış olsa da özellikle havzanın batı kesiminde karmaşıklıklar bulunmaktadır. Gölyayağı deresinin İznik Gölü'nün gideğeni olması doğal olarak akarsuyun denize ulaştığı alanın da havza içerisinde yer almasını sağlamaktadır. Bu nedenle de Gemlik şehri de havza yönetimi açısından sınırlar içerisine alınır. Son yıllarda yapılan morfometrik çalışmalar da havzanın bu şekilde tayin edilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır (Elbaşı ve Özdemir, 2018: 67-68). Aynı zamanda Marmara Havzası Eylem planı da belirtilen şekilde İznik Gölü Havzası sınırlarını kapsamaktadır. Ayrıca bu durumun diğer önemli noktası; akarsu ve yakın çevresinde yapılacak faaliyetlerin ya da değişen doğal koşulların etkisini ilk olarak akarsuyun tamamında, kendi

alt havzasında ve bağlı bulunduğu havzada göstermesi bütünleşik havza yönetimi anlayışı açısından belirtilen sınırlar kapsamında yer almasının bilimsel, yönetim ve planlama açısından daha doğru olacağını kanıtlamaktadır.

İznik Gölü Havzası'nda doğal ortam koşullarının havza yönetimi ve planlaması üzerinde daimi olarak etkisi olacaktır. Ancak burada gözden kaçırılmaması gereken nokta doğal ortam koşullarının daima insan ve faaliyetleri ile olan etkileşiminin ön planda tutulması ve dikkate alınması gerekliliğidir. Mekanı planlama, geleceğe dönük yönetim çalışmaları oluşturma her zaman doğal ortam şartları ve insan faaliyetlerinin bu alanı nasıl kullanması gerektiği ile ilgilidir. Bu bakımdan İznik Gölü Havzası'nda da doğal ortam koşullarının havza yönetimine etkisi beşeri faaliyetlerin bu çevresel faktörleri nasıl kullanması ve en iyi şekilde nasıl faydalanması üzerine odaklanmıştır.

İznik Gölü Havzası'nda **jeolojik** formasyonların dağılışı mekan kullanımını etkilemekte ve bunun dışında doğal afet süreçlerini ve dağılışı yönlendirerek risk alanlarının etkisini belirlemektedir. Özellikle göl kıyıları ve çevresinde alüvyonların varlığı bu alanlarında tarım alanı olarak kullanılmasını ve planlamasını sağlamaktadır. Ancak bu alanlar aynı zamanda deprem açısından riskli sahalardır. Yani havzada İznik yerleşim merkezinin ovada kurulması bu nedenle deprem riskinin de en çok yaşanacağı alanı oluşturmaktadır. Havzadaki ova sahalarının tarım için uygun koşullar sunması önemlidir. Ancak bu alanların yerleşmeye açılmış olması ve genişleyerek tarım alanlarını kaplaması sürdürülebilirlik, havza yönetimi ve planlaması açısından oldukça yanlış bir uygulama olacaktır. Bu durumda beşeri faaliyetlerin mekanı kullanma koşullarının uygunluk analizlerine göre yapılması ve bu süreçte jeolojik özelliklerinde kullanılması gerekmektedir. Yapılacak havza yönetimi ve planlama çalışmasıyla jeolojik özelliklerin ölçeğinde yerleşim alanlarının daha dirençli zeminlere doğru genişlemesini planlamak gerekmektedir. Bu nedenle Orhangazi ilçesinin durumu daha risksiz alan içerirken Gemlik ve İznik şehirleri oldukça riskli alanlardadır. Jeolojik özellikler havza içerisinde taş ocaklarının alanlarını, kullanımları ve etkilerini de tayin ederek havza yönetimi ve planlamasında yer bulmaktadır. Özellikle Orhangazi çevresindeki taş ocaklarının kullanımı sonucu değişen alanlar ve meydana gelen antropojenik etkiler değerlendirilmeli, oluşturabilecekleri riskler analiz edilerek yönetim çalışmaları kapsamına dahil edilmelidir. Genel olarak jeolojik özelliklerin insan faaliyetlerinin araziyi kullanmadaki etkisi havza yönetimi çalışmalarında göz önüne alınmalıdır. Yerleşim, tarım, sanayi, ulaşım ve madencilik faaliyetleri gibi beşeri aktivitelerin dağılışı alanlarının belirlenmesinde ve buradaki kullanım boyutu ile araziden en iyi şekilde faydalanmada jeolojik özellikler önemli rol oynamaktadır.

