

MUĞLA İLİ FETHİYE İLÇESİ DOĞAL AFET TEHLİKELERİ

1. AMAÇ VE KAPSAM

Muğla Valiliği İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü'nün 15.02.2012 tarih ve 159 sayılı Valilik Oluru ile "Muğla İli Risk Azaltma Strateji Planı" çalışmalarına başlanmıştır. Bu çalışmanın amacı, Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı koordinasyonunda hazırlanan Ulusal Deprem Stratejisi ve Eylem Planı 2012-2023 (UDSEP-2023) belgesinin B.1.1.2.maddesi kapsamında Muğla İlinin bölgesel (makro) ölçekte risk azaltma strateji planının ilk ayağı olarak Fethiye İlçesindeki doğal afet tehlike haritalarının hazırlanmasıdır.

Fethiye ilçesinin 1. Dereceden deprem bölgesinde olması, 1957 yılında 7.1 büyüklüğünde can ve mal kayıplı depreme maruz kalmış olması, kentsel yerleşim alanının yapılaşmaya uygun olmayan tarım alanlarına kaymış olması, bu ilçenin afete karşı hazırlık çalışmalarındaki önemini ortaya koymaktadır (Ertunç ve diğ., 2006). Bunun yanı sıra son yıllarda özellikle kıyı bölgesindeki dolgu alanlarının da yapılaşmaya açılmış olmasının bölgenin afete maruz kalma riskinde önemli düzeyde artışlara neden olduğu düşünülmektedir.



Şekil 1 Çalışma alanı



Fethiye bölgesi Türkiye'nin en aktif tektonik hatları biri üzerinde kuruludur, Fethiye'de karaya çıkan Fethiye-Burdur Fay zonu bölgede 6.3-7.2 arasında değişen depremlere neden olmuştur (Ertunç ve diğ., 2006).

Muğla'ya 135 km, Denizli'ye 240 km, Burdur'a 210 km ve Antalya'ya 185 km uzaklıkta olan Fethiye, 1 / 25 000 ölçekli O22d1-d2-d3-d4 paftalarında bulunmaktadır (Ertunç ve diğ., 2006). Yerleşim açısından büyük bir yoğunluğa sahip olan Fethiye Belediyesi mücavir alanı içinde en yüksek alanlar kuzeyde Eren Tepe (472 m), doğuda (334 m), güneydoğuda Mendos Dağı (1759 m) ve güneyde Karumca Dağıdır (Ertunç ve diğ., 2006). Fethiye ilçe merkezi çevresi tektonik hatlar etkisi altında oluşmuş dağlar ve tepeler bulunurken, bunların ortasında kalan az eğimli, düşük yükseklikteki topoğrafik alanlar alüvyonel çökeller ile doldurulmuştur (Ertunç ve diğ., 2006).

Fethiye içerisinde yer alan 3 dere, değişik kurumlarca yapılmış kanallar yer altı suyunun ve yüzey sularının denize drene olmasını sağlamaktadır (Ertunç ve diğ., 2006). Ancak yağışlı dönemlerde bu kanalların yetersiz olduğu, bunun sonucunda da yer yer sel baskınları ile karşılaşıldığı bir gerçektir. Yer altı su seviyesi kayalık-faylı alanlarda oldukça derinlerde iken (Kurak dönemde 15 m, yağışlı dönemde 13 m) kıyılık alanlara doğru ise yer altı su seviyesi 1-2 m arasında değişmektedir (Ertunç ve diğ., 2006).

Fethiye İlçesi sınırlarında ise en büyük akarsu Eşen çayı, en yüksek nokta ise Antalya sınırındaki 3010 m yüksekliğindeki Uyluk Tepe'dir.

Fethiye ilçesi, tarım, özellikle seracılık, buna ek olarak hayvancılık, yaz turizmi çeşitleri önemli geçim kaynağıdır (Ertunç ve diğ., 2006).

2. TEHLİKE ANALİZİ



Tehlike analizi, bir bölgede geçmiş dönemlerde meydana gelmiş ve hala meydana gelme potansiyeli olan deprem, sel, toprak kayması, çığ ve benzeri olayların oluşum periyotlarını ve mekansal dağılımını inceleyen bir analiz yöntemidir. Tehlikelerin belirlenmesinde kullanılan modeller, gözleme dayalı analizler, olasılık yaklaşımları ve betimleyici yaklaşımlar olarak üçe ayrılmaktadır. Bu yöntemler ayrı olarak kullanıldığı gibi, birçok çalışmada da karşılaştırma amacıyla bir arada kullanılmıştır.

Ülke ve bölge (makro) ölçeğinde bütünleşik tehlike haritalarının hazırlanması planlama sürecinde de yön gösterici haritalardır. Şehirselleme ölçeğindeki tehlike haritaları ise, bir üst ölçekte belirtilen tehlike bölgelerinin ve doğal çevreye ilişkin verilerin daha detaylı olarak gösterildiği haritalardır. Mikro ölçekte hazırlanan mikro-bölgeleme haritaları, tehlikelere bağlı olarak zemin koşullarının değerlendirildiği ve bölgelere ayrı ayrı gösterildiği haritalardır.

Bu çalışmada konu edilen tehlike analizleri, bölgesel (makro) ölçekte olup, olasılık ve betimleyici yaklaşımların Coğrafi Bilgi Sistemleri aracılığıyla kullanılmasından üretilmişlerdir. Gözleme dayalı analizler, CBS ile elde edilen analizlerin karşılaştırılmasında kullanılmış, verilerin sınıflandırılmasında ve puanlandırılmasında kontrol aracı olmuştur.

2.1. VERİLERİN İNCELENMESİ

Bu bölümde, tehlike analizleri üretilirken kullanılan veriler tanıtılmaktadır. Deprem, kütle hareketleri, taşkın ve orman yangını tehlikelerinin bölgesel ölçekte incelenebilmesi için gerekli olan veriler kullanılmıştır.

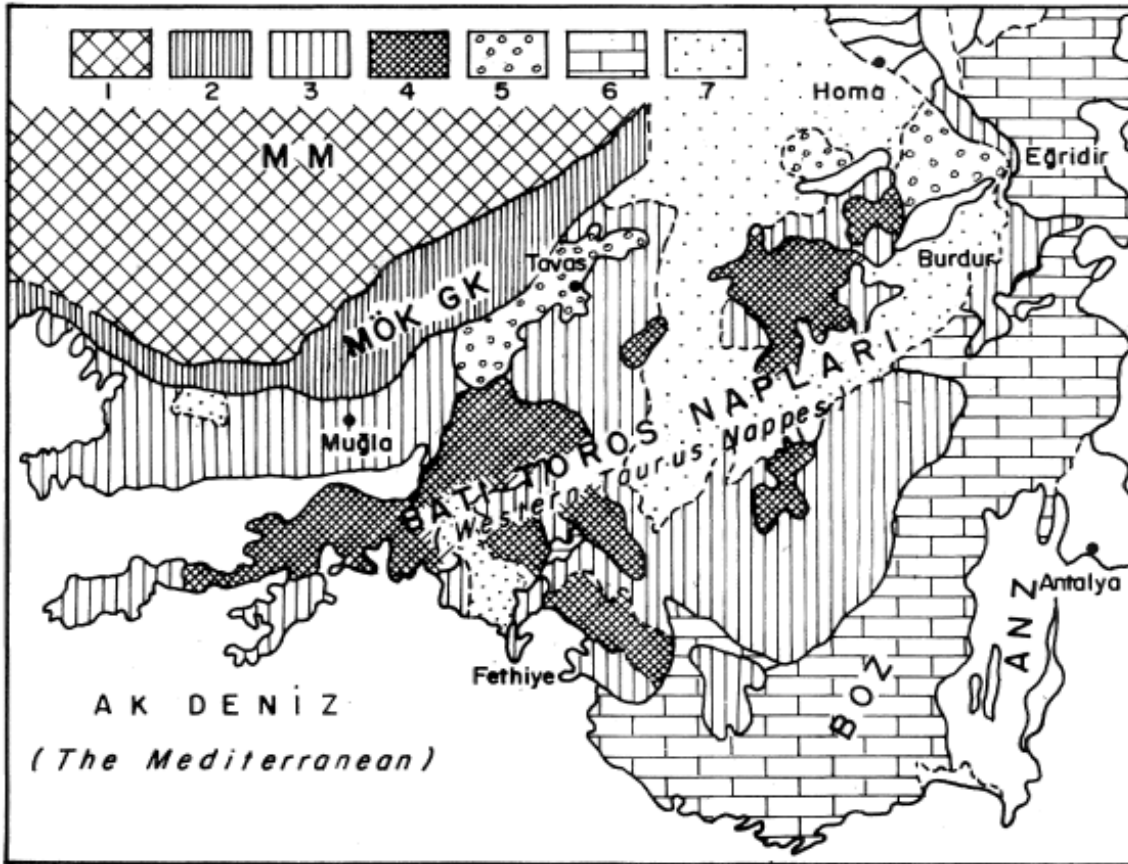
2.1.1. JEOLJİK VERİLER

2.1.1.1. Genel Jeoloji

Fethiye ilçesi ve çevresi güneyinde Beydağları Otoktonu ve ilçe merkezi-çevresi ve kuzeyinde Likya Napları ve bunları uyumsuzlukla örten Miyosen-güncel genç jeolojik birimlerin yüzeyletiği bir alandır (Graciansky, 1968; Atalay, 1980; Okay, 1989; Ersoy, 1990, 1991; Görür ve diğ., 1995; Collins ve Robertson, 1999; Özer ve diğ., 2001; Gürer ve Yılmaz, 2002; Alçiçek, 2007). Bu bölümün evriminde yapısal ilişkili olduğu Menderes Masifi oldukça kuzeyde yer almaktadır.

Fethiye ve çevresinde kapsayan GB Anadolu ve Ege denizi tabanı küçük kıtasal bloklardan oluşmaktadır (Alçiçek, 2007). Bu bloklar, Geç Kretase-Eosen zamanında, Afrika plakasının kuzeye doğru hareketi, Neotetis'in kapanması sırasında ve Kuzey Afrika'da Permo-Triyas riftleşmesi oluşmuş olup Avrasya plakasının güney kenarına eklenmiştir (Alçiçek, 2007). Alpin Orojenize bağlı plaka çarpışmaları (Arap ve Afrika Plakalarının Avrasya Plakası ile çarpışması) sonrasında Erken Miyosen'de fay kontrollü dağ içi havzalar geliştiği belirtilmektedir (Şengör ve Yılmaz, 1981; Glover ve Robertson,

1998; Bozkurt, 2003). Fethiye ve çevresini de içeren havzaların Oligosen-sonundan-en geç Pliyosen'e kadar uzanan deformasyon dönemlerinin (Alçıçek, 2007) gelişimine neden olan sebepler tartışmalıdır. Alçıçek (2007) bunları özetle kalın kabuktaki izostatik yükselmelerden kaynaklanan yersel genişlemeler ve gravitasyonel çökmeler (Seyitoğlu ve Scott, 1991; Colins ve Robertson, 1999); Cyrean ve Hellenic dalma batma zonlarındaki dalan plakadaki roll-back etkisine bağlı K-G yönlü yay arkası genişleme (Glover ve Robertson, 1998; Colins ve Robertson, 1999); Kuzey Anadolu Fay Zonu ve Doğu Anadolu Fay Zonu gelişimine bağlı Anadolu Plakasının batıya doğru kaçması (Dewey ve Şengör, 1979; Şengör ve Yılmaz, 1981; Purvis ve Robertson, 1997) olarak belirtmiştir.



Şekil 2 Batı Toros Napları'nın yerini gösteren basitleştirilmiş harita. 1-Menderes Masifi (MM), 2-Menderes Örtü Kuşağı Güney Kolu (MÖKGK), 3 ve 4-Ofiyolitler (4) ile birlikte Batı Toros Napları, 5-Oligo-Miyosen yaşlı molas, 6-Bey Dağları Otokton Zonu, 7-Genç Neo-tektonik çökmeler (Ersoy, 1990).

Muğla ilinin en güney kesimlerinde Fethiye ve Antalya arasında Beydağları Otoktonu yüzlek vermektedir (Collins ve Robertson, 1999; Sarı ve Özer, 2001, 2002; Sarı, 2006; Alçıçek, 2007). Bu, kuşağı Woodcock ve Robertson (1981) Beydağları zonu olarak adlar. Beydağları duraylı karbonat platformu olup Üst Triyas-Kretase aralığında karbonatları içerir. Otokton birim Üst Triyas-Kretase yaşlı neritik ve pelajik karbonat çökmelerinden oluşmaktadır (Ersoy, 1990; Sarı ve Özer, 2001, 2002; Sarı, 2006). Otokton Lütesiyen-Alt



Miyosen birimleriyle uyumsuz olarak üzerlenmektedir (Ersoy, 1990; Sarı ve Özer, 2001, 2002; Sarı, 2006; Alçıçek, 2007).(EK-1)

Likya Napları

Ersoy (1990) Menderes Masifi Beydağları arasında kalan bölgede ye alan ve allokton olan birimleri Batı Toros Napları olarak adlandırmıştır. Daha sonrasında farklı araştırmacılar farklı isimlerle adlandırsa da en yaygın kullanılan terim Likya Napları terimi olmuştur. Likya Napları, başlangıçta kuzeye eklenen Menderes mikrokitası ve güneyden gelen Beydağları Otoktonu arasında, İzmir-Ankara suture zonu boyunca Neotetis'in kuzey kolunun erken Tersiyer'de kapanması ile gelişmiştir (Şengör ve Yılmaz, 1981; Collins ve Robertson, 1998; Okay ve diğ., 2001). Bu daha genç Nap kompleksi en geç Kretase-erken Tersiyer arasında yerleşmiştir (Robertson ve diğ., 2003; Collins ve Robertson, 2003) ve Collins ve Robertson (1999) tarafından Mesozoyik riftinin kuzey yüzü ve İzmir-Ankara Neotetis kolunun pasif kenarı olarak yorumlanmıştır. Otoktonun Likya Napları ile tektonik yüklenmesi sonucunda nap önünde güneydoğuda kenar ön ülke havza gelişimine neden olmuştur (Hayward, 1984).

Ersoy (1991) 3 dilim ayırmıştır. Neojen öncesi birimler, ofiyolit-ofiyolit melanj (Alt Tektonik Dilim), Üst Kretase-Alt Eosen yaşlı bloklu filiz (Orta Tektonik Dilim), başlıca karbonatlar ile başlayıp kırıntılılarla son bulan Üst Tersiyer-Alt Eosen aralığındaki çökel istif (Üst Tektonik Dilim). 2. grup ise Pliyosen yaşlı önce karasal sonra denizel çökeller ve Kuvaterner yaşlı alüvyon, plaj kumu, yalıtışı, asılı karasal taraça, yamaç molozu çökelleri ve volkanikler egemendir (Ersoy, 1991).

Likya napları içerisinde farklı adlarla anılan farklı dilimler ayrılmıştır. İki kısımlı sınıflamada üstte Peridodit Napı ve altta Intermediate Complex ayrılmıştır (de Graciansky et al., 1967; de Graciansky, 1972; Gutnic et al., 1979).

Collins and Robertson, (1999)'da Likya alloktonlarını 4 bölgesel bindirme dilimine ayırmıştır; 1) Karadağ Bindirme (en alt-Geç Karbonifer, Alt ve Üst Permiyen kıtasal şelf, lagün çökeli); 2) Teke Dere Bindirme Dilimi (Triyas yüzeylenme, Geç Permiyen'de rift serisi, Erken Jura'da transgresyonu takiben Orta Jura-Paleosen'de kıtasal yamaç); 3) Köyceğiz Bindirme Dilimi (Üst Triyas okyanusal kabuk (riftleşmiş kenar boyunca) Alt Jura karbonat platformu ile üzerlenir, sonraki çökme ile Geç Kretase'ye kadar kalan kıtasal yamaç gelişmiştir); 4) Yavuz Bindirme Dilimi.



bindirir (Robertson, 2000). İç kısımlarda naplar eş yaşlı Tavas Havzası ve Çameli havzası ile örtülür (Robertson, 2000; Alçıçek, 2007).

Şenel ve diğ. (1994)'te yapılan detay çalışmalarda ayrılmış nap dilimleri bu çalışmada kullanılmıştır.

Likya napları inceleme alanında Domuzdağı napı, Gülbahar napı, Marmaris ofiyolit napı, Bodrum napı, Dumanlıdağ napı ve Tavas napını (Şenel, 1997) içermektedir.

Domuzdağı Napı

Dutdere Kireçtaşı (TRJd) (Orta Triyas – Liyas)

Yaklaşık olarak 700 m kalınlıkta, kristalize kireçtaşı, kireçtaşı, dolomitik kireçtaşından (yer yer Megalodon'lu) meydana gelmektedir. Çalışma alanında, Seki beldesinin güney-güneybatı taraflarında yüzlek vermektedir. Orta Triyas – Liyas dönemi şelf ortamında, Üst Liyas dönemi yamaç ortamında çökelmiştir.

Gülbahar Napı

Gülbahar napı Ağla Birimi ve Turunç Birimi olmak üzere iki birimden oluşmaktadır.

Turunç Birimi

Orluca Formasyonu (TRo) (Orta – Üst Triyas)

Kalınlığı 20-200 m arasında değişmektedir. Altta kumtaşı, siltaşı, kiltası ardalanması, üste doğru siltaşı ve çörtlü kireçtaşlarından meydana gelmektedir(Şenel ve diğ., 1989). Çalışma alanında, Seki beldesi ve çevresinde yüzlek vermektedir. Orta – Üst Triyas dönemi yamaç ve abisal havza ortamında çökelmiştir. Alt ilişkisi tektonik olan Orluca formasyonu, üstten Orhaniye formasyonu ile geçişlidir

Orhaniye Formasyonu (JKo) (Jura – Kretase)

Yaklaşık olarak 400 m kalınlıkta, bazik volkanit, radyolarit ve çört ara düzeyli çörtlü kireçtaşlarından meydana gelmektedir(Meşhur ve diğ., 1989). Çalışma alanında, Fethiye İlçesinin kuzey-kuzeydoğu ve doğu taraflarında yüzlek vermektedir. Tabakalı çört üyesi(JKor) ve volkanit üyesi(JKov) olmak üzere iki birimden oluşmaktadır. Jura – Üst Kretase dönemi abisal havza ortamında çökelmiştir. Orhaniye formasyonu üstten Karaböğürtlen formasyonu ile geçişlidir.

