

ULUSLARARASI SOSYAL ARAŞTIRMALAR DERGİSİ THE JOURNAL OF INTERNATIONAL SOCIAL RESEARCH

Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi / The Journal of International Social Research
Cilt: 13 Sayı: 74 Yıl: 2020 & Volume: 13 Issue: 74 Year: 2020
www.sosyalarastirmalar.com Issn: 1307-9581

MELEN ÇAYI HAVZASI'NDA 17-18 TEMMUZ 2019 TARİHİNDE MEYDANA GELEN SEL AFETİNİN UĞURLU, ESMAHANIM, DİLAVER VE DAVUTAĞA KÖYLERİNE (AKÇAKOCA) ETKİLERİNİN COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS) YAZILIMLARIYLA TESPİTİ*

*DETERMINATION OF THE EFFECTS OF THE FLOOD DISASTER, WHICH OCCURRED IN THE MELEN
STREAM BASIN ON 17-18 JULY 2019, ON UGURLU, ESMAHANIM, DILAVER AND DAVUTAGA
VILLAGES (AKCAKOCA) WITH GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS (GIS) SOFTWARE*

Mehmet Akif TAŞ**
Mehmet Akif CEYLAN***

Öz

Bu çalışmada, Melen Çayı Havzası'nda 17-18 Temmuz 2019 tarihinde meydana gelen, önemli can ve mal kayıplarına yol açan sel afetinin Düzce ilinin Akçakoca ilçesine bağlı Esmahanım, Uğurlu, Davutağa ve Dilaver köylerindeki etkileri incelenmiştir. Havza USGS, ASF Alaska gibi uluslararası kuruluşlardan elde edilen uydu görüntüleri (Landsat 8 ve Sentinel 2), ArcMap Pro ve Google Earth gibi Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yazılımları vasıtasıyla incelenerek sel afetinin etki alanı tespit edilmiştir. Melen Çayı'nın bir kolu olan Esmahanım Deresi'nin havzasında bulunan ve yerleşim alanı bakımından yaklaşık 2 km² alan kapsayan Uğurlu, Esmahanım, Dilaver ve Davutağa köylerinin selden büyük oranda etkilendiği, ani yağış ve su baskınlarına hazırlıksız oldukları belirlenmiştir. İncelenen alan, toplam alana (idari sınırları bakımından 270 km²) oranlandığında çok küçük bir kesim sele maruz kalmış gibi görünse de hesaplamalar yerleşmelerin kapladığı alan bazında (2 km²) yapıldığında, sel afetinin etkili olduğu, adı geçen yerleşmelerde %50'lere ulaşan büyük bir kesimin zarar gördüğü tespit edilmiştir. Bu bakımdan çalışmada sel afetinin önlenmesi için, sel öncesi ve sonrası toplanan verilerin hassas ve güncel bir şekilde değerlendirilmesi, çeşitli analizlerin uygulanarak gerekli tedbirlerin alınması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sel Afeti, Düzce, Melen Havzası, Uzaktan Algılama, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS).

Abstract

In this study, the effects of the flood disaster that occurred in the Melen Stream Basin on 17-18 July 2019 and caused significant loss of life and property in the villages of Esmahanım, Uğurlu, Davutağa and Dilaver in the Akçakoca district of Düzce province were examined. The impact area of the flood was determined by examining the satellite images (Landsat 8 and Sentinel 2) obtained from international organizations such as USGS, ASF Alaska, Remote Sensing (UA) and Geographical Information Systems (GIS) software such as ArcMap Pro and Google Earth. It has been determined that Uğurlu, Esmahanım, Dilaver and Davutağa villages, which are located in the basin of Esmahanım Stream, which is a tributary of the Melen Stream, and which cover an area of approximately 2 km² in terms of settlement area, were greatly affected by the flood and were not prepared for sudden rainfall and floods. Although the area studied is compared to the total area (270 km² in terms of administrative boundaries), a very small section seems to have been subjected to flooding, when the calculations are made on the basis of the area covered by the settlements (2 km²), it was found that flood disaster was effective and a large section reaching 50% was damaged in the mentioned settlements has been. In this respect, it is recommended to evaluate the data collected before and after the flood in a sensitive and up-to-date manner and to take necessary measures by applying various analyzes in order to prevent flood disaster.

Keywords: Flood disaster, Duzce, Melen Stream, Remote Sensing, Geographic Information Systems (GIS).

* Bu makale, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü'nde hazırlanmakta olan "Melen Çayı Havzası'nın Coğrafi Planlanması ve Entegre Havza Yönetimi" adlı doktora tez çalışmasından üretilmiştir.

** Arş. Gör., Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı, ORCID: 0000-0003-3543-037X., akif.tas@erzincan.edu.tr

*** Prof. Dr., Marmara Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü, ORCID: 0000-0002-1195-7436, maceylan@marmara.edu.tr



GİRİŞ

Dünya'nın birçok bölgesinde meydana gelen sel afetleri, yağış miktarı ve türü, akış şartları, zemin tabiatı ve iklim özelliklerine bağlı olarak çok değişken boyutlarda seyredabilmektedir. Bilindiği üzere havzanın iklimi, jeomorfolojik özellikleri, akarsu havzasının morfolojik yapısı, zeminin hidrolojik ve litolojik özellikleri, bitki örtüsü ve beşerî faktörler de sel afeti üzerinde etkili olmaktadır (Hoşgören, 1984: 86). Tüm bu şartları olumsuz şekilde ihtiva eden sahalarda seller çok yıkıcı boyutlara ulaşarak büyük can ve mal kayıplarına neden olmaktadır. Seller, birkaç saat veya birkaç gün içinde genellikle ani ve yüksek miktarda yağışlarla gerçekleşmektedir.

Sel ve sel afetinin farklı şekillerde tanımlandığı görülür. Nitekim Şahin ve Sipahioğlu (2003, 4) sel afetini; havzanın özellikle yukarı kesimlerinde ani ve aşırı yağışlara veya hızlı kar erimelerine bağlı olarak, yüksek eğimli yerlerde oluşan, şiddetli bir erozyona, yani bir aşındırmaya neden olan hidro-jeomorfolojik olaylar olarak tanımlamışlardır. İzbirak (İzbirak, 1986, 276), sel afetini tanımlarken "dağların dik yamaçlarından düşercesine inen, bu sırada yolu boyundaki taşları ve toprakları aşağılara indiren ve geçtiği yerlere zarar getiren akarsudur" ifadesini kullanmıştır. Turoğlu ve Özdemir (2005, 11) ise, sel ve taşkın birbirinden farklı olarak ele almış, seli; "genellikle bir kanal boyunca, eğim yönünde seyreden yüksek enerjiye sahip ve kontrolsüz akışı, çeşitli malzemeler ihtiva eden yüksek tahrir güçlü su kütlesi", taşkını ise; "akarsu havzalarında yatağın taşıyabileceği miktardan fazla su girişi olması" şeklinde açıklamışlardır. Tüm bu tanımlama ve açıklamalardan Melen Çayı Havzası'nda 17-18 Temmuz 2019 tarihinde gerçekleşen, geçtiği yerlere zarar getiren hidrolojik olayı da "sel afeti" olarak değerlendirmek mümkündür.

Sel afetinin etkileri, sebep ve sonuçları, korunma yolları, sel analizleri ve modellemeleriyle ilgili gerek yerli gerekse yabancı literatürde onlarca çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmaların yerli olanları konu itibarıyla Cumhuriyet öncesi dönemden günümüze kadar geniş bir zaman skalasını içermektedir. Bunlardan Erler (1998) Hüdavendigâr'da 1911 yılında, Muşmal (2006) Beyşehir kazasında 1909 ve 1932 yılında, Erler (2010) Erzurum'da 1910 yılında, Gül ve Özdil (2013) Aksaray'da 1863 yılında meydana gelen sel afetlerini sosyo-ekonomik yönü başta olmak üzere birçok özelliği dikkate alarak incelemişlerdir.

Cumhuriyet döneminde meydana gelen sellerle ilgili de birçok çalışma yapılmıştır. Bunlardan Y. Korkanç ve M. Korkanç (2006) sel ve taşkınların insan hayatına etkisini, Özcan (2006) Türkiye'deki sel olaylarının sebep, sonuç ve etkilerini araştırmıştır. Özmen (2015) Türkiye ve Antalya'daki sel afetlerini, Özşahin (2013) 1970-2012 yılları arasında Türkiye'de yaşanan doğal afetleri, Dölek (2013) Muş'ta yaşanan sel afetlerinin analizini, Kaynar (2017) Eylül 1957'de Ankara'da, Yılmaz ve Usta (2019) Ağustos 2015'te Artvin-Hopa'da gerçekleşen sel afetini araştırmıştır. Ayrıca Demircan vd. (2018) Türkiye'deki sel afetinin aylık eğilimlerini irdelemiştir.

Bu çalışmaların dışında günümüzde ve yakın geçmişte meydana gelen sel afetlerini araştıran birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda sel afetinin özellikle belli bir lokasyonda ve yakın çevresinde meydana getirdiği sosyo-kültürel ve ekonomik etkileri ele alınmıştır. Bu bakımdan; Yalçınlar (1995) İzmir'de 1995 yılında, Selçuk Biricik (1996) Senirkent'te 1996 yılında, Şahin (2002) Çarşamba Ovası'nda 2000 yılında, Kopar vd. (2005) Erzurum İlica'da 2004 yılında, Doğanay vd. (2005) Erzurum'da 2005 yılında, Şahinalp (2007) Şanlıurfa'da 2006 yılında, Tonbul ve Sunkar (2011) Batman'da 2006 yılında, Kömüşçü vd. (2011) Marmara Bölgesi'nde 2009 yılında gerçekleşen sel afetlerini araştırmışlardır. Ayrıca günümüze daha yakın dönemde Turgu vd. (2014) Ayvalık'ta Ocak 2017, Kadioğlu vd. (2016) Beşikdüzü'nde Eylül 2016, Doğan ve Keydal (2018) Ordu'da Ağustos 2018, Aydın ve Çelik (2019) ise Elmalı'da Ağustos 2018 yılında oluşan sel afetlerini çeşitli etkileri bakımından incelemişlerdir.

Literatürde ayrıca metodolojik açıdan sel afetinin incelenmesini konu edinen çalışmalar da yer almaktadır. Özellikle HEC-GeoRAS modelleme yazılımı ve ArcMap programı kullanılarak birçok analizler yapılmıştır. Keza Landsat Uydu görüntüleri veya drone kullanılarak uzaktan algılama yöntemleriyle birçok makale ve tez çalışması da meydana getirilmiştir. Bunlardan; Tek (2013) İstanbul Kağıthane Deresi'ni, Toprak (2015) Bingöl Solhan Deresi'ni, Dolo (2018) Arhavi ilçesini, Öztürk (2019) Kuzey Ege Havzalarını, Ortaç (2019) Filyos Çayı'nı, Keçik (2019) İmalı Deresi'ni, Utlu (2019) Biga Çayı Havzası'nı, Topgül (2019) Aşağı Meriç Nehri Havzası'nı ve Yıldırım (2019) Batı Karadeniz Havzası'nı lisansüstü tezlerde konu edinmiştir. Ayrıca Turgu ve Ceylan (2008) ECMWF Yağış Verileriyle, Turgu vd. (2015) Standart Yağış İndeksi Metodu ile, Şamandar ve Genç (2016) Hec-Georas yazılımı ile, Yiğit ve Kaya (2020) Sentinel 2A uydu



verileri ile çeşitli sel modelleme çalışmaları yapmışlardır. Bunlardan Şamandar ve Genç (2016) ile Yiğit ve Kaya (2020)'nin çalışma sahaları, Melen Çayı Havzası'nın içinde yer almaktadır.

