

GSI JOURNALS SERIE B: ADVANCEMENTS IN BUSINESS AND ECONOMICS

Volume: 1 Issue: 2

JOURNAL INFO (COPYRIGHT)

Journal Name	GSI Journals Serie B: Advancements in Business and Economics
E-Mail	GSIJournalsB@gsico.org
Web	https://gsico.info/publications
Adress	Josipa Broza Tita 23A sprat II, PD97.KO Podgorica III - MONTENEGRO
Publisher	Halil Cem Sayın

Chef in Editor

H. Cem Sayın
(Assist. Prof. – Anadolu University)

Co-Editor

Arif YÜCE
(Res. Ass. – Eskisehir Technical University)

Editorial Board

<i>Alper Çabuk</i> (Prof. - Eskisehir Technical University)	<i>Avinash Pawar</i> (Assoc. Prof. - University of Pune)
<i>Dileep Kumar</i> (Assoc. Prof. - BERJAYA University College)	<i>Francesco Greco</i> (Prof. - University of Niccolo Cusano)
<i>Dimitrios Diamantis</i> (Prof. - Les Roches Global Hospitality Education)	<i>Detlev Remy</i> (Assoc. Prof. - Singaporian Institute of Technology)
<i>Dragan Ciscic</i> (Prof. - University of Rijeka)	<i>M. Adel Atia</i> (Assoc. Prof. Minia University)
<i>Halim Perçin</i> (Prof. - Ankara University)	<i>Jagbir Singh Kadyan</i> (Assoc. Prof. - University of Delhi)
<i>Haywantee Ramkissoon</i> (Assoc. Prof. - Curtin University)	<i>Mukhles Al-Ababneh</i> (Assoc. Prof. - Al-Hussein Bin Talal University)
<i>Jean-Pierre van der Rest</i> (Prof. - Leiden University)	<i>Sunil Kumar Tiwari</i> (Prof - A.P.S.University)
<i>Jelena Janjusevic</i> (Assist. Prof. - Heriot-Watt University)	<i>Gamal S. A. Khalifa</i> (Assoc. Prof. - Lincoln University College)
<i>Judy Hou</i> (Manager - The Emirates Academy of Hospitality Management)	<i>Hilmi Rafet Yüncü</i> (Assoc. Prof. - Anadolu University)
<i>Mahdi Nasrollahi</i> (Assist. Prof. - Imam Khomeini International University)	<i>Athula Gnanapala</i> (Assoc. Prof. - Sabaragamuwa University)
<i>Mir Abdul Sofique</i> (Assoc. Prof. - University of Burdwan)	<i>Taki Can METİN</i> (Assist. Prof.-Kırklareli University)
<i>Onur Çakır</i> (Assist. Prof. - Kırklareli University)	<i>Saye Nihan Çabuk</i> (Assoc. Prof. - Eskisehir Technical University)
<i>Piyush Sharma</i> (Assoc. Prof. Amity University)	<i>Amitabh Upadhya</i> (Prof. - Skyline University College)
<i>Sonia Mileva</i> (Prof. - Sofia University)	<i>Sunil Kumar</i> (Assoc. Prof. - Alliance University)
<i>Stephanie Morris</i> (Assoc. Prof. - The Emirates Academy of Hospitality Management)	<i>Dejan S. Sabic</i> (Prof. - University of Belgrade)
<i>Şükran Şahin</i> (Prof. - Ankara University)	<i>Öner Demirel</i> (Prof. - Kırkkale University)

GSI JOURNALS SERIE B: ADVANCEMENTS IN BUSINESS AND ECONOMICS

Volume: 1 Issue: 2

Authors	Article	Page
Sibel SARIÇAM	Kentsel Açık-Yeşil Alanların Afet Sonrası İşlevleri (Functions of Urban Green Areas After Disaster)	1-15
A. Emre CENGİZ Osman AYTEKİN Alper ÇABUK	New Approach To Green Supply Chain Management For Turkish Construction Sector	16-25
Balca AĞAÇSAPAN Alper ÇABUK	Sustainable Aviation: GIS For Airport	26-34
Talha Aksoy Serhat Sarı Alper Çabuk	Sulak Alanların Yönetimi Kapsamında Su İndeksinin Uzaktan Algılama İle Tespiti, Göller Yöresi (Determination of Water Index With Remote Sensing In The Scope of Water Management, Region Of Lakes)	35-48

GSJ JOURNALS SERIE B: ADVANCEMENTS IN BUSINESS AND ECONOMICS

Volume: 1, Issue: 2, p. 1-15, 2019

KENTSEL AÇIK-YEŞİL ALANLARIN AFET SONRASI İŞLEVLERİ

FUNCTIONS OF URBAN GREEN AREAS AFTER DISASTER

Sibel SARIÇAM¹

(Received 08.02.2019 Published 28.02.2019)

ÖZET

Doğal veya beşeri nedenlerle dünyanın farklı coğrafyalarında farklı boyutlarda farklı afet tipleriyle karşı karşıya kalınmaktadır. Son yıllarda küresel iklim değişikliğine bağlı olarak yaşanan afet sayısında da artış görülmektedir. Özellikle doğal afetlerin önüne geçmek olanaksızdır. Ancak afetin zarar veren etkilerini en aza indirmek doğru bir öngörü ile mümkün olabilir. Doğaya karşı direnmek yerine doğayla uyum içinde yaşamayı öğrenme bilincine sahip olmak sağlıklı öngörüler yapabilmemizi olanaklı kılar. Yaşanılan coğrafyanın potansiyel afet riskleri göz önüne alınarak yapılan planlama çalışmaları ile daha güvenli kentler oluşturmak, kent planlamanın önemli kriterlerinden biri olmak durumundadır. Bu bağlamda kente ekolojik, ekonomik ve sosyal faydalar sağlayan açık-yeşil alanların afet sonrası toplanma, barınma, tahliye ve sağlık hizmetlerinin sağlanması gibi fonksiyonları göz önünde bulundurularak ele alınması oldukça önemlidir. Afet riski yüksek yerleşim yerlerinde afet parkları oluşturulmaktadır. Afet öncesi rekreasyonel hizmet veren bu parklar afet sonrası kent halkına farklı bir boyutta hizmet vermektedir. Bu çalışmada açık yeşil alanların afet sonrası fonksiyonları göz önünde bulundurularak nasıl planlaması gerektiği ele alınmış, dünyadan örnekler değerlendirilmiş ve açık alanların önemine vurgu yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: açık yeşil alan, afet parkı, afet

¹ Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, ssaricam@ogu.edu.tr

ABSTRACT

Different types and sizes of disasters are faced in different geographies of the world because of natural or human reasons. In recent years, there has been an increase in the number of disasters due to global climate change. Especially natural disasters are impossible to prevent. However, minimizing the damaging effects of the disaster may be possible with an accurate prediction. Rather than resisting nature, learning to live in harmony with nature enables us to make healthy predictions. To create safe cities, potential disaster risk must be taken into account in geography where living. It has to be one of the important criteria of urban planning. In this context, it is very important to consider the open-green areas that provide ecological, economic and social benefits to the city by taking into consideration the functions such as gathering, sheltering, evacuation and providing health services. Disaster parks have to be created in places with high disaster risk. These parks, which provide recreational services before the disaster, serve the citizens in a different dimension after the disaster. In this study, it is discussed how open green areas should be planned by considering the after disaster functions, examples from the world are evaluated and the importance of open spaces has been emphasized.

Keywords: open green areas, disaster park, disaster

1. GİRİŞ

Dünya dinamik bir gezegendir. Geniş bir zaman diliminde veya bir anda yaşanan değişimler, bazen doğal süreçlerin, bazen insan müdahalesinin, bazen de ikisinin etkileşiminin bir sonucudur. Bu sonuçlar, üzerinde barındırdığı canlıların yaşam mücadelesini zorlaştırabilir veya yok edebilir. Afet olarak adlandırılan ve toplumun olağan yaşam düzenini bozarak, can ve mal kayıplarına neden olan, onun yanıt verme ve uyum sağlama kapasitesini aşarak, dış yardım gereksinimi doğuran, ekolojik olaylar (Akdur, 2000, s. 1) bir olayın kendisi değil; bazen beklenen bazen de aniden doğurduğu bir sonuçtur (Kadioğlu, 2008, s. 2). Afet; sadece doğal olaylar için değil, insan ve teknolojik kaynaklı her türlü olay için de kullanılabilir. Afet tanımı için olayın kapladığı alan değil, etkisi ve mevcut kaynakların yeterli olup olmama durumu önemlidir (Güngör, t.y., s. 7).

Afetler; depremler, tsunamiler, seller, volkanik patlamalar, kuraklık, çölleşme gibi doğal sebeplerden olabildiği gibi; yangınlar, nükleer santral patlamaları, savaşlar, baraj çökmeleri, kimyasal sızıntılar, hatta kitlesel nüfus hareketleri gibi insan kaynaklı da olabilir (Akdur, 2000, s. 1; The European Commission's Science and Knowledge Service, 2018; Sena and Woldemichael, 2016, s. 8). Günümüzde, II. Dünya Savaşından bu yana çatışmadan kaynaklanan zorunlu göç en yüksek seviyededir, doğal afetlerden kaynaklı felaketlerin sayısı ve ölçeği ise giderek artmaktadır (International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies, 2016, s.11). Büyük depremlerin, sellerin, kuraklıkların, siklonların ve volkanik patlamaların yol açtığı zararlara ilişkin görüntüler ve haberler, her sene basında sıklıkla karşımıza çıkmaktadır. Son olarak Amerika'nın doğu kesimlerinde şiddetli kar fırtınası ve dondurucu soğuklar nedeniyle yaşam altüst olurken diğer yandan aynı günlerde Avustralya 45 derecenin üstüne çıkan sıcak hava dalgası ve beraberinde getirdiği sıkıntılarla gündeme gelmiştir. Afetlerin bugün daha büyük bir etkiye sahip olması halinde suçlu Tabiat Ana değil, insan doğasıdır ("Earth Observatory", t.y).

Bugün 7,6 milyar olan dünya nüfusunun, 2030 yılında 8,6 milyara, 2050 yılında 9,8 milyara ve 2100 yılında 11,2 milyara ulaşacağı beklenmektedir ("United Nations", 2019). Nüfus artışı ve bununla birlikte peyzajda oluşan değişimler bazı afetleri daha da şiddetli hale getirebilir. Örneğin; ağaçlı bir alan yerleşime açıldığında, sünger gibi emici olan toprak geçirimsiz yüzeylere dönüştüğünde, şiddetli yağmur sularının sızacağı yer olmayacaktır ve yağış sele dönüşecektir ("Earth Observatory", t.y).

Dünyadaki büyük şehirlerin yarısından fazlası, 2 ila 15 milyon arasında nüfusa sahip olup, yüksek deprem riski bulunan bölgelerdedir. Hızlı kentleşme, özellikle kıyı bölgelerini doğal tehlikelere daha açık hale getirmektedir. 2000 yılından bu yana, doğal afetlerle ilgili ölümler 1.1 milyonu aşmış; 2.7 milyardan fazla kişi etkilenmiştir. Son 12 yılda afetler yüzünden 1.3 trilyon dolar kaybedilmiştir (United Nations, 2012).

Bu nedenle afetlerin sosyal, ekonomik, kültürel içeriği ve boyutları üzerinde durularak bu temelde politikalar geliştirebilmek oldukça önemlidir. Düşük olasılıklı-büyük etkili riskler olarak tanımlanabilecek bazı afet türlerinin yıkım gücü alınan

önlemlerle en aza indirgenebilse de, tam olarak ortadan kaldırılması mümkün değildir. Zarar azaltma çalışmalarının etkinliği toplumların gelişmişlik düzeyleri ile doğru orantılıdır (Önsüz ve Atalay, 2015, s. 2). Bilim ise afetlerin etkilerini anlamada, tahminde bulunmada ve etkilerini azaltmada kritik bir öneme sahiptir (Huppert and Sparks, 2006, p. 1876).

2. AFET YÖNETİMİ

Afet yönetimi süreci; tehlikelere karşı zararları azaltma, hazırlıklı olma, müdahale etme ve iyileştirme amaçlı olarak dört temel aşamadan oluşmaktadır (Şekil 1) (Ayres, 2011, p. 10). Risk yönetimi olarak adlandırılan aşamada; afet öncesi hazırlıklı olma, tahminde bulunma, zararları azaltma önem kazanmaktadır (Kadioğlu, 2008, s. 3). Afetler meydana gelmeden önce olası tehlikeler ve riskleri belirlenerek gerekli önlemleri almak modern afet yönetiminin birinci adımını oluşturmaktadır (Helvacıoğlu ve Ogawa, 2008, s. 79). İkinci aşama; kriz yönetimi olarak adlandırılmaktadır ve afet sonrası müdahale etme, iyileştirme ve yeniden yapılanma çalışmaları önem kazanmaktadır (Kadioğlu, 2008, s. 2). Afet ve acil durum yönetimi kavramı, tüm bu aşamaları birbirinden bağımsız düşünülemez, sistemi bir bütün içerisinde ve kesintisiz olarak ele alır. Bu süreç birbirinin devamıdır, tamamlayıcıdır (Kırçın vd., 2017).

Kentlerimiz ne yazık ki afetlere karşı hazırlıklı değildir. Karşılaşılabilecek doğal afetlere ilişkin, afet öncesinde acil kurtarma ve yardım için hazırlıkların etkin bir biçimde yapılmasını sağlamaya, afet esnasında kentlilerin ilk toplanma ve afet sonrasında da geçici barınma ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik yeterli stratejilerin oluşturulmamış olmasından kaynaklı sorunlar yaşandığı görülmektedir (Özcan vd., 2013).



Şekil 1. Afet Yönetim Aşamaları

Kaynak: (Ayres, 2011, p. 10)

Toplanma alanlarının fiziksel, jeolojik ve coğrafi olarak afet riski bulunmayan alanlardan seçilmesi, aydınlatma sistemi (elektrik kesintileri için akü kaynaklı), tam donanımlı ilk yardım kiti ve sedye, el feneri, megafon, telefon hattı, battaniye, su ve tuvalet gibi temel insani ihtiyaçları karşılayabilecek donanımda olması gerekmektedir. Toplanma alanları kadar önemli olan acil barınma alanları ise, ilk kargaşanın atlatılması sonrasında afetzedelerin geçici bir süre de olsa barınmaları, rahat ve insanca yaşayabilmeleri için önceden planlaması yapılmış, olası en iyi yaşam şartlarının sağlandığı, temel barınma alanlardır (Maral vd., 2015).

Afet yönetimi kapsamında aktif olarak kullanılabilir alanlar arasında olan spor alanları, eğitim alanları, meydanlar ve yolların yanı sıra açık-yeşil alanlarında önemli bir rolü bulunmaktadır (Özcan vd., 2013). Kentsel açık ve yeşil alanların; kentsel ve kırsal çevreler arasında bağlantı kurma, rekreasyonel ve sosyal aktiviteler için ortam ve olanak sağlama, kent estetiğini iyileştirme, çevre kirleticilerin etkisini azaltma, mikroklimayı ve yüzey akışlarını düzenleme, bitki ve yaban hayatı türleri için uygun habitatlar oluşturma gibi birçok işlevi ve ekosistem hizmetini yerine getiren önemli kentsel biyotoplar olmasının yanı sıra (Doygun, 2017) afeti önleme ve azaltma fonksiyonu ile de kentin afete göğüs geren alanlarıdır (Zhu et al., 2016, p. 27.1). Afet sonrası ise sığınma noktaları olarak önemli bir fonksiyonu bulunmaktadır.

3. KENTSEL YEŞİL ALANLARIN AFET SONRASI İŞLEVLERİ

Açık-yeşil alanlar, afet sonrasında afet öncesi kullandıkları fonksiyonlarından farklı işlevler üstlenirler (Atalay, 2008). Kentlerin temel yapı taşlarından birini oluşturan açık-yeşil alanlar ekolojik, sosyal, rekreasyonel ve arazi kullanım planlaması fonksiyonlarının yanı sıra afet sonrası için de kilit alanlardır (Korgavuş ve Ersoy, 2015).