Jeomorfolojik koşullar İznik Gölü Havza Yönetimini, yükselti, eğim, bakı ve rölyefe ait birimlerin dağılışı, özellikleri ile bu alanları beşeri kullanım durumu açısından etkilemektedir. İlk olarak yükselti farkının havzanın tabanından çevreye doğru artması iklimik koşulları etkilemekte ve bu durum beşeri faaliyetlere yön vermektedir. Bu nedenle geleceğe dönük planlamalarda yüksek kesimlerin daima bu özelliği ön plana alınmalıdır. Diğer bir durum havzada yapılan tarım, zeytincilik vd. faaliyetlerin iklim değişikliğinden etkilenmesi ve bu durumun yükseltiye bağlı olarak değişmesidir. Yapılan çalışmalar 100 yıl içinde sıcaklık şartlarının artmasıyla iklim değişimi etkisinin daha fazla yaşanacağını öngörmektedir. Bu nedenle havzanın daha yüksek kesimlerinde var olan bütün beşeri faaliyetler değişebilecektir. İznik Gölü Havzası'nda eğim değerlerinin göl kıyıları ve çevresi dışında oldukça yüksek olması yapılacak beşeri faaliyetleri etkilemekte ve planlamaya yansımaktadır. Bu durum tarım alanlarının dağılışı, makine kullanımını, yerleşim yerlerini ve ulaşımı etkilemektedir. Zaten havzanın batısından geçen İstanbul-İzmir otoyolunda bulunan tüneller ve viyadüklerin varlığı eğim ve topografik yapının etkisini göstermektedir. Bu durum insan faaliyetlerinin jeomorfolojik koşulları nasıl kullandığını ve bu alanlardaki etkinin havza yönetimi açısından boyutlarına örnek teşkil etmektedir. Bakı şartları havzada bitki örtüsü ve tarımı etkilemektedir. Özellikle güneye bakan yamaçlarda kuru ormanlar ve kurakçıl bitkiler bulunurken kuzey sektörlü yamaçların olduğu Gürle ve Avdan dağlarında nemli ormanlar ve bitkiler yer almaktadır. Jeomorfolojik birimlerden fay dikliklerinin varlığı havzanın güney kesiminde tarım ve yerleşim alanlarının dağılışı sınırlandırmıştır. Bu alanların aynı zamanda deprem riskinin yüksek olduğu sahalar olması planlama çalışmasında mekanın kullanımı açısından önemli bir etkiyi ihtiva etmektedir. Vadi tabanları ve alüvyal sahalar ile eğimin az olduğu alanlar sel ve taşkınlar açısından riskli alanlardır. Bu nedenle havzada önemli yerleşim yerleri ve tarım alanlarını tehdit eden en büyük etkenlerden biri sel ve taşkınlardır. İznik Gölü Havzası'nda sel ve taşkın açısından bazı alanların yüksek riskli grup içerisinde yer alması geleceğe dönük önlemlerin alınmasını ve planlamaların bu şekilde yapılmasına neden olacaktır. Yine topografik özellikler ve eğim özellikleri ile antropojenik etkenlerin her geçen gün artması havzada heyelan ve erozyon riskini etkilemiştir. Özellikle İznik Gölü Havzası'nın kuzey ve güneyindeki dik yamaçlar erozyon ve heyelan riskini barındırmaktadır. Yapılacak planlama çalışmalarında sahadaki risk alanlarının dikkate alınması bir zarurettir. Burada gözden kaçmaması gereken husus doğal afet riskinin tek başına jeomorfolojik koşullarla alakalı olmamasıdır. Mekanın nasıl kullanıldığı ve buradaki faaliyetler afet riskini ortaya çıkaran diğer önemli husustur. Bu durumda havza yönetimi açısından risk alanlarının tespitinde ve geleceğe dönük planlamalarda daima fiziki ve beşeri ortam koşullarının dikkate alınması gerekliliğini ortaya

koymaktadır. Jeomorfolojik açıdan havza içerisinde değişen yükselti basamakları nüfusun ve yerleşmenin dağılışını da etkileyerek havza yönetimi kapsamında beşeri koşulları da etkilemektedir. Özellikle yükseltinin az olduğu alanlar diğer doğal ortam koşullarının sağladığı imkanlarla daha fazla yoğun yerleşimlerin meydana gelmesini sağlamıştır.