Karaböğürtlen Formasyonu (Kka) (Kampaniyen- Maastrichtiyen)



Yaklaşık olarak 650 m kalınlıkta, kumtaşı, kiltası, çörtlü kireçtaşı, konglomeradan meydana gelmektedir. Çalışma alanında, Fethiye İlçesinin kuzeyinde ve Uzunyurt mevkiinde yüzlek vermektedir. Ortaköy köyünün kuzeyinde yüzlek veren, mikritik kireçtaşı ve Kalsitürbitidlerden oluşan kireçtaşı üyesi(Kkak) bulunmaktadır. Kampaniyen-Maastrichtiyen yaşlı, yamaç ve abisal havza ortamında çökelmiştir.

Ağla birimi

Çövenliyaşla Volkaniti (TRco) (Triyas)

Yaklaşık 500 m kalınlıkta, yer yer yastık yapıları gösteren bazalt ve içinde kızıl kahverenkli radyolarit, çört ve şeyl düzeylerinden meydana gelmektedir. Çalışma alanında, Fethiye İlçe merkezinin kuzey-kuzeybatı taraflarında yüzlek vermektedir. Triyas yaşlı, abisal havza ortamında gelişmiştir. Alt ve üst ilişkileri tektoniktir.

Marmaris Ofiyolit Napı

Marmaris Peridotiti (Kmo) (Kretase)

Çapan (1980) tarafından adlanan Marmaris peridotiti, yaklaşık 1000 m kalınlıkta, Serpantinit, serpantinleşmiş harzburgit, az oranda dunit, serpantinleşmiş dunit ve piroksenitlerden meydana gelmektedir. Çalışma alanında çok geniş alanlarda yüzlek vermektedir. Kretase yaşlı, alt ve üst ilişkisi tektoniktir.

Ofiyolitli Melanj (Km) (Kampaniyen - Maastrichtiyen)

Serpantinit, gabro-diyabaz ve amfibolitlerden meydana gelmiştir. Oyuktepe yarımadasında yüzlek vermektedir. Kampaniyen – Maastrichtiyen yaşlı olup, üst ve alt ilişkisi tektoniktir.

Kızılcadağ Melanj ve Olistostromu (Kkzm) (Kampaniyen - Maastrichtiyen)

Volkanik, çeşitli kireçtaşı, çört ve radyolarit bloklarının tektonik olarak karışımından oluşan kaotik birim ofiyolit olarak nitelendirilir. Çalışma alanının Kuzey doğusunda geniş alanlarda yüzlek verir. Kampaniyen – Maastrichtiyen yaşlı olup, üst ve alt ilişkisi tektoniktir.

Bodrum Napı



Kayaköy dolomiti (TRJk) (Üst Triyas – Liyas)

Yaklaşık olarak 1200 m kalınlıkta olan birim tamamiyle koyu gri, siyah ve ayrışmadan kaynaklanan külrengi dolomitik kireçtaşlarından ve arada yer yer dolomit seviyelerinden meydana gelmektedir. Çalışma alanında çok geniş alanlarda yüzlek vermektedir. Üst Triyas – Liyas yaşlı olup, şelf ortamında çökelmiştir. Alt ilişkisi tektonik olup, üstte Sandak formasyonu ile geçişlidir.

Sandak Formasyonu (Js) (Dogger – Malm)

300 – 750 m kalınlıkta, dolomit, dolomitik kireçtaşı, çörtlü kireçtaşından meydana gelmektedir. Çalışma alanında, Fethiye ilçesinin güney kesimlerinde geniş alanlarda yüzlek verir. Dogger – Malm yaşlı olup, şelf ortamında çökelmiştir. Alt ve üst ilişkileri geçişlidir.

Göçgediği Formasyonu (Kg) (Dogger – Kretase)

400 – 600 m kalınlıkta, çörtlü kireçtaşı ve kalsitürbiditten meydana gelmiştir. Çalışma alanında çeşitli yerlerde yüzlek vermektedir. Dogger – Kretase yaşlı olup, yamaç ve abisal havza ortamında çökelmiştir. Alt ilişkisi geçişli, üstte Karaböğürtlen formasyonu uyumsuz olarak örtmektedir.

Dumanlıdağ Napı

Mandırkaya Formasyonu (JKm) (Dogger – Kretase)

Yaklaşık 900 m kalınlıkta, neritik kireçtaşı ve dolomitik kireçtaşından meydana gelmektedir. Çalışma alanının doğusunda ve güneyinde yüzlek vermektedir. Dogger – Kretase yaşlı olup, şelf ortamında çökelmiştir.

Camialanı Formasyonu (Kc) (Kampaniyen - Maastrichtiyen)

Kireçtaşı birimlerinden meydana gelmektedir. Çalışma alanında, Fethiye ilçesinin doğusunda yüzlek vermektedir. Kampaniyen – Maastrichtiyen yaşlı olup, yamaç ve abisal havza ortamında çökelmiştir. Alt ve üst ilişkisi uyumsuz bir şekildedir.

Kozağaç Formasyonu (Tk) (Üst Paleosen – Orta Eosen)

600 m kalınlıkta, kireçtaşı ve çört elemanlı breşten meydana gelmektedir. Çalışma alanında, Fethiye ilçesinin doğusunda yüzlek vermektedir. Üst Paleosen – Orta Eosen yaşlı olup, yamaç ortamında çökelmiştir.

Tavas Napı

Kiloluk Formasyonu (Ck) (Karbonifer)



Yaklaşık 550 m kalınlıkta, kireçtaşı, dolomit, şeyl ve kumtaşından meydana gelmektedir. Çalışma alanında, Ortaköy köyünün kuzeyinde yüzlek vermektedir. Karbonifer yaşlı, şelf ortamında çökelmiştir. Alt ilişkisi geçişli olup, üstte Sarıtaş Formasyonu uyumsuz olarak örtmektedir.

Kiloluk ve Akkavak Formasyonları (Ayrılmamış) (Cp) (Karbonifer – Alt Permiyen)

Kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı, dolomitten meydana gelmektedir. Çalışma alanının kuzeyinde yüzlek vermektedir. Karbonifer – Alt Permiyen yaşlı olup, şelf ortamında çökelmiştir. Alt ilişkisi geçişli olup, üstte Sarıtaş Formasyonu uyumsuz olarak örtmektedir.

Akkavak Formasyonu (Pa) (Alt Permiyen)

225 m kalınlıkta, kireçtaşı, biyoklastik kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı, dolomit ve şeylden meydana gelmektedir. Çalışma alanının kuzeyinde yüzlek vermektedir. Alt Permiyen yaşlı olup, şelf ortamında çökelmiştir. Alt ilişkisi geçişli olup, üstte Sarıtaş Formasyonu uyumsuz olarak örtmektedir.

Sarıtaş Formasyonu (TRs) (Ansiyen)

Yaklaşık 200 m kalınlıkta, Kuvarsitik kumtaşlarından meydana gelmektedir (Erakman ve diğ., 1982). Çalışma alanında, Fethiye İlçe merkezinde Hıdırlık Mevkiinde ve kuzey kesimlerde yüzlek vermektedir. Ansiyen yaşlı, şelf ortamında çökelmiştir. Alt ilişkisi uyumsuz, üstteki formasyonlar ile geçişlidir.

Karapınar Formasyonu (TRkp) (Landiniyen)

60 – 150m arası kalınlıkta neritik kireçtaşından meydana gelmektedir. Çalışma alanında, Fethiye İlçe merkezinde Hıdırlık Mevkiinde ve kuzey kesimlerde yüzlek vermektedir. Landiniyen yaşlı, şelf ortamında çökelmiştir. Alt ve üst ilişkisi geçişlidir.

Belenkavak Formasyonu (TRb) (Karniyen – Noriyen)

Yaklaşık 300m kalınlıkta, bitkili kumtaşı, çamurtaşı ve şeylden meydana gelmektedir. Çalışma alanında, Fethiye İlçe merkezinde Hıdırlık Mevkiinde ve kuzey kesimlerde yüzlek vermektedir. Karniyen – Noriyen yaşlı, yamaç ve abisal havza ortamında çökelmiştir. Alt ilişkisi geçişli, üst ilişkisi uyumsuzdur.

Çatakdere Formasyonu (Pç) (Üst Permiyen)



Yaklaşık 200 m kalınlıkta, kireçtaşı, kristalize kireçtaşı, dolomitik kireçtaşından meydana gelmektedir. Çalışma alanının kuzey kesimlerinde yüzlek vermektedir. Üst Permiyen yaşlı, şelf ortamında çökelmiştir. Alt ilişkisi uyumsuz, üst ilişkisi geçişlidir.

İncirbeleni Formasyonu (Pi) (Üst Permiyen)

Yaklaşık 300 m kalınlıkta, Bazik volkanit ve tabakalı çört ara seviyeli yeşil kumtaşlarından meydana gelmektedir(Erakman ve diğ., 1982). Çalışma alanının kuzey kesimlerinde yüzlek vermektedir. Üst Permiyen yaşlı, abisal havza ortamında çökelmiştir. Alt ve üst ilişkisi geçişlidir.

Nişangahtepe Formasyonu (Pn) (Üst Permiyen)

Yaklaşık 175 m kalınlıkta, kireçtaşı, dolomit ve dolomitik kireçtaşından meydana gelmektedir. Çalışma alanının kuzey kesimlerinde yüzlek vermektedir. Üst Permiyen yaşlı, şelf ortamında çökelmiştir. Alt ilişkisi geçişli, üst ilişkisi uyumsuzdur.

Çenger Formasyonu (TRç) (Resiyen – Alt Liyas)

300m kalınlıkta, kızıl kumtaşı, çamurtaşı, konglomeradan meydana gelmektedir.). Çalışma alanının kuzey kesimlerinde yüzlek vermektedir. Resiyen – Alt Liyas yaşlı, karasal ortamında çökelmiştir. Alt ilişkisi uyumsuz, üst ilişkisi geçişlidir.

Ağaçlı Formasyonu (Ja) (Liyas)





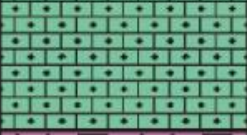


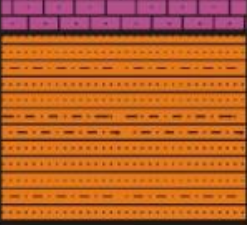
Yaklaşık 450 m kalınlıkta dolomit ve 60 m kalınlıkta kireçtaşından meydana gelmektedir. Çalışma alanında, Fethiye İlçe merkezinde Hıdırlık Mevkiinde ve kuzey kesimlerde yüzlek vermektedir. Liyas yaşlı, şelf ortamında çökelmiştir. Alt ilişkisi geçişli, üst ilişkisi uyumsuzdur.

Babadag Formasyonu (JKb) (Dogger- Kretase)

800 – 1000 m kalınlıkta, Kalsitürbidit araseviyeli kireçtaşı ve çörtlü kireçtaşından meydana gelmektedir(Erakman ve diğ., 1982). Çalışma alanında Babadağ mevkiinde ve kuzey kesimlerde yüzlek vermektedir. Oolitik kireçtaşı üyesi(JKbo) ve Kırmızı Kireçtaşı üyesi(JKba) olmak üzere iki üyesi vardır. Dogger – kretase yaşlı, yamaç – abisal havza ortamında çökelmiştir. Alt ve üst ilişkisi uyumsuzdur.

Faralya Formasyonu (Tf) (Üst Paleosen – Orta Eosen)

Bazik volkanit, kireçtaşı, breş, kumtaşı vb. kaya türlerinden meydana gelmektedir (Şenel ve diğ., 1989). Çalışma alanında, Fethiye İlçesinin kuzey – kuzeybatı – doğu – güney kesimlerinde yüzlek vermektedir. Breş üyesi(Tfb) ve Ölüdeniz volkanit üyesi(Tfv) olmak üzere iki üyesi bulunmaktadır. Üst Paleosen – Orta Eosen yaşlı, şelf ortamında çökelmiştir. Alt ilişkisi uyumsuz üst ilişkisi tektoniktir.

Üst Sistem	Sistem	Seri	Kat	Kalınlık	Formasyon	Litoloji	AÇIKLAMALAR
Kuvatern.					Alüvyon Y. Molozu		Çakıl, kum, silt, kil Köşeli çakıl, kum, kil
MESOZOYİK	TRIYAS			1200 m	Marmaris P. Çövenliyayla V.		Serpantinleşmiş peridotit (Dunit, Harzburjit vb.) Bazalt, sipilit bazalt, çört, türbiditik kireçtaşı
					Kayaköy Dolomiti		Dolomit, Dolomitik kireçt.
	ÜST TRIYAS- ÜST KRETASE			800- 1000 m	Babadadağ		Çörtlü kireçtaşı, mikritik kireçtaşı
				450 m	Ağaçlı-		Ağlı kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı
				300 m	Belenkavak-		Bitkili kumtaşı, şeyl
60-150 m	Karapınar --		Neritik kireçtaşı				
Ü.EOSEN			150-200 m	Elmalı		Kumtaşı, kiltası, silttaşı (filiş)	

Şekil 4 Fethiye ve Yakın Çevresi Genelleştirilmiş Tektonostratigrafik Kesiti (Şenel,1977)

Yeşilbarak Napı (Ara Zon)

Beydağları otoktonu ile Likya napları arasında yer alır ve yanal yönlerde süreklilik gösterir(Şenel ve diğ., 1984,1994). Çalışma alanında, Gebeler Formasyonu(Tge), Elmalı Formasyonu(Te) ve Yavuz Formasyonu(Tey) ile temsil edilir.



Gebeler Formasyonu (Kge) (Üst Kretase)

60 m kalınlığında, kireçtaşından meydana gelmektedir. Çalışma alanında Güneşli köyü ile Yakaköy arasında küçük bir alanda yüzlek vermektedir. Üst Kretase yaşlı, şelf ortamında çökelmiştir. Alt ilişkisi tektonik, üst ilişkisi uyumsuzdur.

Elmalı Formasyonu (Te) (Üst Lütesiyen – Alt Burdugaliyen)

400 ile 2000 m arasında bir kalınlıkta, kumtaşı, siltaşı, kiltası ardalanmasından meydana gelmiştir. Çalışma alanında Eşen Vadisi yamaçlarında ve Göcek beldesinin kuzey kesimlerinde yüzlek verir. Üst Lütesiyen – Alt Burdugaliyen yaşlı, abisal havza ortamında çökelmiştir. Taban ilişkisi tektonik olan Elmalı formasyonu, Eşen Vadisi'nde Üst Kretase karbonatları (Gebeler fm.) üzerinde uyumsuz olarak bulunur ve Uçarsu formasyonu tarafından yerel uyumsuz olarak örtülür (Şenel ve diğ.,1989)

Yavuz Formasyonu (Tey) (Üst Lütesiyen – Priyaboniyen)

Kumtaşı, çamurtaşı ve kireçtaşından meydana gelmektedir. Çalışma alanında Çökek köyünün kuzey taraflarında yüzlek vermektedir. Üst Lütesiyen – Priyaboniyen yaşlı, yamaç – abisal havza ortamında çökelmiştir. Üst ve alt ilişkisi tektoniktir.

Beydağları Otoktonu

Likya ve Antalya napları arasında kalan Beydağları otoktonu, çalışma alanı içinde tektonik pencereler halinde yüzeylenir. Beydağları otoktonu; çalışma alanında, Beydağları Formasyonu(Kb) ve Sinekçi Formasyonu(Tms) ile temsil edilir.

Beydağları Formasyonu (Kb) (Üst Kretase – Alt Miyosen)

Kireçtaşından meydana gelmiştir. Çalışma alanında, Göcek beldesinin Kuzey taraflarında ve Saklıkent Milli Parkı civarında yüzlek vermektedir. Üst Kretase – Alt Miyosen yaşlı, şelf ortamında çökelmiştir. Üst ilişkisi uyumsuzdur.

Sinekçi Formasyonu (Tms) (Burdigaliyen)

Algli kireçtaşı, killi kireçtaşı ve kiltasından meydana gelmektedir. Göcek beldesinin Kuzey taraflarında ve Saklıkent Milli Parkı civarında yüzlek vermektedir. Çayboğazı üyesi(Tmsç), Kipsirdere üyesi(Tmsk), Gömüce üyesi(Tmsg) olmak üzere üç üyesi bulunmaktadır. Burdugaliyen yaşlı, şelf, yamaç ve abisal havza ortamında çökelmiştir. Alt ilişkisi uyumsuz, üst ilişkisi tektoniktir.

Pliyosen

Cameli Formasyonu (Plç)



Gösel kilaşı, marn, kumtaşı vb. kayatürlerinden meydana gelmektedir(Erakman ve diğ., 1982). Çalışma alanında genellikle Eşen Vadisi tabanında yüzlek vermektedir. Kireçtaşı üyesi(Plçk), Göçmenler üyesi(Plçgo) olmak üzere iki üyesi çalışma alanında yüzlek verir. Alt ve üst ilişkisi uyumsuzdur.

Kuvaterner Birimleri

Düzçam Formasyonu (Q1d) (Pleyistosen)

Birim Fethiye-Kemer yolu boyunca uzanan birim, kızıl kahve, koyu kahve, sarı-kahverenkli çamurtaşı, kumlu çamurtaşı ve konglomeralardan oluşan birim ofiyolitleri uyumsuz olarak üzerlerken, üstten alüvyonlarla örtülüdür (Ertunç ve diğ., 2006). Kalınlığı 30-40 m olarak tahmin edilen birim, ovada alüvyonlarla giriktir (Şenel ve diğ., 1994; Ertunç ve diğ., 2006).

Ambarkavak Formasyonu (Q1am)

Birim Fethiye – Antalya yolunda Ören köyünün doğu kısmında konglomera, kumtaşı, çamurtaşı gibi eski alüvyon çökellerinden meydana gelir.

Eski Alüvyon Yelpazesi (Q1ay)

Fethiye İlçe merkezinin güney – güneydoğusu ve Eşen Beldesi civarlarında çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı gibi eski alüvyon çökellerinden meydana gelmektedir.

Akarsu (Eski) taraça dolguları (Q1t)

Eşen beldesi civarında çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı gibi taraça dolgularından meydana gelir.

Eski yamaç moluzu, birikinti konisi (Q1ym)

Ortaköy Köyü ve Ören Köyü civarında oluşmuş yamaç molozu ve birikinti konisi.

Moren (Qm)

Çalışma alanının doğusunda Antalya – Muğla Sınırında, Uyluk Tepe civarlarında görülmektedir.

Akarsu taraça dolguları (Qt)



Fethiye İlçe merkezi, Hıdırlık mevki, Dereköy Köyünün batısı ve Eşen Beldesi civarında görülmektedir.