Acil erişim, toplanma, havadan erişim, kurtarma malzemelerinin depolanması ve dağıtımı, barınma amaçlı geçici çadır ya da konut alanı olarak kullanımı ile kurtarıcı mekânlardır (Kahyaoğlu, 2016). Afet sonrası açık-yeşil alanlar, başta güvenlik olmak üzere acil ihtiyaçların karşılandığı, müdahalelerin yapılabildiği, kentsel servislerin kaydırıldığı bir başka deyişle yaşamın tekrar başladığı yerlerdir (Kırçın vd., 2017). (Resim 1). Çünkü insanlar doğal afetlerde, tehlike altında hissettikleri durumlar karşısında içgüdüsel olarak açık alanlara çıkarlar. Binaları zarar görmemiş dahi bile olsa güvenlik açısından bir süre dışarıda bulunmayı tercih ederler (Korgavuş ve Ersoy, 2015). Bu anlamda açık-yeşil alanlardaki yetersizlik, hem kentin yaşam niteliklerini olumsuz yönde etkilemekte, hem de doğal afet riskleri açısından tedirgin edici olmaktadır (Özcan vd., 2013).

Yeşil alanlar, spor alanları, otoparklar, meydanlar vb. yapılaşmadan korunmuş olan bu alanların hizmet edecekleri nüfusa yeterli yakınlık ve büyüklükte olmaları, özellikle boş tutulmaları gerekmektedir. Bu nedenle iskân alanlarına yeterli yakınlıkta ve büyüklükte boş alanların imar planlarında ayrılması gerekir (Atalay, 2008).



Resim 1. 2017 Meksika depreminde hastaneden tahliye olan hastalar, yakınılardaki parklarda beklemek durumunda kalmıştır

Kaynak: <https://www.directrelief.org/2017/09/mexico-city-rocked-by-7-1-magnitude-earthquake-weeks-after-devastating-temblor/>

Afet sonrası toplanma alanı seçiminde; karşı karşıya kalınan afet tipi önemli olmakla birlikte, yerleşim alanlarına ve hizmet erişim noktalarına olan uzaklık, kullanım ve içme suyunun sağlanabileceği bir alan olması gibi bir takım özelliklere de dikkat edilir. Seçilecek alan afet tipine göre değişkenlik gösterebilir. Örneğin, tsunamiden sonra seçilecek toplanma alanının, genellikle kıyıdan uzakta, kent çevresindeki yüksek bir alanda ve çok sayıda kişiyi toplama kapasitesine sahip olması gerekliken, deprem sonrası toplanma alanı ise konutların ve kentsel altyapının yakınında, net bir görüş alanına sahip ve yine yeterli büyüklükte olmalıdır. Afet bölgesindeki farklı noktadaki su kaynakları da, afet sonrası toplanma alanlarının seçiminde kritik bir rol oynar. Örneğin, deprem sonrası en az üç gün boyunca merkezi su hizmeti olamayabilir. Böyle zamanlarda su kaynakları, kullanım suyu amaçlı ve gerektiği hallerde arıtılarak içme suyu temininde güvenli ortamlar sağlarlar (Allan et al., 2013, p. 252-253).

Pek çok kamu parkı ve meydanlar, afet sonrası toplanma ve müdahale alanı olarak merkezi bir rol oynar. Dünya'nın en büyük depremlerinden biri olan 1985 yılındaki 8.4 şiddetindeki Meksika depreminde, Monumento de la Revolución Meydanı ve çevresi kurtarma operasyonlarının merkezi haline gelmiştir. Bu tip alanların hasar gören yapıdan kaçan insanlar için ilk sığınak olma ve kurtarma operasyonlarının merkezi olma gibi işlevleri vardır. Kendi içinde farklı ihtiyaçları olan farklı insanları barındırma

kabiliyeti, iyi bir parkın özelliğidir. Bir afet durumunda parkların ve kamusal alanların işlevselliğinin daha da önemli bir hale geldiğini görüyoruz ("Citylab, 2017").

Japonya'da Hanshin Awai Depremi ve Orta Niigata Bölgesi Depremi gibi büyük ölçekli depremlerde bile, parklar afet iyileştirme ve yeniden yapılandırma çalışmaları için merkezi bir görev üstlenmiştir. Örneğin; Oookuni Parkı sadece Nagata bölgesindeki yangının yayılmasını engellemekle kalmamış, aynı zamanda acil durum tahliye alanı ve afet önleme faaliyetleri için bir merkez üssü olarak da işlev görmüştür (Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, 2005).

Japonya'da kent planlama çalışmalarında, doğal afetlere karşı güvenli şehirler yaratmak önemli ölçütlerden biridir. Büyük kentlerde, depremlerden sonra çıkan yangınlar büyük zarara yol açtığından beri, açık alan planlaması Japon kent planlamasının temel iskeletinin parçası haline gelmiştir. Japonya'da ilk kapsamlı kent planı büyük Kanto depreminden sonra yeniden yapılanma planı olarak yapılmıştır. 1923 yılında meydana gelen büyük Kanto depreminde Tokyo'nun 2.309.000 kişi olan nüfusundan 1.484.000 kişi etkilenmiştir. Projenin en önemli amacı ekonomik ve kültürel standartları göz önünde bulundurarak yangına dayanıklı şehrin nasıl inşa edileceğidir. Japonya yönetimi, yoğun kentsel alanları park ve bulvar-ağaçlı yollar gibi açık alanlarla ayırma metodunu seçmişlerdir. 1.570.000 kişinin parkların içine kaçıp hayatlarını kurtarmasından beri insanlar ağaçların ve açık alanların yangının yayılmasını önlediğini bilmektedir (Atalay, 2008).

Japonya'da kent parklarındaki spor alanları, tsunami nedeniyle evsiz kalan vatandaşların barınakları olarak kullanılmıştır. Yine kent parkları, acil ihtiyaç duyulan geçici barınakların inşaatı ve afet enkaz atıklarının geçici olarak depolanması için kullanılmıştır. Geniş açıklıklara sahip parklar, arama/kurtarma faaliyetleri ve tıbbi müdahale için gerekli malzemelerin tutulduğu bir merkez olarak kullanılmıştır. Deprem sonrasında kent içinde toplu taşıma felç olduğundan dolayı kentsel alan dışında kalan milli parklar, evlerine gidemeyen pek çok kişinin sığınma evi olarak hizmete girmiştir (Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, 2005).

İyileşme süreci, bir felaketin ardından ekonomik, sosyal ve fiziksel olarak yeniden toparlanma sürecidir. Bu süreç uzun olabilir ancak yapılan yanlışları düzeltme fırsatı da sunar. Geleceğe yönelik afet risklerini azaltmak için bazı fiziksel gelişim modellerinin değiştirilip, geliştirmesi gerekebilir. Afet risklerini azaltmaya yönelik çalışmalar yaşanan bir afet sonrası olay unutulmadan daha çabuk ve etkili olabilir. Uygun yapılaşma ve yapılar, onarım ve alan kullanım standartları ile yeniden oluşturulmuş bir topluluk, afet öncesi koşullara kıyasla gelecek için daha düşük bir risk taşır (Berke at al., 1993, p.93).

3.1. Afet Parkları

Parkların ve açık yeşil alanların afet sonrasında kullanımı yönetimleri afete açık yerlerde afet parkları oluşturmaya yönlendirmiştir. Bu tür parklar olağan zamanlarda toplumun rekreasyonel ihtiyaçlarını karşılarken afet sonrasında ise afet yönetiminin

gerçekleştirildiği bir merkez olarak hizmet eder. Neden açık-yeşil alanlar afet sonrasında bir afet yönetim merkezi olarak işlev görür? Çünkü parkların insanları destekleme kapasitesi diğer alanlara göre daha fazladır. Parklarda yapısal alanlar daha azdır, daha geniş açık alanlara sahiptir. Bu nedenle bir parkın yaklaşık %80'i açık bitkisel alan olarak ayrılmalıdır. Ayrıca çoğunlukla kamuya ait olduğu için geçici yapılar oluşturulabilir dolayısıyla izin alma, mülkiyet gibi sorunlarla karşılaşmaz (Masoumi, 2017, p.8).

Deprem öncesi halkın rekreasyona yönelik istek ve ihtiyaçlarını karşılayan aktif yeşil alanlar, yeşil alan standartları göz önüne alınarak artırılmalı, deprem sonrası için de gerekli donatılar ile fonksiyonel hale getirilmelidir (Kahyaoğlu, 2016). Japonya'da 1923 büyük Kanto depreminden sağ kalan Tokyo sakinleri kent merkezindeki yangın riskinden kaçarak daha güvenli bir alan olan ormanlara, tarım alanlarına sığınmışlardır. 1923 depreminden sonra kentsel alanlardaki açık yeşil alanlara olan ihtiyaç netleşmiştir. Özellikle son yıllarda afet sonrası sığınma parklarının planlanmasına önem verilmektedir. 2020 yılına kadar Tokyo'da 185 ha'lık yeni afet ve yaşamda kalma parkı inşa edilerek kentin yeşil alanlarının artırılması hedeflenmektedir ("The Guardian", 2014).

Afet parklarını planlarken farklı kentsel ölçeklerde (mahalle, semt, bölge, kent gibi) afet parklarının bulunmasına dikkat edilmelidir. Farklı ölçeklerdeki lojistik, yönetsel ve hiyerarşik ilişki tanımlanmalı ve birbirlerini tamamlayıcı fonksiyonları olmalıdır (Masoumi, 2017, p.9).

Tablo 1. Açık Alan tipi ve afet önleme ve geliştirmedeki rolü

<i>Açık Alan Tipi</i>	<i>Afet Önlemedeki Rolü</i>	<i>Geliştirme Yönü</i>
<i>Büyük Ölçekli Parklar</i>	Tahliye-toplanma alanı, afet kurtarma alanları	Metropolitan parkların geliştirilmesi ve sayıca artırılması
<i>Küçük Ölçekli Parklar</i>	Afet eylemleri için faaliyet noktası, afet sonrası buluşma noktası	Her yapı adası için uygun mesafede yeşil alanların hazırlanması
<i>Yollar</i>	Yangın engelleri, tahliye yolları	Yüksek Riskli Alanlardaki Yolların İyileştirilmesi

Kaynak: (Atalay, 2008)

Her mahallede en az bir afet parkı olması gerekmektedir (Gülgün et al., 2016, p.162). Mahalle parkları deprem anında veya sonrasında geçici barınma alanı olarak, geçici sağlık hizmetleri, yiyecek dağıtımı, gelecek yardım malzemelerinin depolanması ve diğer teknik donatılar için kullanılmaktadır. Bu sebeple deprem sonrasında yaşamsal faaliyetlerin devamının sağlanmasında çok önemli rolleri olan açık ve yeşil alanların ana ulaşım ağıyla ilişkisi sağlanmalı ve bu alanlara erişimi önleyecek engellere izin verilmemelidir. Kentlerde çeşitli amaçlarla kullanılan meydanlar afet sırasında

valilik, kaymakamlık ve ilgili kurumların çalışmalarında afet yönetim merkezinin kurulmasında bir kaynak oluşturmaktadır. Meydanların kentleri temsil etmesi ve herkes tarafından bilinmesi nedeniyle afet anında yaşanan şaşkınlık ve şok durumunda herkesin kolaylıkla ulaşabilecekleri buluşma alanları olmaktadır. Bu nedenle deprem sonrasında organizasyonun sağlanmasında, depremzedelere gelen yardımların toplanmasında ve yardımların dağıtımının yapılmasında çok önemli görevler üstlenmektedir. Ayrıca sergi ve fuar alanları da aynı amaçla kullanılabilir alanlardır. Açık otoparklar ve spor alanları deprem sonrasında gelen yardım malzemelerinin toplandığı, toplanma, geçici barınma ve çadır kent ihtiyacının karşılandığı alanlardır. Ayrıca bu alanların dışında kalan tüm kentsel açık ve yeşil alanlar deprem sonrasında, geçici toplanma/tahliye, çadır kent ve geçici yerleşim alanlarına dönüştürülebilmektedirler (Kahyaoglu, 2016).

Deprem sonrasındaki tüm bu çok işlevli kullanımlarından dolayı parklar, spor alanları, otoparklar, meydanlar, resmi, sağlık eğitim ve dini tesislerin açık alanları gibi yapılaşmadan korunmuş olan bu kentsel açık ve yeşil alanların hizmet edecekleri nüfusa yeterli yakınlık ve büyüklükte, süreklilik içinde ve kolay erişilebilir olmaları ve özellikle boş tutulmaları gerekmektedir (Korgavuş ve Ersoy, 2015).

Afet parklarına anayollardan ve ara yollardan olacak şekilde uygun bir erişim sağlanmalıdır ve minimum yol genişliği 12 metreden az olmamalıdır. Bu tür parklar, nehir, su yolu, doğalgaz hattı, elektrik şebekesi gibi kullanımların yanında oluşturulmamalıdır (Masoumi, 2017, p.9). Deprem sırasında enerji hatlarının kopmaması veya kopup çevreye hasar vermemesi için yeraltına alınması ve her türlü alt yapı galerilerinin trafik izleri arasında bırakılan, orta refüjler altında yapılması gerekmektedir (Çavuş, 2013).

Parkın ölçeği, geçici ve acil konaklama için destekleyebileceği nüfusa göre belirlenir. Park büyüklüğü kent içinde minimum 2 da, kent dışında minimum 5 da olarak ayrılmalıdır (Masoumi, 2017, p.9). Deprem parkı oluştururken özellikle yerleşime uygun görülmeyen, fonksiyonsuz; yoğunluk durumuna göre ihtiyacı karşılayabilecek nitelikte alanlar seçilmelidir (Çavuş, 2013).

Afet parkları için; helikopter pisti, yemek yapılan bir salon, yönetim binası, içme ve kullanım suyu olarak kullanılabilir olanaklar, yeterli sayıda tuvalet ve banyo sağlanmalıdır. Bu servisler mobil veya monte edilebilir olabilir. Parkın elektriğini sağlamak için güneş panelleri, konaklama platformları ve görsel-işitsel bildirim araçları kullanılmalıdır (Masoumi, 2017, p.9).

Tokyo'nun sığınma parkları, özellikle afet sonrası yaşanan kargaşa ve işlevsizlik dönemlerinde, zekice kurgulanmış hayatta kalma sığınaklarıdır. Elektrik arızaları durumunda elektrikli bisikletler ve akıllı telefonlar için güneş enerjisi ile çalışan şarj istasyonları, yemek yapmak için tasarlanan kamusal tezgâhlar yer alır. Tasarlanan parkta, bir felaketin ardındaki kritik ilk 72 saat için yaşamda kalmaya yardımcı olacak gıda ve su ihtiyacı için gerekli malzemeler, çim tepelerinin ve kiraz ağaçlarının altında depo edilmiştir. Bu parkların en bilineni Tokyo Rinkai afet önleme parkıdır (Resim 2).

Tüm şehir için bilgi akışını ve acil servislerini yönlendirebileceği bir merkez durumundadır. 33 dekarlık bir alanı kaplayan, elektrik prizleri ve LAN bağlantıları, geçici tuvaletler ve ısınma materyalleri bulunan park afetle mücadele çalışmaları için bir karargâh niteliğindedir ("The Guardian", 2014).



Resim 2. Tokyo Rinkai Afet Önleme Park Planı

Kaynak: <http://www.tokyorinkai-koen.jp/en/park/>

Japonya'da Hyogo Bölgesinde afet durumunda kullanılacak bir park kurma planı yapılmıştır. Bu park Hyogo bölgesinin tümüne hitap eden çekirdek bir tesistir. Depremler, seller ve tayfun gibi afetlerden etkilenen insanları kurtarmak, barındırmak için merkezi bir üs olarak işlev görmektedir (Miki City, 2019). Miki Afet önleme parkı olarak adlandırılan bu parkta, paslanmaz çelikte inşa edilmiş, duvarları çimle kaplı, kubbe şeklinde tasarlanmış tenis kortu aynı zamanda acil durum merkezi olarak düşünülmüştür ("Philippine Daily Inquirer", 2011) (Resim 3-4).

Bununla birlikte diğer afet parkları vatandaşların günlük yaşamlarına entegre edilmiştir. 1940 yılında inşa edilen Hikarigaoka Parkı kentlinin rekreasyonel ihtiyaçlarını karşılarken, afet durumunda 270000 insanı destekleyebilecek kapasitededir (Resim 5). Nakano Central Parkı, ofisler, restoranlar ve toplantı noktaları gibi alanların olduğu bölgede afet azaltma özelliği ile entegre olmuş bir başka park örneğidir (Resim 6). Açık alanın altında afet durumunda kullanılmak üzere gizli bir su deposu ve acil durum malzemelerini içeren bir depo bulunmaktadır ("The Guardian", 2014).