Klimatik faktörler, havzalar ölçeğinde en geniş etkiye sahip unsurdur. Bu yönüyle doğal ortam koşullarının başında gelmektedir (Garipağaoğlu, 2017: 168). Ancak unutmamak gerekir ki bu koşullara insanın nasıl tepki verdiği ve bu alanlarda nasıl faaliyetlerde bulunduğu beşeri özelliklerin kapsamında değişenlik göstermektedir. İznik Gölü Havzası'nda iklim özellikleri birçok unsuru etkilemiştir. Özellikle bitki örtüsü, toprak oluşumunu etkilemiş ve havzanın arazi kullanımında farklı boyutlarda etkiler yapmıştır. Bunların dışında, sıcaklık ve yağış koşulları, havzanın güneyinde ve kuzeybatısında ormanlık sahalarının varlığını şekillendirmiştir. Yağış şartlarının dağılışı ve sıcaklık koşulları havza tabanındaki ovalarda tarımsal faaliyetlerin gelişimini etkilerken, ürünlerin türlerini de belirlemektedir. Aynı zamanda sıcaklık ve yağış şartlarının yükseltiye göre değişmesi İznik Gölü Havzası'ndaki bitki türlerinin yükselti seviyesine göre değişmesine, orman üst sınırı ve tarım üst sınırı gibi seviyelerinin durumunda da etkili olmaktadır. Havzanın yüksek kesimlerinde orman varlığının bulunması ve zirai faaliyetlerin göl çevresinde yoğunlaşması yükseltiye göre sıcaklık ve yağış şartlarının değişmesi ekseninde dağılış göstermektedir. Havza içerisinde gözlemlenen zeytin ve bahçe tarımı varlığı İznik Gölü Havzası'nın geçiş iklimi özelliği ile diğer iklimik koşulların etkisinde gelişmiştir. Ancak geleceğe dönük planlamalarda artık en önemli faktörü iklim değişikliği ve etkileri oluşturacaktır. Bu nedenle yaşanan değişimlerin havza için öngörüsü, değişikliklerin havzayı fazlaca etkileyeceği yönündedir. Yağış şartlarının azalması (kuraklık etkisi) ve mevsimsel trendinin değişmesi ilk olarak tarım alanlarını etkileyecektir. Aynı zamanda havzanın doğusunda daha düşük değerler gösteren şartların karasallık ve bakı etkisiyle daha da azalacağı ve İznik ovasında tarımsal faaliyetlerin sulu tarım yerine kuru tarıma geçebileceğini öngörmektedir. Meydana gelen değişikliklerin zeytin alanlarını da etkilemesi muhtemeldir. Bu nedenle gelecekte bu alanların yerine farklı tarım arazileri oluşturabilecektir. Diğer taraftan karlı gün sayısının azalması, yağış şartlarının değişmesi havza yönetimi açısından çok önemli olan su döngüsünün havzada değişimine ve bütün koşullara etkisine yol açacaktır. Meydana gelebilecek sel ve taşkınlar ile diğer doğal afetlerde yaşanabilecek gelişmelerdir. Bu nedenle İznik Gölü Havza yönetimi ve planlama çalışmalarında günümüz iklim verileri ve dağılışı analiz edilmeli aynı zamanda iklim değişikliğine yönelik projeksiyon ve senaryo modelleri oluşturularak planlamaların bu şekilde yapılması gerekmektedir.

Toprak ve Bitki Örtüsünün havza yönetimine etkisi, arazi-mekan kullanımın dağılışını, beşeri faaliyetlerini değiştirmek ya da farklı etkiler yapmak şeklindedir. İznik Gölü Havzası'nda yönetim açısından toprak kullanımı önemli bir konudur. Çünkü mevcut arazi varlığının % 27'sini tarım ve vb. koşullar meydana getirmektedir. Diğer açıdan sahanın % 30'unu meydana getiren orman varlığı da bitki örtüsünün havza için ne kadar önemli koşullar oluşturduğunu göstermektedir. Toprak gruplarından verimli olan alüvyal toprakların dağılışı İznik Gölü çevresinde ve akarsuların taban kısımlarında yoğunlaşmıştır. Bu nedenle havza yönetimi ve planlaması açısından bu sahaların tarım dışı kullanımlara açılmaması gerekmektedir. Aynı zamanda önemli bir risk olan erozyonun havzadaki problemlerden biri olması yönetim çalışmalarında erozyon risk analizlerinin dikkat edilmesi gereken konular açısından ilk sıralarda yer almasını sağlayacaktır. Bu nedenle havzada erozyon risk çalışmaları açısından önlemler alınmalıdır. Orman alanları da aynı koşulları barındırmakta ve korunması gereken saha özelliğindedir. Aynı zamanda bu alanlar yüksek riskli yangın sahalarıdır. Ormanların ekosistem açısından önemli ve birçok ekolojik varlığı barındırması diğer önemli bir özelliktir. Bu nedenle havzanın % 34'nün orman yangınları açısından yüksek riskli gruplarda yer alması geleceğe dönük planlamalarda bu sahalarda koruma faaliyetlerinin önemini ve etkisini göstermektedir. Göl kıyılarındaki sazlık-bataklık alanlar, sulak alan varlığı ve göl ekosistemi de havza yönetimi açısından önemlidir. İznik Gölü 1990 yılında sit alanı ilan edilmiş ve belli koruma alanları oluşturulmuştur. Bu durumun havza yönetimine etkisinin olacağı kuşkusuz önemli bir gerçektir. Ancak beşeri baskının artması bu alanları daima tehdit edecektir. Planlamalarda buradaki floristik ve faunistik koşullar da mutlaka dikkate alınmalıdır.