Sel afetinin etki alanının incelenmesi ve uzaktan algılama yazılımları ile etki alanının tespiti bakımından yabancı literatürde de birçok çalışma mevcuttur. Bunlardan Termeh vd. (2017), Rimba ve Miura (2017) ALOS-2/PALSAR-2 uydu görüntüleriyle, Hoque vd. (2011) RADARSAT uzaktan algılama verileriyle, Zhang vd. (2011) ise Landsat, Radarsat, ERS, JERS, NOAA, Airbone gibi birçok görüntüleme kaynağını kullanarak sel etki alanı analizi yapmışlardır.

Çeşitli doğal etmenlerin bir araya gelmesiyle gerçekleşen sel olayı, yerkürenin doğal işleyişi içerisinde süregelen ve devam etmesi kaçınılmaz bir olgu olarak değerlendirilmelidir. Bu olgunun bir afet haline dönüşmesi ise insan faktörünün devreye girmesiyle gerçekleşmektedir. Nitekim bir doğal olayın afet sayılabilmesi için sosyo-ekonomik hasarlara neden olması yani insanlarda can veya mal kaybına sebebiyet vermesi gerekmektedir.

Makalede, 17-18 Temmuz 2019 tarihinde Melen Çayı Havzası'nda meydana gelen sel afetinin, idari bölümlerde Düzce ilinin Akçakoca ilçesinde yer alan Esmahanım Deresi'nin oluşturduğu alt havzada, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri yazılımları kullanılarak hem havzada hem de yerleşim birimlerindeki etki alanı ortaya konulmaya çalışılmıştır. Böylelikle bir taraftan selin Esmahanım Deresi havzasındaki yayılışı belirlerken diğer taraftan ileride daha hassas ve ayrıntılı veriler toplanarak HEC-GeoRAS vb. yazılımlar ile havzada sel analizi yapmaya ve muhtemel etki alanını ölçmeye yönelik projeksiyonların oluşturulmasına da katkı sağlanması amaçlanmıştır.

YÖNTEM

Çalışma hazırlanırken öncelikle sel afetinin etki alanının belirlenmesini sağlamak için USGS Explorer ve ESA Copernicus veri tabanlarından çalışma alanına ait Landsat 8 ve Sentinel 2 uydu görüntüleri indirilmiştir. Bu uydu görüntülerinde ArcMap yazılımı ile kızılötesi Sentinel 2 Multispectral Nearinfrared Band (4,1,2) uygulanarak sel afetinin etki alanı görsel olarak tespit edilmiştir (Şekil 2 ve 3). Ayrıca etki alanının karşılaştırılması ve hesaplamalardaki muhtemel hataların en aza indirilmesi için Google Earth uydu görüntülerinden de yararlanılmıştır. Google Earth Pro yazılımı içinde "Timeline" modülü kullanılarak selden hemen önceki (8 Temmuz 2019) ve selden sonraki (19 Eylül 2019) uydu görüntüleri karşılaştırılarak analiz edilmiştir. Sel sonrası daha yakın tarihli uydu görüntüleri bulursa da özellikle bulutsuz ve net bir görüntü elde etmek, hesaplamalardaki hataları en aza indirmek için 19 Eylül tarihli görüntünün kullanılması uygun bulunmuştur. Yapılan doğruluk analizleri ve uydu görüntüsü karşılaştırmaları sonucunda bu durumun çalışmanın güvenilirliğine sorun teşkil etmeyecek düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

Selin etki alanının ve havzadaki arazi kullanımının değişimini belirlemek için Landsat 8 uydu görüntüsü üzerinde ArcMap Pro yazılımı vasıtasıyla Supervised Classification Modülü'nden yararlanılarak sınıflama yapılmıştır. Tarım alanları, orman alanları, beşerî alanlar (yerleşme, yol, baraj vs.), akarsular ve sel etki alanları olmak üzere her bir kategoriye göre değişimle birlikte en az 50 veya üzeri piksel örneği alınarak sayısallaştırma yapılmıştır. Supervised Classification Modülü içerisinde maksimum piksel rengi benzerliği baz alınarak sınıflandırmaya gidilmiştir. Elde edilen pikseller Adobe Photoshop yazılımı ile sayılmış ve çalışma alanı üzerinde oranlanmıştır. Hesaplanan oranlara göre her bir kullanım alanının havzada ne kadar yer kapladığı tespit edilmiştir. Elde edilen verilerin doğruluğunu belirlemek amacıyla sel afetine en yakın tarihli (12.08.2019) ve görünürlüğü yüksek olan Google Earth uydu görüntüsünden karşılaştırma yapılmıştır. Toplamda 576 nokta üzerinden doğruluk analizi yapılarak çalışmanın güvenilirliği tespit edilmiş ve ileriki bölümlerde oranları aktarılmıştır.

Havzada selden etkilenen köylerin idari sınırları işaretlenirken ve alanları hesaplanırken, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı WMS verileri ArcMap CBS yazılımıyla sayısallaştırılmış ve alan hesaplama modülü ile değerler bulunmuştur. Yerleşme alanlarının belirlenmesinde ise Google Earth uydu görüntüleri ve alan hesaplama modülü kullanılarak idari sınırların aksine boş alanlar hesaplama dâhil edilmeyerek, yerleşme alanlarının hemen çevrelerini içine alacak şekilde alan hesabı yapılmıştır. Böylelikle sadece yerleşim alanlarının tespiti yapılmış ve sel afetinin yerleşim alanlarında ne kadar etkili olduğu hesaplanmıştır.

Çalışma sahasında herhangi bir meteoroloji istasyonu mevcut değildir. Bu nedenle iklim özelliklerinin açıklanmasında nispeten yakın konumda ve çalışma sahasını temsil edebilecek nitelikte olan Akçakoca ve Kocaali istasyonlarının uzun yıllara (1960-2018) ait ortalama rasat değerlerinden yararlanılmıştır. Aynı şekilde Akçakoca ve Kocaali istasyonlarının sel gününe ait meteorolojik verileri de çalışmaya eklenerek değerlendirilmiştir.



Ayrıca arazi kullanımıyla ilgili ayırım yapılırken yerleşim alanı yerine “Beşerî Alanlar” ifadesinin kullanılması tercih edilmiştir. Bunun başlıca sebebi, uzaktan algılama programının piksel benzerliğinden ötürü yerleşim alanlarının yanı sıra yolları, barajları vb. tesisleri de yerleşme olarak tanımlamasıdır. Büyük bir değere karşılık gelmeyen kategori dışı kalan bu gibi alanlar-tesisler “Beşerî Alanlar” adı altında birleştirilerek hesaplamalara dâhil edilmiştir.

BULGULAR

Melen Çayı Havzası'nın kuzey kesiminde 17-18 Temmuz 2019 tarihinde meydana gelen sel afeti, bölgede yaşayan çok sayıda insanı olumsuz etkilemiş, can ve mal kayıplarına neden olmuştur. Cumayeri, Gölyaka ve özellikle de Akçakoca ilçelerinde etkili olan sel afetinden 4'ü ağır şekilde olmak üzere toplam 41 köy yerleşimi etkilenmiştir. Bu köylerin büyük bölümünde yollar kapanmış (toplam 141 km yol), 95 adet köprü ve menfez yıkılmış, 28 köyde binalarda hasarlar oluşmuş ve 40 köyde tarım alanları zarar görmüştür. Evler ve eklentileri, sosyal yapılar, altyapı tesisleri (elektrik hatları, su şebekeleri, köprüler, yollar, balıkçı barınakları) ile birçok hayvan, alabalık tesisi, bahçe ve tarla zarar görmüştür (İMO, 2019).

Selin hemen akabinde arama kurtarma çalışmaları yapılmış, acil ilkyardım hizmeti sağlanmış, beslenme, barınma ve psikolojik destek hizmetleri karşılanmıştır. Birçok devlet kurumunun yanı sıra çeşitli STK'lar ve yardım kuruluşları bölgedeki afetzedelerin yaralarını sarmaya çalışmıştır. Afetin gerçekleştiği alan sel sonrası AFAD (2019) tarafından “Genel Hayata Etkili” şeklinde nitelendirilerek burada yaşayan halk “afetzedede” olarak tanımlanmıştır. Bu bakımdan çeşitli yardımlar, borç öteleme ve vergi kolaylıkları sağlanmıştır.

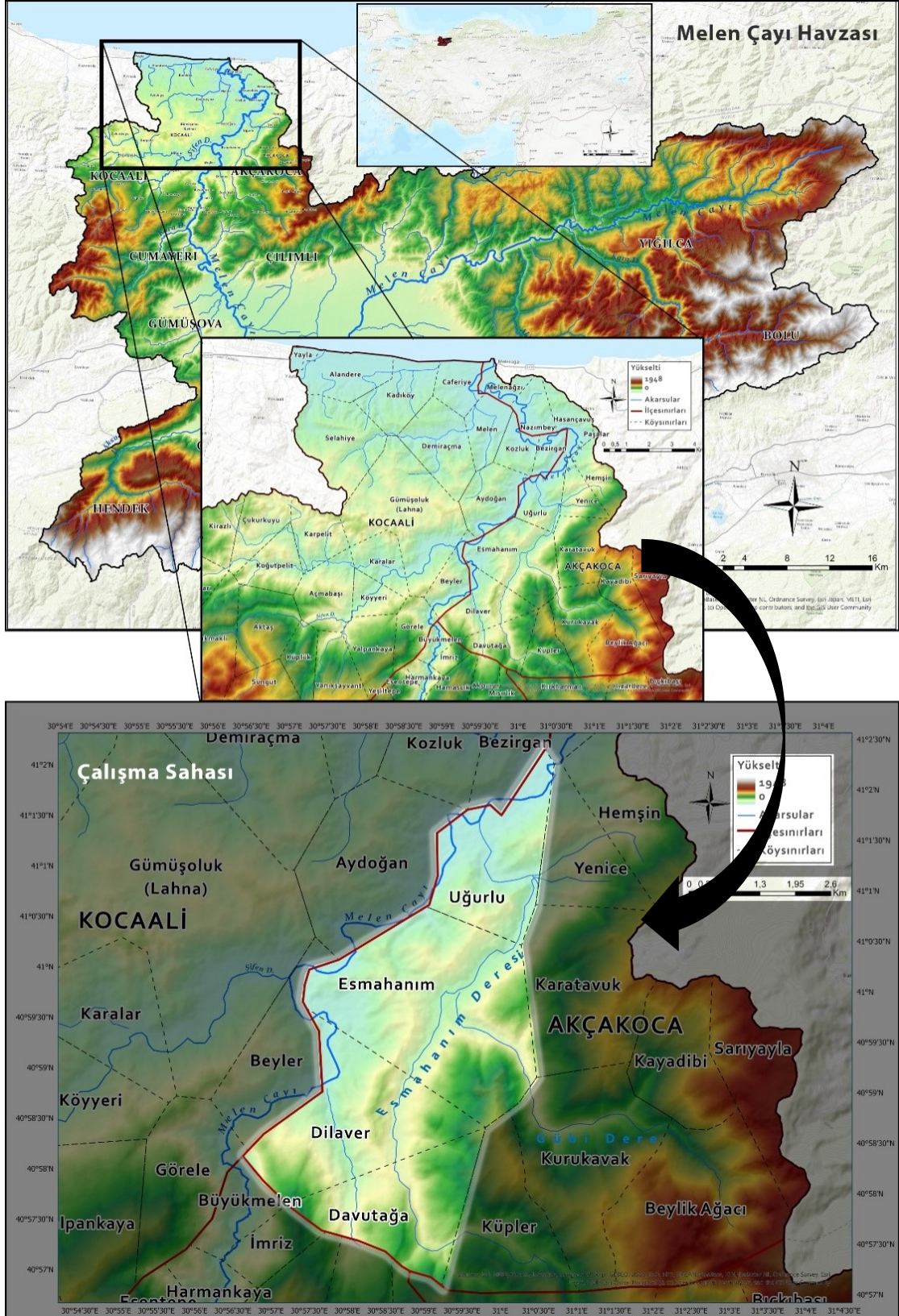
Bölgede sel afeti yeni karşılaşılan bir olgu ve olay değildir. 16 Temmuz 1965 ve 28 Haziran 1972'de iki sel afeti yaşanmış, Düzce ve yakın çevresinde önemli kayıplara sebep olmuştur. Yine 2014 ve 2016 yıllarında Gümüşova ve Cumayeri ilçeleri ve çevresinde de sel afetleri meydana gelmiştir. Yaşanarak kazanılan tecrübeler, Melen Havzası'nda sel olgusunun yüksek ihtimalle tekrarlanacağını, beraberinde önemli zararları getirebileceğini göstermektedir. Ayrıca sahada yaşanan her yeni sel afeti bir öncekinden daha büyük zararlara da yol açtığı dikkati çekmektedir.