Resim 3. Hyogo Bölgesi Miki Afet yönetim parkındaki Tenis kortu ve Acil Durum Hazırlanma Alanı

Kaynak: <https://www.archdaily.com/6853/slowtecture-m-shuhei-endo/5010018d28ba0d42220003b5-slowtecture-m-shuhei-endo-image>



Resim 4. Hyogo Bölgesi Miki Afet yönetim parkındaki Tenis kortu çim duvarlar

Kaynak: <https://www.archdaily.com/6853/slowtecture-m-shuhei-endo/5010018d28ba0d42220003b5-slowtecture-m-shuhei-endo-image>



Resim 5. Hikarigaoka Park
Kaynak: <http://www.wifi-tokyo.jp/list.html>



Resim 6. Nakano Central Parkı
Kaynak: <http://www.nakano-centralpark.jp/shisetsu.html>

4. SONUÇ

Hangi afet tipi olursa olsun afet gerçeği ile yaşamak insanoğlunun kabullenmesi gerekli bir yazgıdır. Ancak bu yazgıyı hiçbir şey yapmadan kabullenmek yerine, hatalarından ders çıkararak, doğaya karşı savaşmadan uyum içinde, sistemin bir parçası olduğu düşüncesiyle çözümler üreterek karşılarsa, afetin olumsuz etkilerini hafifletebilir.

Yaşanılan afetler yılgınlığa ve umutsuzluğa yol açmamalı, karşılaşılabilecek olası afetlerin etkilerini azaltabilecek yeni girişimleri uygulamak için bir fırsat olarak görülmelidir. Kente ekolojik, ekonomik, sosyal ve estetik açıdan katkı sağlayan açık yeşil alanlar, afet sonrası fonksiyonları da göz önünde bulundurulduğunda bir lüks değil bir ihtiyaç olarak düşünülmelidir. Açık yeşil alan miktarları arttırılmalı, yer seçimi ve tasarımı afet sonrası işlevleri de göz önünde bulundurularak gerçekleştirilmelidir.

KAYNAKÇA

- Akdur, R. (2000). Afetler ve Afetlerde Sağlık Hizmetleri, Türkiye Sorunlarına Çözüm Konferansı-3, 21. Yüzyılda Türkiye, <http://www.recepakdur.com/upload/49.AFETLER%20VE%20SA%C4%9ELIK%20H%C4%B0ZMETLER%C4%B0.pdf>
- Allan, P., Bryant, M., Wirsching, C., Garcia, D., Rodriguez, M.T. (2013). The Influence of Urban Morphology on the Resilience of Cities Following an Earthquake, *Journal of Urban Design*, 18:2, 242-262.
- Atalay, H. (2008). Deprem Durumunda Kentsel Açık ve Yeşil Alanların Kullanımı Küçükçekmece-Cennet Mahallesi Örneği. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Ayres, H.M. (2011). Disaster by design the role of landscape architects in the Canterbury earthquake recovery, A dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master of Landscape Architecture at School of Landscape Architecture Lincoln University.
- Berke, P.R., Kartez, J., Wenger, D. (1993). Recovery after Disaster: Achieving Sustainable Development, Mitigation and Equity, *Disasters*, 17: 93-109. doi:10.1111/j.1467-7717.1993.tb01137.x
- Citylab, 2017. Park and Bicycles were Lifelines After Mexico City's Earthquake (2019, 5 Şubat) Erişim adresi: <https://www.citylab.com/environment/2017/09/parks-and-bicycles-were-lifelines-after-mexico-city-earthquake/541320/>
- Çavuş, G. (2013). Deprem Bölgelerindeki Açık-Yeşil Alan Sistemi İlke ve Standartlarının Bolu İli Örneğinde İrdelenmesi, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Ankara.

- Doygun, H. 2017. Açık ve yeşil alanların kent yaşamındaki yeri: BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİK, <http://www.plantdergisi.com/yazi-prof-dr-hakan-doygun-258.html>
- Earth Observatory, <https://earthobservatory.nasa.gov/Features/RisingCost/> (Erişim: Şubat 2018)
- Gülgün, B., Yazıcı, K., Dursun, Ş., Türkyılmaz Tahta, B. (2016). Earthquake Park Design and Some Examples from the World and Turkey, *J. Int. Environmental Application & Science*, Vol. 11(2): 159-165.
- Güngör, Y. Afet Kültürü, İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi Ders Notları, <http://cdn.istanbul.edu.tr/FileHandler2.ashx?f=afet-ku%CC%88ltu%CC%88ru%CC%88-ders-notu.pdf>
- Helvacıoğlu, İ.H., Ogawa, Y. (2008). “Yerleşim Ünitesi Analizi Saha Çalışması Uygulamaları, Kadioğlu, M. Ve Özdamar, E., (editörler), ‘Afet Zararlarını azaltmanın Temel İlkeleri’; s. 79-90. JICA Türkiye Ofisi Yayınları No: 2, Ankara.”
- Huppert, H.E., Sparks, R.S.J. (2006). Extreme natural hazards: population growth, globalization and environmental change, *Philosophical Transactions of the Royal Society A* (2006) 364, 1875–1888.
- International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies (2016). World Disasters Report Resilience: saving lives today, investing for tomorrow, (Eds. David Sanderson and Anshu Sharma), ISBN: 978-92-9139-240-7
- Kadioğlu, M., 2008. Modern, Bütünleşik Afet Yönetimin Temel İlkeleri; Kadioğlu, M. ve Özdamar, E., (editörler), “Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri”; s. 1-34, JICA Türkiye Ofisi Yayınları No: 2, Ankara.
- Kahyaoğlu, B. (2016). Tekirdağ Kentinde Doğal Afet ve Eğitim Parkı Planlaması Üzerine Bir Çalışma. Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Kırçın, P.N., Çabuk, S.N., Aksoy, K., Çabuk, A. (2017). Ülkemizde Yeşil Alanların Afet Sonrası Toplanma Alanı Olarak Kullanılma Olanaklarının Artırılması Üzerine Bir Araştırma, 4. Uluslararası deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı 11-13 Ekim 2017, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir. <http://www.tdmd.org.tr/TR/Genel/4UDMSK/pdf2017/3843.pdf>
- Korgavuş, B., Ersoy, E. (2015). Kadıköy İlçesi Kentsel Açık ve Yeşil Alanlarının Olası İstanbul Depreminde Yeterliliğinin İrdelenmesi, Uluslararası Burdur Deprem ve Çevre Sempozyumu, 07-09 Mayıs 2015, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur. [https://ees2015.mehmetakif.edu.tr/IBEES2015/16\(398-408\).pdf](https://ees2015.mehmetakif.edu.tr/IBEES2015/16(398-408).pdf)
- Maral, H., Akgün, Y., Çınar, A.K., Karaveli, A.S. (2015). İzmir’deki Afet Sonrası Toplanma ve acil Barınma Alanları Üzerine Bir Değerlendirme, 3. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı 14-16 Ekim 2015 – DEÜ – İZMİR. http://www.tdmd.org.tr/TR/Genel/pdf2015/TDMSK_143.pdf

- Masoumi, M. (2017). Innovating A New Idea Namely: Disaster Park (Multi Use Park). *Int J Sci Stud* 2017;5(3):5-10.
- Miki City, 2019. Miki Disaster Prevention Park (2019, 5 Şubat) Erişim adresi: http://www.city.miki.lg.jp/english/tourist_hst_disa.html
- Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, 2005. Needs for Parks and Green Spaces, Erişim adresi: <http://www.mlit.go.jp/common/000996960.pdf>
- Önsüz, M.F., Atalay, B.I. (2015). Afet Lojistiği, *ESOGÜ Tıp Fakültesi Dergisi*, 37(3), 1-6.
- Özcan, N.S., Erdin, H.E., Zengin, H. (2013). Kentlerde Açık ve Yeşil Alan Sistemlerinin Afet Yönetimi Bağlamında Kullanılabilirliğinin Değerlendirilmesinde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS): İzmir örneği, *TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi* 11-13 Kasım 2013, Ankara. http://www.hkmo.org.tr/resimler/ekler/240f6f89212165a_ek.pdf
- Philippine Daily Inquirer, 2011. Green disaster management centers, (2011, 15 October) Erişim adresi: <http://business.inquirer.net/24807/green-disaster-management-centers>
- Sena, L., Woldemichael, K. (2006). Disaster prevention and Preparedness, Lecture notes for Health Science Students, Jimma university, In Collobration With The Ethiopia Public Health Training In collaboration with the Ethiopia Public Health Training Initiative, The Carter Center, the Ethiopia Ministry of Health, and the Ethiopia Ministry of Education
- The European Commission's Science and Knowledge Service, (2019, 25 Ocak). <https://ec.europa.eu/jrc/en/research-topic/natural-and-man-made-hazards>
- The Guardian, 2014. Tokyo's disaster parks: hi-tech survival bunkers hidden under green spaces (2014, 19 August) Erişim adresi: <https://www.theguardian.com/cities/2014/aug/19/tokyo-disaster-parks-hi-tech-survival-bunkers-hidden-green-spaces-earthquake>
- United Nations, (2012). UN System Task Team On The Post 2015 UN development Agenda, Disaster Risk and Resilience, Thematic Think Piece, UNISDR, WMO, (2019, 07 Şubat) Erişim adresi: http://www.un.org/en/development/desa/policy/untaskteam_undf/thinkpieces/3_disaster_risk_resilience.pdf
- United Nations, 2017. World Population Prospects: The 2017 Revision (2019, 07 Şubat) Erişim adresi: <https://www.un.org/development/desa/publications/world-population-prospects-the-2017-revision.html>
- Zhu, C., Wang, Y., Ren, W., Luo, I., Yin, Y., Xie, W., Liu, W. (2016). The Planning of Green Spaces to Prevent and Avoid Urban Disasters in Dujiangyan, Vol.17, Number 46, p. 27.1-27.6, <http://ijssst.info/Vol-17/No-46/paper27.pdf>

GSJ JOURNALS SERIE B: ADVANCEMENTS IN BUSINESS AND ECONOMICS

Volume: 1, Issue: 2, p. 16-25, 2019

A NEW APPROACH TO GREEN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT FOR TURKISH CONSTRUCTION SECTOR

A. Emre CENGİZ¹

Osman AYTEKİN²

Alper ÇABUK³

(Received 02.02.2019 Published 28.02.2019)

Abstract

Sustainability is an emerging issue for construction which is regarded as the most pollutant industry globally by causing huge greenhouse gas emissions and the greatest consumption of raw materials. Since materials is regarded as the main component of the construction projects, it is significant to reduce environmental impacts of materials-related activities during both design and construction phases. Supply chain management (SCM) is a sophisticated concept which contains all materials-related activities of construction projects. In the last decade, construction supply chain management (CSCM) has become a new challenge for both researchers and construction managers in order to reduce environmental impacts as well as the total project costs. Life cycle assessment (LCA) is being commonly utilized in order to evaluate the environmental impacts of a building material throughout its life cycle. In this paper, ecological aspects of CSCM are discussed. First of all, brief information, general framework and scope of the LCA technique are given. Then LCA tools that assess the environmental impacts of building materials are introduced. A new LCA approach for environmental impact assessment of building materials is suggested. Finally advantages the ecological perspective will bring to the Architecture, Engineering and Construction (AEC) industry are examined.

Keywords: Architecture, Engineering and Construction (AEC), Building materials, Construction Supply Chain Management (CSCM), Green Supply Chain Management (GSCM), Life Cycle Assessment (LCA).

¹ PhD, Kurtagic&Meridyen, aemrecengiz@gmail.com

² Asst. Prof. Dr., Eskisehir Osmangazi University, oaytekin@ogu.edu.tr

³ Prof. Dr., Eskisehir Technical University, acabuk@eskisehir.edu.tr

1. INTRODUCTION

The characteristics of the construction sector, such as high cost, long period and many different participants cause the difficulties on planning and management practices in the construction projects. This also applies to the material that constitutes an important part of the cost of construction projects. There may be various difficulties in material procurement without complete planning. Bertelsen (1993) suggested that a bad-planned supply chain increases the project total cost by approximately 10%. Building materials are required to be brought to the construction site in a way that optimizes the criteria of time, quality, cost and field conditions. But this process mostly becomes painful due to bad timing, lack of information and communication which all affects the management success of the project. Construction Supply Chain Management (CSCM) encompasses a very broad process starting from the customer's request to the demolition of the building at the end of its service life. CSCM is defined as a system in which suppliers, contractors, customers and other organizations work together in order to produce and use information for the purpose of producing materials, facilities, equipment and labor and other resources for construction projects (Hatmoko and Scott, 2010).

In the 1950s and 1960s, manufacturers adopted the fordist production model, which gave little flexibility to product and process flexibility. New product development activities have been slow and progressive, depending on in-house technology and capacity. Co-ordinated and strategic buyer-supplier relationships did not gain much value since technology and expertise are unacceptable due to the risky and insecurity of sharing. The purchasing function was generally seen as a service to production and managers did not pay much attention to purchasing issues (Tan, 2001). Quality revolution of the 1980s and the supply-chain revolution of the 1990s indicated that the best practices call for integration of environmental management with ongoing operations (Srivastava, 2007). While SCM increases the level of competition among companies, it is also a requirement to adapt to the trends of the era. These developments necessitate the transition from the classical SCM to Green Supply Chain Management (GSCM).

GSCM has emerged as an effective tool to ensure sustainability with a lower environmental footprint through the reduction of waste and carbon emission. GSCM integrates environmental thinking into supply chain management by including extensive stages from designing a product, material sourcing and selection, manufacturing processes, product delivery, and end-of-life management of the product (Srivastava, 2007). The term sustainability, which increasingly refers to an integration of social, environmental, and economic responsibilities, has begun to appear in the literature of business disciplines such as management and operations (Carter and Rogers, 2008). LCA is a prominent technique of assessing and comparing the environmental burden of products and services. According to the definition of EPA; LCA is a holistic concept and method used to determine the

possibilities of a product, process or activity to realize environmental impacts and environmental improvements throughout the whole life cycle. The life cycle mentioned in LCA constitutes process of raw material extraction, production, use/reuse, maintenance and recycling/waste management (EPA, 1995). LCA measures the amount of spent energy, waste generation and disposal, the use and consumption of natural resources.

LCA is a technique used in order to determine, report and manage the environmental impacts of the different stages of the life cycle, starting with the acquisition of raw materials used in the production of a product or service, including the disposal of all relevant production, transportation, use and waste disposal. (Demirer, 2011). LCA examines the environmental inputs and outputs associated with a product or service life cycle from the cradle to the grave, which means from the raw material acquisition to the production, transportation and use phase, if necessary, to further processing, to the final disposal process (Khasreen et al, 2009). LCA studies show the mass balance between processes and sub-processes; explores in a fragmented way to identify inputs, outputs and emissions; thus, it can model the system and provide comprehensive information about the life cycle of services and products (Condeixa et al., 2015).

LCA method has its own standards. According to these standards, LCA studies consist of four stages: Aims and scope, Life Cycle Inventory Analysis (LCI), Life Cycle Impact Assessment (LCIA) and Interpretation (ISO 14040, 2006). Figure 1 illustrates the stages of LCA. The definition of purpose and scope includes the definition of the product or services, the selection of the functional unit for comparison and the identification of the required detail information. The life cycle inventory analysis deals with the collection and synthesis of information on physical material and energy flows at various stages of the product life cycle. In the life cycle impact assessment, the characterization factor is used to calculate the contribution of each of the components in different environmental impact categories (climate change, ozone consumption, ecotoxicity, human toxicity, photochemical ozone formation, acidification, eutrophication, resource consumption and land use). This phase consists of three elements: selection, classification and characterization of impact categories. The classification of life cycle impact results converts used emissions, wastes and resources into selected impact categories (e.g. CO₂, CH₄, CO) (Ortiz et al., 2009). Finally, life-cycle interpretation takes place at all stages of the life cycle assessment, and enables interpretation of both the life cycle inventory analysis and the results of the life cycle impact assessment (Cabeza et al., 2014).