Hidrografiya unsurlarının havza yönetimine etkisi İznik Gölü Havzası'nda oldukça önemlidir. Sahanın göl varlığı, akarsular, yer altı suları ve akaçlama alanı bütün havza yönetimi ve planlamasına yön verecek temel unsurlardır. Havzaların temel girdisi olan yağışlar ve çıktısı olan yüzeysel akış durumu hidrolojik döngü, havza yönetimi-planlaması açısından temel etki alanlarından biridir. Bu bakımdan İznik Gölü Havzası tabanını meydana getiren İznik Gölü planlamanın nirengi noktasını oluşturmaktadır. Gölün seviye değişimleri, göle gelen akarsular, gölün gideğini, meydana getireceği değişim ve etkiler havzanın bütün alanını ve ekosistemini etkilemektedir. Havzanın bazısında 1970'li yıllardan önce yapılan set ile seviye kontrolleri sağlanmış ve kurutulmuş sulak alan tarıma atısına dönüşmüştür. Bu noktada sulak alanların doğal ekosisteminin ve işleyişinin önemli parçası olması, floristik ve faunistik özellikler barındırması ve insanlara olan faydalarından dolayı tehdit altında olması ya da yok olması önemli doğa sorunlarından birini teşkil eder (Arı, 2019: 152). Havzadaki bu örnek aslında dar alanlı değil

geniş alanlı bir etkiye sahiptir. Bu durum havzanın tarım alanının genişlemesinin yanında ekosistemini de etkilemiştir. Bu nedenle havza 1990 yılında doğal sit alanı ilan edilmiştir. Aynı zamanda İznic Gölü balık ve su kuşları kapsamında uluslararası öneme sahip sulak alan konumunda olup sit alanı koruması çerçevesinde yaban hayatı koruma, geliştirme ve yerleştirme statüsüne de sahiptir. Günümüzde havzanın sulak alan özelliği ile ilgili planlama ve koruma çalışmaları uygulamada olmasa da teorik olarak başlamıştır. Havzanın en önemli hidrografik unsuru olan İznic Gölü'nün sulak alan yapısı belirtilen hususlar kapsamında havza yönetiminin de odak noktasını oluşturması gereken baş aktörleri arasında yer almalıdır. Diğer bir durum havzanın batısında yapılan Çerkeşli Göleti ile su kullanımı ve tarımsal alanlarda artış gözlemlenmesidir. Havzanın gideğeni durumundaki Göluyağı deresinde yapılan faaliyetlerde özellikle havzanın batısını etkilemektedir. Diğer taraftan bütün ova alanlarında tarımda su kullanımı için göl suları çekilmekte bu durumun geleceğe dönük planlamada tehdit faktörü içerisinde yer alacağı düşünülmektedir. Yağış verisi ve akaçlama alanı günümüz koşullarında İznic Gölü seviyesinin azalmasını önlemektedir. Ancak değişen iklim koşulları bu alan için tehdit olarak görülmekte ve yukarıda belirtildiği gibi yapılacak yönetim ve planlama çalışmalarına senaryo modelleri ve risk faktör etki dağılımları ile yansması gerekmektedir. Hidrografik koşulların İznic Gölü Havzası'ndaki diğer etkisi ise yer altı sularıdır. Genel olarak bir problem alanı oluşturmayan sular alüvyal sahalarda kuyular vasıtasıyla kullanılabilir. Hidrografik koşulların diğer etkisi beşeri faaliyetlerle olan etkileşimiyle meydana gelmektedir. Havzada göl ve akarsular şehirlerdeki evsel atıklar, sanayi atıkları ve diğer tarımsal kullanımlar nedeniyle kirlenmektedir. Bu durumun bütün havzayı etkileyeceği düşünüldüğünde atık yönetim çalışmalarının havza yönetim ve planlama çalışmalarıyla entegre olması gerekmektedir. Bu kapsamda havzadaki sulak alan varlığının korunması, göl ve akarsuyu kirlen atıkları önleme çalışmaları, havzada hidrolojik yapının korunması ve beşeri faaliyetlerin havza su varlığını sürdürülebilir şekilde kullanması havza yönetimi ve planlaması açısından oldukça önemlidir.