Bölgede meydana gelen sel afetlerinin en önemli sebeplerinden biri çeşitli çalışmalarda iklim değişikliği gösterilse de tek başına bu etmenle açıklamak doğru değildir. Bununla birlikte son yıllarda iklim değişikliği, m² başına düşen yağışın daha fazla olmasını ve selin geniş alanlarda daha büyük kayıplara yol açmasını tetikleme muhtemeldir. Havzada oluşan sellerin en önemli sebeplerinin başında ise, orman alanlarının tarım arazisine dönüştürülmesi gelmektedir. Özellikle son 20-30 yıllık süreçte çok büyük bir orman alanı, tarım arazisi açmak (özellikle fındık tarımı) için tahrip edilmiştir. 1985-2018 uydu görüntülerinin karşılaştırılması ile elde edilen verilere göre, Melen Çayı Havzası genelinde orman alanlarında % 3 oranında bir azalma olurken tarım alanları yaklaşık % 7 oranında artış göstermiştir. Aynı şekilde havzada özellikle beşerî tesisler (evler, yollar, barajlar, çeşitli altyapı tesisleri vs.) iki kattan fazla büyüme kaydetmiştir. 12 Kasım 1999 Düzce Depremi sonrası Düzce'nin il yapılmasıyla birlikte havzada hızlı bir nüfuslanma ve yapılaşma sürecine girilmiştir. Bu sürecin havza tabanından (Düzce Ovası) çevresindeki yüksek alanlara doğru da yayılma eğilimi mevcuttur.

Çalışma Alanının Coğrafi Konumu ve Sınırları

Çalışma sahası, Karadeniz Bölgesi'nin Batı Karadeniz Bölümü'nde, coğrafi koordinat sisteminde 41°02'11"-40°56'58" kuzey enlemleri ile 30°56'35"-31°00'28" doğu boylamları arasında, Melen Çayı'nın tali kollarından Esmahanım Deresi'nin havzası içinde yer almaktadır. Bu havzada bulunan Akçakoca ilçesine bağlı Uğurlu, Esmahanım, Dilaver ve Davutağa köylerinin idari sınırları içinde kalan alanlar çalışma sahasını teşkil etmektedir (Şekil 1). Esmahanım Deresi'nin havzasında bulunan başka köyler de sel afetinden etkilenmiş olmakla birlikte, en çok etkilenen bu dört köyün ayrıntılı olarak incelenmesi uygun görülmüştür.

Melen Havzası'nın genelinde yapılan hesaplamalara göre 700 ha'dan fazla alan sel afetinden etkilenmiş durumdadır. Ancak bu alanların büyük bir bölümü, yerleşim birimi bulunmayan ve bugün büyük ölçüde Melen Barajı'nın su tutma sahasında kalan alanlardan oluşmaktadır. Bu bakımdan çalışmanın daha sağlıklı yürütülebilmesi amacıyla inceleme sahasının daraltılması yoluna gidilmiştir. Bu bağlamda sel yerleşim birimi bulunmayan geniş alanlarda etkili olmuşsa da sel afetinden can ve mal kaybı bakımından en çok etkilenen ve Esmahanım Deresi'nin havzası içinde yer alan dört köy; Uğurlu, Esmahanım, Dilaver ve Davutağa çalışma alanının sınırlanmasında esas teşkil etmiştir. Bu köylerden de özellikle Esmahanım ve Uğurlu köyleri sel afetinden ağır şekilde etkilenmişlerdir.



Çalışma Alanının Sıcaklık ve Yağış Özellikleri

Batı Karadeniz Bölümü'nde yer alan çalışma sahası, içinde bulunduğu coğrafi bölgenin genel iklim özelliklerini yansıtmaktadır. Havzanın geri kalan kısımlarına oranla sıcaklık değerleri nispeten yüksek olup,



ortalama sıcaklıklar 13.0 °C'yi geçmektedir. Burada özellikle denizden gelen nemli ve yağışlı hava kütlelerinin etkisiyle yağış değerleri de artmakta ve 1000 mm'nin üzerine çıkmaktadır.

Akçakoca ve Kocaali istasyonlarının verilerine göre, çalışma sahasında, yıllık ortalama sıcaklık değerleri 13.0-14.2 °C arasında ve aylık ortalama sıcaklık değerleri ise 5.3-23.0 °C arasında değişmektedir. Her iki istasyonda en soğuk ay Ocak ve en sıcak ay da Ağustos olarak ayırt edilmektedir (Tablo 1). Sıcaklık rejiminde Ocak'tan Ağustos'a kadar nispeten düzenli bir yükselme ve bu aydan sonra da aynı şekilde bir düşüş seyri izlenmektedir. Sel afetinin meydana geldiği Temmuz (23.0 °C), ortalama değerlerde Ağustos'tan sonra en sıcak ay olarak belirlenmektedir.

Yıllık ortalama yağış miktarları, Akçakoca'da 1095.2 mm ve Kocaali'de 1037.5 mm olarak ölçülmüştür. Bu değerler, havzaya düşen yağış miktarının fazla olduğunu ortaya koymaktadır. Hatta havzanın dağlık alanlarında yükseltiyle beraber yağışlarda önemli artışlar meydana gelmektedir. Yağışların aylara dağılımında ise önemli farklılıklar gözlenmektedir. Nitekim aylık ortalama yağışlar 52.2 mm ile 134.0 mm arasında nispeten geniş bir aralıkta gerçekleşmektedir. Her iki istasyonda yağışlar, en fazla Ekim ve Aralık aylarında, en düşük ise Akçakoca'da Mayıs ve Kocaali'de Temmuz aylarında kaydedilmektedir. Temmuz ayı her iki istasyon için de yağışın nispeten düşük olduğu bir döneme karşılık gelmektedir (Tablo 2). Buna rağmen bu kadar şiddetli bir yağışın ve sel afetinin bu ayda gerçekleşmesi dikkate değer bir durum arz etmektedir.

Tablo 1: Akçakoca ve Kocaali'nin 1960-2018 Yılları Arası Aylık Ortalama Sıcaklık Değerleri (°C).

İstasyon	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ort.
Akçakoca	5.3	5.5	7.0	10.6	14.9	19.2	21.5	21.6	18.3	14.5	10.5	7.5	13.0
Kocaali	5.7	7.5	8.3	11.1	16.1	20.5	23.0	23.8	20.4	15.2	11.2	7.2	14.2

Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2018.

Afetin yaşandığı 17-18 Temmuz 2019 tarihinde, olağan zamanda istasyonda kaydedilen mevsimlik yağışın önemli bir bölümü sadece bir gecede düşmüştür. Nitekim 18 Temmuz günü inceleme sahasına en yakın istasyon olan Kocaali'de (Sakarya) m² alanda 176 kg yağış ölçülmüştür (MGM, 2019). Bu değer, en yağışlı aylar olan Ekim ve Aralık aylarının ortalama değerinden bile daha yüksektir. Özellikle bu parametre afeti hazırlayan en önemli etkenlerden biri olmuştur. Düzce ilinde günlük toplam yağışın en yüksek miktarı 1965 yılında yine bir Temmuz ayında 118 kg olarak kayıtlara geçmiştir. Ayrıca Kocaali istasyonunda 1988 ve 1990, Akçakoca istasyonunda ise 1961, 1964, 1965, 1968, 1972, 1976, 1979, 1981, 1992, 2002, 2005 ve 2009 yıllarının Temmuz aylarında aylık yağış maksimumları gerçekleşmiştir (MGM, 2018). Dolayısıyla bu veriler, Akçakoca istasyonunda yakın zaman aralıklarıyla tekrarlanan önemli bir iklimik özelliği de işaret etmektedir.

Tablo 2: Akçakoca ve Kocaali'nin 1960-2018 Yılları Arası Aylık Ortalama Yağış Değerleri (mm).

İstasyon	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
Akçakoca	120.8	81.4	82.0	59.8	52.2	64.6	72.4	82.3	94.0	134.0	117.7	134.0	1095.2
Kocaali	113.4	60.3	62.1	61.3	69.4	116.1	28.3	40.5	115.2	145.7	92.3	132.9	1037.5

Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2018.



Sel Öncesi ve Sonrası Arazi Değişiminin Supervised Classification Metodu İle Tespiti

Çalışma sahasında sel öncesi ve sonrasına ait arazi kullanım değerlerinin belirlenmesi, afetin boyutlarının ölçülmesi bakımından önem taşımaktadır. Sel afeti yaşanmadan önceki arazi kullanım durumunu belirlemek için afetten 10 gün öncesine ait (8 Temmuz 2019) uydu görüntüsü, sel sonrası değişimi tespit etmek içinde selden 61 gün sonrasına ait (19 Eylül 2019) Landsat 8 uydu görüntüsü kullanılmıştır. Sel sonrası tespiti yapmak için daha yakın tarihli uydu görüntülerine ulaşılmış ancak yüksek bulutluluk oranı ve düşük görüntü çözünürlüğü sebebiyle bunlar tercih edilmemiştir.

USGS Earth Explorer kaynağından indirilen uydu görüntüleri ArcMap Pro yazılımı ile Supervised Classification (Kontrollü Sınıflandırma) Modülü kullanılarak sayısallaştırılmıştır. Bunun için beşerî alanlar (yerleşme, yol, baraj vs.), orman alanları, tarım-mera alanları, sel afetine maruz kalan alanlardan birime göre değişmekle birlikte 50 veya üzeri örneklem alınmış, alınan bu örneklemeler piksel rengine göre yazılımla bütünleştirilmiştir. Böylece sel öncesi ve sonrasına ait arazi kullanım durumu haritaları elde edilmiştir (Şekil 4 ve 5). Ayrıca ArcMap Pro yazılımı ile kızılötesi Landsat 8 Multispectral Nearinfrared Band (4,1,2) uygulanarak sel afetinin etki alanı da net şekilde gösterilmiştir (Şekil 2 ve 3).