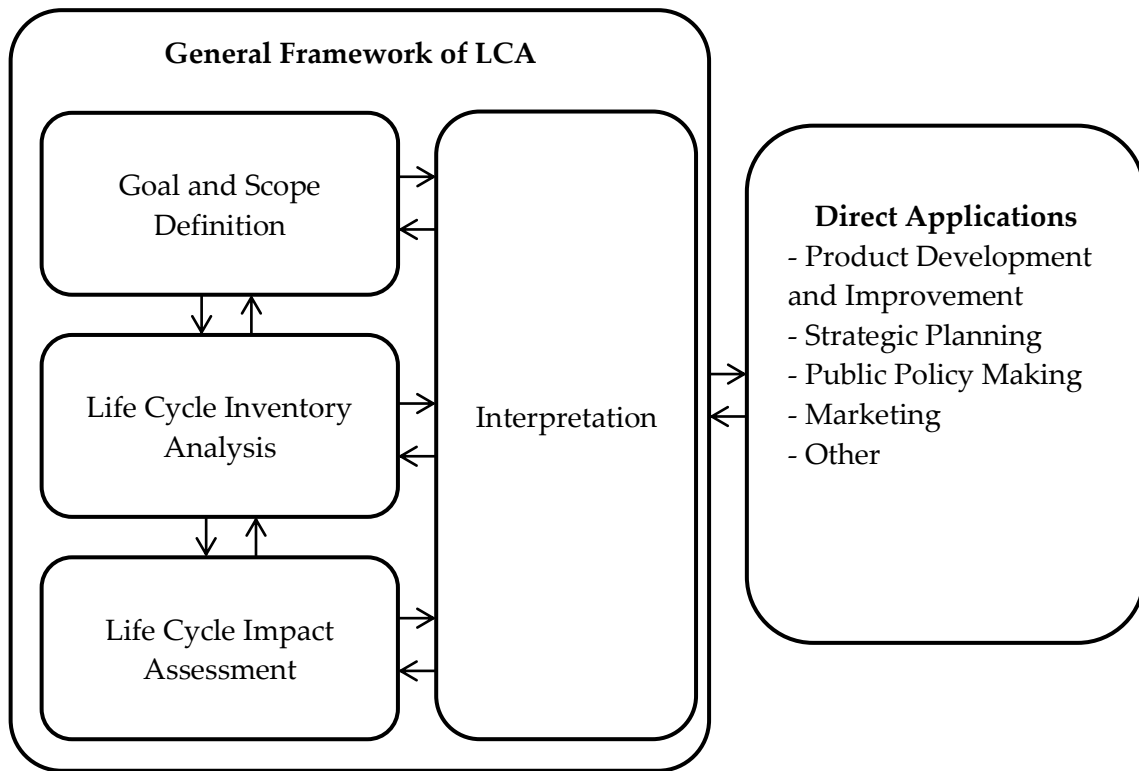


Figure 1: General Framework of LCA (ISO 14040, 2006)

LCA has been used in construction sector since 1990 and is an important tool for evaluating environmental performance of buildings. In 1998, the Society for Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC), which works for the purpose of developing the LCA methodology, has formed a working group that examines the applications of LCA in construction sector. The purpose of this group is defining the specific characteristics of LCA, to propose a specific guideline or options for method based choices and to make predictions for future studies. The main objective of LCA studies is to compare the LCA results obtained from different studies and to provide meaningful choices in the construction sector (Özdemir, 2012).

There are green building certification systems which make environmental sensitivity measurements of the whole structure with LCA technique and there are tools to determine the environmental effects of building materials and provide ecological material decision support. BREEAM (UK), LEED (USA), BEPAS (China), and CASBEE (Japan) are the featured systems for assessing the environmental awareness of the entire structure. In addition, there are tools such as LISA (Australia), Envest (UK), ATHENA (Canada), BEE (Finland)

developed for design decision support of the whole structure. BEES (USA), Gabi (Germany), SimaPro (Netherlands), TEAM (France) and LCAiT (Sweden) are the decision support systems developed for the evaluation of the environmental impact of building materials (Ortiz et al., 2009).

2. LCA TOOLS FOR CARBON EMISSION CALCULATION OF BUILDING MATERIALS

In recent years, various tools are developed in order to evaluate the environmental impacts of building materials and to make LCA method available for the selection of environmental-friendly building materials. These tools significantly improved the efficiency of analysis and expanded the implementation of LCA. Although these analysis tools shared the same theory, the functions' performance, the system framework and, even application are totally different, and the variety of these tools brings the problem of decision-making difficulties for the users (Fu et al., 2014). In a survey carried out in the USA in 2006, which was conducted for participants with private, public and academic staff, is revealed that 58% and 31% of the participants prefer Gabi and SimaPro software, while the remaining 11% prefer TEAM, BEES and other software (Cooper and Fava, 2006). These LCA tools will be introduced briefly as follows.

Athena Institute for Sustainable Materials in Canada has recently supported the use of the EcoCalculator, a free computing tool. This tool was able to analyze the simplified LCA in the context of the cradle-to-grave for construction materials. Impact Estimator for Buildings, developed by the Athena Institute in 2013, can also assess the environmental impact of the entire structure or assembly level by using the cradle-to-grave LCA approach. This LCA tool enables architects, engineers and researchers to assess the environmental impact of industrial, institutional, office-functional, multi-unit housing and single-family housing design (Fu et al., 2014).

BEES (Building for Environmental and Economic Sustainability) was developed by NIST (US National Institute of Standards and Technology), a software tool to measure the economic and environmental performance of building materials. The BEES analysis tool is based on standards and is designed in a practical, flexible and transparent manner. BEES has an online database available to everyone on the internet. The database covers real environmental and economic performance data for 230 building materials. It is intended for the use of designers, researchers and construction project participants, producers and trainers. BEES evaluates the environmental performance at all stages throughout the life of building materials using the cradle-to-grave LCA approach specified in the ISO 14040 series of standards. For the economic performance, the American Society for Testing and Materials (ASTM E917 - Life-Cycle Costing) is used. The processes covering the expenses in the initial

investment, renewal, operation, maintenance, repair and destruction processes are calculated.

Another LCA tool, GaBi was developed in Germany in 1992 and is a worldwide leading LCA tool for modeling products and systems from a life cycle perspective. GaBi allows the creation of models based on physical process chains. Models can be formed by users, including system descriptions for building materials and raw materials and energy flows for the processes of building materials. It has an integrated product database covering 800 different energy and raw material flows developed from sectoral reviews and technical literature (Günaydın, 2011). The databases used by GaBi can be taken to remote service. In this case, the data directly to the client to update models, enables customers to efficiently manage their databases and to providing consistent databases (Fu et al, 2014).

SimaPro (System for Integrated Environmental Assessment of Products) enables users to conduct an LCA study with existing unit processes, built-in impact assessment methods and end-of-life options. Developed in the Netherlands in 1990, SimaPro provides a professional tool for collecting, analyzing and monitoring the environmental performance of products and services. SimaPro stands out with its flexibility to use different impact assessment methods. SimaPro covers a large database and links with external data sources are also possible. It is stated that the database can be changed, expanded and designed to be dependent on the customer's own needs (Fu et al., 2014). The analysis includes all life cycle processes as well as possible scenarios for dismantling and recycling after the end of the service life. Users can view the results in both text and graphics. The analyzes include greenhouse effect, energy, air, ozone depletion, toxicity, water pollution, solid waste (Günaydın, 2011).

3. SIMPLIFIED LCA APPROACH

In this paper, it is aimed to develop an environment-friendly approach on selection of building materials, thus reducing the carbon footprint of the construction industry, which is extremely environmental pollutant. A new and simplified LCA approach for evaluating the both economic and environmental impact of building materials is proposed. Figure 2 illustrates the framework of the proposed approach.

Simplified LCA is adopted from the cradle-to-grave LCA scope, and includes three main phases which are production, transportation and construction. Phases considered in LCA processes of building materials are evaluated at equal importance. Both the cost and carbon emission values have reached the final cost and final carbon emission values with cumulative totals of all three phases.

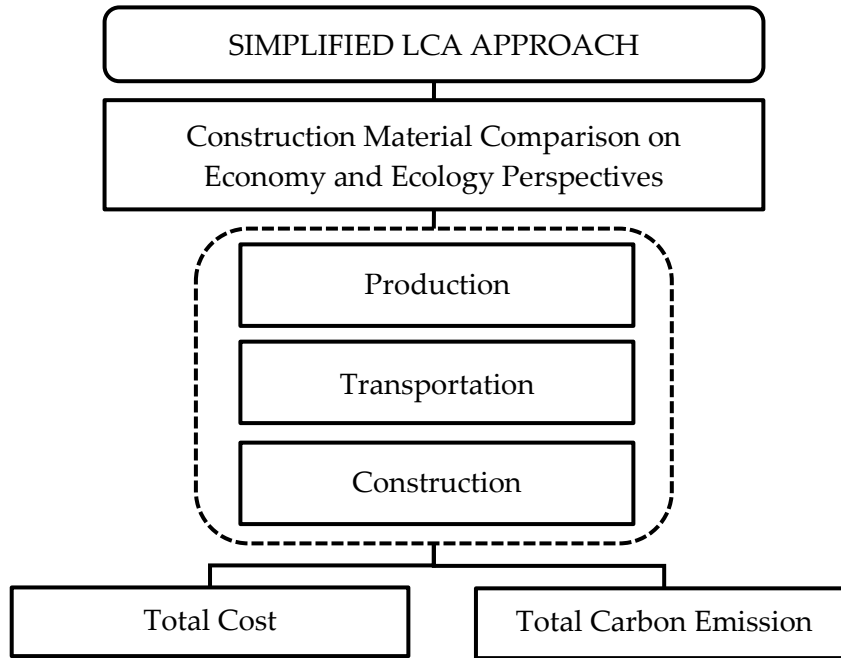


Figure 2: Framework of Proposed Approach

This suggested practical approach is called Penalty Score (PS). Economy penalty score of materials are calculated as follows:

$$PS_{materials - economy} = (C_{production} + C_{transportation} + C_{construction}) \quad (1)$$

Parameters are expressed as $PS_{materials - economy}$: Economy penalty score of building materials, $C_{production}$: Material production cost, $C_{transportation}$: Material transportation cost, and $C_{construction}$: Material implementation cost.

Ecology penalty score of materials is calculated as follows:

$$PS_{materials - ecology} = (CO_{2production} + CO_{2transportation} + CO_{2constr.}) \quad (2)$$

Parameters are expressed as $PS_{materials - ecology}$: Ecologic penalty score of building materials, $CO_{2production}$: Material production carbon emissions, $CO_{2transportation}$: Material transportation carbon emissions, and $CO_{2construction}$: Material implementation carbon emissions. Cost and carbon emission values at each phase of the simplified LCA method are calculated on the basis of unit material and the functional unit is determined as square meters (m^2).

In simplified LCA proposed approach, the cost equation of the building materials at the production stage is as follows:

$$C_{production} = (m * C_{unit - production}) \quad (3)$$

Parameters are defined as: $C_{production}$: Material production cost, $C_{unit production}$: Unit production cost of material (TL/m²), m: Quantity of material (m²).

The carbon emission value of the building materials during the production phase is calculated using Equation 4:

$$CO_2_{production} = (m * CO_2_{unit - production}) \quad (4)$$

Parameters are defined as: $CO_2_{production}$: Material production carbon emissions (kg CO₂-eq), $CO_2_{unit production}$: Unit material production carbon emissions (kg CO₂-eq/m²), m: Quantity of material (m²).

In the proposed approach, the cost of transportation of building materials includes both the cost of ordering and physical transport of the materials, as well as the resulting cost of fuel consumption of the motor vehicle used to transport the materials to the site. Transportation cost is calculated using the following equation:

$$C_{transportation} = (m * C_{unit - order}) + (m * C_{unit - transportation}) + (2 * N * D * C_{unit - fuel} * \frac{FC}{100}) \quad (5)$$

Parameters are defined as: $C_{transportation}$: Material transportation cost (TL), $C_{unit order}$: Profit of supplier from the unit order (TL/m²), $C_{unit transportation}$: Unit material transportation cost (TL/m²), m: Quantity of material (m²), N: Number of expedition, D: Distance between site and supplier (km), $C_{unit fuel}$: Unit fuel cost (TL/lt), FC: Average fuel consumption at 100 km (lt-100 km).

Carbon emission value of the building materials at the transport phase is also dependent on the mass of the material, differs from the amount of material, the number of expedition, distance between site to suppliers, the average fuel consumption of the motor vehicle and the transport cost equation. Carbon emissions at the transport phase are calculated as follows:

$$CO_2_{transportation} = (2 * N * D * \frac{FC}{100} * f_{vehicle}) + \left(\frac{M * D * f_{type-of-transport}}{1000} \right) \quad (6)$$

Parameters are defined as: $CO_{2\text{transportation}}$: Material transportation carbon emissions (kg CO_2 -eq), N: Number of expedition, D: Distance between site and supplier (km), FC: Average fuel consumption at 100 km (lt-100 km), f_{vehicle} : Carbon emission factor of motor vehicle (kg CO_2 -eq/lt), $f_{\text{type of transport}}$: Carbon emission factor of material transport type (kg- CO_2 -eq/ton km), M: Mass of material (kg). In the second part of the equation, the variables are divided by 1000 and the tonal value in the material carbon emission factor is converted to kilogram.

In this model, the cost of construction is calculated similar to the cost of production equation:

$$C_{\text{construction}} = (m * C_{\text{unit} - \text{labour}}) \quad (7)$$

$C_{\text{construction}}$: Material implementation cost (TL), $C_{\text{unit labour}}$: Labour cost of unit material (TL/m²), m: Quantity of material (m²)

In the proposed approach, the annual carbon emission value per capita in the greenhouse gas emission statistics published by TURKSTAT was used. According to TURKSTAT, the annual per capita carbon emissions for Turkey in 2015 are declared as 6.07 tons / person (TURKSTAT, 2017). Implementation durations of building materials are calculated by performance measurements and man / hour tables of construction activities are produced. Since these measurements are made on the time basis, the annual carbon emission per capita is divided by the number of hours per year. Accordingly, the carbon emission factor in construction phase is calculated as follows:

$$F_{\text{construction}} = \left(\frac{6.07 * 1000}{365 * 24} \right) = 0.693 \quad (8)$$

In the light of this information, the carbon emission equation for the material construction phase is structured as follows:

$$CO_{2\text{construction}} = (m * MH * f_{\text{construction}}) \quad (9)$$

$CO_{2\text{construction}}$: Material implementation carbon emissions (kg CO_2 -eq), m: Quantity of material (m²), MH: Man/hour value of construction activity (hour/m²), $f_{\text{construction}}$: Material implementation carbon emissions factor (0,693).

4. CONCLUSION AND SUGGESTIONS

In this paper, simplified LCA approach for environmental impact assessment of building materials is suggested. This approach focuses on production, transportation and construction phases and facilitates total cost and carbon emission comparisons of building materials. It is concluded that proposed approach is able to utilize in a decision support system which enables LCA based decision support for architects and construction managers during both design and construction phases of projects. It also enables cost and carbon

emission reduction during production, transportation and application stages of building materials. GSCM in construction is a featured research field which needs to be contributed. Besides, proposed approach is open to be developed and integrated with another decision support models. Due to the fact that there is a huge gap in the literature on GSCM in construction, it is suggested to deepen researches on this field. As a conclusion, simplified LCA should be employed in more sophisticated decision support systems which provide economy and ecology optimization.

*** This paper is the extended version of a conference paper presented in International Symposium on Business and Economics (ISBE'18) which is held in Podgorica, Montenegro on 5th-8th of September, 2018.**

REFERENCES

- Carter, C.R., Rogers, D.S. (2008), A framework of sustainable supply chain management: moving toward new theory, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 38 No. 5, 360-387.
- Cooper J.S., Fava J. (2006). Life Cycle Assessment Practitioner Survey: Summary of Results, *Journal of Industrial Ecology*, 10(4), 12 -14.
- Demirer G, N. (2011). Yaşam Döngüsü Analizi, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Sürdürülebilir Üretim ve Tüketim Yayınları – I, http://www.rec.org.tr/dyn_files/20/5928-I-YASAM-DONGUSU-ANALIZI.pdf (In Turkish) (Latest Access: 25.10.2018).
- EPA, 1995, Guidelines for Assessing the Quality of Life-Cycle Inventory Analysis, nepis.epa.gov/Exe/ZyPURL.cgi?Dockey=10000VPN.TXT. (Latest Access: 26.10.2018)
- Fu, F., Luo, H., Zhong, H., Hill, Andrew. (2014). Development of a Carbon Emission Calculations System for Optimizing Building Plan Based on the LCA Framework, *Mathematical Problems in Engineering*, 2014, 1-13.
- Günaydın, G. (2011). Sürdürülebilirlik kapsamında çevresel ürün bildirelerinin yapı sektöründe uygulanması: Türkiye için öneri, MSc Thesis, Istanbul Technical University (In Turkish)
- Khasreen, M. M., Banfill, P. F. G., Menzies, G. F. (2009). Life-Cycle Assessment and the Environmental Impact of Buildings: A Review, *Sustainability*, 1, 674-704
- ISO 14040. (2006). Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework, http://www.pqm-online.com/assets/files/lib/std/iso_14040-2006.pdf (Latest Access: 25.10.2018)
- Srivastava, S.K. (2007). Green supply-chain management: A state-of-the-art literature review, *International Journal of Management Reviews*, 9, 1, 53-80.