7. Sonuç ve Öneriler

İznic Gölü Havzası çok çeşitli doğal ve beşeri ortam unsurlarını barındırmakta ve kendi içerisinde farklı özellikler sunmaktadır. Sahanın jeolojik olarak tektonik bir alana denk gelmesi, fay hatları ve sismisite varlığı, jeomorfolojik olarak birçok birimi barındırması, hidrografik açıdan büyük bir göl varlığı ile akarsu potansiyeli, sulak alanı, toprak ve bitki örtüsü çeşitliliği havzanın zengin doğal varlıklarını oluşturmaktadır. Beşeri açıdan tarihsel geçmişe sahip yerleşim yerlerinin bulunması, tarım, sanayi gibi farklı ekonomik koşullarının varlığı, nüfus bakımından farklı büyüklükteki şehir ve kır yerleşmeleri, arazi kullanımındaki değişimler, önemli ulaşım hatları ve taş ocakları gibi antropojenik etkinin görüldüğü alanların bulunması ise beşeri koşulların havzadaki durumunu göstermektedir. Bütün bu varlıklar aynı zamanda havza içerisinde birbirine etkilemekte ve birbirinden etkilenerek farklı işleyişlere sahne olmaktadır. Bu nedenle İznic Gölü Havzası önemli bir coğrafi etkileşim alanıdır. Göl alanı ile havzanın farklı ekosistemleri barındırması ekolojik açıdan da havzaya değer katmaktadır. Bütün bu veriler havza yönetiminde doğal ve beşeri ortam koşullarının dikkate alınmasını sağlayacaktır. Aynı zamanda havzada meydana gelen arazi kullanımı değişiminin doğal ortam koşullarını etkilemesi, doğal kökenli olan ancak beşeri faaliyetlerin etkisinde de gelişen erozyon, heyelan, deprem, yangın, sel ve taşkın ile risk alanlarının varlığı havza yönetimi ve planlamasında coğrafi çalışmaların ve doğal ortam koşullarının planlamaya etkisini göstermektedir. Bu nedenle yapılacak havza yönetimi ve planlaması çalışmalarının bütüncül kapsamda ele alınacağı düşünüldüğünde fiziki ve beşeri coğrafya koşullarının ayrılmaz bir bütün olduğu, farklı alanları inceleseler dahi etkileşimlerinin her geçen gün artacağı ve bu bakımdan bütüncül havza yönetimi ve planlamasının temelinde yer alması gerektiği düşünülmektedir.

Ülkemizde yapılan havza eylem planlarının bütüncül yaklaşımla ele alınması ve gerekli CBS ve UA teknolojilerin kullanılması havza yönetimi açısından önemli gelişmelerdir. Ancak bu tür çalışmalarda yine klasik havza yönetimin etkilerinin görüldüğü, su kaynakları üzerine yoğunlaşmış bir yapının olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum İznic Gölü Havzası'nın da içerisinde yer aldığı Marmara Havzası Eylem Planında da gözlemlenmektedir. Bu çalışmalarda mutlaka doğal ve beşeri ortam koşullarının etkileşimi sonucu ortaya çıkan dinamik süreçlerin yer alması, risk alanlarının ve etkilerinin ortaya konulması gerekmektedir. Havza eylem planlarında yapılan bazı çalışmaların (kuraklık, erozyon sorunu vb.) tek başına havzanın bütün yapısı içerisindeki durumu ortaya koymadığı ve bunun havza yönetiminde geleceğe dönük farklı sorunların ortaya çıkabileceği yorumunu yapmamıza neden olmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada İznic Gölü Havzası gibi bir alt havzada üretilen doğal koşulların özellikleri, bu alanların beşeri etkenler sonucu değişen arazi kullanımı ve geleceğe dönük değerlendirmeleri, doğal-beşeri ortam koşullarının ortak etkisinde ortaya çıkan risk alanları ve dağılım haritalarının havza yönetimi ve planlaması çalışmalarında kullanılabilmesi ve önemli girdi verileri ile geleceğe dönük değerlendirmeler sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca yapılan çalışmalar iklim değişikliği ve bunun sonucunda birçok doğal ortamın bu değişimlerden etkileneceğini ve insan faaliyetlerinin çeşitli riskler ile sorunlarla karşı karşıya kalacağını öngörmektedir. Bu nedenle İznic Gölü Havzası da önemli doğal ortam potansiyelinin yanında çeşitli risk ve sorunlarla günümüzde karşılaşmakta ve gelecekte daha fazla etkiyle karşılaşması muhtemeldir.

Çalışmanın temel önerisini de şuan var olan ve gelecekte muhtemel olan risk ve sorunların havza ölçeğinde belirlenmesi oluşturmaktadır. Bu nedenle tespit edilen erozyon, deprem, heyelan, sel ve taşkın, yangın risklerinin yanında çevre kirliliği sorunları Iznik Gölü Havzası'nın günümüz ve gelecekteki en önemli ilgi alanını oluşturmaktadır. Bundan dolayı yapılacak mikro ve makro planlamaların tek bir odak noktasından değil bütüncül olarak ele alınması gerekmektedir. Yapılan eylem planları ile yapılacak diğer havza yönetim planlamalarının bu özellikler dahilinde geliştirilmesi olumlu çalışmalar sağlayacaktır.