Uydu görüntüsü üzerinden yapılan bu gibi sınıflandırmalarda değerlerin doğru çıkması adına yeterli sayıda örneklem alınması gerekmektedir. Bu bakımdan çalışma alanında her bir arazi sınıflandırması için 50 ve üzeri örneklem alınmıştır. Ancak tüm bu dikkate rağmen bulutluluk, gölgede kalan alanlar, ekinlerin yetiştirme dönemleri renk farklılıkları, bazı piksel renklerinin birbirine çok benzemesi gibi sebeplerden ötürü hata payları olabilmektedir. Örneğin çalışma sahasının dışında plaj alanı piksel rengi çok benzediği için beşerî alanlar içerisinde kalmıştır, ya da bazı ormanlık sahalar tarla-mera alanı olarak gösterilmiştir. Bu sebeple yapılan doğruluk analizinde, havzada yapılan Supervised Classification sonuçları, selin hemen sonrası Google Earth uydu görüntüsü ile karşılaştırılmıştır. Toplamda rastgele 576 örnek nokta seçilerek yapılan doğruluk analizine göre %91,4'lük doğruluk oranına ulaşılmıştır. Buradaki hatanın yaklaşık %4,5'i beşerî alanların tarım ve mera alanı olarak görülmesi şeklinde olmuştur. İkinci sırada ise %3,4'lük hata oranı ile beşerî alanların sel alanları olarak gösterilmesi gelmektedir. Sel etki alanının daha iyi ortaya konulması için ölçümler Adobe Photoshop yazılımı vasıtasıyla düzeltilerek toplam doğruluk oranı artırılmıştır.

Tüm bu parametreler göz önünde bulundurularak çalışma sahasının sel öncesi ve sonrası arazi kullanımına ait alan değişimleri ortaya çıkarılmıştır. Buna göre çalışma alanında sel öncesi tarım-mera alanları yaklaşık 1678 ha iken sel sonrası 1660 ha, sel öncesi 748 ha olan orman alanı sel sonrası 724 ha olarak tespit edilmiştir. Yerleşme, yol, baraj vb. beşerî alanlar ise sel öncesi 205 ha iken, sel sonrası 134 ha olarak hesaplanmıştır. Beşerî alanların hesaplaması yapılırken tablolar arasında farklı sonuçlar çıkmasının sebebi, bazı tablolarda sadece yerleşim alanları, bazı tablolarda ise tüm beşerî kullanım alanlarının (yerleşme, yol, baraj vs.) hesaplama dâhil edilmesiyle alakalıdır. Sonuç olarak selin etkilediği alan, çalışma sahasında yaklaşık 113 ha kadar bir alan kaplamaktadır (Tablo 3, 4).

Tablo 3: Çalışma Sahasında Sel Öncesi ve Sonrası Arazi Kullanımında Meydana Gelen Değişmeler.

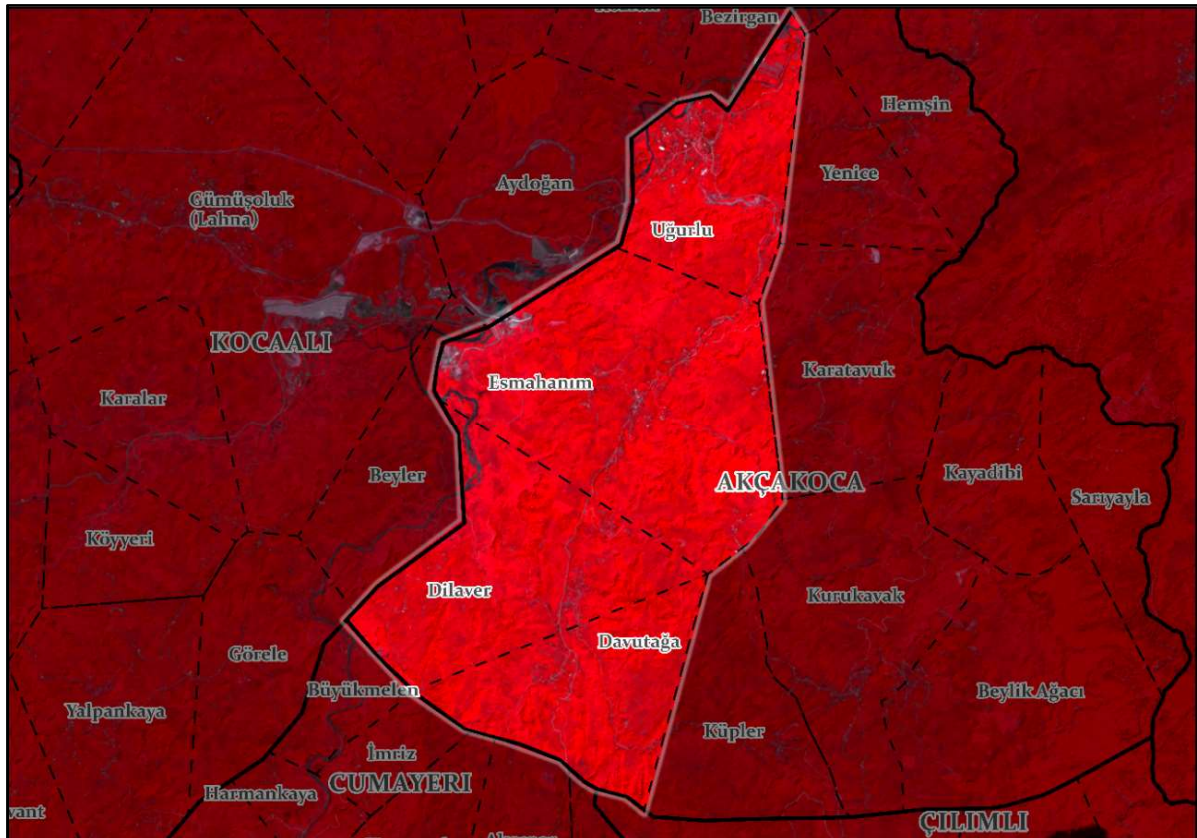
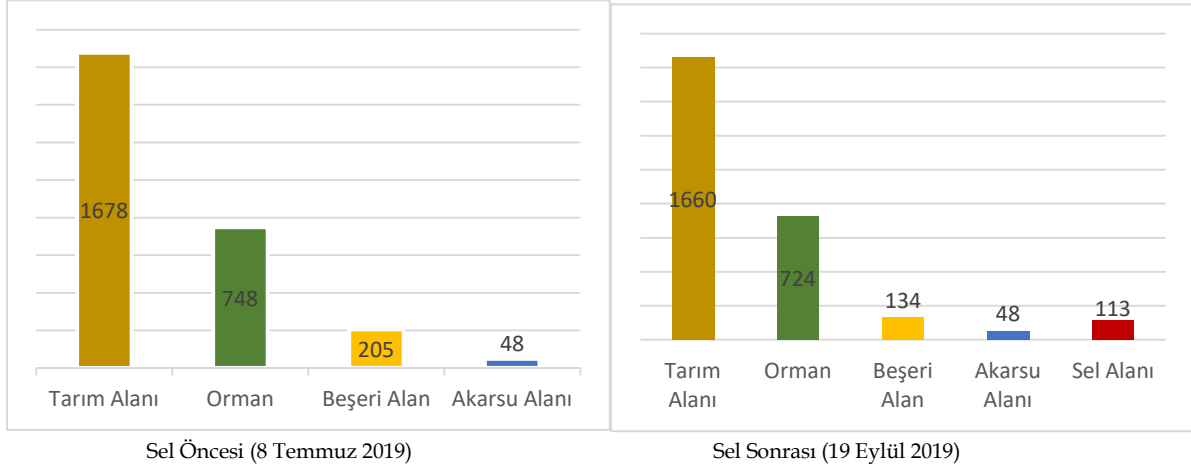
Sel Öncesi (8 Temmuz 2019) Alan Kullanımının Dağılışı (ha)	Sel Sonrası (19 Eylül 2019) Alan Kullanımının Dağılışı (ha)	Fark (ha)		
Tarım Alanı	1678	Tarım Alanı	1660	-18
Orman Alanı	748	Orman Alanı	724	-24
Beşerî Alanlar	205	Beşerî Alanlar	134	-71
Akarsu Alanı	48	Akarsu Alanı	48	0
-	-	Sel Alanı	113	113
Toplam	2696	Toplam	2696	

Sel öncesi ve sonrası fark incelendiğinde; yaklaşık olarak tarım-mera alanları 18 ha, orman sahaları 24 ha, beşerî alanlar ise 71 ha azalmıştır. Bu değerler aynı zamanda sel afetinden hangi alanın ne kadar etkilendiğini de ortaya koymaktadır (Tablo 3 ve Grafik 1). Dolayısıyla en fazla etkilenmenin yerleşme başta olmak üzere beşerî alanlarda olduğu dikkati çekmektedir. Bu durum çoğunlukla selin kanalizasyon vadi tabanı ve yamaçlarının beşerî yapılaşma için tercih edilmesiyle yakından ilgili bulunmaktadır. Başka bir