GSJ JOURNALS SERIE B: ADVANCEMENTS IN BUSINESS AND ECONOMICS

Volume: 1, Issue: 2, p. 26-34, 2019

SUSTAINABLE AVIATION: GIS FOR AIRPORT

Balca Ađaçsapan¹

Alper abuk²

(Received 04.02.2019 Published 28.02.2019)

Abstract

Limited natural resources are decreasing day by day. In order for these resources to be used by future generations, the concept of sustainability, which aims to reduce the negative effects of human activities and the effective use of resources, should be implemented. Sustainability practices are essential in the aviation, which is an indispensable sector. In this study, what are the environmental targets within the scope of sustainable aviation practices, and the contributions of Geographical Information Systems (GIS) as an information technology in the process of achieving these targets are discussed. The literature review was conducted and the applications that contributed to sustainability were exemplified by using the GIS tool in the aeronautical organizations and especially in airports. The possible contributions of GIS to sustainable aviation are expressed.

Keywords: Aviation Management, Sustainable Environmental Management, Geographical Information Systems .

¹ Department of Remote Sensing and Geographical Information Systems, Graduate School of Sciences Eskişehir Technical University, bagacsapan@eskisehir.edu.tr

² Faculty of Architecture and Design, Eskişehir Technical University, acabuk@eskisehir.edu.tr

1. INTRODUCTION

Around 7.6 billion people and millions of lives share the same environment around the world. In order to ensure the prosperity of all living beings on the earth, we need to manage effectively the whole area of the environment we are in. The Brundtland Report on Environment and Development in 1987, the Rio Summit which took place in 1992, are the main activities that have gained momentum for sustainable environmental management movements. Within the context of sustainable development approach to managing human activities in harmony with nature, natural, economic and social elements for sustainable environmental management can be defined together as closely as possible in order to minimize the pressure of human activities on the environment and to prevent or mitigate potential future harmful effects should be addressed.

Civil aviation is one of the fastest growing global industries. Impacts of aviation can be either negative or positive. In its present form, aviation cannot be considered sustainable in the very long term. As aviation relies on limited natural resources, achieving sustainable development is not easy but action is needed for sustainable aviation.

Geographical information sciences – Geographical Information Systems (GIS) are effective tools of collecting, storing, analyzing and interpreting data of various kinds. In this study, we will focus on what GIS applications are used in the problem solving process of the airports and what are the contributions of these applications to the airports in the context of sustainable aviation management.

1.1. Geographical information systems

GIS is more than an information system, GIS is the way of thinking about everyday data in a spatial context. GIS can be a great planning and decision making tool for different kinds of disciplines. Various disciplines use GIS. For-instance, environmental-earth sciences, many economic and census related studies use GIS. It helps different kinds of disciplines-companies to incorporate geographic data into their working process, so that they can easily plan, optimize, maintain, and check other activities. Figure 1 illustrates the examples of different kinds of GIS applications and uses.

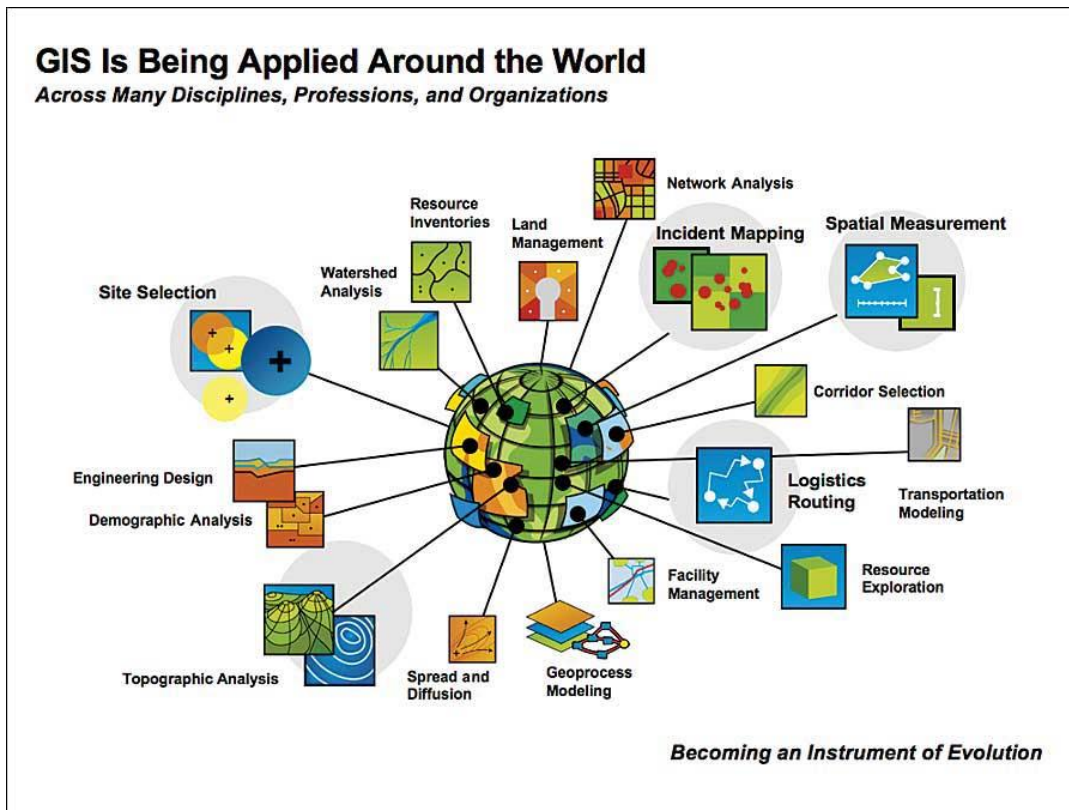


Figure 1: Examples of different kinds of GIS applications and uses
Source: ESRI, 2007

1.1.1 GIS for aeronautical organizations

Aeronautical organizations need to create and maintain digital aeronautical datasets and produce high-quality, database-driven charts that meet their unique specifications. GIS can help these agencies maintain, control, and disseminate data that meets their requirements. With GIS, aeronautical organizations can (ESRI, 2013):

- Create, visualize, analyze, and disseminate critical data from Aeronautical Information Systems (AIS).
- Automatically update charts through the AIS to reduce data latency, redundancy, and errors.
- Produce a wide range of charting products, including International Civil Aviation Organization (ICAO)-compliant charts, from a central database.
- Share data using the Aeronautical Information Exchange Model (AIXM).

- Efficiently generate aeronautical charts for route planning, in-flight navigation, and takeoff and landing.

Many aviation organisations use GIS. For example Pegasus Airlines uses GIS for data management, editing, and validation. They can reduce chart production time for significant time and cost savings. By using GIS, airline inputs changes to its geodatabase and updates each impacted chart automatically. They also use chart templates for new chart production. These updated digital charts are available in each pilot's electronic flight bag (EFB) tablet, and it supports the airline's move to a paperless cockpit (ESRI, 2012).

1.1.2 GIS for airport

Regardless of their size, airports are complex facilities that play a critical role in regional and national transportation. Airport managers must plan and maintain their facilities for peak performance and identify potential points of failure well before a critical failure can occur. Airport managers can use GIS technology to support their efforts in planning, operations, maintenance, and security by adding spatial information and modeling process. Ultimately, GIS helps airports visualize data so they can better understand the relationships between data points and their locations. This results allows to user that, leading to better decision-making and more effective use of available staff and resources (Coffman Associates, 2016).

Facilities Management, Capital Planning, Property/Lease Management , Land Acquisition, Security and Risk Assessment, Flight Path Management, Airport Layout Planning, Capacity Planning, Pavement Management, Parking Management, Courtesy Vehicle Management ,Utility Maintenance, Lighting Management, Noise Monitoring and Modeling and Environmental Assessment processes are examples of airport management processes which can done by GIS(ESRI,2013).

1.2 Sustainable aviation; environmental issues

In late 1980's, early 1990's a variety of research programmes identified a number of emissions and effects from aviation (Lee et al., 2009). The concept of sustainable aviation emerged in the late 1990's with the The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Special Report on the climate change impacts of aviation in 1999 (IPCC, 1999). The term 'sustainable aviation' emerged in reports such as the work of Sledsens (1998) and INFRAS (2000) (Walker and Cook, 2009).

1.2.1 Impacts of aviation

There are lots of impacts of aviation. Impacts of aviation can be either negative or positive. The environmental impacts of contemporary aviation are significant. One of the

first impacts of aviation is global scale impacts. The major environmental impact of aviation is global climate change. According to IPCC 5th assessment report and The International Civil Aviation Organization (ICAO) Environmental Report 2016, distribution of emissions of greenhouse gases by industry sector worldwide as of 2015, Emissions from transportation accounted for 13 percent of greenhouse gases. Total CO₂ emissions from aviation account for approximately 2% of total global CO₂ equivalent emissions. And international aviation accounts for about 13% of total global CO₂ emission (ICAO, 2016).

More locally, aircraft and airport operations caused noise pollution from take-off and landings, engine testing, surface transport and constructions, so that noise pollution is one of the most serious environmental problems of aviation. Other aviation related environmental issues include contaminated land, ground and surface water at airports arising from jet fuels, aircraft de-icing operations, waste generation, threatening the wildlife and farmland (Upham et al, 2003).

Besides the environmental impacts, aviation industry have social and economical impacts. Aviation industry causes affordable access to destinations across the globe, creating job, facilitating tourism and trade and influences tax revenue (ICAO, 2017).

However, it is obvious that, the social, economic and environmental dimensions created by airports directly influence urban, regional and national sustainable growth. Within this context, either negative or positive impacts created by aviation related processes should be predicted and managed by decision makers.

1.2.2. Sustainable aviation goals

The International Civil Aviation Organization (ICAO)'s environmental work contributes to 10 out of the 17 United Nations Sustainable Development Goals. These sub topics are good health, quality education, gender equality, renewable energy, innovation and infrastructure, reduced inequality, responsible consumption, climate action, life on land, partnership for goals, environmental efficiency and mitigation are main goals of sustainable aviation. This study mainly focuses on environmental goals. The International Civil Aviation Organization (ICAO) adopted three major environmental goals, to (ICAO, 2016):

- a. limit or reduce the number of people affected by significant aircraft noise;
- b. limit or reduce the impact of aviation emissions on local air quality; and
- c. limit or reduce the impact of aviation greenhouse gas emissions on the global climate.

1.3. Contributions of GIS for sustainable aviation

GIS provides avoiding irreversible adverse effects of human activities on earth systems. Adverse affects can be obtained before aroused, by using GIS based modeling techniques. For instance we can solve the noise problem. Choosing quieter aircraft may reduce ambient air noise but technological improvements could be more expensive than some specific site based solutions. GIS helps to develop site specific solutions. Potential noises can be prevented by using results of simulating noise pollution. For example noise problem can be solved with land use management. Sadr (2017) predict IKIA airport noise by using GIS. Also, Buitenschot Park Project is a good example of reducing noise problem by managing land use (http-1, 2016). These management processes can be done by GIS based models.

The spatial characteristics analysis of aviation accidents can identify the hot spots where aviation accidents occur frequently and analyze the spatial distribution characteristics of existing aviation accidents. It has important for reducing accidents. Within a GIS, based airport wildlife management program strives to reduce the risk of bird strikes. In Greece, Siopis et al. (2015), show the importance of site selection and land use management for reducing risks. The other example project is Aalborg Airport. Bird strikes have been reduced by 50% in Aalborg Airport by using Copernicus Sentinel satellites and spatial analysis techniques (http-2, 2018). Li and Liang (2018), identified the hot spots where aviation accidents occurred in Florida. Authors used the kernel density function to analyze the hot spots of traffic accidents and analyzed the spatial autocorrelation characteristics of aviation accidents and to determine whether aviation accidents have spatial aggregation trends. On this basis, the severity index of existing aviation accidents has been calculated to study which airports have high potential aviation accident risks in the past 15 years.

Air quality management of airports can be done by GIS techniques. GIS is able to take into account the whole range of relevant emission sources: aircraft traffic, auxiliary power units, ground support equipment, road traffic, industrial, commercial, domestic and other less well-defined sources. In 2002 London Heathrow airport's air quality management done by GIS based model ADMS-Airport which is developed by Cambridge Environmental Research Consultants (CERC)(CERC, 2002). By using this model, air quality current situation and future scenarios can be viewed and by using this model output adding capacity processes can be managed. Figure 2 illustrates example analysis result from ADMS which is shows the modelled NO₂ concentrations around Heathrow.

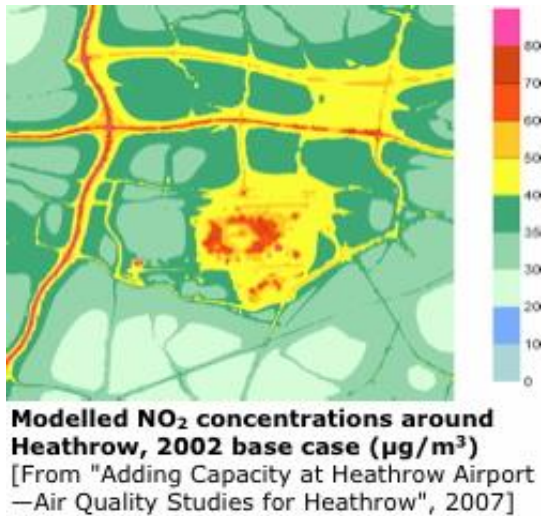


Figure 2: ADMS-Airport

Source: CERC, 2002

In addition to the environmental impacts, by using GIS we can answer these questions,

- Where is the best suitable area for airport?
- How many people affected by impacts of airport?
- When new airport opening, which sectors affected negatively or how many people can find a job?
- Where can we find the cheapest raw material and which way has the less carbon footprint, etc.?

In summary, in line with the goals of sustainable aviation and airport, benefits of GIS for sustainable aviation (ESRI, 2013);

- Reduced Emissions
- Provide the ability to track assets, conduct real-time analysis, and produce what-if scenarios on live or recorded aeronautical information feeds.
- Promote Sustainable Growth
- Sharing the use of the technology ensures that the correct data is used throughout the organization and that resources are shared for more viable growth.

2. CONCLUSION

Using GIS in aviation, especially in airports, allows the airports to collaborate more effectively and efficiently on airport planning, design, operations, and maintenance decisions. Also, GIS provides avoiding irreversible adverse effects of aviation on earth

systems. By using GIS-based modeling techniques, the harmful effects of aviation can be prevented before its arousing. Some pollution prevention activities (for instance noise pollution, protecting surface and groundwater systems, air quality management), protecting wild life, reducing risks (bird attack etc.) and some improvement of economic and social well-being can be done by GIS.

In addition to the existing practices, in the future coupling with advances in web based applications, enables the airport to access to its data anywhere there is an internet connection. This means that an airport manager can easily answer critical questions. Also, technology integration makes GIS more accessible, as people are able to use alternate devices (such as smartphones and tablets) to run the web-based applications. It will reduce costs of traditional GIS systems. Over the long-term, with the improved data management GIS will provide faster, easier access to information. GIS technology will eliminate the need for paper-based management. In conclusion, with digital management of airport information, airports will be both efficient and sustainable (Coffman Associates, 2016). To sum up, the purpose of the present paper is to show that it will be easier to achieve sustainable development goals by using GIS in airports and the many aviation activity.