Kaynakça

- Adatepe, F., Erel, L., (2006) Iznik Tarihsel Dönem Deprem Verilerinin İrdelenmesi, İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Yerbilimleri Dergisi, 19(2): 131-150.
- Akbulak, C., (2006) Iznik Gölü Depresyonunun Beşeri ve İktisadi Coğrafya Açısından İncelenmesi İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, Doktora Tezi, İstanbul.
- Akbulak, C., (2007) Iznik Gölü havzasında arazi kullanımının seçilmiş köyler üzerinde incelenmesi. İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi, 15, 24-43.
- Akkaya, C., (2002) Su ve Toprak Kaynakları Yönetiminde Havza Yönetim Modelinin Önemi, Türkiye Mühendislik Haberleri, Sayı 4-5-6, s.20-23.
- Akkaya, C., Efeoğlu, A., Yeşil, N., (2008) Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi ve Türkiye'de Uygulanabilirliği, TMMOB Su politikaları Kongresi, 195-204.
- Aladağ, A., Çiçek, N., Erul, G., (2008) Bütüncül Havza Yönetimi, Fatih Üniversitesi, III. Çevre Sorunları Kongresi, 170-178.
- Alpaslan, A. H., Ataç, A., Yeşil, N., (2007) River basin management plans in Turkey during the accession period to European Union, State Hydraulic Works, International Congress on River Basin Management, Proceeding, Antalya, 148-166.
- Ardel, A. (1954) Iznik Depresyonu ve Gölü, İstanbul Üniversitesi, Coğrafya Enstitüsü Dergisi 2(5-6), 225-230.
- Ardel, A. (1959) İzmit Körfezi'nden Iznik Gölüne Morfolojik Müşahadeler. İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi, (10), 145-151.
- Arı, Y., (2017) Çevresel Determinizmden Politik Ekolojiye: Son 100 Yılda Dünya'da ve Türkiye'de İnsan-Çevre Coğrafyasındaki Yaklaşımlar, Doğu Coğrafya Dergisi, 37, 1-34.
- Arı, Y. (2019). Nature conservation at Gönen Creek Delta Wetlands (Balıkesir): Water, culture and life. International Journal of Geography and Geography Education (IGGE), 40, 151-171.
- Avcı, S., (1997) Aşağı Filyos Havzasında Planlama Sorunlarına Coğrafi Yaklaşım, Türk Coğrafya Dergisi, 32, 301-316.
- Aydın Çoşkun, A., (2009) AB Su Çerçeve Direktifi Kapsamında Nehir Havza Yönetim Planlarının Hukuki Analizi, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 1, 43-55.
- Bach, H., Clausen, T. J., Dang, T.T., Emerton, L., Facon, T., Hofer, T., Lazarus, K., Muziol, C., Noble, A., Schill, P., Sisouvanh, A., Wensley, C. and Whiting, L. (2011) From local watershed management to integrated river basin management at national and transboundary levels. Mekong River Commission, Lao PDR.
- Bahadır, M., (2011) Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Acıgöl Havzasının Sürdürülebilir Kullanımı ve Yönetimi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı Doktora Tezi. Afyonkarahisar.
- Bahadır, M., (2013) Kovada Gölü Milli Parkı'nın Sürdürülebilir Yönetimi, Doğu Coğrafya Dergisi, 18(30), 287-310.
- Baloc, M. A., Tanik, A., (2007) Development of an Integrated Watershed Management strategy for Resource Conservation in Balochistan Province of Pakistan, Elsevier, 1(3): 38-46.
- Bargu, S., Sakinç M. (1990) İzmit Körfezi İle Iznik Gölü Arasında Kalan Bölgenin Jeolojisi ve Yapısal Özellikleri. İstanbul Üniversitesi Yer Bilimleri Dergisi, 6 (1-2), 45-76.
- Barrow, C.J., (1998) River Basin Development Planning and Management: A Critical Review, World Development, 26(1): 171-186.