Yamaç molozu (Qym)

Dağların değişik eğimlerdeki yamaçlarda, köşeli çakıllı ve bloklu, kum ve kil birimlerinden oluşan gevşek yamaç birikintileri içermektedir (Ertunç ve diğ., 2006). Başlıca Marmaris peridoditi çakıl ve blokların yanı sıra az miktarda kireçtaşı parçaları gözlenmektedir (Ertunç ve diğ., 2006). Akarsu etkili birikintilerde yuvarlaklanma daha iyi, boylanma oldukça kötüdür (Ertunç ve diğ., 2006).

Genç Alüvyon Yelpazeleri (Qay)

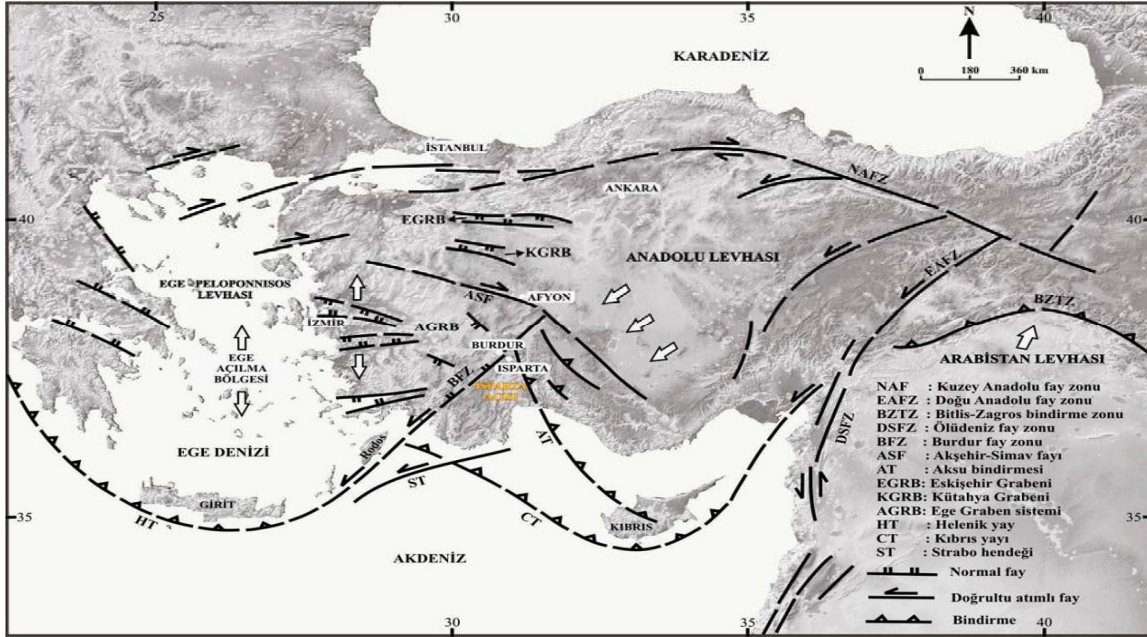
Günümüzde de devam eden gevşek, çakıl, kum, silt ve killi alüvyon yelpazeleri, taşkın düzlüğü çökelleri ve plaj kumları geniş alanlar kaplar (Ertunç ve diğ., 2006). Fethiye ilçe merkezinde ana yerleşim alanını bu birimler oluşturmaktadır (Ertunç ve diğ., 2006). Alüvyon yelpazeleri akarsu ve ova kenarlarında gevşek, az yuvarlak, yuvarlak veya köşeli çakıl ve kum dolgularından oluşmaktadır (Ertunç ve diğ., 2006).

Plaj çökelleri (Qp)

Deniz kıyısındaki, iyi boylanmış, iyi yuvarlaklanmış, kireçtaşı-kumtaşı-ofiyolit kayaç parçalı kum ve çakıllardan oluşur (Ertunç ve diğ., 2006).

Alüvyon (Qal)

akarsu yataklarında, çöküntü alanlarında farklı şekil ve boyutlu çakıl, kum, silt ve kil birimlerinden oluşmaktadır (Ertunç ve diğ., 2006).



Şekil 5 Türkiye ve Yakın Çevresini Etkileyen Belli Başlı Aktif Tektonik Yapılar(McClusky ve diğ. 2000' den değiştirilerek).

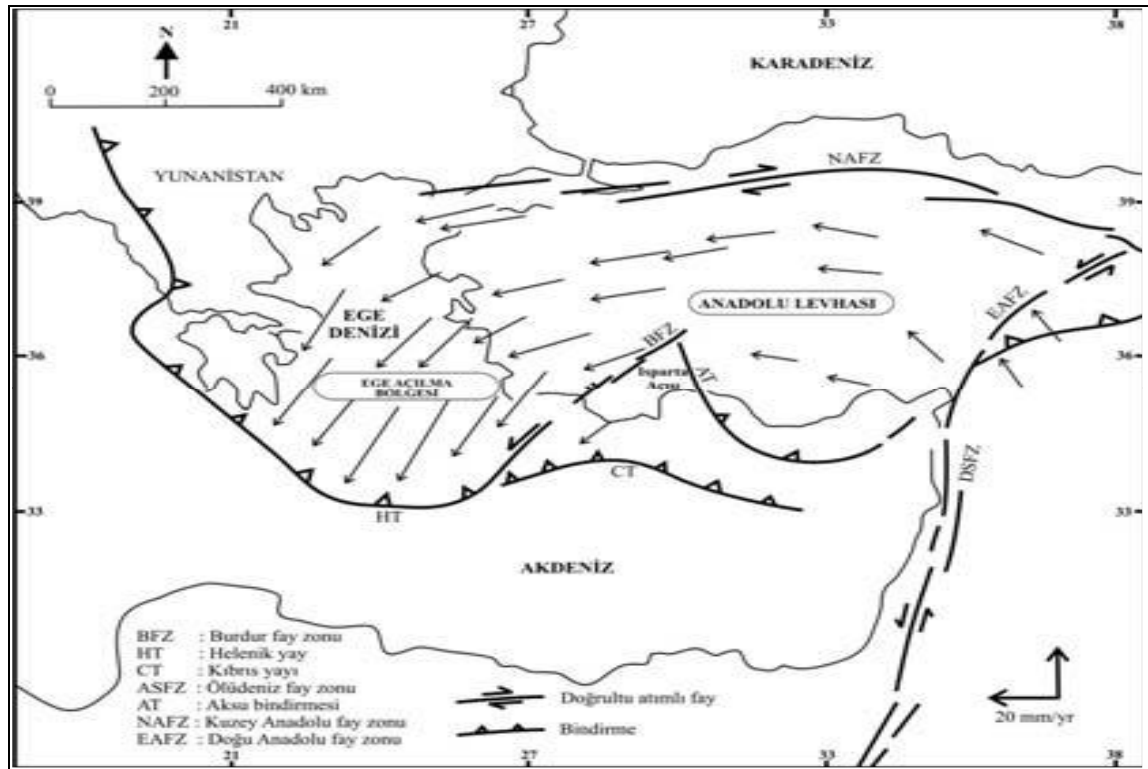
2.1.1.2. Tektonik Veriler¹

Batı Anadolu ve onun devamını oluşturan Ege Denizi, günümüzde başlıca K-G ve GB-KD yönlü genişleme tektoniğinin etkisi altında bulunmaktadır. Bu genişleme rejiminin kontrolünde gelişen D-B, KD ve KB gidişli faylar (Koçyiğit, 1984, Koçyiğit ve diğ., 2000), günümüzde Batı Anadolu'da depremsellik açısından en aktif fay sistemini meydana getirmektedir. Barka ve diğ. (2000) ile Yılmaz (2000), Ege bölgesinde egemen olan K-G yönlü genişlemenin yılda 3-6 cm.lik bir hızla geliştiğini ve bu genişleme rejiminin Anadolu levhasının Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu faylarının kontrolünde batıya doğru hareketi sonucu ortaya çıktığını vurgulamaktadır(Şekil 5). Diğer taraftan son yıllarda yapılan GPS ölçümleri (Barka ve diğ. 1995; McClusky ve diğ. 2000) Batı Anadolu'daki güncel genişlemenin daha çok KD-GB yönünde geliştiğini belgelemektedir(Şekil 6).

Bu rejimin etkisi altında olan Muğla yöresi, Senozoik ve Kuvaterner'de yoğun tektonik hareketlerle alçalma ve yükselme hareketlerine maruz kaldığından yer yer Paleozoik oluşumlar açığa çıkmıştır. Yörenin çok engebeli oluşunda da bu gelişmenin payı büyüktür. Alp kıvrımlaşması sırasında, Toroslar ve Batı Anadolu Dağları oluşurken, bölgede yoğun tektonik hareketler yaşanmış, çok sayıda çöküntü alanları ortaya çıkmıştır. Böylece, bölgede çok sayıda Neojen gölü oluşmuş, sonradan bu göllerin bir bölümü kurumuş ya da denize boşalmıştır. Bu nedenle bölgede çöküntü alanları ile vadilerin bazı bölümlerinde Senozoik yaşlı göl tortullarına rastlanmaktadır. Neojen göllerinin denize boşalmasıyla ortaya çıkan alanlar, kıyıya yakın kesimlerde daha yoğun

¹ Muğla İli 1/25.000 Ölçekli Arazi Kullanımına Esas Jeolojik Etüt Raporu

olmak üzere, Kuvaterner alüvyonları ile dolmuştur. Senozoik ve Kuvaterner’de sık sık aktif hale gelen Muğla yöresi, faylar üzerindedir. Fethiye’nin doğusu, Ula-Köyceğiz--Marmaris arası, Milas’ın doğusu ve Yatağan’ın doğu ve batısı depremlerin çok olduğu tektonik çukurlar ve kırıklar dizisi üzerinde kalır. Muğla-Bodrum çizgisinin doğusunda ve güneyinde kalan bölgenin büyük bölümü şiddetli sarsıntılar görülen I. derece deprem kuşağı içine girmektedir.



Şekil 6 Türkiye ve Yakın Çevresinde Gelişen Güncel Deformasyonlar ile Levhaların Hareket Hızı ve Yönleri(McClusky ve diğ. 2000).

2.1.2. TOPOĞRAFYA VERİLERİ

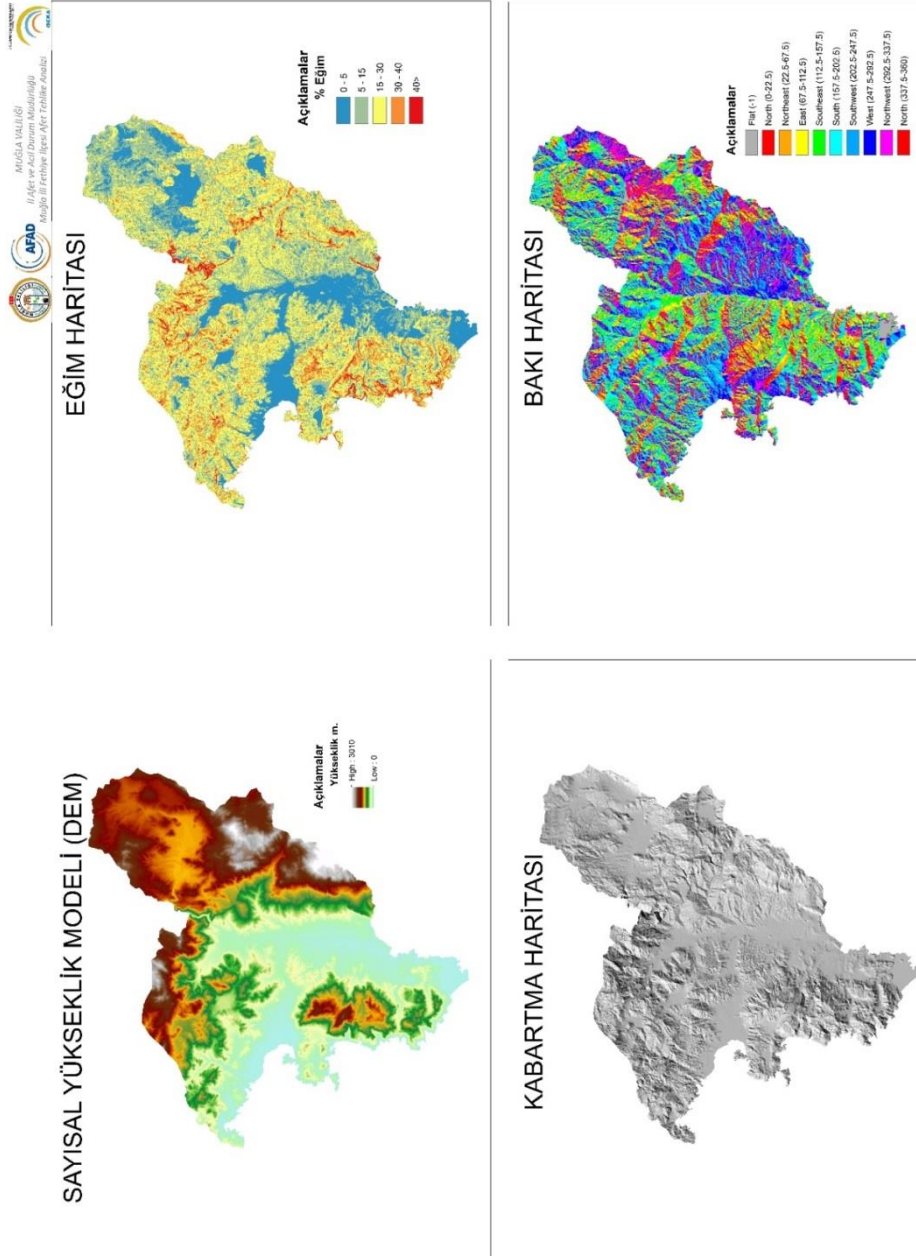
Marmaris koyu doğusundan başlayıp kuzeydoğuya yönelen hat boyunca Teke yöresi başlar. Bu yörenin araştırma sahası içerisinde kalan bölümü, Fethiye çevresinde Doğu – Batı doğrultulu tektonik bir hat ile morfolojik anlamda ikiye ayrılır. Bu fayın kuzeyinde kalan kesim Kuzeydoğu - Güneybatı doğrultulu kuşaklar halinde uzayan yüksek plato ve dağlardan, güneyde kalan çöken kıyı bölümü ise dağlık-tepelik tektonik bloklar ve bu tektonik bloklar arasında açılmış depresyonlardan oluşur (DOĞU, 1988). Namnam çayı ile Dalaman çayı arasında yer alan Sandıras dağı (2295 m.), Miosen sonlarından itibaren etkili olan ve 4. zaman boyunca devam eden tektonik hareketler ile şekillenmiştir. Miosen aşınım yüzeyleri parçalar halinde çeşitli yükseltilerde bulunur. Mezozoik yaşlı peridotit ve serpantinlerden oluşan dağın 1000 - 1300 m. leri arasında uzanan aşınım



MUĞLA VALİLİĞİ
İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü
Muğla İli Fethiye İlçesi Afet Tehlike Analizi



yüzeyinin üzerinde kalan kısımları basık bir koni görünümündedir. 2000 m. üzerindeki alanlarda Würm buzullaşması etkisinde çeşitli buzul şekilleri gelişmiştir (DOĞU, 1993).



Şekil 7 Sayısal yükseklik modeli (dem) ve bu modelden türetilen haritalar



Dalaman çayı ile yukarı Eşen Çayı arasında KD yönünde uzayan dağlık kuşak, Fethiye kuzeyinde ofiyolitler üzerinde şekillenmiş sırt ve tepeler ile başlayıp mezozoik kalkerlerden oluşan yüksek dağlık araziler olarak devam eder. Bu yüksek ve devamlı dağlık kuşağın esas sırtının yüksekliği 1750 m. lerde yer alsa da üzerinde kabaran geniş yaylaların ve arka arkaya sivrilen tepelerin yükseltisi 2000 m.'yi aşar. Çal dağı 2185m., Boncuk Dağı, 2418 m., Yaylacık dağı 2114 m. yükseltiye ulaşır. Bu dağlık kuşağın Fethiye körfezine bakan güney eteklerinde 900 m. lerde Nif ovası, Gedre ovası, Üzümlü ovası gibi küçük karstik çöküntü ovaları yer alır. Fethiye'nin güneyinde dik bir fay yamacı ile yükselen Baba dağı (1969 m.) deniz kıyısından hemen yükseldiği için ulu bir dağ görüntüsü verir. Üzerinde parçalar halinde düzlüklerinde yer aldığı bu dağlık kütlede mezozoik kalkerler deniz seviyesine kadar iner. (SARAÇOĞLU, 1988)

Fethiye - Kemer kara yolunun geçtiği eşik alanda yükseltisi 250 m.'yi geçmeyen tepeler yer alır. Ofiyolitler üzerinde şekillenmiş bu eşik alandan kuzeye doğru yükselti artar ve kalker sahalara geçilir. Muğla'nın doğusunda yer alan Eşen Çayı vadisi ise Kuzey – Güney doğrultulu çok geniş bir tektonik oluk meydana getirir, doğudan Dumanlı Dağ ve Akdağ'ın uzantıları batıdan ise Babadağ ile sınırlanır. Yapı ve morfolojik görünüm bakımından dik yamaçlar ile sınırlanmış arızalı bir çevre, eşik alanlar, alüviyal dolgu ve bir deltadan oluşur. (GÖÇMEN, 1977) Bu tektonik oluşun tabanına yerleşmiş olan Eşen Çayı, taşıdığı alüvyonları Akdeniz kıyısında biriktirmesi ile bir delta oluşturmuş ve bu deltanın gelişmesi ile antik Letoon kenti ve Patara limanı dolmuştur (ÖNER, 1997). Türkiye'nin güneybatı kesiminde yer alan Muğla ilinin Fethiye İlçesinin değişken bir topoğrafik yapısı vardır. Bu topoğrafik yapı, ilçe sınırları içerisinde sahil kesimlerinde minimum 0 m.den (ortalama deniz seviyesi), dorukları 3000 m.yi aşkın dağlar şeklinde bir özellik göstermektedir.

Çalışma kapsamında kullanılacak topoğrafya verileri olarak 1/25.000 ölçekli harita genel komutanlığı paftaları kullanılmıştır. Eş yükselti eğrileri ile sayısal modelleme yapılarak sayısal yükseklik modeli (dem) oluşturulmuştur.

Sayısal yükseklik modeli üzerinden, kabartma, bakı ve sayısal eğim analizi yapılarak eğim haritası oluşturulmuştur(Şekil 7). Çalışma alanı genelinde %15-30 üzeri eğimli alanların en yüksek orana sahip olduğu görülmektedir. %15-30 ve %30-40 eğimli alanların çalışma alanının %52 sini oluşturması, topoğrafyanın eğimli olduğunun göstergesidir(şekil 8).