REFERENCES

- Cambridge Environmental Research Consultants (CERC), 2002. ADMS-Airpor, Retrieved June 23 2018 from: <https://www.cerc.co.uk/environmental-software/ADMS-Airport-model.html>.
- Coffman Associates, 2016. *Airports and GIS*, Retrieved May 3 2018 from: <http://coffmanassociates.com/airports-and-gis-your-questions-answered/>
- Environmental Systems Research Institute (ESRI), 2007. *A Framework for Understanding, Managing, and Improving Our World, GIS – The Geographic Approach*, Retrieved May 15 2018 from: <http://www.esri.com/news/arcnews/fall07/articles/gis-the-geographic-approach.html>
- Environmental Systems Research Institute (ESRI), 2013. *Aeronautical-GIS Best Practices*, Retrieved June 2 2018 from: <https://www.esri.com/library/bestpractices/aeronautical.pdf>
- Environmental Systems Research Institute (ESRI), 2012. *Esri, Aeronautical Solution*, Retrieved June 10 2018 from: <http://www.esri.com/library/fliers/pdfs/esri-aeronautical-solution.pdf> .
- Environmental Systems Research Institute (ESRI), 2013. *GIS Solutions for Airports and Aviation*, Retrieved June 5 2018 from: <http://esribulgaria.com/wp-content/uploads/2013/07/airports-aviation.pdf>

- http-1, 2016. *Buitenschot Park H+N+S Landscape Architects*, Retrieved June 11 2018 from:<http://www.landezine.com/index.php/2016/07/buitenschot-park-by-hns-landscape-architects/>.
- http-2, 2018. *Bird Strikes down by 50% in Aalborg Airport*, Retrieved June 18 2018 from: <https://ascendxyz.com/2018/05/30/bird-strikes-down-by-50-in-aalborg-airport/>.
- Lee, D. S., Fahey, D.W., Forster, P.M., Newton, P.J. , Wit, R. C. N. , Lim, L.N., Owen,B.,Sausen, R. ,2009. *Aviation and global climate change in the 21st century*, Journal of Atmospheric Environment, 43, pp. 3520-3537.
- Li, Y., Liang, C. (2018). The Analysis of Spatial Pattern and Hotspots of Aviation Accident and Ranking the Potential Risk Airports Based on GIS Platform. *Journal of Advanced Transportation*, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2018/4027498>
- Sadr, M.K., 2017. Prediction of Airport Noise Using CadnaA Model and GIS: Case Study of IKIA Airport, *Journal of ECOPERSIA*, Article 2, Volume 5, Issue 4, Autumn 2017, Page 1933-1940.
- The International Civil Aviation Organization (ICAO), 2017. *Aviation Benefits 2017*, Retrieved May 18 2018 from: <https://www.icao.int/sustainability/Documents/AVIATION-BENEFITS-2017-web.pdf>
- The International Civil Aviation Organization (ICAO), 2016. *The ICAO Environmental Report 2016*, Retrieved June 22 2018 from: <https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/ENV2016.aspx>
- Siopis, M., Papakonstantinou, D., Papadopoulou, M.P., 2015, Bird Coalition Preventer: A GIS Tool For Estimating The Impact Assessment Of Land Use, To Airport Wildlife Management, 14th International Conference On Environmental Science And Technology.
- Upham, P., Maughan, J., Raper, D., & Thomas, C. (Eds.). 2003. *Towards sustainable aviation*, Sterling, VA : Earthscan Publications.
- Walker S., Cook, M., 2009. *The Contested Concept of Sustainable Aviation*, *Journal of Sustainable Development*, 17, pp. 378–390.

GSJ JOURNALS SERIE B: ADVANCEMENTS IN BUSINESS AND ECONOMICS

Volume: 1, Issue: 2, p. 35-48, 2019

SULAK ALANLARIN YÖNETİMİ KAPSAMINDA SU İNDEKSİNİN UZAKTAN ALGILAMA İLE TESPİTİ, GÖLLER YÖRESİ

Talha Aksoy¹

Serhat Sarı²

Alper Çabuk³

(Received 18.02.2019 Published 28.02.2019)

Özet

Göller, barındırdıkları canlı tür çeşitliliği ile önemli ekosistem alanlarıdır. Bunun yanı sıra, buldukları bölgenin iklimine etki etmekte ve hatta tarım faaliyetlerine de katkı sağlamaktadır. Artan ivmeyle yükselen nüfus, tarım alanları ile doğru orantılıdır. Nüfus artışı, tarımsal üretimden elde edilen verimi de gerekli kılmaktadır. Dolayısıyla sulak alanlar, tarım arazileri sulaması için kullanılan birincil kaynaklar haline dönüşmektedir.

Türkiye, sulak alanlar açısından zengin bir ülkedir. Geçici gölcükler ve bataklıklar hariç tutulduğunda dahi, sürekli göl sayısı 300 civarındadır. Çalışma alanı olarak ise ülkenin önemli sulak alanlarından biri olan Burdur göller bölgesi seçilmiştir. Son yıllarda medyada çıkan haberlere göre, bu alandaki birçok göl tehlike altındadır. Göllerdeki su oranı azalmakta ve tuzluluk oranı artmaktadır. Bu çalışma, uzaktan algılama araçları ile göllerdeki zamansal değişimi haritalamayı amaçlamıştır. Ayrıca, göller yöresindeki su indeksinin mevcut durumu ortaya konulmuş ve buna bağlı olarak sulak alan yönetiminde uzaktan algılamanın önemine dikkat çekilmiştir. Bu çalışma ile birlikte tespit edilen sulak alanlardaki zamansal değişim, tarımsal faaliyetler açısından da oldukça önemlidir.

Çalışmada kullanılan normalize edilmiş su indeksi (NDWI), su kütlesinin haritalanması için en uygun yöntemdir. NDWI çoğu durumda su hakkında bilgiyi etkili bir şekilde artırabilir. Çalışmada yararlanılan NDWI analizlerine ek olarak, sulak alanlardaki su çekilmelerinin tespiti zamansal değişim analizi ile yapılmıştır. Elde edilmiş analiz sonuçları mevcut durumu ortaya koymakta ve gelecekte yapılması muhtemel çalışmalarla geliştirilebilir.

Anahtar Kelimeler: Sulak alanlar, Uzaktan algılama, NDWI, Göller yöresi, Sulak alan yönetimi

¹ Eskişehir Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri, Eskişehir, Türkiye, tlhksy@gmail.com

² Eskişehir Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri, Eskişehir, Türkiye, serhatsari@live.com

³ Eskişehir Teknik Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Restorasyon Bölümü, Eskişehir, Türkiye

Abstract

Lakes are important ecosystem areas with the diversity of species they live. In addition, it affects the climate of the region and even contributes to agricultural activities. Population rising with increasing acceleration is directly proportional to agricultural areas. Population growth also requires the yield obtained from agricultural production. Therefore, wetlands are the primary sources used for irrigation of agricultural lands.

Turkey is a country rich in wetlands. Even when temporary lakes and marshes are excluded, the number of continuous lakes is around 300. As the study area, Burdur lakes region, which is one of the important wetlands of the country, was selected. According to media reports in recent years, many lakes in this region are in danger. The rate of water in the lakes decreases and the salinity rate increases. This study aims to map the temporal change in lakes with remote sensing tools. In addition, the current status of the water index in the lakes region was revealed and the importance of remote sensing in wetland management was pointed out. The temporal change in the wetlands determined with this study is also very important in terms of agricultural activities.

The normalized water index (NDWI) used in the study is the most appropriate method for mapping water bodies. In most cases, NDWI can effectively increase knowledge about water. In addition to the NDWI analysis, the determination of water withdrawal in wetlands was done by a temporal change analysis. The results of the obtained analysis reveal the current situation and can be improved by future studies.

Keywords: Wetlands, Remote sensing, NDWI, Lakes region, Wetland management

1. GİRİŞ

Göller, barındırdıkları canlı tür çeşitliliği ile önemli ekosistem alanlarıdır. Bunun yanı sıra, buldukları bölgenin iklimine etki etmekte ve hatta tarım faaliyetlerine de katkı sağlamaktadır. Artan ivmeyle yükselen nüfus, tarım alanları ile doğru orantılıdır. Nüfus artışı, tarımsal üretimden elde edilen verimi de gerekli kılmaktadır. Dolayısıyla sulak alanlar, tarım arazileri sulaması için kullanılan birincil kaynaklar haline dönüşmektedir. Göllerde, deltalarda ve sulak alan niteliği taşıyan diğer alanlarındaki doğal hayatın devamı için gerekli olan su ihtiyacı ise önemsenmemektedir (Ataol, 2010). Bu çalışmada, göller yöresindeki su indeksinin mevcut durumu ortaya konulmuş ve buna bağlı olarak sulak alan yönetiminde uzaktan algılamanın önemine dikkat çekilmiştir.

1.1. Genel Kavramlar

Sulak alan terimi, bir dizi ortak özelliğe sahip olup; geniş bir yelpazedeki karasal, kıyusal ve denizsel yaşama ortamlarını bir araya getiren ekosistemlerdir (Çağırankaya ve Meriç, 2013). Sulak alanlar, biyolojik ve fiziksel özelliklerine göre gruplandırılır. Doğal ve suni özellikler taşıyabilir ve bu özelliğe bağlı olarak sulak alanlar için çok sayıda tanımlar geliştirilebilir.

Ramsar Sözleşmesine göre sulak alanlar; alçak gelgitte derinliği altı metreyi aşmayan deniz suyu alanlarını da kapsamak üzere, doğal ya da yapay, sürekli ya da geçici, durgun ya da akar, tatlı, acı ya da tuzlu bütün sular ile bataklık, sazlık, ıslak çayırlar ve turbalıklar olarak tanımlanmaktadır (Matthews, 1993).

Türkiye, sulak alanlar açısından zengin bir ülkedir. Geçici gölcükler ve bataklıklar hariç tutulduğunda dahi, sürekli göl sayısı 300 civarındadır. Ülkemizdeki sulak alanların karakterlerine çok uyan bir sınıflama European Community (1993) tarafından yapılmıştır. Bu sınıflandırmaya göre, sulak alanlar 7 ana grupta toplanmıştır:

- Haliç ve deltalar,
- Tatlı su bataklıkları,
- Göller,
- Nehir ve taşkın ovaları,
- Turbalıklar,
- Kıyusal sulak alanlar,
- İnsan yapısı sulak alanlardır (Çağırankaya ve Meriç, 2013).

Sulak alanların yönetimi ve geliştirilmesinde doğru ve güvenilir verilere ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca sulak alanların korunması için de doğru veriler ve bu verilerin güvenilir yöntemle toplanması gereklidir. Toplanan veriler ile birlikte amaca uygun haritalar üretilebilir. Verilerin toplanması ve ilgili alanların sürekli izlenmesi için ise uygun teknoloji kullanılmalıdır. Uzaktan algılama teknolojisi sulak alanların farklı bantlarda görüntülerinin elde edilebildiği, doğru, tekrarlanabilen ve zamansal sayısal verinin elde edilmesine olanak sağlayan güçlü ve yararlı bir araç olarak tanımlanmaktadır (Bektaş Balçık, 2010).

Normalize edilmiş su indeksi (NDWI) su kütlesinin haritalanması için en uygun yöntemdir. Su kütlesi, görünür dalga boyundan kızılötesi dalga boylarına kadar güçlü emilebilirliğe ve düşük radyasyona sahiptir. NDWI çoğu durumda su bilgisini etkili bir şekilde artırabilir (Anonim-4, 2019).

Bu bölümde çalışmanın kavramsal çerçevesi çizilmiş ve kullanılan yöntem hakkında teorik bilgi verilmiştir. Bir sonraki bölümde, çalışma alanı tanıtılmış ve mevcut durum ortaya konmuştur.

1.2. Çalışma Alanı

Çalışma alanı olarak Burdur göller bölgesi seçilmiştir. Son yıllarda medyada çıkan haberlere göre, bu alandaki birçok göl tehlike altındadır. Göllerdeki su oranı azalmakta ve tuzluluk oranı artmaktadır. Bu çalışma, uzaktan algılama araçları ile göllerdeki zamansal değişimi haritalamayı amaçlamıştır.

Göller Yöresi, Anadolu'nun güneybatısında Konya, Isparta, Burdur, Denizli ve Afyonkarahisar il sınırlarına kadar yayılmaktadır. Göller yöresi sadece sulak alan özelliği taşıması ile değil, Paleolitik Çağ'dan itibaren önemli bir yerleşim alanı olması ile de öne çıkmaktadır (Uysal, 2018). Buna bağlı olarak sosyal yaşantı ve çalışmayla ilgili konulardan tarımsal faaliyetler de gelişmiştir. Bu çalışma kapsamında, örnekleme alanı olarak Burdur, Eğirdir, Beyşehir ve Yarışlı Gölü seçilmiştir (Şekil 1). Çalışma ölçeği 1:30.000'dir.



Şekil 1. Çalışma alanı (Anonim-5, 2019).

1.3. Mevcut Durum Analizi

Türkiye'nin kapalı havzalarında uygulanan tarım faaliyetleri, mevcut yağış durumu göz önüne alınmadığı koşullarda, havza alanlarındaki göllere büyük oranda zarar vermektedir. Göller ile ilgili ekosistem de aynı derece zarardan etkilenmektedir. Plansızlığın bir sonucu olarak ortaya çıkan bu soruna bir örnek Burdur Gölü'dür. Ataol (2010), Burdur Gölü üzerine hazırladığı çalışmada, göldeki 9,5 metrelik bir alçalmadan bahsetmiştir. Ayrıca 1987 yılında gölün yüzey alanı 203 km² iken, 2008 yılına gelindiğinde 146 km²'ye kadar düşmüştür. Dünya'da ve ülkemizde, sulak alanlardaki sorunlar akademik ölçekte olduğu kadar, medyada da gündemdir. Birçok farklı basın-yayın organı, göller yöresinin de dahil olduğu, sulak alanlardaki su miktarının azalması ve tuzluluk oranının artmasına dikkat çekmektedir. Ayrıca bu alanlardaki, ekosistem çeşitliliğinin de tehlike altında olduğuna vurgu yapılmaktadır.

2. MATERYAL – YÖNTEM

Önceki bölümlerde sulak alan ve su indeksi kavramı açıklanmıştır. Daha sonrasında çalışma alanı hakkında bilgi verilmiş ve çalışma sorununun mevcut durumu ortaya konulmuştur. Bu bölümde ise, kullanılan materyaller ve yöntem hakkında bilgi verilmiştir.

2.1. Materyal

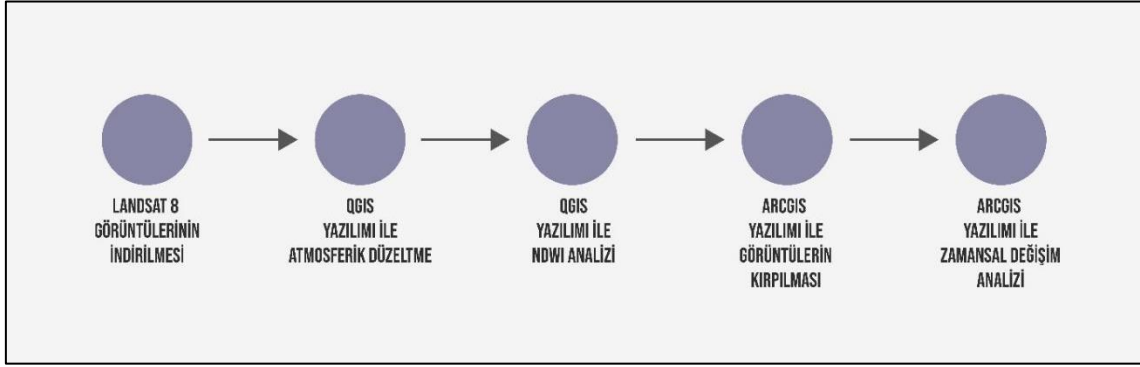
Çalışmada 2 farklı tipte materyal kullanılmıştır. Bunlardan ilki Landsat – 8 görüntülerinin oluşturduğu verilerdir. Diğer tip materyal ise analizlerin ve görüntü işlemenin yapıldığı yazılımlardır. QGIS ve ArcGIS olmak üzere iki farklı yazılım kullanılmıştır. Çalışma kapsamında kullanılan materyaller şunlardır:

- Landsat 8 görüntüleri
- QGIS 3 yazılımı
- ArcGIS 10.5 yazılımı

Kullanılan Landsat 8 görüntüleri için <https://glovis.usgs.gov/> web adresinden faydalanılmıştır (Anonim-6). 2013 ve 2018 yılları Ağustos ayına ait bu görüntüler en fazla %10 bulutluluk oranına sahiptir. Görüntüler 30 m çözünürlüktedir. Görüntü işleme ve uzaktan algılama analizleri için ise QGIS 3 ve ArcGIS 10.5 yazılımları tercih edilmiştir.