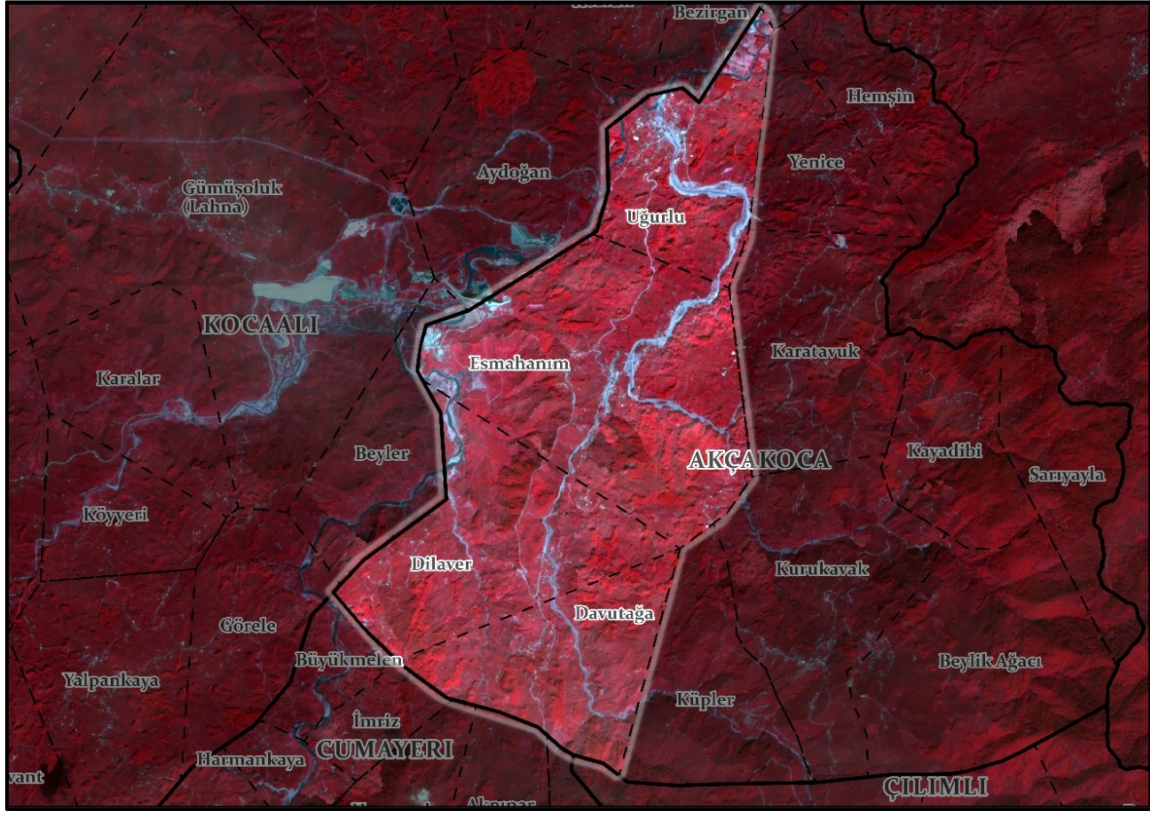


değişle yanlış yer seçimi ve yanlış arazi kullanımının olağan bir sonucu olarak değerlendirilebilir. Gerçekten bölgede yerleşmelerin önemli bir kısmı vadi tabanında akarsuların kenarlarında kurulmuş ve yolların önemli bir kısmı vadi tabanı ve yamaçları takip ederek inşa edilmişlerdir. Bu itibarla bölgede rölyef, akarsu ve beşeri tesisler arasında ilişkinin sorgulanarak planlı bir şekilde yeniden kurulması gerekmektedir.

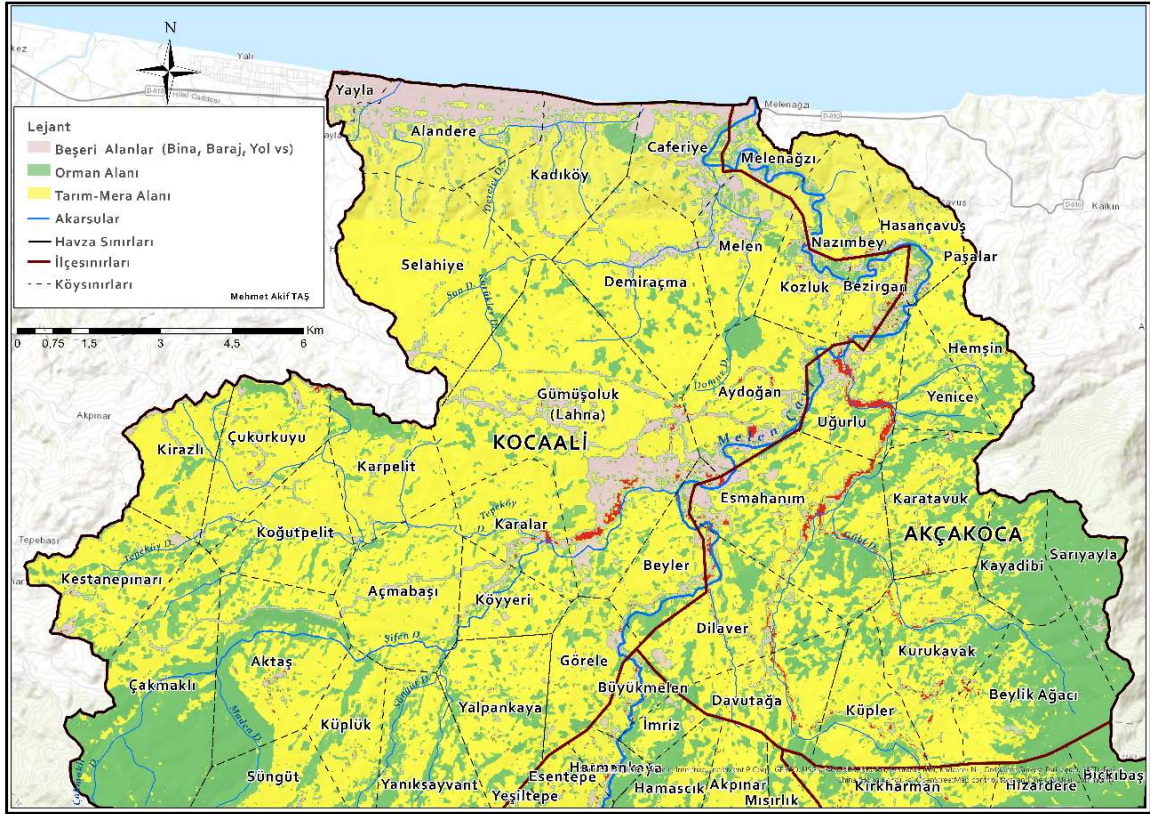
Grafik 1: Çalışma Sahasında Sel Öncesi ve Sonrasında Arazi Kullanımının Değişimi (ha).



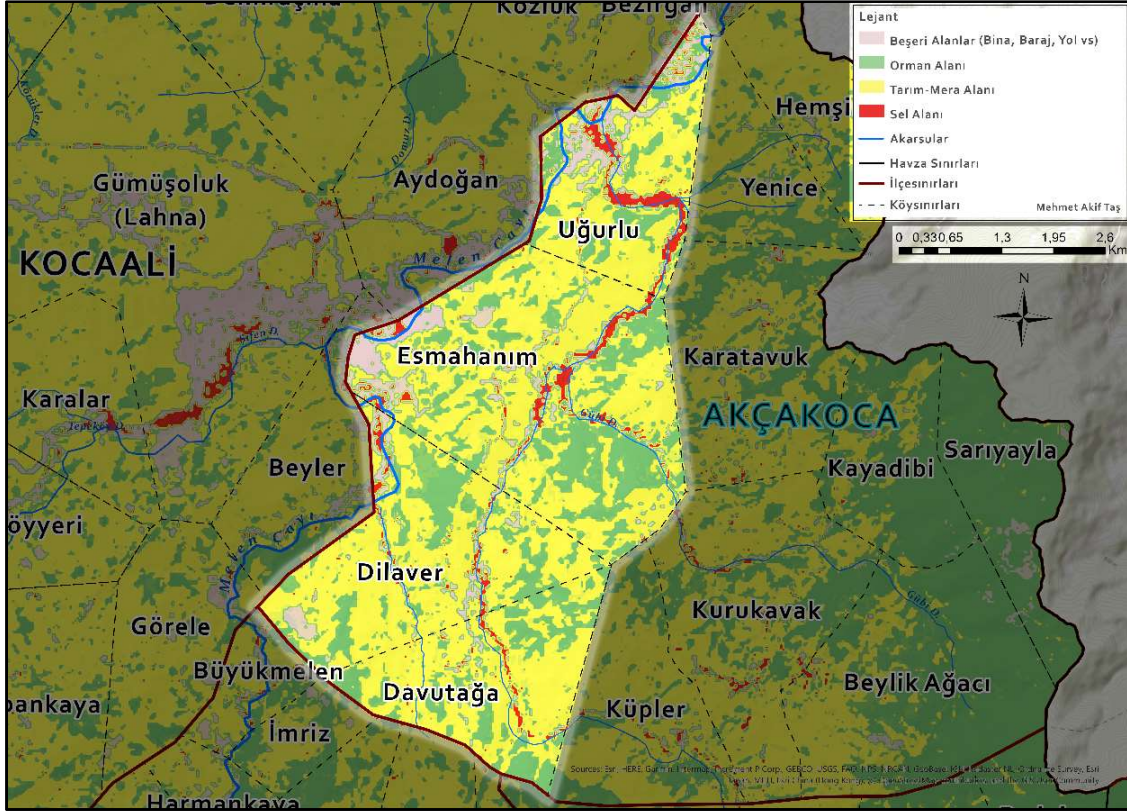
Şekil 2: Çalışma Alanının 17-18 Temmuz 2019 Seli Öncesi Sentinel 2 Uydusu Multispectral Nearinfrared Band (4,1,2) Görüntüsü (9 Temmuz 2019).



Şekil 3: Çalışma Alanının 17-18 Temmuz 2019 Seli Sonrası Sentinel 2 Uydusu Multispectral Nearinfrared Band (4,1,2) Görüntüsü (17 Eylül 2019).



Şekil 4: Çalışma Alanı ve Çevresi 17-18 Temmuz 2019 Seli Öncesi Arazi Kullanım Durumu (8 Temmuz 2019).



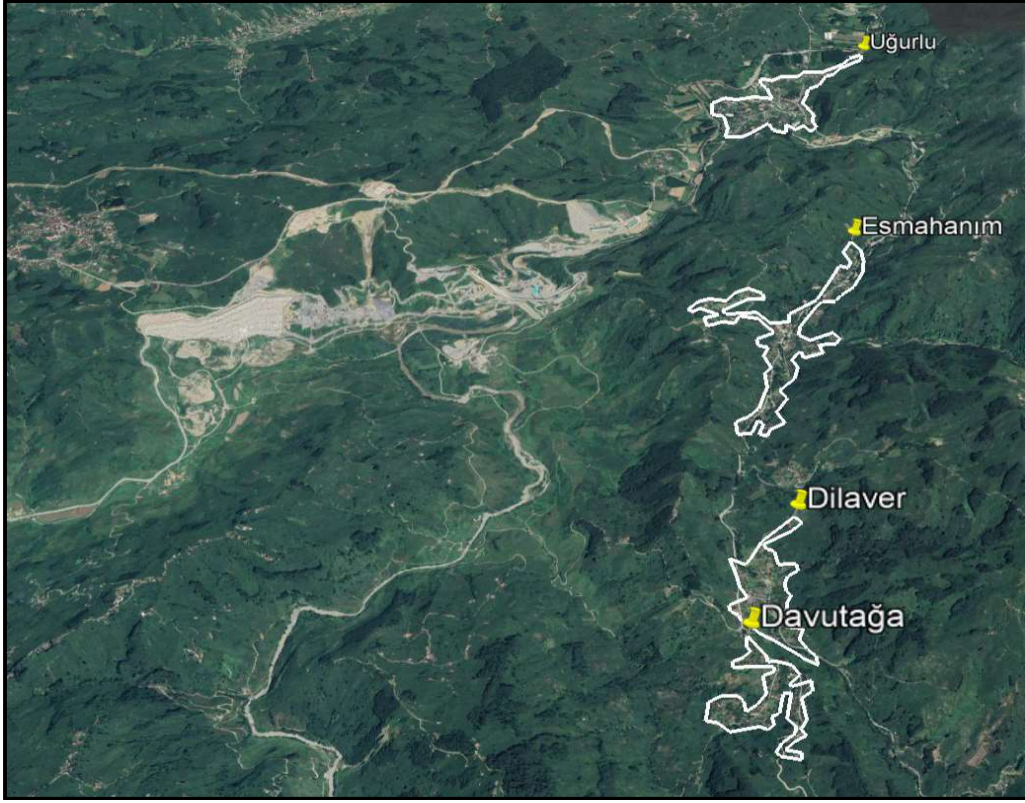
Şekil 5: Çalışma Alanının 17-18 Temmuz 2019 Seli Sonrası Arazi Kullanım Durumu (19 Eylül 2019).