2.1.3. HİDROLOJİK VERİLER²

Akarsular

Muğla İli Fethiye İlçesi genelinde yer alan başlıca akarsular şunlardır(Şekil 7).

² DSİ 21. Bölge Müdürlüğü Verileri

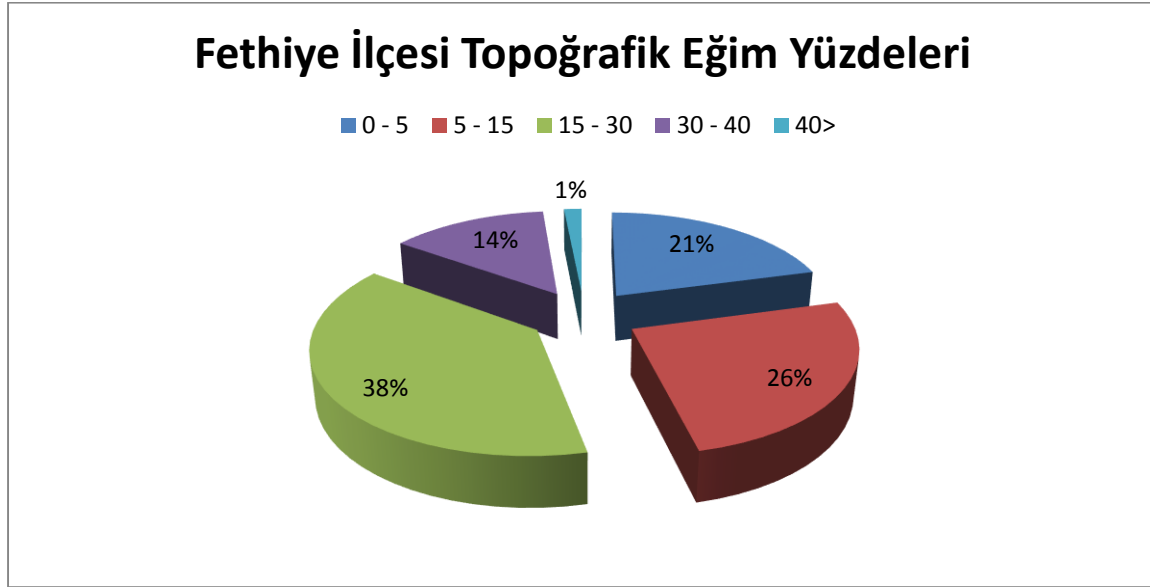


Kargı Çayı

Fethiye Yanıklar Köyü kuzeyindeki Çal Dağı'ndan doğarak, Fethiye Körfezi'nden Akdeniz'e dökülür.

Karaçulha Deresi

Fethiye Ovası köylerinin can damarı olan bu dere, Fethiye kenti içinden Körfeze ulaşır.



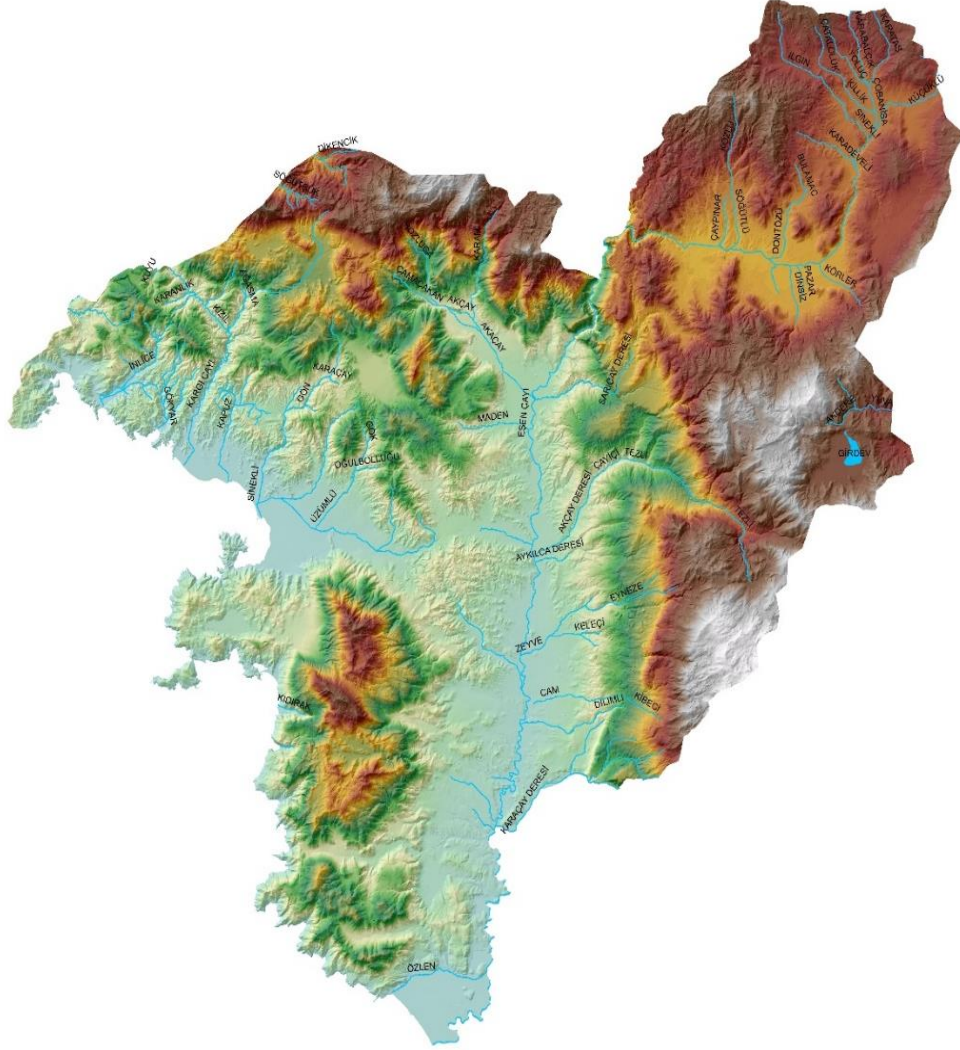
Şekil 8 Fethiye İlçesi topoğrafik eğim yüzdeleri

Eşençayı (Kocaçay)

Muğla ili'nin Batı Akdeniz havzasında kalan ikinci büyük akarsuyudur (Foto 3). Akış rejimi ve havza özellikleri açısından Dalaman'a benzeyen Eşen Çay, Akdağlar'ın kuzeybatı yamaçlarından doğar, Seki Yaylası'na dek güneybatı yönünde akar. Batı'dan Boncuk Dağları'ndan, doğudan Akdağlar'dan kaynaklanan çok sayıda küçük dereler ile birleşir. Daha sonra batıdan güneybatıya doğru geniş bir yay çizerek Ören'e ulaşır. Ören'den sonra çok geniş bir vadide güneye doğru akmaya başlayan Eşen Çayı, gür karstik kaynaklarla beslenen kolları (Saklıkent Kanyonu) ile Eşen delta ovasını oluşturarak Eşen Ovası'nda Muğla-Antalya sınırında Akdeniz'e dökülür. Eşen Çayı'nın hemen hemen tümü il alanı içinde kalır. Suyu yaz-kış bol, ama yazın Dalaman Çayı'na göre biraz daha azdır. Yağışlara bağlı olarak kış aylarında ve özellikle kar erimelerinden dolayı ilkbaharda akımı artar. 128 km. boyundaki çayın 80 km.si Muğla ili sınırları içinde kalmaktadır.



FETHİYE İLÇESİ HİDROLOJİ HARİTASI



Şekil 9 Fethiye İlçesi hidroloji haritası

Göller

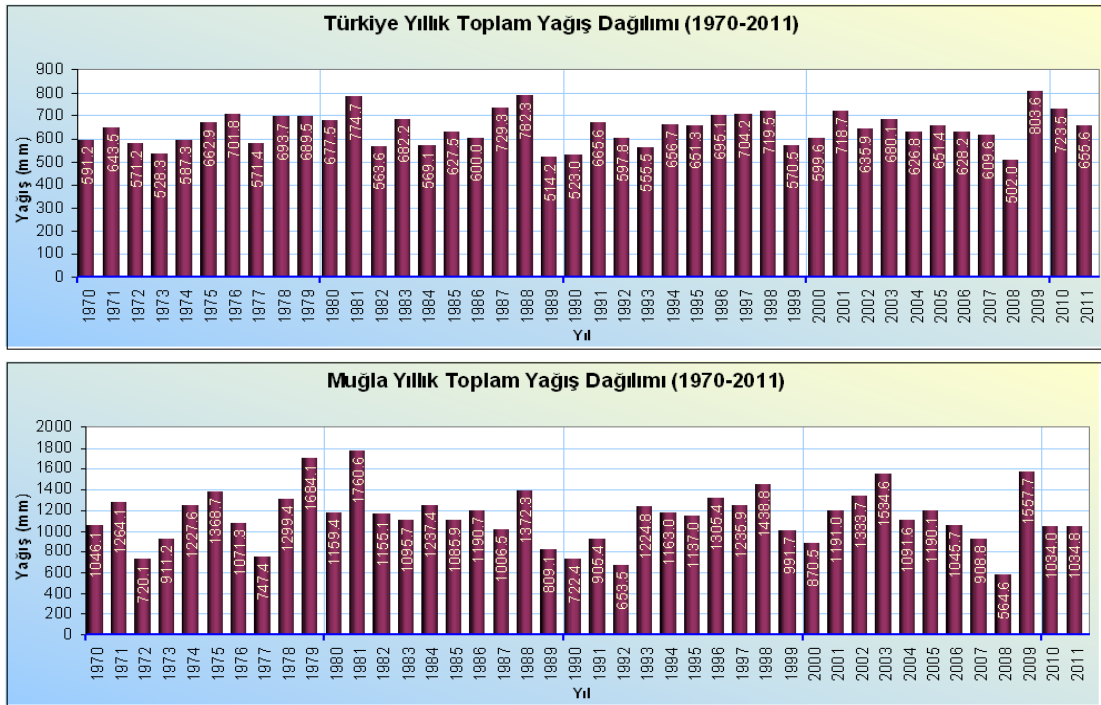


Girdev Gölü

Girdev Gölü, ilin doğusunda Antalya İli sınırında yer almaktadır. Fethiye İlçesi sınırlarındaki göl, Seki-Erendağı Turizm Merkezi sınırları içinde kalmakta olup, sulak alan statüsü taşımaktadır. Elmalı Polyesi'nin batısında ve yaklaşık 8 km kuzeybatısındaki Girdev Gölü, önemli bir su potansiyeli içermektedir. Trityum ve Oksijen - 18 izotop analiz sonuçlarına göre, Girdev Gölü suları ile yeraltı sularının aynı yaşta olabileceği ve Girdev Gölü sularının izotopik kompozisyonunda değişikliğe uğramadan düdenlerle yeraltı suyunu beslediği düşünülmektedir.

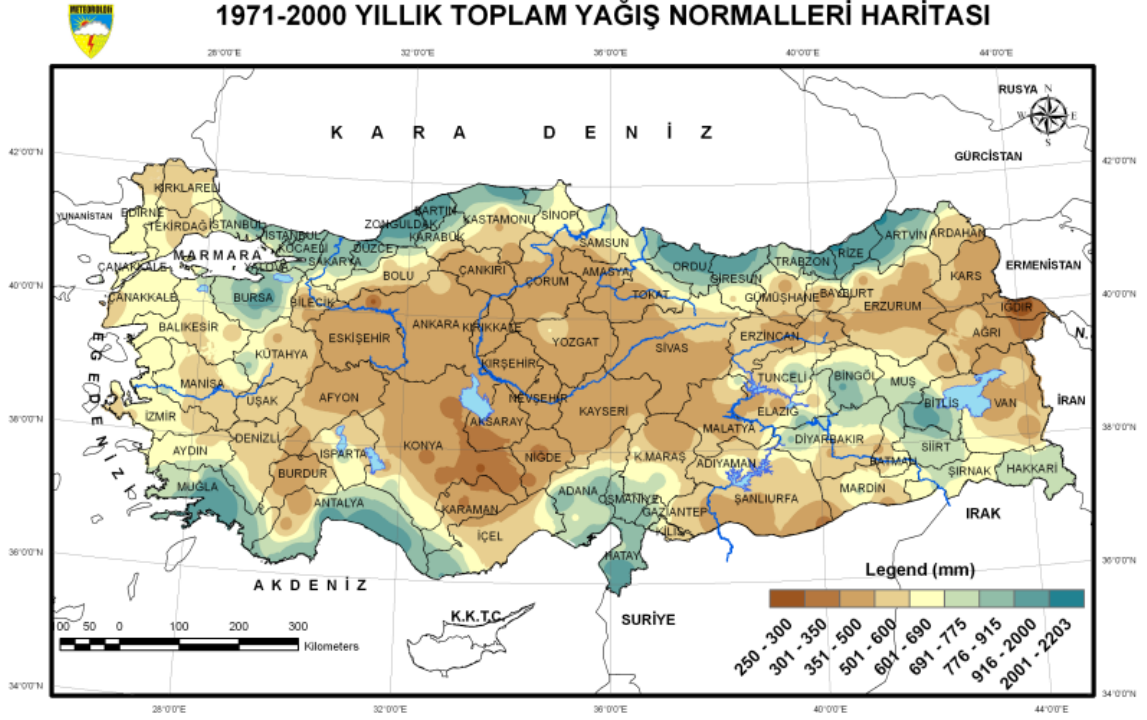
2.1.4. METEOROLOJİK VERİLER (YAĞIŞ VERİLERİ)

Bu çalışmada Meteoroloji Genel Müdürlüğü kaynakları ile yağış verileri kullanılmıştır. 1970 – 2010 yılları arası ortalama yağış verileri incelendiğinde; Muğla'nın Türkiye geneli ortalamasına göre, kış aylarında daha fazla, yaz aylarında ise daha az yağış aldığı görülmektedir (Tablo 1). Muğla'nın Türkiye ortalamasının üzerinde bir grafik izlediği, ayrıca Muğla'nın fazla yağış aldığı yıllarda Türkiye genelinin de fazla yağış aldığı anlaşılmaktadır (Şekil 10).

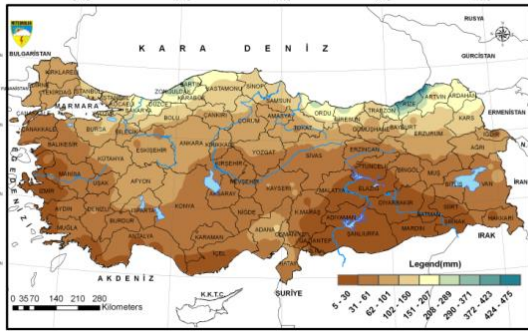


Şekil 10 Türkiye ve Muğla Yıllık Toplam Yağış Dağılımları³

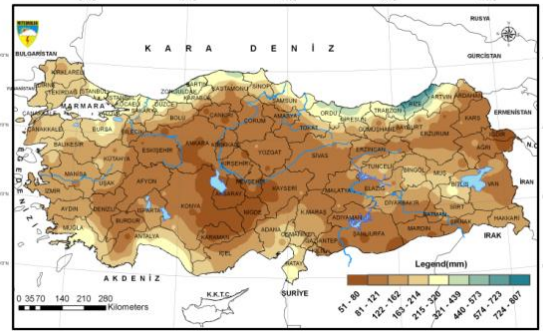
³ <http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/yillik-toplam-yagis-verileri.aspx#sfU>



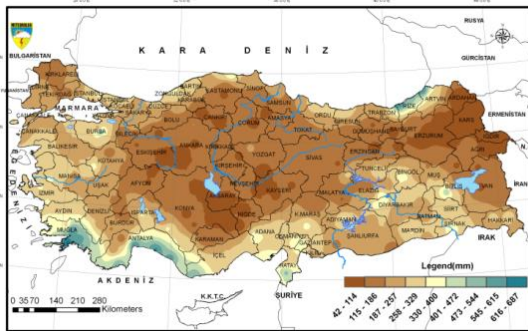
1971-2000 YAZ MEVSİMİ TOPLAM YAĞIŞ NORMALLERİ HARİTASI



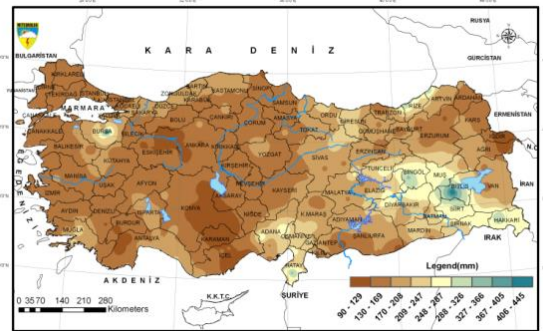
1971-2000 SONBAHAR MEVSİMİ TOPLAM YAĞIŞ NORMALLERİ HARİTASI



1971-2000 KIŞ MEVSİMİ TOPLAM YAĞIŞ NORMALLERİ HARİTASI



1971-2000 İLKBAHAR MEVSİMİ TOPLAM YAĞIŞ NORMALLERİ HARİTASI



Şekil 11 Aylık Normal Yağış Dağılımları (Yıllık Toplam ve Mevsimlik)⁴

⁴ <http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/aylik-normal-yagis-dagilimi.aspx?sfu>

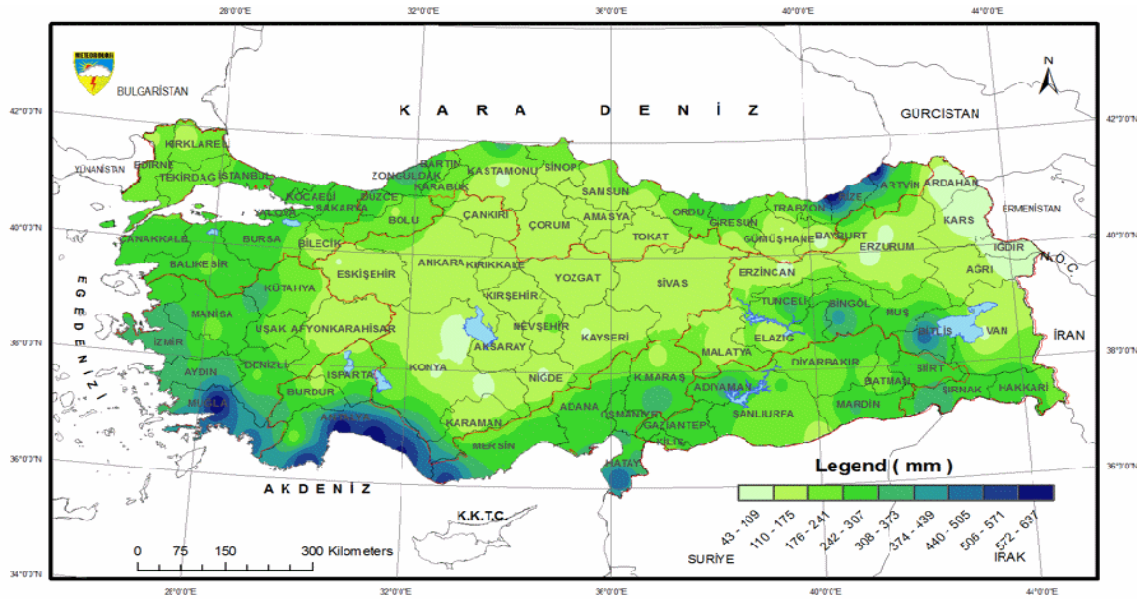


Tablo 1 1970 – 2010 Yılları Ortalama Yıllık Toplam Yağış Verileri⁵

Ortalama Yağış Periyodu	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık Toplam
Türkiye	77.6	71.2	64.4	60	48.3	32.6	18.9	18.2	27.6	59.7	75.3	88.8	642.8
Muğla	204.4	183.2	119.2	68.2	47.3	24.2	7.5	8.6	16.3	65.6	153.9	232.1	1130.5

1971 – 2000 Yağış Normalleri incelendiğinde; Muğla İli'nin yıllık toplam yağış normali, Türkiye geneline göre yüksek olduğu görülmektedir. Mevsimsel yağış normalleri incelendiğinde ise; yaz, ilkbahar ve sonbahar mevsimsel yağışların Türkiye geneline göre daha az olduğu, Muğla İli'nin en fazla yağışı kış mevsiminde alarak yıllık ortalamasını Türkiye genelinin üzerine çıkardığı anlaşılmaktadır(Şekil 11).