- Başar, H., Gürel, S., Kavkat, A. V., (2004) İznik Gölü Havzasında Değişik Su Kaynaklarıyla Sulanan Toprakların Ağır Metal İçerikleri, Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 18 (1), 93-104.
- Beheim, E., Rajwar, G. S., Haigh, M., Krecek, J. (2012) Integrated Watershed Management: Perspectives and Problems. Springer Science & Business Media.
- Bilgin, T.. (1967) Samanlı Dağları, İstanbul Üniversitesi, Coğrafya Enstitüsü Yay.No:50, İstanbul.
- Cobourn, J., (1999) Integrated Watershed Management on the Truckee River in Nevada, Journal of the American Water Resources Association, 35(3), 623-632.
- Daeghouth, S., Ward, C., Gambarelli, G., Styger, E., Roux, J. (2008) Havza Yönetim Yaklaşımları, Politikaları ve Faaliyetleri: Ölçek Büyütmeye Yönelik Dersler, Su Sektörü Kurulu Kararı Belge Serisi Belge No.11, Dünya Bankası, Washington, DC.
- Danacıoğlu, Ş., (2017) Bakırçay Havzasında Ekolojik Risk Karakterizasyonuna Dayalı Havza Yönetimi, Balıkesir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı Doktora Tezi, Balıkesir.
- Doğanay, H., Sever, R., (2011) Genel Fiziki Coğrafya, Pegem Akademi Yayınevi, Ankara.
- Efe, M., Sılaydın Aydın, B., (2009) İdari Sınır Dayalı Planlamanın Değiştirilebilirliği ve Havza Temelli İl Sınırları Önerisi, Ege Coğrafya Dergisi, 18(1-2), 73-84.
- Elbaşı, E., Özdemir, H., (2018) Marmara Denizi Akarsu Havzalarının Morfometrik Analizi, Coğrafya Dergisi – Journal of Geography 36, 63-84.
- Erginal, A. E., (2018) M.S. 740 İznik Depreminin Yalı Taşlarındaki İzi ve Su Altındaki Bazilika ile İlişisine Dair Tartışma, TÜCAUM 30. Yıl Uluslararası Coğrafya Sempozyumu Bildiriler Kitabı, (3-6 Ekim 2018), 35-38, Ankara.
- Erinç, S., (1996) Klimatoloji ve Metodları (4. Baskı). İstanbul: Alfa Basım Yayım Dağıtım, İstanbul.
- Erinç, S., (2001) Jeomorfoloji I, Der yayınları 3.Basım, İstanbul.
- Fernández A. (2016) River Basins and Water Management in Spain. Tagus and Ebro River Basin Districts: an account of their current situation and main problems, Universidad Autónoma de Madrid Spain.
- Gardiner, V., (1990) Drainage Basin Morphometry, In: Goudie AS (Ed) Geomorphological techniques. Unwin Hyman, 71-81. London,
- Garipağaoğlu, N., (2012) Havza Planlamalarında Coğrafyanın Rolü ve Türkiye’de Havza Planlamacılığı, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Sayı 16(2), 303-337.
- Garipağaoğlu, N. (2017) Bölge Planlama ve Türkiye’de Mekânsal Planlama Yaklaşımları. Yeditepe Yayınları. İstanbul.
- Garipağaoğlu, N., Şahin, C., Çeker, A., Şenol, C., (2015) Çayağzı (Riva) Havzası’nın Doğal Ortam Koşulları (Jeolojik-Jeomorfolojik-Hidrografik Açından) ve Sürdürülebilir Kullanım Üzerindeki Rolü, Marmara Coğrafya Dergisi, 31, 48-81.
- Girgin, E., (2008) Bütüncül Havza Planlaması ve Yönetiminin Hukuki Temele Dayandırılması, TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi Bildirileri, 377-388, Ankara.
- Gönenç, İ. E., (2004) Havzaların Sürdürülebilir Yönetimi-Havza Ekosistemini Oluşturan Çevresel, Sosyal Ve Ekonomik Karakteristikler. İgem, Ses Topluluğu Yayınları, İstanbul.
- Grigg, N. S., (1996) Water Resources Management: Principles, Regulations and Cases, McGraw-Hill, New York.
- Grigg, N. S., (1999) Integrated Water Resources Management: Who should Lead, Who should Pay?, Journal of the American Water Resources Association, 35(3), 527-534.
- Güngördü, M., (1999) Marmara Bölgesinin Bitki Coğrafyası, İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları, Yayın No 3416, İstanbul.
- GWF (2000) Integrated Water Resources Management. Global Water Partnership, Technical Advisory Committee (TAC). Tac Background Papers No. 4, Stockholm, Sweden.
- Harmancıoğlu, B. N. Gül, A., Fıstıkloğlu, O. (2002) Entegre Su Kaynakları Yönetimi, Türkiye Mühendislik Haberleri, 419, 29-39.