Çalışma Sahasında 17-18 Temmuz 2019 Sel Afetinin Bilançosu

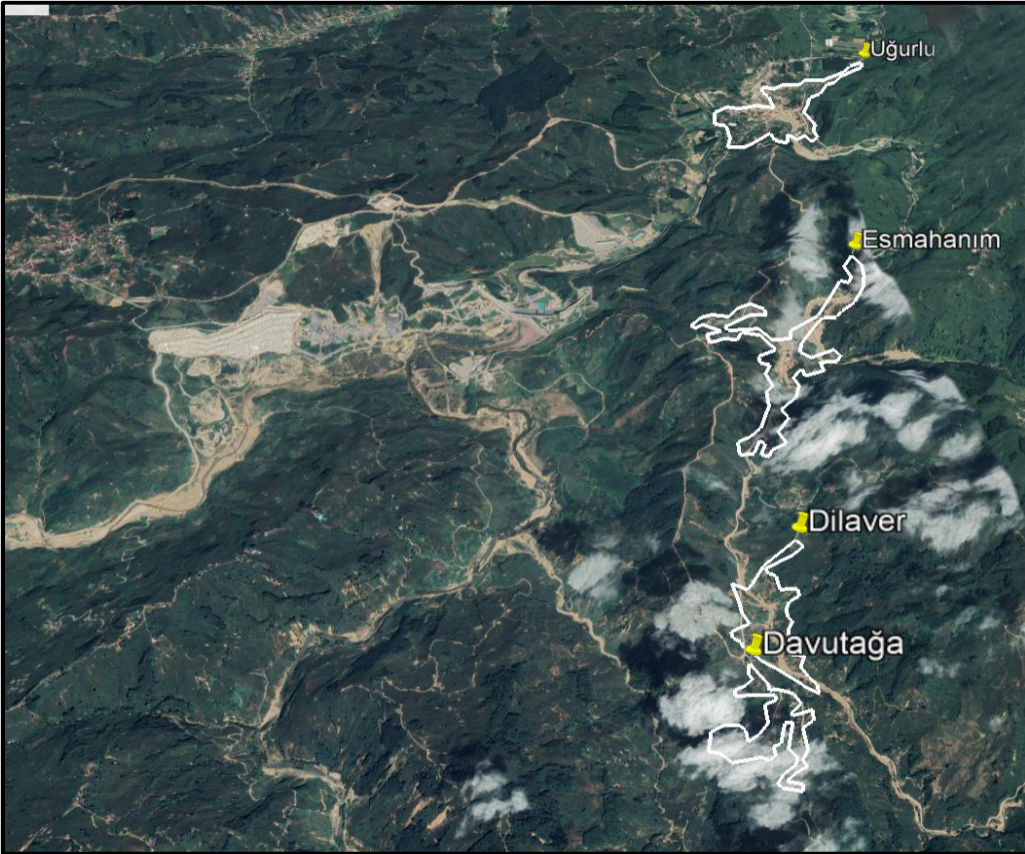
Çalışma alanı, Melen Çayı'nın aşağı çığırından aldığı yan kollarından Esmahanım Deresi'nin su toplama havzasındaki 4 köyü kapsamaktadır. Sel afeti, Esmahanım, Uğurlu, Dilaver ve Davutağa köyleri başta olmak üzere Melen Barajı'nın göl sahasını (henüz su tutulmaya başlanılmadı) ve Melen Çayı'nın aşağı çığırını yoğun şekilde etkisi altında bırakmıştır. Nitekim çalışma alanında Esmahanım köyünden toplam 7 kişi sel sularına kapılarak hayatını kaybetmiştir.

18 Temmuz 2019 tarihinde bir mevsimde gerçekleşen toplam yağışın önemli bir kısmı bir gecede düşmüştür. Afetin en etkili biçimde yaşandığı bölgede m² birim alanda yaklaşık 176 kg yağış kaydedilmiştir (MGM, 2019). Yoğun yağışın etkisiyle dere yataklarından taşarak ilerleyen sular, yerleşme ve diğer beşeri tesisler başta olmak üzere birçok maddi ve manevi zararlara sebep olmuştur. Bu zararların bazıları şunlardır;

- Esmahanım köyünden 7 kişi (4 çocuk, 2 kadın ve 1 erkek) hayatını kaybetmiştir,
- Uğurlu, Esmahanım, Dilaver ve Davutağa köylerinin arası ile diğer köy ve ilçe merkeziyle bağlantı sağlayan yolların birçok yerinde şiddetli tahribatlar oluşmuş, köprüler, menfezler ve istinat duvarları yıkılmış, kullanılmaz hale gelmiştir,
- Çalışma sahasındaki köylerde konut, ahır ve farklı amaçlarla kullanılan toplam 252 bina çeşitli derecelerde hasar (77 ağır, 4 orta, 171 hafif hasar) almıştır,
- Toplamda 113 ha arazi (18 ha tarım arazisi, 24 ha orman alanı, 71 ha yerleşim ve diğer beşeri alanlar) sel suları altında kalmıştır.
- Köylerin elektrik, su, kanalizasyon şebekesi ve benzeri altyapı tesisleri zarar görmüştür,
- Yüzlerce hayvan (büyükbaş, küçükbaş, kümes hayvanı) telef olmuştur,
- Esmahanım köyünün mezarlık alanı selden etkilenmiş, mezarların bir kısmı tahrip olmuştur.



Şekil 7: Sel Öncesi (2 Temmuz 2019) Çalışma Sahası ve Yakın Çevresinin Genel Uydu Görüntüsü (Sınırlar sadece yerleşim bulunan alanları göstermektedir), (Google Earth).



Şekil 8: Sel Sonrası (12 Ağustos 2019) Çalışma Sahası ve Yakın Çevresinin Genel Uydu Görüntüsü (Sınırlar sadece yerleşim bulunan alanları göstermektedir), (Google Earth).



Çalışma sahasında köylerin sel afetinden ne kadar etkilendiğini ortaya koymak için uydu görüntüleri ve ArcMap Supervised Classification modülünden elde edilen veriler kullanılmıştır. Bu veriler hesaplanırken köylerin idari sınırlarına değil, yerleşim alanlarının toplam yüzölçümüne göre hesaplama yapılmıştır (Tablo 5). TÜİK'in 2019 yılı verilerine göre 526 nüfusun ikamet ettiği Uğurlu köyünün yerleşim alanı, Melen Çayı ile Esmahanım Deresi'nin birleştiği yerde, Melen Çayı boyunca kabaca kuzeydoğu-güneybatı ve güneydoğu yönlerinde uzanmaktadır. Yerleşim alanı olarak 73 ha alan kaplayan Uğurlu köyünde yaklaşık 44 ha genişliğinde olan bir alan sel afetinden etkilenmiştir (Fotoğraf 1). Bunun yaklaşık 30 ha bölümü yerleşme alanı, 5 ha bölümü orman sahası ve yaklaşık 9 ha bölümü ise tarım alanlarından oluşmaktadır (Tablo 5).



Şekil 9: Sel Öncesi (2.7.2019) Uğurlu Köyünün Uydu Görüntüsü (Google Earth).



Şekil 10: Sel Sonrası (12.8.2019) Uğurlu Köyünün Uydu Görüntüsü (Google Earth).



Fotoğraf 1: 17-18 Temmuz 2019 sel afeti sonrası Uğurlu köyü (İMO, 2019).

Düzce İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü'nün verilerine göre, Uğurlu köyünde yapılan hasar tespit çalışmaları sonucunda 10'u konut, 7'si ahır ve 3'ü ticarethane olmak üzere toplam 20 yapıda ağır hasar tespit edilmiştir. Bunun dışında 3 konutta ve 1 iş yerinde orta hasar belirlenmiştir. Az hasarlı 103 bina da hesaba katıldığında toplam 127 yapının sel afetinden farklı derecelerde etkilendiği görülmektedir. Ayrıca köyü diğer köylere bağlayan yollar ve köprülerde de büyük hasarlar meydana gelmiştir (Fotoğraf 2, 3).

Tablo 4: Çalışma Alanında Bulunan Köylerin Arazi Kullanımında Meydana Gelen Değişmeler (ha).

Köyün Adı	Tarım Alanları		Orman Alanları		Beşeri Alanlar		Selin Toplam Etki Alanı
	Sel Öncesi	Sel Sonrası	Sel Öncesi	Sel Sonrası	Sel Öncesi	Sel Sonrası	
Esmahanım	612	604	321	315	66	33	47
Uğurlu	269	260	120	115	78	48	44
Dilaver	452	450	164	160	33	23	16
Davutağa	338	335	135	132	28	23	10
Toplam	1678	1660	748	724	205	134	
Fark		18		24		71	113

Kaynak: Köy yerleşme alanları ve selden etkilenen alanlar ArcMap Supervised Classification modülünden elde edilen raster veriler ile Google Earth uydu görüntüleri karşılaştırılarak hesaplanmıştır. Köy idari alanları ise Çevre ve Şehircilik Bakanlığı WMS verileri kullanılarak hesaplanmıştır.



Fotoğraf 2: Uğurlu köyünde selden yıkılan ve hasar gören köprüler.



Fotoğraf 3: Melen Çayı'ndan etkilenen Uğurlu köyünün yerleşim alanı (İHA, Temmuz 2019).

TÜİK'in 2019 yılı verilerine göre 201 nüfusun ikamet ettiği Esmahanım köyü, kendi adıyla anılan derenin vadisi boyunca kuzey-güney doğrultusunda gelişme göstermiştir. İnceleme sahasında Uğurlu'dan



sonra en geniş yerleşim alanına sahip olan Esmahanım köyü yaklaşık olarak 61 ha arazi üzerine yayılmıştır (Şekil 11). Bu alanının neredeyse yarısından fazlası yani yaklaşık 47 ha kısmı sel afetinden etkilenmiştir. Bunun da yaklaşık 33 ha kısmı yerleşim alanlarından, 8 ha kısmı tarım arazilerinden ve 6 ha kısmı ise orman sahalarından oluşmaktadır. Düzce İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü'nün verilerine göre, köyde toplam 102 adet yapı sel afetinden etkilenmiştir. Bunların 45 adedi (36 konut, 8 ahır, 1 ticarethane) ağır ve 57 adedi az hasarlıdır. Ayrıca 1 konut ve 1 ahır yapısı da heyelan tehlikesine maruz kalmıştır (Şekil 12, Fotoğraf 4, 5, 6).



Şekil 11: Sel Öncesi (2.7.2019) Esmahanım Köyünün Uydur Görüntüsü (Google Earth).



Şekil 12: Sel Sonrası (12.8.2019) Esmahanım Köyünün Uydur Görüntüsü (Google Earth).



Fotoğraf 4: Esmahanım köyünden sel sonrası bir görünüm (İMO, 2019).