Ortalama yağışlı gün sayısının ve aylık toplam yağış miktarı ortalamasının en fazla olduğu aylar Aralık, Ocak ve Şubat'tır. Günlük toplam en yüksek yağış 10.10.2011 tarihinde 168.6 kg/m² ile gerçekleşmiştir(Tablo 2).



Şekil 12 1970-2010 Kış Yağışları Normalleri Haritası

Tablo 2 Muğla İli ile ilgili Resmi İstatistikler⁶

⁵ <http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/yillik-toplam-yagis-verileri.aspx#sfU>



MUĞLA VALİLİĞİ
İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü
Muğla İli Fethiye İlçesi Afet Tehlike Analizi



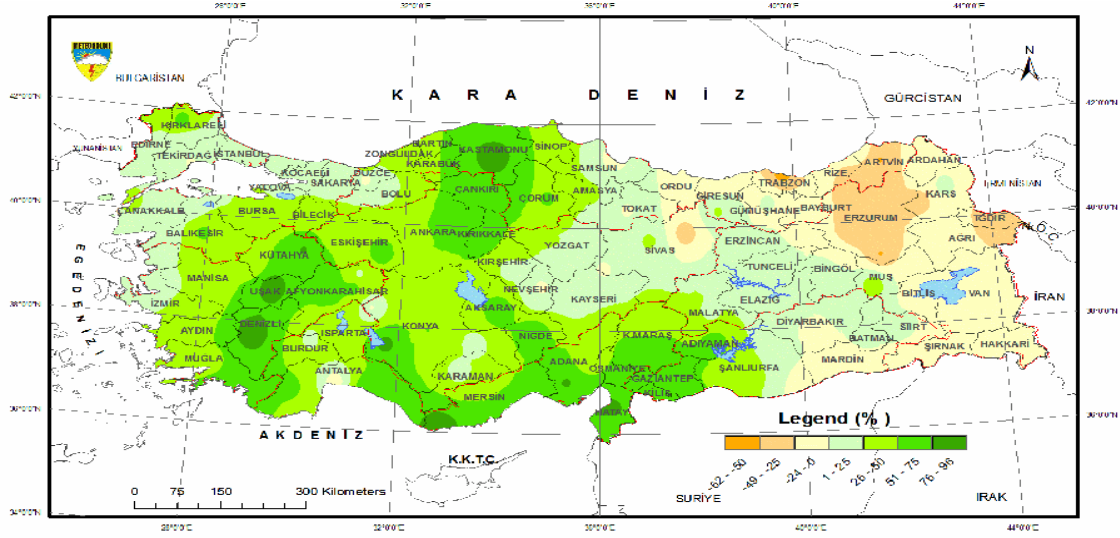
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen Ortalama Değerler (1970 - 2011)												
Ortalama Sıcaklık (°C)	5.5	6	8.6	12.5	17.7	22.9	26.3	26	21.7	15.9	10.2	6.8
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	10.2	10.9	14.4	18.6	24.4	29.8	33.4	33.4	29.3	23.1	16.2	11.3
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	1.6	1.8	3.6	7	11.3	16.2	19.7	19.6	15.2	10.2	5.4	2.8
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	4.6	4.5	5.5	7.1	8.4	10.2	10.5	10.5	9.4	7.2	5.1	3.4
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	13.3	12.7	10.7	10	7.5	3.6	1.7	1.6	2.7	6.2	9.8	13.7
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (kg/m ²)	204.6	181.1	117	68.4	47.3	24.1	7.3	8.4	16.4	69.3	150.3	233.3
Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen En Yüksek ve En Düşük Değerler (1970 - 2011)												
En Yüksek Sıcaklık (°C)	20.9	21.2	26.8	31	35.7	40.8	42.1	41	38.8	34.5	27.6	20.8
Yıl	1971	2004	2001	1970	1990	2007	2007	2008	2003	1991	2004	2005
En Düşük Sıcaklık (°C)	-9.2	-9.9	-8.5	-3.6	1	6.7	11.3	11	5.6	0.2	-4.8	-6.8
Yıl	1973	1976	1985	1997	1990	1991	1983	1972	1992	1985	2005	2002
Günlük Toplam En Yüksek Yağış Miktarı	10.10.2011	168.6 kg/m ²	Günlük En Hızlı Rüzgar	09.02.1976	108.0 km/sa	En Yüksek Kar	24.02.1985	25.0 cm				

2011-2012 Kış Mevsimi Yağış Değerlendirmesine⁷ göre;

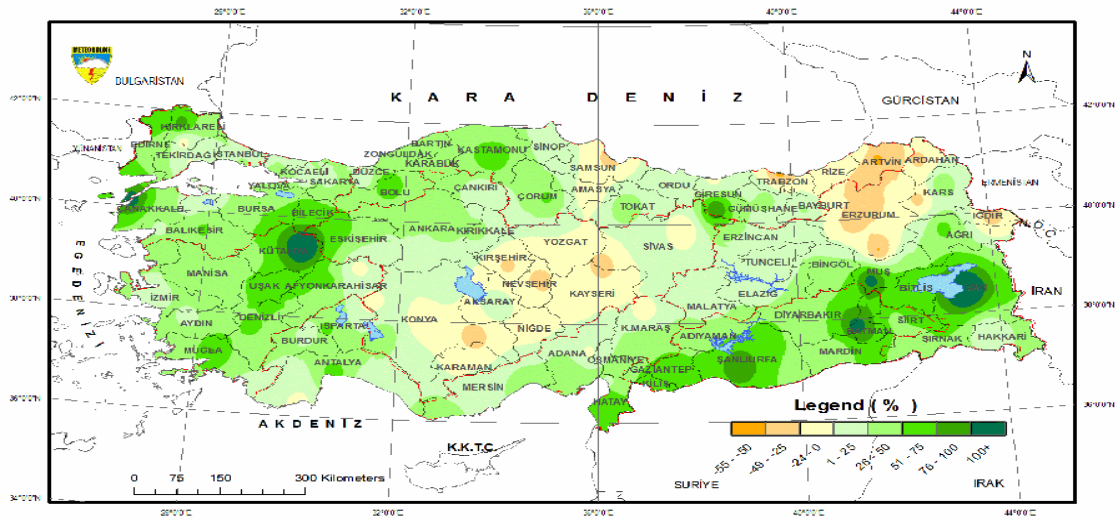
2011-2012 Kış Mevsimi periyodu olarak 2011 Aralık, 2012 Ocak ve 2012 Şubat ayları toplam yağış verileri değerlendirilmiştir. 2011-2012 yılı kış mevsiminde en fazla yağış 1056 mm ile Manavgat alırken, en az yağış 22 mm ile Iğdır almıştır. Kış yağış dağılımına baktığımızda (Şekil 14) , Ege Bölgesi'nin Güneyi, Akdeniz Bölgesi, Gaziantep, Adıyaman, Muş, Bitlis, Bingöl, Zonguldak, Rize ve Hopa çevrelerinde 500-1056 mm, Doğu Anadolu Bölgesi'nin Kuzey kesimlerinde özellikle Iğdır, Ardahan ve çevreleri 22-100 mm, diğer bölgelerimizde ise 100-500 mm arasında yağış meydana gelmiştir.

⁶ <http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=MUGLA>

⁷ <http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/yagis-raporu.aspx?b=m#sfB>



Şekil 13 Kış Dönemi Yağışlarının Normalleri İle Mukayese Haritası



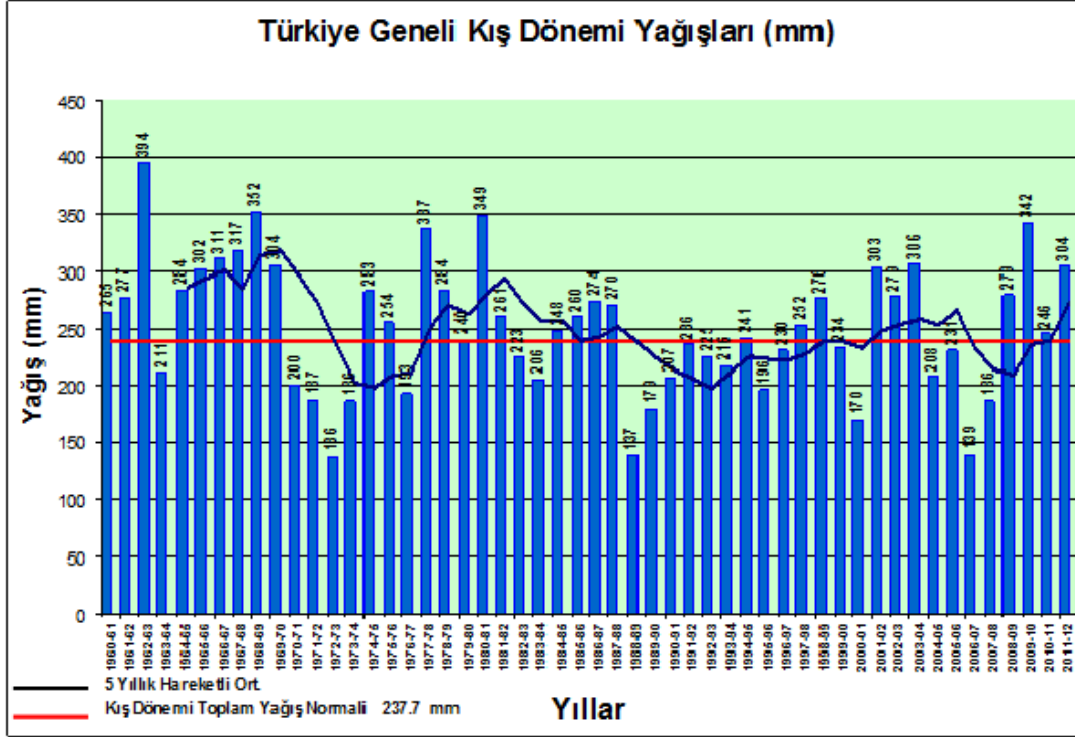
Şekil 14 Kış Dönemi Yağışlarının Geçen Yıl İle Mukayese Haritası

Kış mevsimi yağış ortalaması 304 mm, 1970-2010 normali 238 mm ve 2010-2011 kış mevsimi yağış ortalaması ise 246 mm'dir. Kış mevsimi yağışlarında normaline göre % 28, geçen yıl kış mevsimi yağışına göre ise % 24 artma gözlenmiştir. Normaline göre en fazla artış % 99 ile Kastamonu' da, en fazla düşüş ise % 53 ile Trabzon'da gerçekleşmiştir. Geçen yıl kış mevsimi yağışlarına göre en fazla artış % 159 ile Kütahya'da, en fazla düşüş ise %53 ile Artvin'de görülmektedir. Yağışların normali ve geçen yıl aynı döneme ait yağışlar ile mukayese haritası Şekil 13 ve Şekil 14 de verilmiştir.

Uzun Yıllar Kış Yağışları



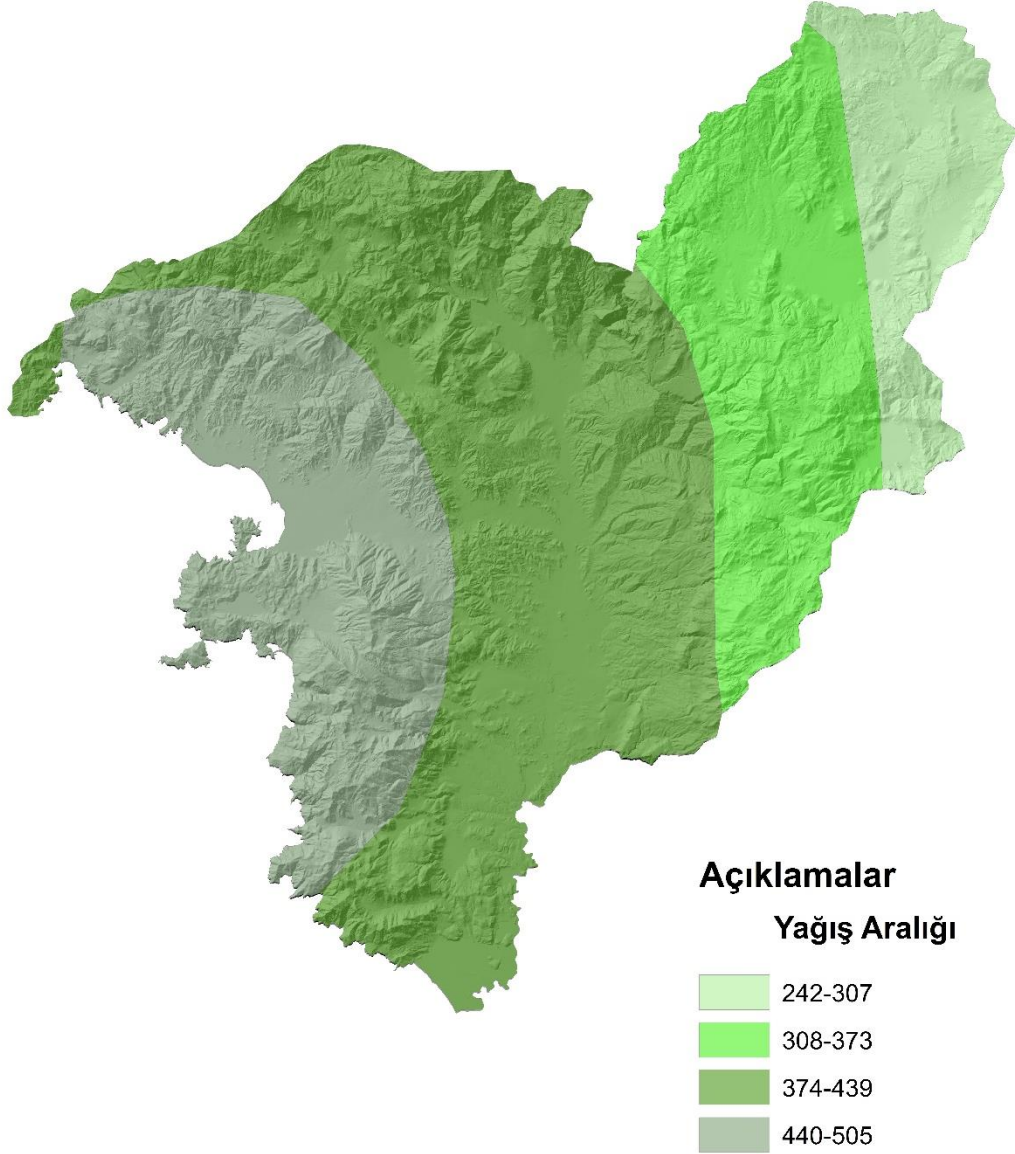
2011-2012 kış mevsimi yağışlarının uzun yıllar dağılımına göre, son dört yılda kış mevsimi yağışlarında normalin üzerinde artışlar gerçekleşmiştir. Bu artışlar normaline göre % 3 ile % 44 arasında değişmektedir (Şekil 15 ve Şekil 13).



Şekil 15 Uzun Yıllar Kış Dönemi Yağışları

Sonuç olarak, bu çalışmada kullanılmak üzere, Türkiye 1970 – 2010 Kış Yağışları Normalleri haritası baz alınarak, coğrafi bilgi sistemleri veri tabanı ile uyumlu Fethiye İlçesi Kış Yağışları Normalleri Haritası oluşturulmuştur(Şekil 16).

KIŞ YAĞIŞ NORMALLERİ HARİTASI



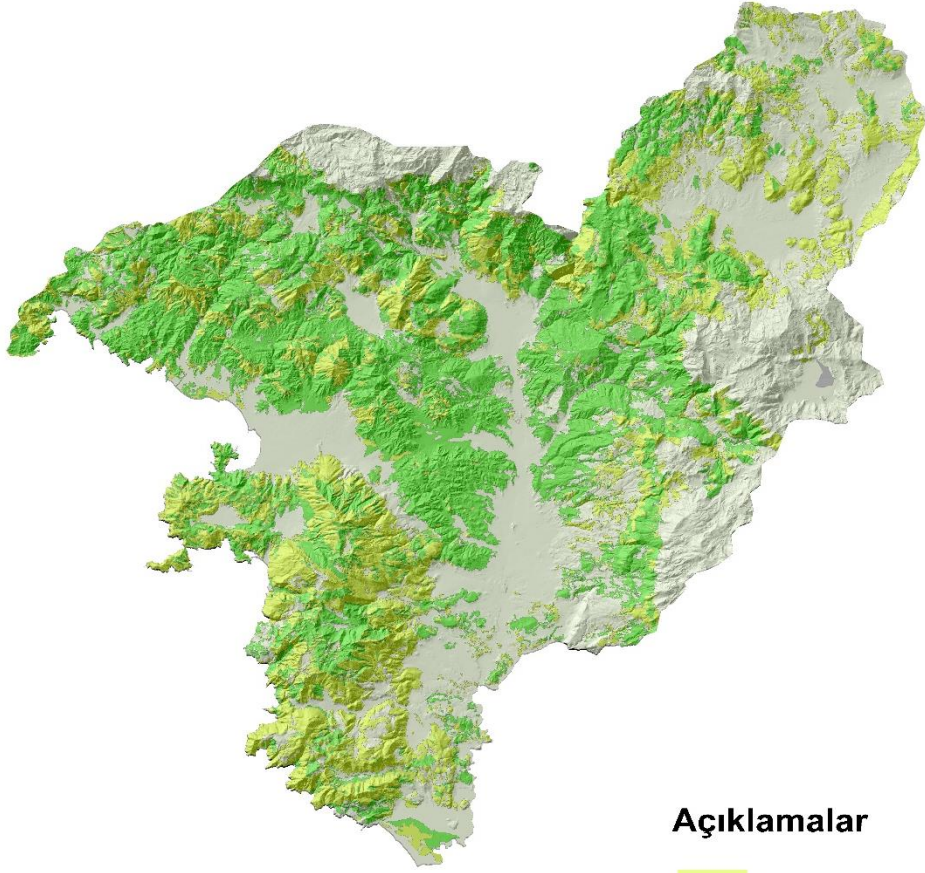
Şekil 16 Fethiye İlçesi kış yağış normalleri



2.1.5.ORMAN VERİLERİ

Bu çalışmada Muğla Orman Bölge Müdürlüğü'nden alınan veriler kullanılmıştır. Bu veriler ile koru ormanları, bozuk ormanlar ve orman dışı alanları gösterir Orman Alanları Haritası oluşturulmuştur(Şekil 17).