2.2. Yöntem

Bu bölümde çalışmanın yöntemine ait bilgiler verilmiştir. Çalışma beş ana adımda tamamlanmıştır. Bunlardan ilki verilerin toplanmasıdır. Toplanan verileri üzerinde, yazılım aracılığıyla atmosferik düzeltme işlemi uygulanmıştır. Sonrasında NDWI analizi gerçekleştirilmiştir. Görüntüler yazılım aracılığıyla kırılmış ve son olarak zamansal değişim analizi ile sonuçlanmıştır. Çalışmanın yöntem akış şeması Şekil 2'deki gibidir.



Şekil 2. Yöntem akış şeması.

Yapılan analizlerde kullanılan görüntüler Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırmaları Kurumu'nun web sitesinden indirilmiştir. Sitede; Sentinel-2, Landsat 4-5, OrbView-3 gibi farklı uydulardan toplanmış görüntüler paylaşılmaktadır. Bu çalışma için Landsat 8 uydusu görüntüleri tercih edilmiştir. Landsat 8 uydusu, 2013 tarihinden günümüze kadar olan görüntüleri kapsamaktadır. Dolayısıyla, yapılmış analizlerde 2013'ten 2018'e zamansal değişim sonuçları elde edilmiştir.

Uzaktan algılama çalışmalarında uydu görüntülerinde mutlaka çeşitli düzeltmelerin yapılması gerekmektedir. Bu düzeltmeler geometrik ve radyometrik düzeltmeleri olarak ikiye ayrılmaktadır (Lillesand, Kiefer & Chipman, 2007). Bu çalışma kapsamında kullanılan USGS Landsat – 8 görüntüsünün geometrik düzeltmeye ihtiyacı yoktur. Çalışmalarda kullanılan birden fazla görüntüler farklı zamanlara ait olduğundan farklı atmosferik koşullardan etkilenmişlerdir. Ayrıca görüntüler üzerinde, gazlar veya tozdan kaynaklanan bir miktar atmosferik bozulma söz konusu olacaktır. Bu tür bozulmaları düzeltmek amacıyla atmosferik düzeltme yöntemleri uygulanmaktadır (Lillesand, Kiefer & Chipman, 2007; Jensen 2005). Atmosferik düzeltme işlemi için, uzaktan algılama çalışmalarında sıkça tercih edilen “semi – automatic classification” eklentisi kullanılmıştır.

Normalize edilmiş su indeksi (NDWI) (Gao, 1996), yakın kızılötesi (NIR) ve kısa dalga kızılötesi (SWIR) bantlarından elde edilen uydu kanallı bir indekstir. NIR ve SWIR kombinasyonu, yaprağın iç yapısı ve kuru madde içeriği tarafından etkilenen varyasyonları ortadan kaldırarak bitki örtüsü su içeriğinin alınmasındaki doğruluğu artırır (Ceccato vd., 2001). QGIS 3 yazılımı kullanılarak, Landsat 8 görüntülerinin normalize edilmiş su indeksi hesaplanmıştır. Bu hesaplama işlemi için kullanılan formül Şekil 3'teki gibidir.

$$NDWI = \frac{(NIR - SWIR)}{(NIR + SWIR)}$$

Şekil 3. NDWI formülü.

NDWI değerleri, -1 ve +1 arasında değişir. Yüksek NDWI değeri, yüksek su içeriğine sahip bitki örtüsü ve arazi kaplamasına karşılık gelir. Düşük NDWI değeri ise düşük su içeriğine sahip bitki örtüsü ve arazi kaplamasına karşılıktır. Su stresi döneminde NDWI azalmaktadır (Anonim-3, 2018).

Zamansal değişimin amacı, dijital uydu görüntüleri üzerinden iki veya daha fazla zamanda arazi örtüsü alanlarında meydana gelen değişimleri ayırt etmektir. Zamansal değişimin belirlenmesinde kullanılan uydu görüntüleri, konumdan, spektral yansımadan ve zamandan etkilenmektedir (Muttitanon ve Tripathi, 2005). Uydu görüntülerinin seçim kriterleri, Materyal – Yöntem kısmında belirtilmiştir. QGIS 3 yazılımı ile NDWI hesaplanan görüntüler, zamansal değişim analizinden önce ArcGIS 10.5 yazılımı kullanılarak kesilmiştir. Çalışma alanının güney yönündeki Akdeniz'in belli bir kısmı indirilen uydu görüntüsüne dahildir fakat bu bölgenin çalışma ile bir ilgisi bulunmamaktadır. Görüntünün kesilmesiyle, sadece ilgili kısımlar zamansal değişim analizine uygun hale getirilmiştir. Bu işlemin ardından, yine ArcGIS 10.5 yazılımı ile zamansal değişim analizi işlemi yapılmıştır. Bu işlem için, yazılımın "Image Analysis" aracı kullanılmıştır. NDWI hesaplanmış ve kesilmiş görüntüler, yazılım ortamında açılarak, ilgili aracın görüntü işleme bölümündeki "difference" komutu ile tek bir görüntü elde edilmiştir.

Bir sonraki bölümde; Burdur, Beyşehir, Eğirdir ve Yarışlı göllerine odaklanılmıştır. Landsat – 8 uydu görüntüleri kullanılarak yapılan analizler sonucu elde edilen haritalar paylaşılmış ve göllerdeki su indeksi hakkında yorumlama yapılmıştır.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE ÇIKTILAR

Araştırma kapsamında Türkiye'nin göller bölgesindeki Burdur, Yarışlı, Eğirdir ve Beyşehir gölleri 2013 ile 2018 yıllarına ait uydu görüntüleri çalışılmıştır. Görüntülerde NDWI analizi ile su indeksi tespit edilmiştir. Sonrasında ise 2013 ile 2018 yılları arasında zamansal değişim ortaya konmuştur.

3.1. Burdur Gölü

Burdur Gölü, kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda Söğüt Dağı ile Sulu dere Yayla dağları arasında çöküntü gölüdür. Gölün güney ve kuzeyinde bulunan alüvyon alanda sazlıklar mevcuttur. Göl kapalı bir havzadan oluşmaktadır. Derinlik bazı bölgelerde 100 metreyi bulur. Göl çevresindeki barajlar gölü besleyen akarsuları kullandığı için son yıllarda gölün su seviyesinde düşüşler görülmektedir. Göl suyunda yapılan araştırmalar besin maddesi yönünden zengin olmadığını göstermektedir. Buna rağmen yüze yakın kuş türüne ve yaklaşık olarak 300 bine yakın su kuşuna ev sahipliği yapmaktadır. Endemik kuş türlerinin de barınma alanı olan göl ve çevresi uluslararası öneme sahip bir sulak alandır. (Anonim-1, 2019).

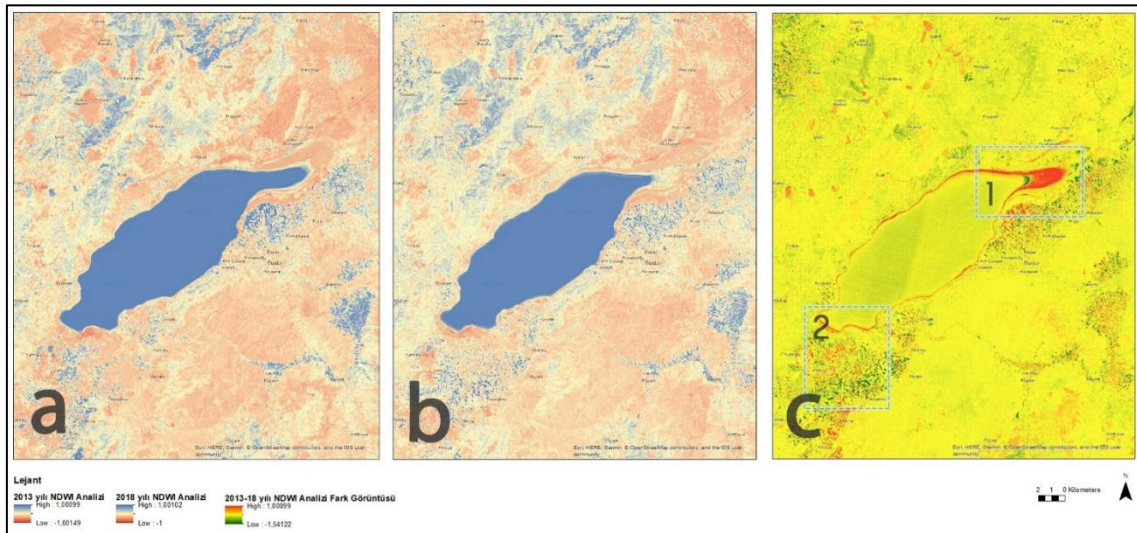
Burdur gölü küresel iklim değişikliklerinden ve tarımsal faaliyetler için kullanılan su tüketimine bağlı kullanılmaktadır. Bu kullanımı gözlemleyebilmek adına göl ve çevresini kapsayan alandan 2013 yılı eylül ayı ve 2018 yılı ağustos ayına ait uydu görüntülerine ulaşılmıştır. Alandaki su çekilmesini ve stresini görebilmek adına NDWI

indeksinden yararlanılmıştır. Yapılan analiz sonucu +1 ve -1 arasında değerler elde edilmiştir.

2013 ve 2018 yıllarına ait alınmış Burdur Gölü çevresini kapsayan, Landsat uydu görüntüsüne NDWI analizi yapıldığında gölün kuzeydoğu kısmında NDWI pozitif değer veren ($> +0.45$) alanlarda 2.8 km'lik, gölün kuzey tarafındaki alanlarda yaklaşık 100 metrelik su çekilmesi olduğu görülmektedir. Gölün güney batı tarafında 120 metrelik su çekilmesi görülmektedir. Yapılan analizde tespit edilen +0.45 ve üstü değerler su ile kaplı olduğu göz önüne alınmıştır. Bu sayede göl suyundaki çekilme rahatlıkla görülebilmektedir (Şekil 4).

2013 ve 2018 yıllarına ait yapılmış NDWI analiz sonuçlarına ArcGIS 10.5 programında değişim analizi yapıldığında, 1 numara ile işaretlenen alanda kırmızı renk ile ifade edilen su çekilme bölgesi görülmektedir. Gölün muhtemelen sığ olduğu bu alan 5 yıllık analiz sonucuna göre çekilmenin en şiddetli görüldüğü bölgedir. Aynı zamanda alanın güney kesimi tarımsal faaliyetin yoğun bir şekilde yapıldığı alandır. Özellikle tarımsal faaliyetlerde göl suyunun aktif bir şekilde kullanılması çeşitli kaynaklarda belirtilmektedir.

Gölün güney kısmında işaretlenen 2 numaralı bölgede sudaki çekilmenin iki aşama halinde olduğu görülmektedir. Aynı zamanda 2 numaralı bölgenin güneyinde, tarımsal faaliyetlerin yoğun bir şekilde yapılmaktadır.



Şekil 4. Burdur Gölü ve çevresi NDWI analizi haritası.

- 2013 yılı Landsat uydu görüntüsü Burdur Gölü ve çevresi NDWI analizi haritası.
- 2018 yılı Landsat uydu görüntüsü Burdur Gölü ve çevresi NDWI analizi haritası.
- 2013-2018 yılları Burdur Gölü ve çevresi NDWI değişim analizi haritası.

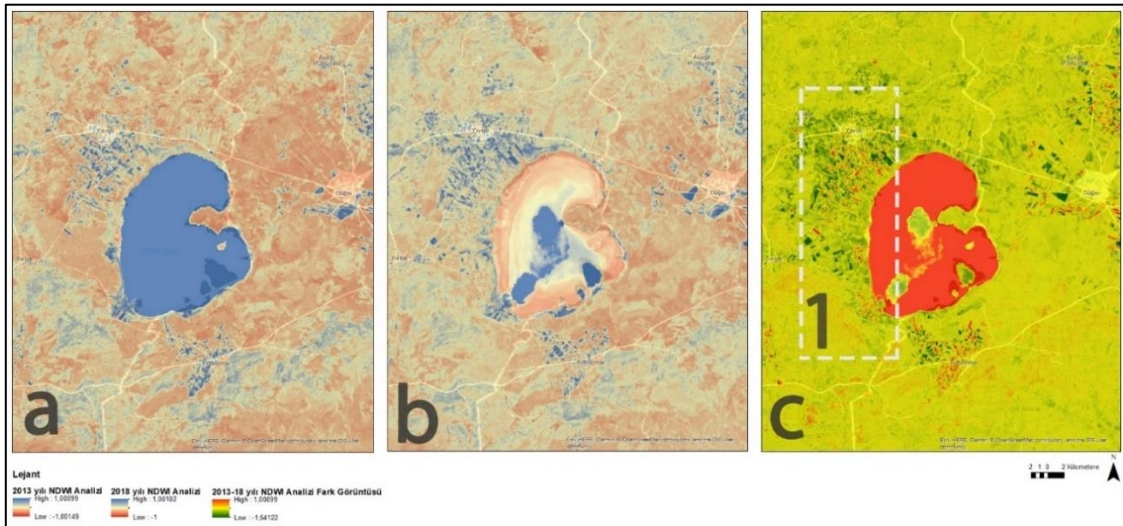
3.2. Yarışlı Gölü

Yeşilova ilçesi sınırları içinde deniz seviyesinden 920 metre yükseklikte (Yarışlı, Harmanlı, Sazak, Kocapınar ve Düğer Köyleri arasında) bulunan Yarışlı Gölü yaklaşık 2622 hektarlık yüzölçümüne sahiptir. Gölün suyu tuzlu ve çeşitli kuşlara ev sahipliği yapmaktadır. Yaz aylarında büyük ölçüde kuruyan göl yakın çevresinde tuzcul bataklıklar bulundurmaktadır. Yarışlı Gölü, nesli tehlike altında bulunan dikkuyrıklar (*Oxyura leucocephala*) ve göç döneminde gölü kullanan flamingolar (*Phoenicopterus roseus*) için önemlidir. (Eken 2006).

Yarışlı Gölü çalışmada incelenen diğer göllere göre daha küçük yüz ölçümüne sahiptir. Bu sebepten kıyılardan içerlere su çekilmesi gölün yüzey alanına oranla daha fazla olmaktadır. Bu çekilmeyi gözlemleyebilmek adına göl ve çevresini kapsayan alandan 2013 yılı eylül ayı ve 2018 yılı ağustos ayına ait uydu görüntülerine ulaşılmıştır. Alandaki su çekilmesini ve stresini görebilmek adına NDWI indeksinden yararlanılmıştır. Yapılan analiz sonucu +1 ve -1 arasında değerler elde edilmiştir (Şekil 5).

2013 ve 2018 yıllarına ait alınmış Yarışlı Gölü çevresini kapsayan, Landsat uydu görüntüsüne NDWI analizi yapıldığında kuzey güney doğrultusunda NDWI pozitif değer veren ($> +0.51$) alanlarda yaklaşık 1.5 km'lik su çekilmesi olduğu görülmektedir. Yapılan analizde tespit edilen +0.51 ve üstü değerler su ile kaplı olduğu göz önüne alınmıştır. 2018 yılına ait analizde çekilme sonucu göl merkezine yakın noktalarda 3 adet gölcük oluşumu izlenmiştir.

2013 ve 2018 yıllarına ait yapılmış NDWI analiz sonuçlarına ArcGIS 10.5 programında değişim analizi yapıldığında genel itibariyle gölün tüm yönlerinden çekilme izlenmektedir. 1 numara ile işaretlenen alanda tarımsal faaliyetin yoğun bir şekilde yapıldığı görülmektedir.



Şekil 5. Yarışlı Gölü ve çevresi NDWI analizi haritası.