Esmahanım, gerek can gerekse mal kaybı bakımından afetten en fazla etkilenen köy olmuştur. Köyde aynı aileden 7 kişi sel sularına kapılarak hayatını kaybetmiştir. Akarsu yatağına ve taşkın alanına oldukça yakın inşa edilen evler sel sularının tahrip edici gücüne direnemeyip yerinden sökülerek akıntıya kapılmıştır (Fotoğraf 5, 6). Keza akıntının tahrip edici gücüyle moloz, taş ve çamur yığınları köyün hemen çıkışındaki köprüye taşınmış ve burada birikerek arkasından gelen suyun yükselmesine ve gölleşmesine sebep olmuştur. Bunun sonucunda akarsuyun yakınında bulunmayan evler de sel sularından etkilenmiştir. Köy halkının ifadesine göre, selden birkaç gün önce iş makineleri ile dere ıslahı yapılmış, ayrıca sel afeti

sırasında onlarca insanın bu araçlar sayesinde sahadan tahliye edilmesi sağlanmış ve alınan bu tedbir afetin boyutlarının artması engellenmiştir.



Fotoğraf 5: Esmahanım köyünde sel sularının bir eve şiddetle çarpma anı (Köy Muhtarlığı, 2019).



Fotoğraf 6: Esmahanım köyünde dere yatağındaki evlerin sel sonrası durumu (İHA, Temmuz 2019).

Araştırma sahasının güneydoğu kesiminde bulunan Dilaver köyü, yerleşim yerinin büyüklüğü bakımından yaklaşık 30 ha'lık bir saha kaplamaktadır (Şekil 13). Esmahanım Deresi boyunca kuzey-güney doğrultusunda uzanan köyde, 2019 yılı TÜİK verilerine göre 91 kişi ikamet etmektedir. Köyün yaklaşık 16 ha'lık önemli bir kesimi sel afetinden etkilenmiştir. Bunun yaklaşık 2 ha'lık kısmı tarım arazisi, 4 ha'lık kısmı orman arazisi ve yaklaşık 10 ha'lık kısmı da yerleşim alanından oluşmaktadır. Düzce İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü'nün tespitlerine göre, köyde 7'si ağır (6 konut, 1 ahır), 10'u hafif olmak üzere toplamda 17 yapı selden etkilenmiştir (Fotoğraf 7). Ayrıca 1 yapı da heyelan nedeniyle risk altında bulunmaktadır (Şekil 14).



Şekil 13: Sel Öncesi (2 Temmuz 2019) Dilaver Köyünün Uydu Görüntüsü (Google Earth).



Şekil 14: Sel Sonrası (12 Ağustos 2019) Dilaver Köyünün Uydu Görüntüsü (Google Earth).



Fotoğraf 7: Dilaver köyünün yerleşim alanı sel sularından etkilenmiştir (Düzce TV, Temmuz 2019).

Davutağa köyü ise çalışma sahasının en güneyinde, büyük kısmı ile sırt ve yamaçlar üzerinde kurulu olup, yerleşim alanının büyüklüğü bakımından 27 ha alan kaplamaktadır. 2019 yılı TÜİK verilerine göre köyde 97 kişi yaşamını sürdürmektedir. Dağınık dokulu olan köyün yaklaşık 10 ha'lık kısmı selden etkilenmiştir. Bunun da yaklaşık 3 ha kısmı tarım arazisi, 2 ha kısmı orman alanı ve yaklaşık 5 ha kısmı da yerleşme alanından oluşmaktadır. Düzce İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü tarafından yapılan tespitlere göre, köy konutlarından 7'si sel ve selin tetiklemesiyle oluşan heyelandan etkilenmiştir. Konutların 1'i ağır, 6'sı hafif hasarlı durumdadır (Şekil 15 ve 16).

Çalışma sahasının ve Melen Havzası'nın dışında da 17-18 Temmuz 2019 sel afetinden olumsuz etkilenen daha birçok yerleşme bulunmaktadır. Örneğin Akçakoca ilçe merkezinde birçok bina selden çeşitli şekillerde etkilenmiştir. Keza Cumayeri ilçesine bağlı Dokuzdeğirmen köyü de selden önemli ölçüde etkilenen köyler arasındadır. Melen Barajı'nın yapımı nedeni ile taşınması yönünde karar alınan yerlerden biri olan Dokuzdeğirmen köyünün önemli bir kısmı sel afetinden etkilenmiş; can kaybı olmasa da yollar, köprüler gibi tesislerde önemli maddi hasarlar oluşmuştur.



Şekil 15: Sel Öncesi (2 Temmuz 2019) Davutağa Köyünün Uydu Görüntüsü (Google Earth).



Şekil 16: Sel Sonrası (12 Ağustos 2019) Davutağa Köyünün Uydu Görüntüsü (Google Earth).

Çalışma sahasının hemen batısında kalan, yapımı tamamlandığında ve tam kapasiteyle su tutmaya başladığında yaklaşık 13-17 km² (1300-1700 ha) arası yüzölçüme sahip olması planlanan Melen Barajı göl sahasının önemli bir kısmı da sel afetinden etkilenmiştir. Burada baraj yapımı nedeni ile köyler boşaltıldığı için aktif yerleşim alanı bulunmamaktadır. Barajın tamamlanarak su tutmaya başlamasından sonra sel afetinden etkilenen alanların azalmasına sebep olacaktır. Mevcut haliyle barajın su toplama havzası içinde bulunan yaklaşık 250 ha'lık bir alan sel afetinden etkilenmiştir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Melen Çayı Havzası'nın kuzey kesiminde 17-18 Temmuz 2019 tarihinde oluşan sel afetinden çalışma sahasında bulunan dört köyde (Uğurlu, Esmahanım, Dilaver, Davutağa), 7 kişi hayatını kaybetmiş, 245 yapı hasar görmüş ve önemli ekonomik zararlar meydana gelmiştir. Afetin hemen ilk gününden itibaren resmi kurumlar ve sivil toplum kuruluşları, afet zedelerin yardımına koşmuş, arama ve kurtarma faaliyetlerini yürütmüş, selin oluşturduğu zararların ve olumsuz etkilerin azaltılması yönünde büyük çaba harcamıştır.

Bu çalışmada ArcMap ve Google Earth Pro yazılımlarından üretilen verilerin karşılaştırılması sonucunda sel afetinin etki alanlarının ortaya konulması amaçlanmıştır. İncelenen köylerin tarım arazilerinin yaklaşık 18 ha, orman arazilerinin 24 ha ve beşerî alanlarının (yerleşme, yol, baraj vb.) 71 ha kadar kısmının selden etkilendiği ve arazi kullanımında kısmen değişmelerin meydana geldiği hesap edilmiştir. Kategori dışında kalan alanlar (5 ha) da hesaba katıldığında, çalışma sahasında yaklaşık 118 ha alan sel suları altında kalmış ve selden etkilenmiştir.

Selden etkilenen alanlar (118 ha), incelenen dört köyün toplam arazisinin yaklaşık %4,4'üne tekabül etmektedir. Bu yönüyle sel afetinin etkisi önemsiz gibi görülebilir. Bununla birlikte selin asıl etkisi yerleşim alanlarına göre yapılan hesaplama sonucunda ortaya çıkmaktadır. Nitekim selden en çok etkilenen köylerdeki toplam yerleşim alanı yaklaşık 192 ha genişliğindedir. Bunun içinde selden doğrudan etkilenen alan miktarı ise yaklaşık 110 ha'dır. Bu durumda dört köyün yerleşim alanlarının yaklaşık %57'si sel sularından çeşitli şekillerde etkilenmiştir. Köy bazında incelendiğinde ise, Esmahanım köyünün yerleşim alanlarının yaklaşık %75'i, Uğurlu köyünün yerleşim alanlarının %58'i, Dilaver köyünün yerleşim alanlarının yaklaşık %50'si ve Davutağa köyü yerleşim alanlarının da yaklaşık %30'u sel afetinden etkilendiği belirlenmektedir.

İnceleme sahasında sel afetinden büyük ölçüde etkilenen yerleşmelerde tespit edilen ortak sorun, yerleşim birimlerinin özellikle dere/sel yatağına çok yakın kurulmuş olmasıdır. Vadilerin ağız kısmında ya da birbirleriyle birleştiği yerler (Uğurlu köyü), yüksek eğimli yamaçlar ve orman arazisinin tahrip edildiği sahalarda kurulan yerleşmeler (Esmahanım ve Dilaver köyleri) afetten ciddi biçimde etkilenmiştir. Melen Barajı havzasında kalan bazı köylerin baraj yapımı dolayısıyla taşınmış olması (Beyler, Karalar), selin olası daha ağır sonuçlarını engellemiştir. Ayrıca köylerde akarsu kenarından nispeten uzak bazı evler de sular altında kalmıştır. Bunun en önemli sebeplerinden biri, köylerin çeşitli yerlerinde inşa edilen



köprülerin, selin getirdiği materyaller (çamur, moloz, beton yığınları, çeşitli araç gereçler vs.) ile tıkanması ve sel sularının geriye doğru birikerek seviyesinin yükselmesidir.

Ülkemizde ve bölgede afet sonrası önlemlerin başarılı olduğu kadar afet öncesi yatırımların ve önlemlerin yeterli olup olmaması da sorgulanmalıdır. Bu bağlamda Temmuz 2019'da selden hemen önce Çevre ve Şehircilik Bakanlığı bünyesinde gerçekleştirilen "Karadeniz Bölgesi İklim Değişikliği Eylem Planı'nda" Düzce ilinin bulunmaması önemli bir eksiklik olarak belirtilebilir. Keza çalışma sahası ve yakın çevresinde alınması gereken bazı önlemler şunlardır;