ORMAN ALANLARI HARİTASI

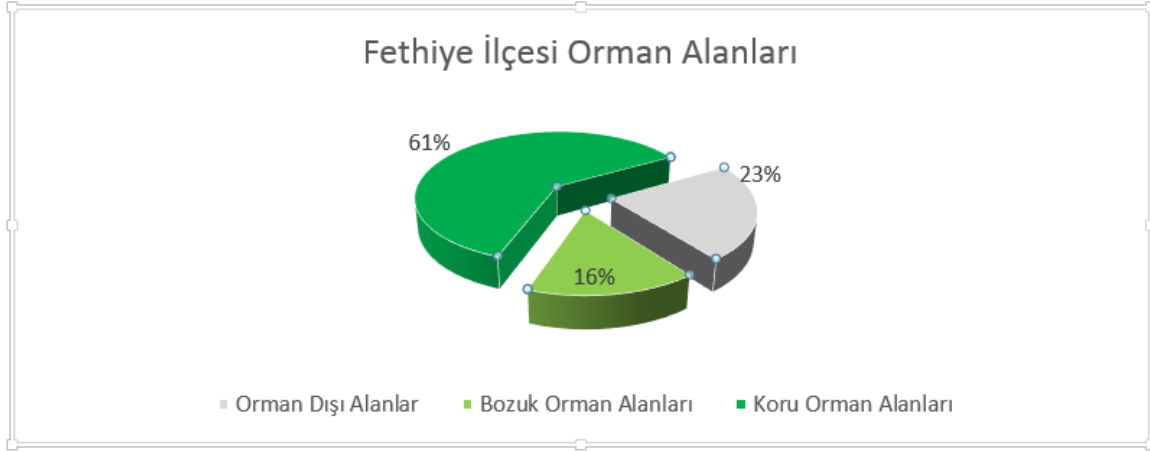


Açıklamalar

- Bozuk Orman
- Koru Ormanı
- Acik alan

Şekil 17 Fethiye İlçesi orman alanları

Çalışma alanının %77'sini Orman Alanları kaplamaktadır. Orman alanlarının büyük kısmını Koru Ormanları oluşturmaktadır(Şekil 17).



Şekil 18 Fethiye İlçesi Orman Alanları

2.1.6. AFETE MARUZ BÖLGE KARARLARI⁸

Muğla İli Fethiye İlçesinde ilan edilen Afete Maruz Bölge Kararları aşağıda listelenmektedir (Tablo 3).

Tablo 3 Afete Maruz Bölge Kararları

Sa yı	İlçe	Köy/Belde	Afet Türü	Rapor Tarihi	Bakanlar Kurulu Karar			Nakil Kararı Verilen Konut Sayısı	Uygulama Durumu
					Tarih	Sayı	Karar		
1	Fethiye	Dereköy	Heyelan	08.01.1964 01.04.1968 21.08.1968 22.10.1990 25.05.2009	30.03.1964	2865	Nakil	145	Patlangıç Köyü Hurma Mevkii'ne nakil yapılmış.
3	Fethiye	Arsaköy			06.07.1981	3289	Nakil		
4	Fethiye	Bağlağaç		01.04.1968 22.04.1983 15.02.1989	01.09.1986	10984	Nakil	136	Bağlağaç İnönü Mevkii ve Patlangıç Köyü'ne nakil yapılmış.
8	Fethiye	Çatak	Heyelan	16.06.1994 04.12.1996	20.08.1997 22.07.2002	9895 4578	Nakil	8	Dalaman İlçesi, Kargıncürü Köyü, Kükürt Mevkii'ne nakil yapılmış.

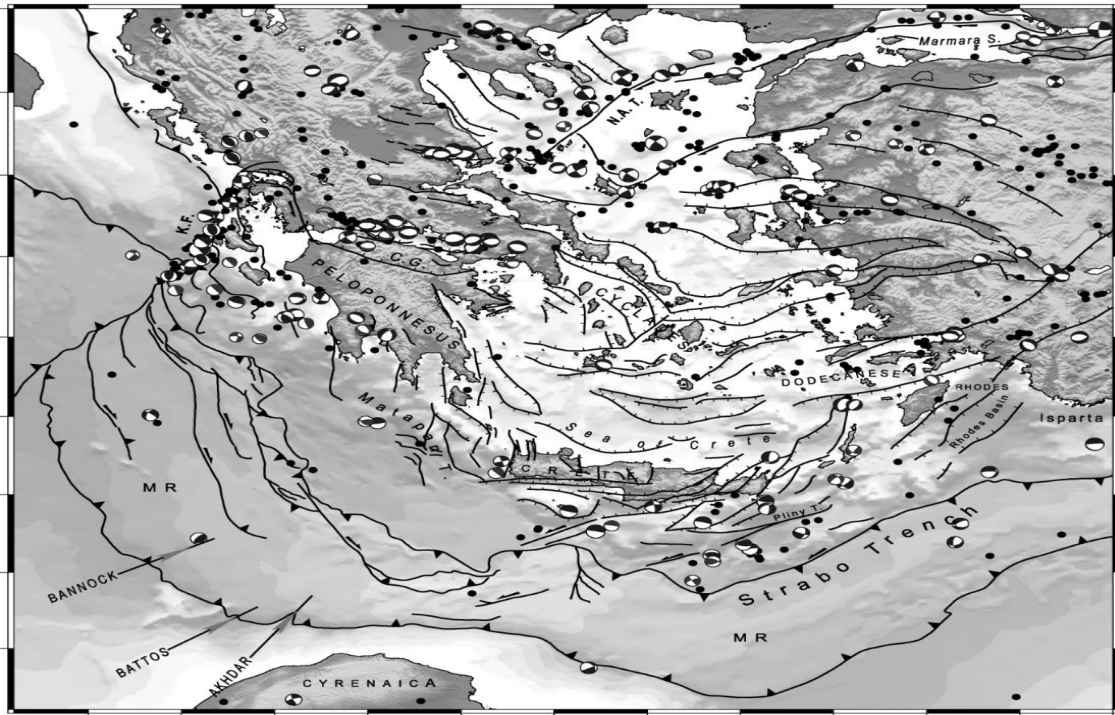
2.2. DEPREM TEHLİKE ANALİZİ

2.2.1. AKTİF TEKTONİK

Büyük depremler aktif/diri fay sistemleri üzerinde meydana gelirler. Fayların büyüklükleri, geometrileri ve derinlikleri, ve üzerlerinde biriken enerji miktarı bunların meydana getireceği depremlerin büyüklüğünü tanımlar. Bu nedenle bir bölgenin deprem tehlikesini incelerken, aktif fayların ayrıntılı olarak tanımlanması gerekmektedir.

⁸ Muğla Valiliği İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü Arşivleri

Fethiye bölgesinde deprem tehlikesi yaratabilecek faylar hem karada hem de denizedir (Şekil 19). Fethiye'nin içinde yer aldığı Doğu Akdeniz bölgesinde, Afrika ve Anadolu levhalarının birbirine yaklaşmasından dolayı bir dalma-batma tektonizması gerçekleşmekte (McKenzie vd., 1978; Spakman vd., 1988; Mart vd. 1994; LePichon vd., 1979). Ege ve Helenik yay boyunca gerçekleşen bu dalma-batma neticesinde bölgede birçok tektonik yapı gelişmektedir. Helenik yayın doğu kesimine karşılık gelen bölümde transform faylar hakimdir ve Pliny, Girit ve Strabo gibi aktif faylarla sınırlı birçok hendek gelişmektedir (Bozkurt, 2001). Bununla birlikte, karada Fethiye-Burdur Fay zonu bölgede deprem tehlikesi oluşturan bir ana fay sistemidir.

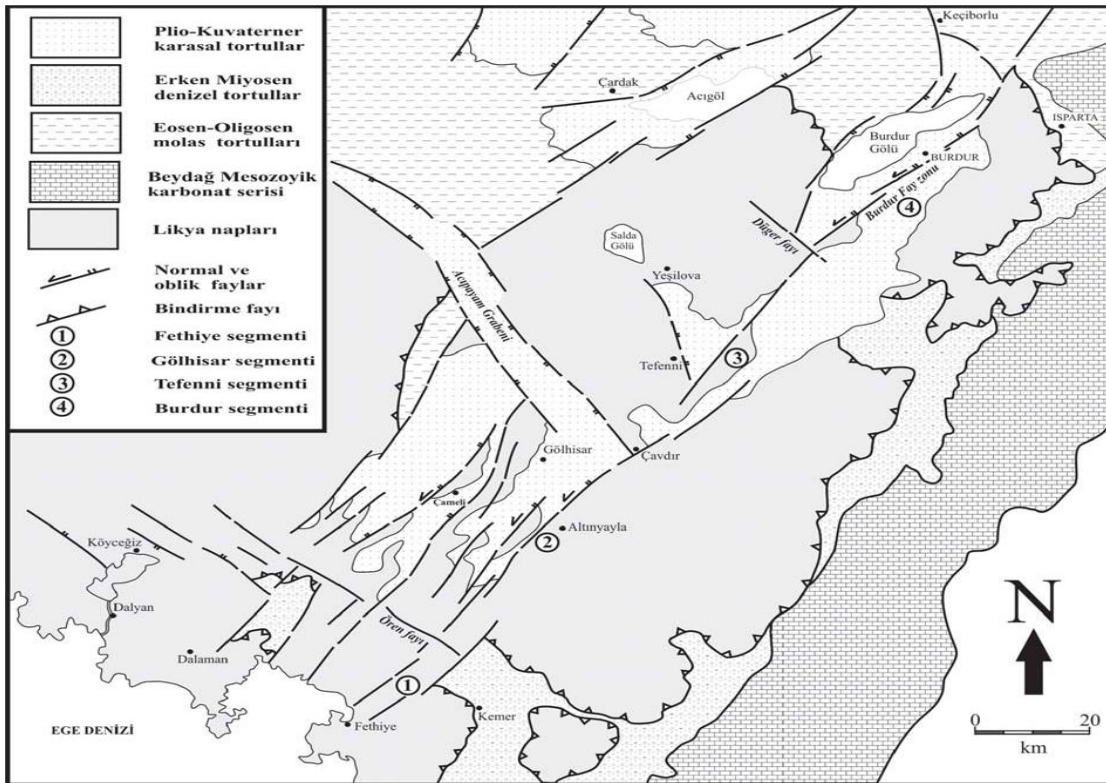


Şekil 19 Fethiye'nin de içinde yer aldığı Helenik yay bölgesindeki faylar. Hem karada, hem denizde birçok büyük aktif fay mevcuttur. Rodos grabenini sınırlayan faylar, Fethiye-Burdur fay zonu, Strabo hendeği sınır fayları bölgenin büyük deprem üretme potansiyeli bulunan faylardır (Kreemer ve Chamot-Rooke, 2004).

Fethiye –Burdur Fay Zonu

Fethiye ile Burdur arasında yer alan KD uzanımlı 250 km uzunluğunda bir faydır. Tek bir anafaydan ziyade, birbirine paralel kısa faylardan oluşmaktadır. Bu kısa fayları KB yönlü faylar kesmektedir. Fethiye ile Burdur Gölü arasındaki fay sistemlerini, KD-GB, KB-GD ve K-G uzanımlı olmak üzere başlıca 3 grup içerisinde toplamak mümkündür (Şekil 20). Özellikle Burdur Gölü'nü kuzeyden ve güneyden sınırlayan KD gidişli faylar sol oblik atımlı normal fay karakterine sahiptirler. Bu faylar çoğu yerde Kuvaterner oluşuklarını keserek, bunlara yüksek eğimler kazandırmışlar ve alüvyonlar içerisinde gözlenebilen basamaklı yapılar oluşturmuşlardır. K-B uzanımlı faylar ise büyük bölümüyle normal fay

karakterinde olup; KD gidişli fayları değişik mevkilerde keserek bu faylar üzerinde farklı segmentlerin oluşumuna sebep olmuşlardır. Fethiye-Burdur arasındaki bölgede, Burdur fay zonu üzerinde KB-gidişli faylarla sınırlanmış olan başlıca dört ayrı segmentin varlığı (Yağmurlu ve diğ., 2005) tarafından saptanmıştır (Şekil 20). Bunlar güneybatıdan kuzeydoğuya doğru; (1) Fethiye segmenti, (2) Gölhisar segmenti, (3) Tefenni segmenti ve (4) Burdur segmentinden oluşmaktadır (Bozcu ve diğ, 2007).



Şekil 20 Fethiye-Burdur Fay zonu KD-GB uzanımlı, yaklaşık 250 km uzunluğunda bulunan sol yanal atımlı bir fay sistemidir. Birçok kısa fay parçasından oluşmaktadır. Fethiye civarındaki faylar "1" bölgeyle işaretlenmiştir. Bu bölgede KD uzanımlı faylar KB uzanımlı Ören fayı tarafından kesilmektedir (Bozcu vd., 2007).

Gölhisar segmenti:

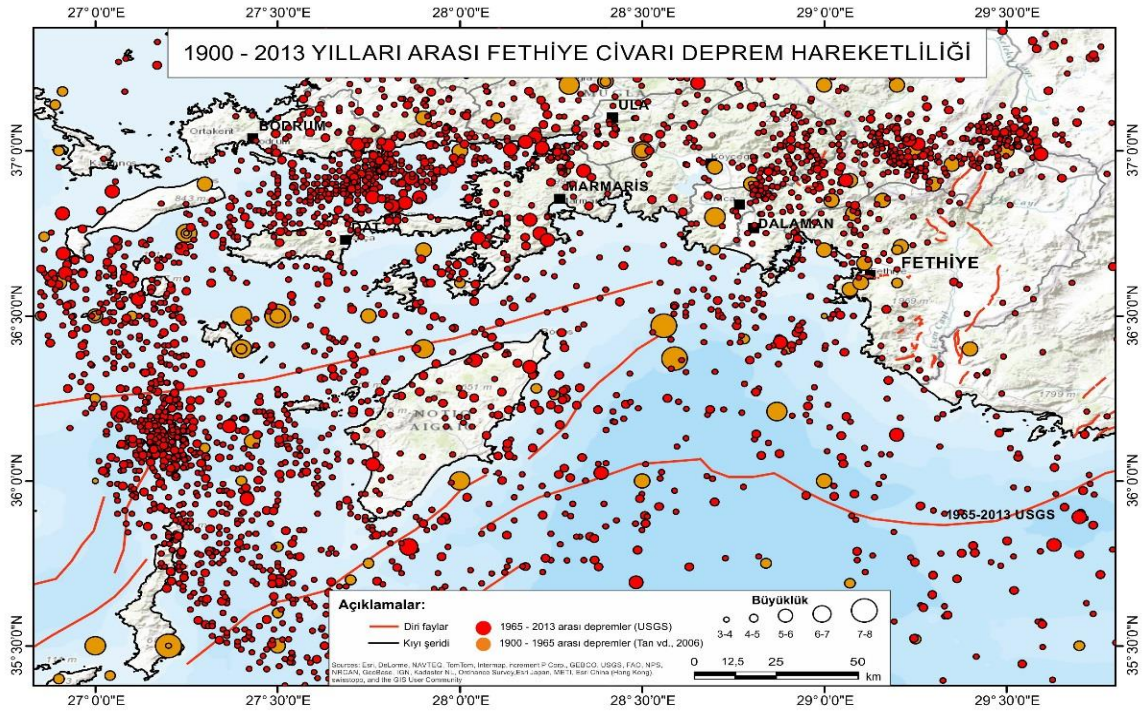
Yanal devamlılığı 45 km'yi bulan bir faydır. Güney'den Ören fayı, kuzeyden ise Acıpayam grabeni tarafından sınırlanır (Şekil 20; Bozcu vd. 2007).

Fethiye segmenti:

Bozcu vd. 2007, Fethiye segmentini yaklaşık 20-30 km uzunluğunda, KD gidişli sol yanal bir faylar sistemi olarak haritalamıştır(Şekil 20). Kuzey’de KB-GD uzanımlı Ören fayı tarafından kesilen fay, güneyde Fethiye körfezi içine doğru devam etmektedir.

Fethiye’nin hemen güneyinde D-B uzanımlı fay sarplıkları görülmektedir. Bu sarplıklar yaklaşık 7-8 km uzunluğu bulan kısa normal fayların varlığını gösterir. 1957 Fethiye depremi (M 7.2) sırasında, Hıdırlık mahallesinde bu faylara paralel kırılmaların meydana geldiği yöre halkı tarafından belirtilmektedir (Ertunç vd., 2006).

2.2.2. DEPREMSELLİK



Şekil 21 1900 – 2013 yılları arasında, Fethiye civarında, büyüklükleri 3 ila 7.8 arasında değişen 3802 adet deprem meydana gelmiştir.

Fethiye ilçesinden geçen Fethiye-Burdur Fay zonunun GPS gözlemleriyle elde edilen kayma hızı güneyde deniz içinde 18 mm/yıl (sol yanal) ve 14 mm/yıl (sıkışma) iken, fayın karadaki kuzey kesimlerine doğru bu hızlar 3 mm/yıl’a (sol yanal ve açılma) düşmektedir. Bölgede bu miktardaki bir stress birikimi zaman zaman büyük depremlere sebep olmaktadır (Reilinger vd. 2006, Şahin vd. 2007,).