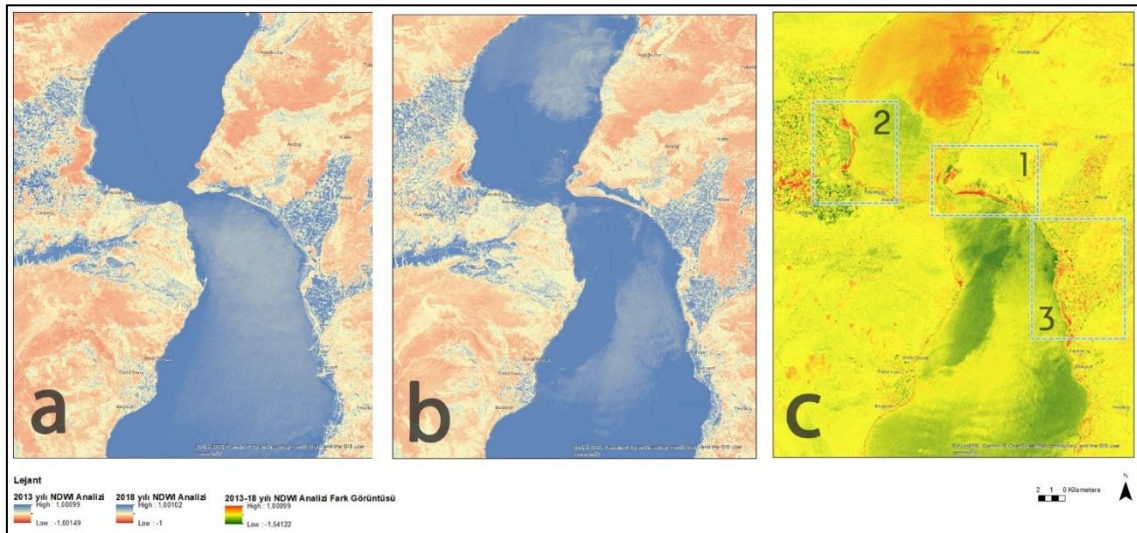
- 2013 yılı Landsat uydu görüntüsü Yarışlı Gölü ve çevresi NDWI analizi haritası.
- 2018 yılı Landsat uydu görüntüsü Yarışlı Gölü ve çevresi NDWI analizi haritası.
- 2013-2018 yılları Yarışlı Gölü ve çevresi NDWI değişim analizi haritası.

3.3. Eğirdir Gölü

Eğirdir Gölü, Türkiye'nin ikinci en büyük tatlı su gölü olup, yüz ölçümü 62621 hektar, bulunduğu alanın deniz seviyesinden yüksekliği 915 metredir. Göl, koruma statüsü bakımından doğal sit alanı kapsamında olup, içme suyu havzası olmasının yanı sıra biyolojik çeşitliliği yüksek sulak alandır. Avrupa'da 514, Türkiye'de ise 454 farklı kuş türü bulunurken, Türkiye'de bulunan kuş türlerinin 225'i Eğirdir Gölü ve çevresinde barınmaktadır (Eğirdir Gölü, 2019).

Eğirdir Gölü'nün tatlı su içermesi, gölün tarımsal faaliyetlerde de kullanımını kolaylaştırmaktadır. Gölün yoğun kullanımı ve küresel iklim değişiklikleri su seviyesinde çeşitli değişimleri meydana getirmiştir. Bu kullanımı gözlemleyebilmek adına göl ve çevresini kapsayan alandan 2013 yılı eylül ayı ve 2018 yılı ağustos ayına ait uydu görüntülerine ulaşılmıştır. Alandaki su çekilmesini ve stresini görebilmek adına NDWI indeksinden yararlanılmıştır. Yapılan analiz sonucu +1 ve -1 arasında değerler elde edilmiştir.

2013 ve 2018 yıllarına ait alınmış Eğirdir Gölü çevresini kapsayan, Landsat uydu görüntüsüne NDWI analizi yapıldığında gölün orta kısmında (Kayaagzı köyünün kuzey kısmı) NDWI pozitif değer veren ($> +0.51$ 'den $0,14'e$) alanlarda 0.7 km'lik yerel su çekilmesi olduğu görülmektedir. Akkeçili köyünün karşı kıyısında, 300 metrelik su çekilmesi görülmektedir (Şekil 6).



Şekil 6. Eğirdir Gölü ve çevresi NDWI analizi haritası.

- 2013 yılı Landsat uydu görüntüsü Eğirdir Gölü ve çevresi NDWI analizi haritası.
- 2018 yılı Landsat uydu görüntüsü Eğirdir Gölü ve çevresi NDWI analizi haritası.
- 2013-2018 yılları Eğirdir Gölü ve çevresi NDWI değişim analizi haritası.

2013 ve 2018 yıllarına ait yapılmış NDWI analiz sonuçlarına ArcGIS 10.5 programında değişim analizi yapıldığında 1 numara ile işaretlenen alanda kırmızı renk ile ifade edilen su çekilme bölgesi görülmektedir. Çekilmenin olduğu bu alanda yoğun tarımsal faaliyet gözlenmemektedir. Çekilme tüm hat boyunca devam etmektedir. Doğal oluşan burnun batı ucunda kırmızı su çekilme alanı göl içinde tekrar etmektedir. Gölün güney kısmında işaretlenen 2 numaralı bölgede sudaki çekilme yoğun tarımsal faaliyetin olduğu alanın doğu kısmında bulunmaktadır. Suyun çekildiği alanın batısında su yönünden pozitif değer veren alan izlenmektedir. Hacılar köyünün kuzeyinde yer alan 3 numaralı alanda yoğun tarımsal faaliyet alanlarının batı ucundan başlayan ve tüm tarımsal alanı takip eden su çekilme alanı görülmektedir.

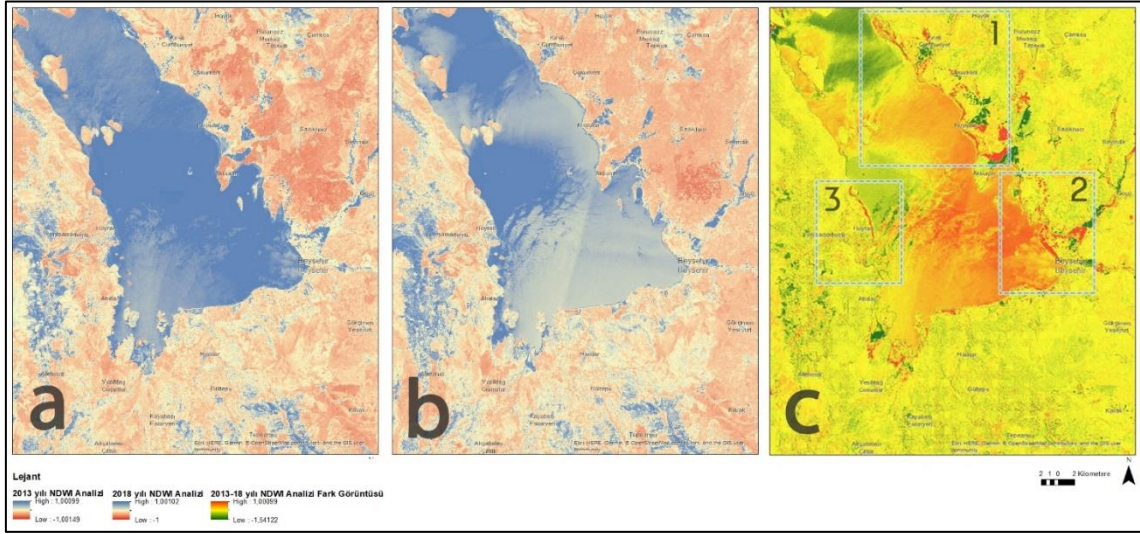
3.4. Beyşehir Gölü

Beyşehir Gölü Türkiye'nin en büyük tatlı su gölüdür. 91947 hektar alana sahip olan göl, 1120 metre deniz seviyesinden yukarıdadır. Alanda iki adet milli park ve doğal kentsel sit alanı bulunur. DSİ'nin yürüttüğü 300 bin hektar alanın sulanmasının düşünüldüğü, Konya Ovası Projesi göl için risk oluşturmaktadır (Etken 2006). Beyşehir Gölü'nün tatlı su içermesi, gölün tarımsal faaliyetlerde de kullanımını kolaylaştırmaktadır. Gölün yoğun kullanımı ve küresel iklim değişiklikleri su seviyesinde çeşitli değişimleri meydana getirmiştir. Bu kullanımı gözlemleyebilmek için göl ve çevresini kapsayan alandan 2013 yılı eylül ayı ve 2018 yılı ağustos ayına ait uydu görüntülerine ulaşılmıştır. Alandaki su çekilmesini ve stresini görebilmek adına NDWI indeksinden yararlanılmıştır. Yapılan analiz sonucu +1 ve -1 arasında değerler elde edilmiştir.

2013 ve 2018 yıllarına ait alınmış Beyşehir Gölü çevresini kapsayan, Landsat uydu görüntüsüne NDWI analizi yapıldığında gölün güney kısmında (Beyşehir merkez batı kısmı) NDWI pozitif değer veren ($> +0.56$ 'dan $0,43$ 'e) alanlarda 0.6 km'lik yerel su çekilmesi olduğu görülmektedir. Kıyıkdede köyünün güneybatı kısmında, çeşitli adacıkların olduğu izlenmektedir (Şekil 7).

2013 ve 2018 yıllarına ait yapılmış NDWI analiz sonuçlarına ArcGIS 10.5 programında değişim analizi yapıldığında 1 numara ile işaretlenen alanda kırmızı renk ile ifade edilen su çekilme bölgesi görülmektedir. Çekilmenin olduğu (Kireli Cumhuriyet'ten Akburun'a kadar olan) alanda yoğun tarımsal faaliyet gözlenmektedir. Çekilme tüm hat boyunca devam etmektedir.

Gölün güney kısmında işaretlenen 2 numaralı bölgede sudaki çekilme yoğun tarımsal faaliyetin olduğu Beyşehir merkeze yakın alanda bulunmaktadır. Suyun çekildiği alanın karşı kıyısında bulunan 3 numaralı bölgede, Hoyran köyü sahilinde hat boyunca devam eden çekilme alanı izlenmektedir.



Şekil 7. Beyşehir Gölü ve çevresi NDWI analizi haritası.

- 2013 yılı Landsat uydu görüntüsü Beyşehir Gölü ve çevresi NDWI analizi haritası.
- 2018 yılı Landsat uydu görüntüsü Beyşehir Gölü ve çevresi NDWI analizi haritası.
- 2013-2018 yılları Beyşehir Gölü ve çevresi NDWI değişim analizi haritası.

4. TARTIŞMA

Yapılan çalışmada Landsat-8 uydu görüntülerinden yararlanılmıştır. Uzaktan algılama çalışmalarında zamansal çözünürlük, çalışılan alandaki verilerin takip edilebilmesi için kritik öneme sahiptir. Bu sebepten iki yıl aralığında (2013 ve 2018) oluşan değişiklikler kaçırılmamaktadır. Devam niteliğinde yapılması muhtemel çalışmalarda, 2013 yılı öncesinin uydu görüntüleri kullanılarak zamansal değişime dair daha kapsamlı sonuçlar elde edilebilir.

Alanı detaylı bir şekilde çalışmak için uydu görüntülerinin başladığı yıllar dikkate alınır ise 1984 yılından günümüze her yıl için uydu görüntüsü alınarak analiz yapılabilir. Detaylı zamansal çözünürlüğün olacağı çalışmada, küresel ısınma verileri de dahil edilerek (yıllık ortalama yağış, sıcaklık, rüzgâr verileri) göllerin sıcaklık artışına verdiği tepki görülebilir. Aynı zamanda çevresel değişimlerin, tarım alanlarının artışı-azalışı ve arazi kullanımları ile de yıllık uydu görüntüsündeki veriler eşleştirilebilir. Bunun yanında gelecek projeksiyonları için her bir gölün derinlik haritası analiz çalışmasına eklenir ise gölün suyunun çekilmesinin göl yüzeyinde nerelerden olacağı belirlenebilir. Bunun yanı sıra sulak alan yönetimindeki karar mekanizmasının daha verimli çalışmasına katkı sağlayabilir. Doğru çalışan karar mekanizması ekosistemin korunması ve sürdürülebilirliği için oldukça önemlidir. Ayrıca uygulanan tarım politikalarındaki sorun ve aksaklıklar yapılan zamansal değişim analizleri ile doğru bir şekilde tespit edilebilir. Yapılan bu tespitler, tarımsal faaliyetlerde planlama süreçlerine girdi olarak kullanılabilir.

Gölün ekolojik sürdürülebilirliğinin sağlanması için öncelikle yağış etkinliği gibi doğal faktörler önemlidir. Bunun yanında araştırmada bahsi geçen (Eğirdir, Yarıklı, Burdur ve Beyşehir) göllerinin çevresinde beşerî baskı net bir şekilde görülmektedir. Bu bölgede özellikle yüzey sularının korunması için tarımsal kullanımlarda su tüketimini azaltmak için su gereksinimi az olan türlere ağırlık verilmesi ve diğer taraftan tarımsal sulamada yüksek verimli sistemlerin tercih edilmesi uygun olacaktır. Göllerin çevresinde yaşamını sürdüren insanların sulak alanların korunmasına ilişkin bilinç düzeyinin artırılması gerekmektedir. Sonuç olarak sürdürülebilir tarımsal uygulamalar ve insan sulak alan etkileşiminin doğru olması, göçmen kuşların da uğrak yeri olan bu alanlar için kritik derecede önemlidir. Aksi takdirde sulak alanların sürdürülebilir bir şekilde korunabilmesi ve yönetim planlarının uygulanabilir olması da mümkün olmayacaktır.

KAYNAKÇA

- Anonim-1 (2019). Son Erişim Tarihi: 4 Ocak 2019. Erişim adresi: <http://www.burdurkulturturizm.gov.tr/TR-154880/burdur-golu.html>
- Anonim-2 (2019). Son Erişim Tarihi: 4 Ocak 2019. Erişim adresi: https://www.wwf.org.tr/ne_yapiyoruz/doga_koruma/doal_alanlar/egirdir_golu/
- Anonim-3 (2018). Son Erişim Tarihi: 10 Aralık 2018. Erişim adresi: edo.jrc.ec.europa.eu/documents/factsheets/factsheet_ndwi.pdf
- Anonim-4 (2019). Son Erişim Tarihi: 5 Ocak 2019. Erişim adresi: <https://www.sentinel-hub.com/eoproducts/ndwi-normalized-difference-water-index>
- Anonim-5 (2019). Son Erişim Tarihi: 6 Ocak 2019. Erişim adresi: <https://www.ilmvemedenyet.com/turkiyenin-sinir-komsulari-ve-sinir-kapilari.html>
- Anonim-6 (2018). Son Erişim Tarihi: 11 Aralık 2018. Erişim adresi: <https://glovis.usgs.gov/>
- Ataol, M. (2010). *Burdur Gölü Havzası İçin Yeni Bir Su Yönetim Modeli Önerisi*. Erişim Adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Balçık, F. B. (2010). *Mapping and Monitoring Wetland Environment by Analysis of Different Satellite Images and Field Spectroscopy*. İstanbul Teknik Üniversitesi (Doktora Tezi). Erişim Adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Ceccato, P., vd. (2001). Detecting vegetation water content using reflectance in the optical domain. *Remote sensing of environment*, 77(1), s. 22-33.
- Çağırankaya, S., ve Köylüoğlu, F. (2013). Türkiye'nin Önemli Sulak Alanları: Ramsar Alanlarımız. Çağırankaya, S. ve Meriç, T. B. (Ed.) *Sulak Alan Kavramı, Sulak Alan Nedir? Sulak Alan Sınıflandırması* içinde (s. 9). Ankara: Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü.

Aksoy, T., Sarı, S. & Çabuk, A. (2019). Sulak Alanların Yönetimi Kapsamında Su İndeksinin Uzaktan Algılama ile Tespiti, Göller Yöresi. *GSI Journals Serie B: Advancements in Business and Economics*, 1 (2): 35-48.

- Eken, G., Bozdoğan, M., İsfendiyaroğlu, S., Kılıç, DT., Lise, Y. 2006. Türkiye'nin Önemli Doğa Alanları. Doğa Derneği. Ankara.
- Gao, B. C. (1996). NDWI—A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. *Remote sensing of environment*, 58(3), s. 257-266.
- Jensen J. R. (2005) Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective. NJ: Prentice Hall.
- Lillesand T. M, Kiefer, R. W. ve Chipman, J. (2007). *Remote Sensing and Image Interpretation*. New York: Wiley and Sons.
- Matthews, G. V. T. (1993). The Ramsar Convention on Wetlands: its History and Development. Luthi, E. (Ed.). Gland: Ramsar Convention Bürosu.
- Muttitanon, W., ve Tripathi, N. K. (2005). Land use/land cover changes in the coastal zone of Ban Don Bay, Thailand using Landsat 5 TM data. *International Journal of Remote Sensing*, 26(11), s. 2311-2323.
- Uysal, F. (2018). *Göller Yöresinin Tarihi Coğrafyası*. Selçuk Üniversitesi (Yüksek Lisans Tezi). Erişim Adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>