- Mekânsal strateji planları, TÜBİTAK MAM havza planlamaları ve diğer ölçeklerdeki tüm planlarda iklim değişikliği ile ilgili parametrelerin göz önünde bulundurulması,
- Dere yatağında bulunan ve risk içeren yerleşmeler kamulaştırılarak, burada yaşayan insanların uygun alanlara tahliyesinin sağlanması,
- Dere yataklarının ve kanalların genişletilmesi, duvarların ve derivasyon kanallarının ıslah edilmesi,
- Köprülerin ve diğer yapıların sel/akarsuyun taşıdığı materyallere set olarak su birikimine sebep olmayacak ölçülerde inşa edilmesi,
- Bölgedeki yol ve diğer altyapı hizmetlerinin düzenlenmesi,
- Yüksek heyelan riski altında bulunan bölgelerde inşa izni verilmemesi ve var olan binaların tahliye edilmesi,
- Eski köprü, menfez ve diğer ulaşım yapılarının onarılması veya yeniden inşa edilmesi,
- Yolların ve köprü altındaki iletim kanallarının genişletilmesi ve ani su baskınlarını tahliye edebilecek düzeye getirilmesi,
- Bölgede ormanların tahribinin önlenerek yeni tarım alanlarının açılışına izin verilmemesi,
- Gerekli ekipmanlarla ayrıntılı biçimde ve yerinde incelemeler sonucu elde edilen verilerle ArcMap, HEC-GeoRAS vb. programlar kullanarak bölgeye ve hatta risk bulunan her akarsuya ait sel simülasyonları oluşturmak, bunları 10, 20, 50 ve 100 yıllık projeksiyonlar halinde planlamalara dâhil etmek gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Aydın, T., Çelik, M. A. (2019). 6-7 Ağustos 2018'de Elmalı İlçesinde Meydana Gelen Sel Afetinin Tarım Alanları Üzerine Etkisi. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 24(42), 91-102.
- Bacanlı, H., Çelik, S., Görgeç, H., Deniz, A. (2011). 7-9 Eylül 2009 Tarihleri Arasında Marmara Bölgesinin Batısında ve Trakya'da Meydana Gelen Sel Felaketinin Meteorolojik Analizi. *V. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu*, İTÜ, İstanbul, 27-29.
- Demircan, M., Soydam, M., Çetin, S., Gürkan, H., Arabacı, H., Coşkun, M., Türkoğlu, N., Çiçek, İ. (2018). Türkiye'de Sel Afetinin Aylık Eğilimleri, *Türkiye Ulusal Jeodezi ve Jeofizik Birliği Bilimsel Kongresi*, 30 Mayıs-2 Haziran 2018, İzmir.
- Doğan, O. H., Keydal, S. Ç. (2019). 8-9 Ağustos 2018 Tarihlerinde Ordu İlçelerinde Meydana Gelen Yağış ve Sel Olayının WRF Modeli ve Uzaktan Algılama Ürünleri ile Analizi, *Meteoroloji Genel Müdürlüğü Raporu*, Ankara.
- Doğanay, S., Alım, M., Altaş, N. T. (2006). Atmosfer Kökenli Doğal Afetlere Bir Örnek: 10 Ağustos 2005 Erzurum Seli. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 11(16), 305-322.
- Dolo, A. (2018). *Arhavi İlçesi İçin Dron Verisine Dayalı Sel ve Taşkın Modellemesi*. İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Dölek, İ. (2013). Muş'ta Yaşanan Sel ve Taşkınlara Neden Olan Doğal Faktörlerin Analizi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (28), 408-422.
- Erlər, M. (1998). Hüdavendigâr'da Sel Baskını'nın Sosyo-Ekonomik Tesirleri (1911). *Osmanlı Araştırmaları*, 18 (18).
- Erlər, Y. (2010). Meşrutiyet İdaresi Altında Erzurum Sel Baskını-1910. *Yakın Dönem Türkiye Araştırmaları*, 0 (11), 31-61.
- Gül, M. F., Özdil, O. (2013). Aksaray Şehri'nde "İkinci Nuh Tufanı": 1863 Sel Felaketi. Tarih'in Peşinde, *International Periodical for History and Social Research*, S. 10, s. 213-236.
- Hoque, R., Nakayama, D., Matsuyama, H., & Matsumoto, J. (2011). Flood monitoring, mapping and assessing capabilities using RADARSAT remote sensing, GIS and ground data for Bangladesh. *Natural Hazards*, 57(2), 525-548.
- Hoşgören, M. Y. (1984). *Hidrografyanın Ana Çizgileri: Yeraltı Suları, Kaynaklar, Akarsular*. İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayın No.2619, İstanbul.
- İMO, (2019). *TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, 17-18 Temmuz 2019 Düzce, Cumayeri ve Akçakoca Sel Felaketi Değerlendirme Raporu*, Ankara.
- İzbrak, R. (1986). *Coğrafya Terimleri Sözlüğü*, Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, Öğretmen Kitapları Dizisi, No.157, İstanbul.
- Kadioğlu, Y., Bağcı, H., Yılmaz, C. (2017). Doğu Karadeniz Kıyı Kuşağındaki Doğal Afetlere Bir Örnek: 21 Eylül 2016 Tarihli Beşikdüzü Seli Ve Heyelanları. *Marmara Coğrafya Dergisi*, Temmuz 2017, S. 36, s. 232-242.
- Kaynar, İ. S. (2017). Ankara'nın 11 Eylül 1957 Sel Felaketi ve Siyasi Gündemi. *Ankara Araştırmaları Dergisi*, 2(5), 197-224.
- Keçik, H. E. (2019). *Hec-Ras İle İmalı Deresinde Taşkın Modellemesi ve Taşkın Yayılım Haritalarının Oluşturulması*. Kahramanmaraş Sütcü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş.
- Kopar, İ., Polat, S., Hadimli, H., Özdemir, M. (2005). 4-6 Mart 2004 Pulur Çayı (Ilıca-Erzurum) Sel-Taşkın Afeti. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 10 (13), 187-218.
- Korkaç, S., Korkaç, M. (2006). Sel ve Taşkınların İnsan Hayatı Üzerindeki Etkileri. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 8 (9), 42-50.
- Kömüşçü, Ü. A., Çelik, S., Ceylan, A. (2011). 8-12 Eylül 2009 Tarihlerinde Marmara Bölgesi'nde Meydana Gelen Sel Olayının Yağış Analizi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 9 (2), 209-220.
- MGM, (2018). *Meteoroloji Genel Müdürlüğü Uzun Yıllar Aylık ve Genel İklim Verileri Bültenleri*, Ankara.



- Muşmal, H. (2006). Beyşehir Kazası Kurucaova Köyü'nde Yaşanan 1909 ve 1932 Yılı Afetleri ve Afet Sonrasında Yeniden Yapılanma Faaliyetleri. *Selçuk Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Dergisi*, S. 16, s. 69-90.
- Ortaç, G. (2019). *Filyos Çayı Havzası'nın (Karabük-Gökçebey) Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi Yardımıyla Taşkın Risklerinin Belirlenmesi*. Karabük Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Karabük.
- Özcan, E. (2006). Sel Olayı ve Türkiye. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26 (1), 35-50.
- Özmen, M. T. (2015). *Sel-Taşkın Türkiye ve Antalya*. Aralık-2015, Antalya, 1-114.
- Özşahin, E. (2013). *Türkiye'de Yaşanmış (1970-2012) Doğal Afetler Üzerine Bir Değerlendirme*. 2. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, 25-27 Eylül, MKÜ, Hatay.
- Öztürk, O. (2019). *Kuzey Ege Havzalarında Yüksek Akım ve Taşkın Analizi*. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale.
- Rimba, A. B., & Miura, F. (2017). Evaluating The Extraction Approaches Of Flood Extended Area By Using ALOS-2/PALSAR-2 Images As A Rapid Response To Flood Disaster. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 5(1), 40-61.
- Selçuk Biricik, A. (1996). Senirkent'te Sel Afetleri. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (1), 9-30.
- Şahin, C., Sipahioğlu, S. (2002). Doğal Afetler ve Türkiye. *Gündüz Eğ. ve Yay.*, s. 478, Ankara.
- Şahin, K. (2002). Çarşamba Ovası ve Yakın Çevresinde Sel Afeti (27 Mayıs 2000). *Türk Coğrafya Dergisi*, (39), 79-95.
- Şahinalp, M. (2007). Neden ve Sonuçlarıyla Şanlıurfa İlinde Yaşanan Sel Felaketleri (28-29 Ekim, 01 Kasım 2006). *Türk Coğrafya Dergisi*, (49), 89-122.
- Şamandar, A., Genç, Ö. (2016). Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Düzce Büyük Melen Çayı Taşkın Haritasının Oluşturulması. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 5(2).
- Tek, D. (2013). *CBS ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Kâğıthane Deresinin (İstanbul) Taşkın Risk Analizi*. Fatih Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Termeh, S. V. R., Kornejady, A., Pourghasemi, H. R., & Keesstra, S. (2018). Flood Susceptibility Mapping Using Novel Ensembles Of Adaptive Neuro Fuzzy Inference System And Metaheuristic Algorithms. *Science of the Total Environment*, 615, 438-451.
- Tonbul, S., Sunkar, M. (2011). Batman'da yaşanan Sel ve Taşkın Olaylarının (31 Ekim-1 Kasım 2006) Sebep ve Sonuçları. *Fiziki Coğrafya Araştırmaları*, 237-258.
- Topgül, İ. (2019). *Hidrografik Açıdan Aşağı Meriç Nehri ve Taşkınlar*. Çankırı Karatekin Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Çankırı.
- Toprak, A. (2015). *Solhan Deresi Havzasının (Bingöl) Sel ve Taşkın Analizi*. Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Elâzığ.
- Turgu, E., Ceylan, A. (2008). *ECMWF Yağış Verileri Yardımıyla Türkiye'de Sel Tahmini Çalışmaları*. Meteoroloji Genel Müdürlüğü E-Kütüphane.
- Turgu, E., Çelik, S., Kömüşçü, A. Ü. (2017). *Ayvalık'ta 14 Ocak 2017 Tarihinde Meydana Gelen Sel Afetinin Sinoptik ve Ani Taşkın Erken Uyarı Sistemi (FFGS) Ürünleri ile Analizi*, Meteoroloji Genel Müdürlüğü Raporu, Ankara.
- Turgu, E., Kömüşçü, A. Ü., Eskioglu, O., Öz, Ö., Uğurlu, A. (2015). Standart Yağış İndeksi Metodu İle Sel Risk İzleme. *VIII Ulusal Hidroloji Kongresi, 08-10 Ekim 2015*, Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Kongre Merkezi, Şanlıurfa.
- Turoğlu, H., Özdemir, H. (2005). *Bartın'da Sel ve Taşkınlar: Sebepler, Etkiler, Önleme ve Zarar Azaltma Önerileri*, Çantay Kitapevi, İstanbul.
- Utlu, M. (2019). *Farklı Çözünürlüklü Veri Kaynaklarına Bağlı Taşkın Tehlike Analizi: Biga Çayı Havzası Örneği*. İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, Doktora Tezi, İstanbul.
- Yalçınlar, İ. (1995). Altmışbir Kişiyi Öldüren İzmir Sel Afeti, *Türk Coğrafya Dergisi*, S. 30, s. 1-6, İstanbul.
- Yıldırım, A. M. (2019). *Batı Karadeniz Havzasındaki Hidrolik Yapıların Tasarımı İçin Taşkın Frekans Analizi İle Taşkın Durumunun Araştırılması*. Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Bartın.
- Yılmaz, G., Usta, G. (2019). Artvin İli Hopa Sel Afetinin Afet Yönetimi Açısından Etkinliğinin Değerlendirilmesi. Evaluation of the Effectiveness of Hopa Flood Disaster In Artvin Province In Disaster Management. *Journal of International Social Research*, 12 (67).
- Yiğit, A. Y., Kaya, Y. (2020). Sentinel-2A Uydu Verileri Kullanılarak Sel Alanlarının İncelenmesi: Düzce Örneği. *Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi*, 2(1), 1-9.
- Zeybek, H. İ. (2009). 2-3 Mart 2005 Turhal Sel Afeti ve Sonuçları. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 14 (21), 233-248.
- Zhang, J., Zhou, C., Xu, K., & Watanabe, M. (2002). Flood Disaster Monitoring and Evaluation in China. *Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards*, 4(2), 33-43.

Elektronik Kaynaklar

- <https://www.google.com/earth/> Son Erişim: 16 Mayıs 2020.
- http://ankara.imo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=30815&tipi=1&sube=3 Son Erişim: 16 Mayıs 2020.
- <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr> Son Erişim: 16 Mayıs 2020.
- <https://www.google.com/earth/> Son Erişim: 16 Mayıs 2020.
- <https://earthexplorer.usgs.gov/> Son Erişim: 16 Mayıs 2020.
- <https://asf.alaska.edu/> Son Erişim: 16 Mayıs 2020.
- <https://duzce.afad.gov.tr/duzce-18072019-sel-afeti-nedeniyle-haksahipligi-calismalari-basladi> Son Erişim: 16 Mayıs 2020.
- <https://www.youtube.com/watch?v=cxUi6Ndr3r0> Son Erişim: 16 Mayıs 2020.
- <https://www.youtube.com/watch?v=HvFyvlKAlie> Son Erişim: 16 Mayıs 2020.
- <https://www.youtube.com/watch?v=fp-QPw3Ize0> Son Erişim: 16 Mayıs 2020.