Fethiye çevresinde 1900 - 2013 yılları arasında meydana gelmiş depremler Şekil 21 de gösterilmiştir. Depremlerin iki farklı renkte gösterilmesi, 1965 sonrası yapılan dinlemelerinin daha standartlaştırılmış sismometrelerle (WWSSN) gerçekleştirilmiş ve daha güvenilir olmasındandır. 1965 öncesi verilerde, odak yeri ve büyüklük konusunda hata payları biraz daha fazla olmaktadır. Bu sebeple 1900-2013 arasındaki depremlerin 2 farklı dönemde gösterilmesi tercih edilmiştir.



MUĞLA VALİLİĞİ
İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü
Muğla İli Fethiye İlçesi Afet Tehlike Analizi



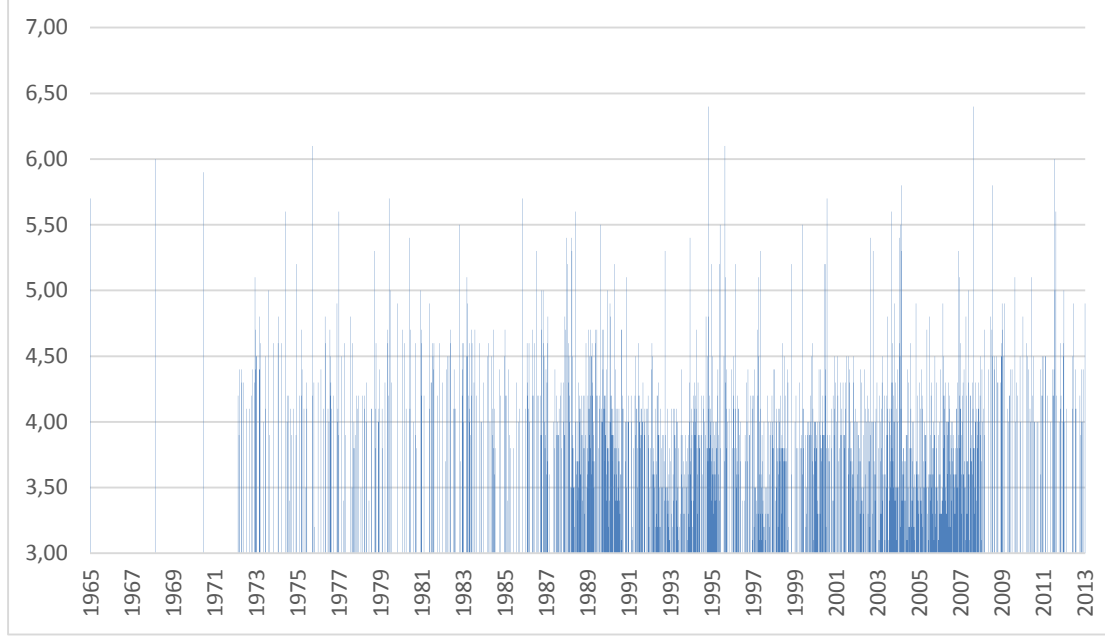
Tablo 4 1965 ila 2012 yılları arasındaki Mw 5.5'den büyük depremlerin listesi:

	Tarih	Saat	Büyüklik	Enlem	Boylam	Derinlik
1	2012.07.09	13:55:00	5,60	35,60400	28,91900	55,80
2	2012.06.10	12:44:16	6,00	36,42000	28,88000	35,00
3	2009.06.19	14:04:59	5,80	35,35800	28,45300	28,00
4	2008.07.15	03:26:34	6,40	35,80000	27,86000	52,00
5	2005.01.23	22:36:09	5,80	35,89000	29,70000	44,90
6	2005.01.10	23:48:50	5,50	37,01700	27,80400	15,90
7	2004.08.04	03:01:11	5,50	36,86000	27,76000	39,90
8	2004.08.04	03:01:07	5,60	36,83300	27,81500	10,00
9	2001.06.23	06:52:42	5,70	35,55000	28,15700	50,10
10	2000.04.21	12:23:10	5,50	37,84200	29,32800	33,00
11	1996.07.20	00:00:40	6,10	36,20400	27,06800	8,10
12	1996.04.26	07:01:27	5,50	36,36600	28,04200	74,60
13	1995.10.01	15:57:17	6,40	38,07800	30,14200	31,20
14	1995.10.01	15:57:17	6,40	38,07700	30,14300	1,00
15	1990.07.18	11:29:24	5,50	36,99000	29,59500	17,20
16	1989.04.28	13:30:19	5,60	37,00400	28,13900	16,90
17	1989.04.27	23:06:52	5,50	37,02700	28,18000	13,90
18	1986.10.11	09:00:10	5,70	37,93100	28,57400	5,00
19	1983.09.27	23:59:38	5,50	36,68800	26,91200	158,60
20	1980.05.02	05:31:01	5,70	35,72400	29,84900	40,10
21	1977.11.28	02:59:10	5,60	36,05000	27,76100	85,00
22	1976.08.19	01:12:40	6,10	37,71100	29,00090	19,80
23	1975.04.30	04:28:59	5,60	36,26800	30,76200	63,00
24	1971.05.12	06:25:15	5,90	37,55800	29,74500	27,50
25	1969.01.14	23:12:09	6,00	36,14000	29,19900	33,10
26	1965.11.28	05:26:07	5,70	36,16600	27,36700	76,20

WWSSN dönemi (1956-2013) içerisinde toplamda 3802 adet deprem meydana gelmiştir (Şekil 22 ve 23). Bu depremlerden yaklaşık 3000 adetinin büyüklüğü Mw 3 ila 4 arasındadır; bu büyüklükteki depremlerin genellikle yıkıcı bir etkisi yoktur. Aynı tarihler arasında büyüklükleri 4 ila 5 arasında olan 707 adet deprem meydana gelmiştir; ki bu iki grup söz konusu dönemdeki depremlerin %98'ini oluşturmaktadır. Son 48 yıl içerisinde büyüklüğü 5 ila 6 arasında değişen 63 adet deprem ölçülmüştür (Şekil 22 ve 23, Tablo 4). Bu büyüklükteki depremler 100 km'yi aşan geniş bir coğrafya da hissedilebilecek ve merkez üssüne yakın yerlerde ciddi hasarlara neden olabilecek büyüklüktedir. Bu veriler, Fethiye bölgesinde bu tür depremler yaklaşık her 9 ayda bir meydana geldiğini göstermektedir. Aynı dönem içerisinde 6 ila 6,5 arasında toplamda 5 adet deprem meydana gelmiştir. Gevşek zemin koşulları ve zayıf mühendislik hizmetlerinin alındığı



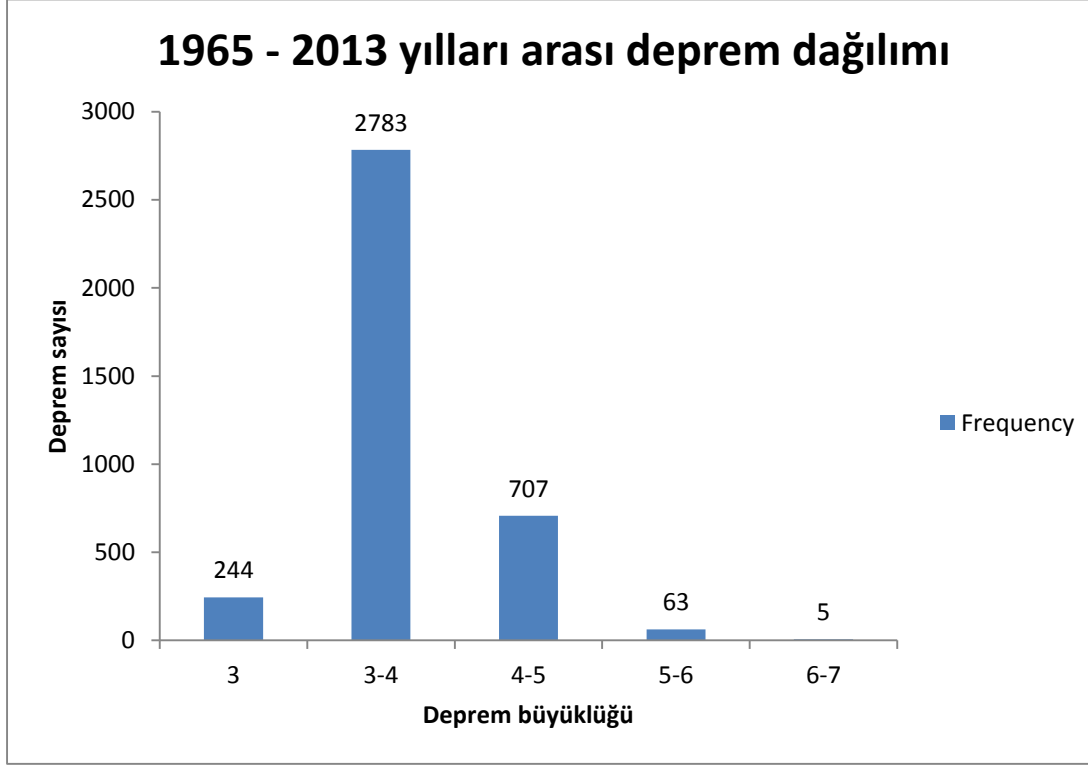
bölgelerde oldukça yıkıcı sonuçlar doğurabilecek bu büyüklükteki depremler Fethiye civarında her 10 yılda bir meydana gelmektedir.



Şekil 22 1965 – 2013 tarihleri arasında meydana gelmiş 3’den büyük depremlerin zamansal dağılımı. Buna göre, son 48 yılda Fethiye civarında, yaklaşık her yıl Mw 5’den büyük ve yaklaşık her 10 yılda bir Mw 6’dan büyük depremler meydana gelmektedir. (Kaynak: USGS deprem kataloğu <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/search/>)

Tarihsel depremler

Fethiye bölgesi tarihsel envanter açısından zengin bir bölgedir. Bu zenginlik bize tarihsel depremler hakkında da ayrıntılı bilgiler sağlamakta. Tarihsel doküman ve arşivler incelendiğinde Fethiye civarında tarihten bu yana çok sayıda büyük, yıkıcı depremin meydana geldiği görülür (Şekil 24; Ambraseys, 2009; Guidoboni vd. 1994 ve 2005, Tan vd., 2008).



Şekil 23 Fethiye'nin yaklaşık 150 km çevresinde, 1965 – 2013 arasında meydana gelen toplam 3802 adet depremin büyüklüklerine göre dağılımı. Buna göre her 6 günde büyüklüğü 3 ila 4 arasında değişen bir deprem meydana gelmektedir. Bu sürede, yaklaşık her 9 ayda bir yıkıcı bir depremin olma ihtimali olduğu ortaya çıkıyor.

Tablo 2'de bu depremlerden 6'dan büyük olanlar listelenmiştir. Bu depremlerden en yakın tarihli yıkıcı depremler 1957 Nisan ayında meydana gelen ve büyüklüğü 7,8 ve 7,4 olan Fethiye depremleridir. Bu depremler esnasında Fethiye merkez ve çevresinde önemli hasarlar meydana gelmiştir. Can kaybı ise yerel yönetimin erken uyarısıyla asgariye indirilmiştir. Bunun haricinde Fethiye merkezinin çok yakınında meydana gelen depremler şöyle sıralanabilir; 1851,1853,1855 ve 1870 yılları depremleri (bkz Tablo 5).

Fethiye ve yakın çevresini etkilemiş tüm depremlerin derlenebilmesi için kapsamlı bir katalog taraması gerekmektedir. Mevcut kataloglardan söz konusu bölgede yıkıcı depremlerin varlığı açık şekilde görülmektedir. Bu depremlerin bütünüyle derlenebilmesi için daha uzun soluklu bir araştırma süreci ve imkanı gerekmektedir.

Tablo 5 Fethiye civarında meydana gelmiş M > 6 tarihsel depremler:

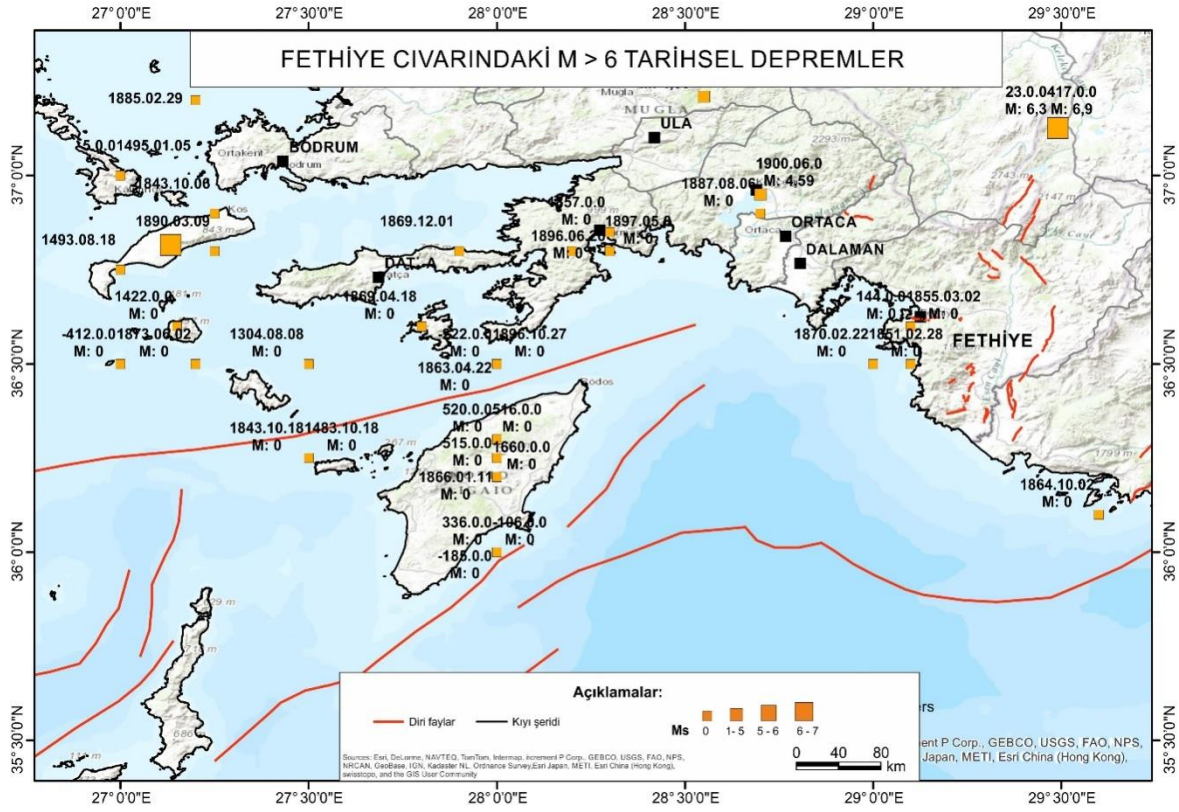
Tarih	Büyükölük	Enlem	Boylam	Kaynak
-------	-----------	-------	--------	--------



MUĞLA VALİLİĞİ
İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü
Muğla İli Fethiye İlçesi Afet Tehlike Analizi



1.	-27.0.0	6,90	37,838	29,087	EG
2.	23.0.0	6,30	37,127	29,491	EG
3.	60.0.0	6,80	37,800	29,100	KU
4.	241.0.0	6,30	37,718	28,682	EG
5.	417.0.0	6,90	37,127	29,491	EG
6.	494.0.0	6,90	37,838	29,087	EG
7.	1493.10.18	6,50	36,817	27,133	EG2
8.	1875.05.11	7,10	38,000	29,000	KU
9.	1911.04.04	7,00	36,500	25,200	KE
10.	1918.07.16	6,50	35,500	25,500	KE
11.	1922.08.13	6,75	36,000	28,000	KE
12.	1926.03.16	6,40	37,500	29,000	KU
13.	1926.06.26	7,90	36,500	27,500	KE
14.	1928.03.31	6,25	38,000	27,000	KE
15.	1933.04.23	6,75	36,750	27,250	KE
16.	1934.11.09	6,25	36,750	25,750	KE
17.	1935.03.18	6,25	35,500	27,000	KE
18.	1942.06.21	6,25	36,400	27,400	KE
19.	1943.10.16	6,50	36,400	27,900	KE
20.	1944.05.27	6,25	37,200	28,300	KE
21.	1948.02.09	7,25	35,500	27,200	KE
22.	1953.02.14	6,25	35,500	26,500	KE
23.	1955.07.16	7,10	37,900	27,100	KE
24.	1956.07.09	7,70	36,730	25,800	KE
25.	1956.07.09	7,20	36,630	25,700	KE
26.	1956.07.30	6,10	35,860	25,960	KE
27.	1957.04.24	7,40	36,370	28,590	KE
28.	1957.04.25	7,80	36,470	28,560	KE
29.	1957.04.26	6,25	36,210	28,870	KE
30.	1958.04.03	6,40	35,250	27,250	KE
31.	1958.06.30	6,40	36,500	27,400	KE
32.	1959.04.25	6,30	37,000	28,500	KE
33.	1961.05.23	6,70	36,800	28,700	KE



Şekil 24 Fethiye ve yakın çevresinde 1900 öncesi, büyüklüğü 6'dan yüksek olan depremler gösterilmiştir (Tan vd. 2008).

2.2.3. TSUNAMİ

Fethiye bölgesi, çok sayıda alçak kıyı alanından oluşmaktadır. Söz konusu alanlarda yoğun turizm faaliyetleri ve yapılaşması söz konusudur. Bu alanlar, denizden gelebilecek tehlikelere açık alanlardır. Akdeniz içersinde çok sayıda aktif fay sistemi bulunmaktadır (Şekil 19). Bu deniz içi fayları, çok büyük deprem üretme potansiyeline sahiptir. Bununla beraber, Ege ve Akdeniz'de çok sayıda aktif volkan yer almaktadır. Büyük depremler ve volkan patlamaları, denizde büyük su kütlelerini harekete geçirebildiğinden, Akdeniz'de tsunamiler meydana gelmekte. Tarihsel kaynaklar, Akdenizde bu tür büyük tsunamilerin geçmişte birçok defa meydana geldiğini göstermektedir (Tablo 6 ve Şekil 25). Bu tsunamilerden en iyi bilenenler M.S. 365 ve M.S. 1303 depremi tsunamileridir.

M.Ö. 1630 Thera volkan patlaması:

Minos medeniyetinin sonunu getiren Thera dev volkan patlaması Akdeniz'de devasa bir tsunamiye sebep olmuştur (Hardy and Renfrew, 1990a,b,c). Bu tsunaminin izlerine Girit, Didim ve Fethiye kıyılarında rastlanmıştır (Minoura vd. 2000). Türkiye kıyılarında bu tsunaminin 10 cm'ye yakın kalın bir kum tabakası bıraktığı tespit edilmiştir.