- Hızal, A., Serengil, Y., Özcan, M. (2008) Ekosistem Tabanlı Havza Planlama Metodolojisi ve Havza Çalışmalarında Yapılan Yanlış Uygulamalar, TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi, 20-22 Mart 2008 Ankara.
- Hoşgören, M. Y., (2010) Hidrografya'nın Ana Çizgileri I, 6. Baskı, Çantay Kitabevi, İstanbul 2004. ISBN: 975-7206-40-7
- Hoşgören, M. Y.,(2011) Jeomorfoloji Terimleri Sözlüğü, Çantay Kitabevi, İstanbul.
- Hooper, B. P., (2003) Integrated Water Resources Management and River Basin Governance, Universities Council On Water Resources Water Resources Update, Issue 126, 12-20
- İzmirak, R., (1986) Coğrafya Terimleri Sözlüğü, Milli Eğitim Basımevi, Öğretmen Kitapları Dizisi,: 157. İstanbul.
- Karadağ, A. A., Barış, M. E., (2012) Kovada Gölü Alt Havza Yönetim Planının Geliştirilmesi, Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi, 8(1), 118-136
- Karataş, A., (2017) Karasu Çayı Havzasının Hidrografik Planlaması, Çantay Kitabevi, İstanbul.
- Kayacılar, C., (1999) Gemlik Körfezi, Iznik Gölü, Bursa ve Yenişehir Ovaları Arasında Kalan Sahanın Jeomorfolojisi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, Doktora Tezi.
- Koontz, T. M., & Newig, J. (2014). From planning to implementation: Top-down and bottom-up approaches for collaborative watershed management. *Policy Studies Journal*, 42(3), 416-442.
- Küçükali, U. F., Atabay, S., (2013) Havzaların Fiziki Planlamasına Ekolojik Yaklaşım, Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 6(1), 180-183.
- Lee, D. C., Dinar, A. (1996) Integrated Models Of River Basin Planning, Development, And Management, *Water International*, 21, 213-222.
- Liu, Y., Guo, H., Zhang, Z., Wang, L., Dai, Y., Fan, Y., (2007) An Optimization Method Based on Scenario Analysis for Watershed Management Under Uncertainty. *Environ Manage* 39, 678–690.
- Meriç, E., Nazik, A., Avşar, N., Alpar, B., Ünlü, S., Gökaşan, E. (2009) Kuvaterner'de olası Marmara Denizi-Iznik Gölü Başlantısının delilleri: Iznik Gölü (Bursa-KB Türkiye) güncel sedimanlarındaki Ostrakod ve Foraminiferlerin değerlendirilmesi. *İstanbul Yerbilimleri Dergisi*, 22 (1), 1-19.
- Meşeli, A. (2010) Iznik Gölü Havzasında Çevre Sorunları, Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi, 14, 134-148.
- Mitchell, B. (1991) "BEATting" Conflict and Uncertainty in Resource Management and Development. In Mitchell, B. (ed.) *Resource Management and Development*. Oxford university Press, Toronto.
- Mody, J., (2004) Achieving Accountability Through Decentralization: Lessons for Integrated River Basin Management, *World Bank Policy Research Working*, 33-46.
- Mostert, E.N.W.M., Bouman, E., Savenije, H.H.G., Thissen, W.A.H., (2000) River Basin Management and Planning, *River Basin Management – Proceedings of the International Workshop, The Hague, UNESCO, Paris*.
- Naiman, R. J. (Ed.). (2012). *Watershed management: balancing sustainability and environmental change*. Springer Science & Business Media.
- Okur, N., Çengel, M., Katkat, V., Uçkan, H.S. (2001) Kirlenme sürecindeki Iznik Göl suyu ile sulanan tarım topraklarında mikrobiyolojik aktivitenin değişimi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 38(2-3), 119-126.
- Omerik, J.M. ve Bailey, R.G., (1997) Distinguishing Between Watersheds and Ecoregions, *Journal of The American Water Resources Association (JAWRA)*, Paper No. 96178, 33(5): 935-949.
- Özhan, S. (2004) *Havza Amenajmanı*. İstanbul Üniversitesi, Rektörlük Yayın No: 4510, İstanbul: Orman Fakültesi Yayın No: 481
- Öztürk, M. Z., Çetinkaya, G., Aydın, S., (2017) Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasına göre Türkiye'nin iklim tipleri. *Coğrafya Dergisi*, 35, 17-27.

- Öztürk, S., (2011) Devrekani Çayı Alt Havzası Örneğinde Havza Yönetim Planının Geliştirilmesi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara.
- Pektezel, H., (2013) Mekece- İznik-Gemlik fay Zonu'nun tektonik Jeomorfoloji İncelemesi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, Doktora Tezi, İstanbul.
- Selçuk Biricik, A., (2009) Fiziki Coğrafya-Jeomorfoloji İle Hidroloji'nin Temel Prensipleri Ve Araştırma Yöntemleri, Cilt 1. Gonca Yayınevi, İstanbul.
- Singh, P., Gupta, A., & Singh, M. (2014). Hydrological inferences from watershed analysis for water resource management using remote sensing and GIS techniques. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science, 17(2), 111-121.
- Snellen, W.B. Scherel, A., (2005) IWRM: for Sustainable Use of Water 50 Years of International Experience with the Concept of Integrated Water Resources Management, Background Document to the FAO/Netherlands Conference on Water for Food and Ecosystems, The Hague.
- Tağıl, Ş., Menteşe, S., (2013) İznik Gölü Yakın Çevresinde Arazi Kullanımı-Arazi Örtüsü Değişimi (1987-2001), Coğrafyacılar Derneği Yıllık Kongresi Bildiriler Kitabı, 19-21 Haziran 2013, 710-718.
- Turoğlu, H., (2000) Doğal Ortam Analizi ve Düzenleme-Planlama Çalışmaları, İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Dergisi, 8, 201-212.
- Turoğlu, H., (2014) İklim Değişikliği ve Bartın çayı Havza Yönetim Muhtemel Sorunları, Coğrafi Bilimler Dergisi, 12 (1), 1-22.
- TÜBİTAK MAM Çevre Enstitüsü (2010) Havza Koruma Eylem Planlarının Hazırlanması-Marmara Havzası Projesi,
- Üçler, N., (2015) Bütünleşik Havza Yönetimi Karar Verme Mekanizmasına Oyun Teorisinin Potansiyel Katkısının Belirlenmesi, Gebze Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Kocaeli.
- White, G. F. (1997) The River as a System. A Geographer's View of Promising Approaches. Water International 22 (2): 79-81.
- Yalçınlar, İ., (1985) Strüktürel Jeomorfoloji 1, İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları No: 800. İstanbul.