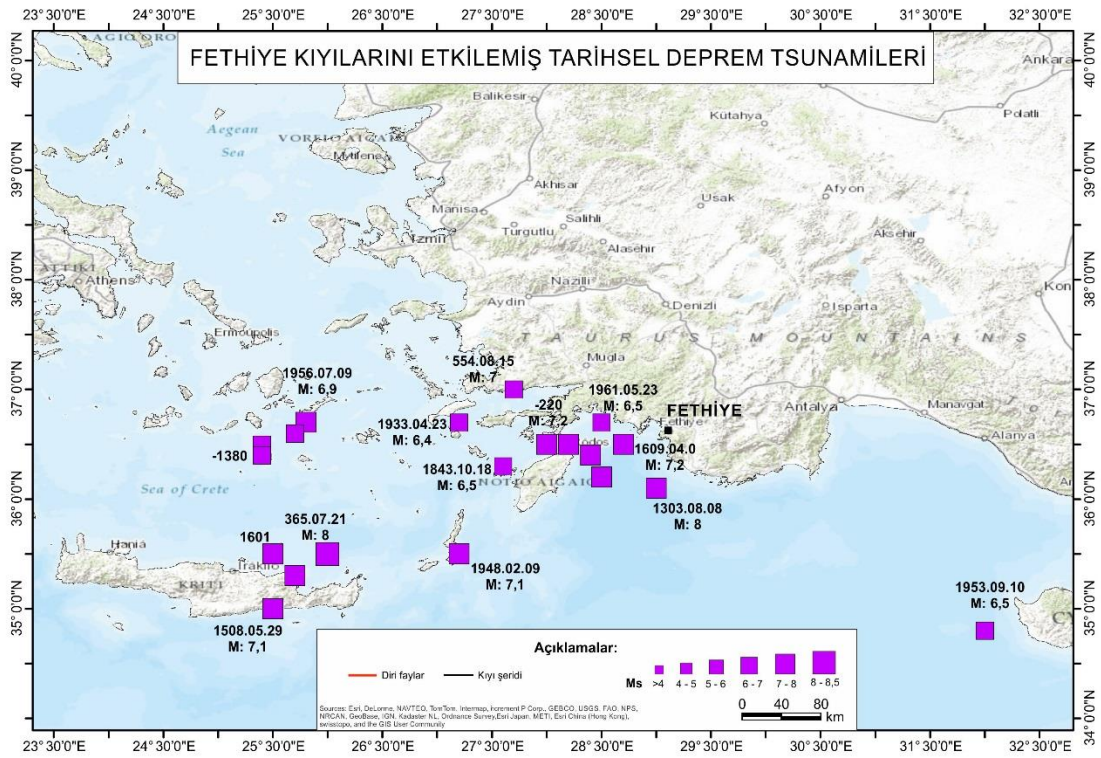
M.S. 365 Depremi tsunamisi:



Bu depremin Helenik yay içinde meydana geldiği düşünülmektedir ve dev bir tsunamiye sebep olmuştur. Deprem büyüklüğü 8,3 – 8,5 olarak tahmin edilmektedir. Bu deprem Girit, Yunan adaları, Libya, Kıbrıs ve Mısır'a kadar uzanan geniş bir coğrafya da tsunami yaratmıştır. Bu kadar geniş bir bölgeyi etkileyen bu tsunaminin Fethiye kıyılarını da vurmuş olması muhakkaktır, ancak bu konuda henüz yeterince araştırmalar yapılmamıştır.

M.S. 1303 Depremi tsunamisi:

Girit ve Rodos arasında, Helenik yay üzerinde meydana gelen çok büyük bir depremdir (M : 8). M.S. 365 depremine benzer büyük bir tsunamiye sebep olmuştur. Tsunami en büyük hasarı İskenderiye'de (Mısır) vermiştir. Yine Girit'te binlerce kişi bu tsunamiden dolayı mağdur olmuştur (Papazachos, P., 2007).



Şekil 25 Fethiye civarında tsunamilere sebep olduğu bilinen depremler.



MUĞLA VALİLİĞİ
İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü
Muğla İli Fethiye İlçesi Afet Tehlike Analizi



Tablo 6 Fethiye civarında tsunamilere sebep olan tarihsel depremler:

No:	Tarih	Enlem	Boylam	Büyükük (Ms)
1	-1380	36,40	25,40	
2	-330	40,00	25,00	7,0
3	-220	36,50	28,20	7,2
4	62.0.0	36,50	25,40	6,7
5	262.0.0	41,90	12,50	3,6
6	342.07.0	41,30	19,50	
7	365.07.21	35,30	25,70	8,0
8	554.08.15	37,00	27,70	7,0
9	1050.0.0			
10	1303.08.08	36,10	29,00	8,0
11	1389.03.20	38,40	26,30	6,8
12	1403.11.16			7,0
13	1481.05.03	36,20	28,50	7,1
14	1481.10.03	38,20	28,50	7,1
15	1494.07.01	35,50	25,50	7,2
16	1508.05.29	35,00	25,50	7,1
17	1601.0.0	35,50	25,50	
18	1609.04.0	36,40	28,40	7,2
19	1612.11.08	35,50	25,50	6,7
20	1650.09.29	36,40	25,40	6,3
21	1667.11.30	38,40	27,10	6,6
22	1668.07.10	38,40	27,10	6,6
23	1672.0.0	36,50	25,50	
24	1688.07.10	38,40	26,90	7,0
25	1707.05.0			
26	1843.10.18	36,30	27,60	6,5
27	1846.07.25			
28	1851.02.28	36,50	28,70	7,2
29	1856.10.12	35,50	26,00	8,3
30	1856.11.13	38,40	26,20	6,6
31	1859.08.21	40,00	25,90	6,3
32	1863.03.22	36,50	28,00	7,8
33	1866.01.19	38,30	28,30	6,8
34	1866.02.02	38,30	26,30	6,8
35	1866.02.06	36,00	23,00	6,3
36	1867.03.07	39,20	26,40	7,0
37	1867.11.19			
38	1869.09.09			
39	1870.06.24	32,20	29,60	7,2
40	1881.04.03	38,20	26,10	6,5
41	1893.02.09	40,50	25,50	6,5
42	1928.03.31	38,10	27,40	6,5
43	1928.04.24	38,00	23,50	5,0
44	1933.04.23	36,70	27,20	6,4
45	1948.02.09	35,50	27,20	7,1
46	1949.07.23	38,60	26,30	6,7
47	1953.09.10	34,80	32,00	6,5
48	1956.07.09	36,70	25,80	7,8
49	1956.07.09	36,60	25,70	6,9
50	1959.02.23	40,63	22,97	
51	1961.05.23	36,70	28,50	6,5
52	1961.06.06			
53	1968.02.19	39,40	24,90	7,1



2.2.4. SIVILAŞMA

Sıvılaşma olayı ikincil etkilere örnek olan bir olay olup, yeni çökelmiş veya yerleştirilmiş gevşek kum ile birlikte yer yüzeyine yakın yer altı su seviyesinin bulunması durumunda bu olaya duyarlı tipik zemin koşullarında meydana gelen bir duraysızlık problemidir (Day, 2004). Bir deprem anında kayma dalgalarının yayılımı boşluk suyu basıncından artış ile gevşek kumun sıkışmasına neden olur (Day, 2004). Sismik sarsıntının çok hızlı meydana gelmesi nedeniyle kohezyonsuz zemin drenajsız (su akışının olmadığı) yüklemeye maruz kalır (Day, 2004). Boşluk suyu basıncındaki artış suyun çamur fıskırmaları, kum kaynamaları şeklinde ortaya çıktığı zemin yüzeyine doğru yukarı akışına neden olur (Day, 2004). Yer sarsıntısı ve suyun yukarıya doğru akışı nedeniyle yüksek boşluk suyu basınçlarının gelişimi kum zemini "sıvılaşma" diye adlandırılan bir duruma dönüştürür (Day, 2004). Sıvılaşmanın bu durumunda etkin gerilme sıfır olup zemin partikülleri arasındaki temas ortadan kalkmış şekilde ve su içinde yüzer gibi bir durumdadır (Isiara, 1985; Day, 2004). Sıvılaşmanın tipik olarak yüksek yer altı su seviyeli zeminlerde meydana gelmesi nedeniyle etkileri genellikle nehirlere, göllere, körfezlere ve okyanuslara komşu düşük kotlu alanlarda gözlenir (Day, 2004). Bir sahanın sıvılaşmaya hassas olup olmadığının belirlenmesinde ayrıntılı mühendislik analizlerine gereksinim vardır. Bu konuda son yıllarda yapılan çalışmalarda göstermiştir ki maksimum sıvılaşma derinliği 20 metredir. Bu derinliğin altında sıvılaşma gelişimi için gerekli koşullar sağlansa bile sıvılaşma gelişmemektedir (Day, 2004).

Depremle sıvılaşan gevşek kum çökeli üzerindeki yapı batır veya devrilir; gevşek kum sıvılaşığı zaman gömülü tanklar yüzeye doğru yüzer (Seed, 1970; Day, 2004).

Arazide zemin sıvılaşma oluşumunu etkileyen birçok faktör vardır. Laboratuvar deney sonuçları yanında arazi gözlemlerine ve çalışmalarına dayalı olarak belirlenmiş, sıvılaşmayı etkileyen en önemli faktörler şunlardır;

- 1- Deprem büyüklüğü ve süresi,
- 2- Yer altı su seviyesi,
- 3- Zemin tipi,
- 4- Zeminin bağıl sıklığı,
- 5- Tane boyu dağılımı ve derecelenmesi,
- 6- Dolgu zeminlerde yerleştirme şekli ve doğal zeminlerde çökeltme ortamı,
- 7- Drenaj koşulları,
- 8- Çevre veya yanal basınç durumları,
- 9- Tane şekli,
- 10- Zeminin yaşı ve çimentolanma durumu,
- 11- Zeminin tarihsel sismik geçmişi,
- 12- Bina yükü (Day, 2004).

Sıvılaşmaya en duyarlı saha koşulları ve zemin türü aşağıdaki şekilde özetlenebilir;



Saha koşulları:

- Dış merkeze veya büyük bir depremin fay yırtılma yerine yakın saha,
- Yer altı su seviyesinin yer yüzeyine yakın olduğu saha,

Belirli saha koşulları için sıvılaşmaya en duyarlı zemin türü;

Çok gevşek veya gevşek halde zemin taneleri arasında çimentolanma olmayan evvelce ön yüklemeye veya sismik sarsıntıya maruz kalmamış yakın zamanda çökelmiş, uniform derecelenmeli ve taneleri yuvarlak kumdan oluşan zemin (Day, 2004).

Sıvılaşma tehlikelerinin azaltılmasında 4 yaklaşım etkili olmaktadır. Bu yaklaşımlar;

- Kaçınma
- Önleme
- Mühendislik Tasarımı
- Deprem sonrası onarımlardır (Day, 2004).

Sıvılaşma nedeniyle hasarı sınırlandırmanın başlıca yolu sıvılaşmaya duyarlı alanlardan kaçınmaktır. Bununla birlikte bu yaklaşım her zaman mümkün değildir. Çünkü ulaşım yolları sulama kanalları, boru hatları ve benzeri gibi tesisler duyarlı alanlardan geçmek zorundadır. Bazı durumlarda zemin; sıkıştırma, kurutma veya zeminin değiştirilmesi ile stabilize edilebilir. Diğer durumlarda, sıvılaşmaya karşı koymada yapılar sıvılaşabilir tüm tabakalar altındaki zemin tabakasına bağlama ile tasarlanabilir (Day, 2004). Günümüzde uygulamada en çok kullanılan zemin iyileştirme yöntemleri aşağıda başlıklar halinde verilmiştir;

1. Zemin değiştirme yöntemleri,
2. Sudan arındırma yöntemleri,
3. Dayanımı arttırma yöntemleri,
4. Enjeksiyon yöntemi,
5. Termal yöntem,
6. Jeosentetik kullanma yöntemi (Day, 2004).

2.2.4.1. Sıvılaşma Analizi

Ertunç ve diğ., (2006) tarafından Seed ve Idriss (1971) tarafından önerilmiş dinamik kayma kriterleri kullanılarak Fethiye ilçe merkezi ve çevresinde sondajlarla ve jeofizik çalışmaları ile elde edilen veriler kullanılarak sıvılaşma riski en yüksek, orta derecede, az derecede olmak üzere 3 bölge ayrılmıştır. Sıvılaşma riskli alanların Q_{al} (Kuvaterner Alüvyon), Q_p (Kuvaterner plaj çökelleri) ve Q_{1ay} (Kuvaterner Alüvyon Yelpezesi) olarak haritalanmış sahalarda yer aldığı gözlenmiştir. Bu birimlerin diğer alanlardaki dağılımlarından ve çevrelerindeki yapısal unsurların varlığına bağlı olarak ek potansiyel sıvılaşma alanları çizilmiştir(**EK-2**). Ancak bu bölgelerde birimlerden elde edilecek sondaj



verileri, jeofizik verileri ve çevredeki aktif fayların durumuna ve depremselliğe bağlı olarak yeniden değerlendirmeler yapılmalıdır.

2.3. KÜTLE HAREKETLERİ TEHLİKE ANALİZİ

2.3.1. KÜTLE HAREKETLERİ

Kütle hareketleri hiçbir taşıyıcı etkisi olmaksızın, yeryüzünün eğim yönünde aşağıya doğru hareket etmesi, şekil ve yer değiştirmesi olarak tanımlanmaktadır (Erguvanlı, 1995). Kütle hareketleri olayın yerine, hareket eden malzeme türüne, hızına, şekline ve hareket yüzeyine ve yüzeyin şekline göre çeşitli isimler alır (Erguvanlı, 1995). Buna göre yamaç hareketleri, şev hareketleri, düşme, akma, kayma, devrilme, heyelan, çökme gibi isimler, bazen iki veya daha fazla hareketin birlikte görüldüğü karmaşık hareketler gibi sınıflamalar yapılır (Erguvanlı, 1995). Yeryüzündeki yamaçların ve şevlerin dengesi, kayaçların litolojik ve fiziksel özelliklerine, kimyasal bileşimlerine, su içeriklerine, jeolojik yapılarına, süreksizliklere ve üzerlerine gelen basınç miktarlarına bağlıdır (Erguvanlı, 1995). Kütle hareketleri tahmin edilmesi zor ve engellenemez olaylara neden olması, büyük miktarlarda can ve mal kaybına neden olduğundan oldukça önemli doğal tehlikeler olarak değerlendirilmektedir.

2.3.1.1. Kütle Hareketlerinin Türleri ve Sınıflandırılmaları

Kütle hareketleri çeşitli parametrelere bağlı olarak sınıflandırılırlar;

- Hareketin türü, miktarı ve hızı,
- Hareket eden malzemenin türü, dizilişi ve yaşı,
- Hareket eden kütlelerin şekli,
- Su miktarı,
- Hareketli kütle ile alttaki temel arasındaki bağlantı,
- Hareketin nedenleri,
- Kohezyon ve içsel sürtünme açısı karakteristikleri.

Düşme ve akmada malzeme serbest olarak hareket ederken, kayma ve heyelanlarda hareket düzlem ya da yüzey üzerinde hareket etmektedir (Erguvanlı, 1995). Kaymalarda hareket bir düzlem ya da iki düzlemin kesitinde olabilir (Erguvanlı, 1995). Heyelanlarda hareket dairesel bir yüzey boyunca oluşur (Erguvanlı, 1995). Tepe kısmında başlayan tansiyon çatlakları ile hareketin başladığı anlaşılır, ancak tam zamanı konusunda bir şey söylenemez (Erguvanlı, 1995). Doğada çoğu zaman akma ve kayma hareketi birlikte, ya da kayma ile başlayan hareket akma ile son bulur, ya da akma ile başlar düşme ile son bulur, bu tür hareketler karmaşık hareketlerdir (Erguvanlı, 1995).

Düşme

Yol kenarları, deniz-göl kenarı gibi alanlar ve mağara tavanlarında toprağın, büyük-küçük kaya parçalarının düştüğü görülür (Erguvanlı, 1995). Deniz kenarında yamaçlarda rüzgar



ve dalgaların aşındırıcı etkisiyle açılan oyukların genişlemesi, üstteki kırık ve çatlağın daha da açılması ile kopmalar gözlenebilir (Erguvanlı, 1995). Yine kayalık alanlarda topuk oyulmaları ve çatlaklardaki suyun donup erimesinin yarattığı hidrostatik basınç bu olayın etkisini artırır (Erguvanlı, 1995). Kaya düşmeleri, yataya yakın tabakalı birimler üzerindeki kırıklı-çatlaklı masif kayalarda da gelişmektedir (Erguvanlı, 1995). Kaya düşmesi, blok düşmesi, toprak düşmesi gibi terimlerle adlandırılmaktadır (Erguvanlı, 1995).

Akma

Toprak ya da kaya-toprak karışımı gibi ayrılmış birimler, içindeki su miktarına bağlı olarak bazen sıvı gibi akar, bazen de sürekli yavaş bir şekilde hareket eder (Erguvanlı, 1995). Akan malzeme türüne göre kaya-blok akması, moloz akması, kum akması ve çamur akması gibi isimlerle anılırlar (Erguvanlı, 1995).

Yavaş akma-krip-sürünme

Yamacın ya da şevin yüzeyel kısmının sürekli çok yavaş yer değiştirmesine krip denir. Hareket hızı yılda 2-3 cm olabilir. Toprak örtülü yamaçlarda daima krip görülür. Toprak örtü üzerindeki eğilmiş ağaçlar, kaya yapıları, telefon direkleri ve benzeri yapılar kripe işaret etmektedir. Yamaçların tabanında biriken taş kütleleri, yamaç molozu-talus malzemeleri, özellikle soğuk bölgelerde suyun donması ve erimesine bağlı olarak krip şeklinde yer kaymalarına neden olur (Erguvanlı, 1995). Yamaçlardaki yerli kayaların eğim düzlemi ve yönünde boyunca yavaş hareketleri kaya kripi olarak adlandırılır. Bu hareket akmadan ziyade kaymadır.

Hızlı akma

Zeminin yukarıda belirtildiğinden daha yüksek su içermesi durumunda, sürekli darbe ve titreşim etkisi altında hızlı akma gelişir. Özellikle çok yağışlı bölgelerde malzeme türüne göre çamur akması veya kum akması şeklinde hareket gelişir. Tabanda duraylı tabakanın derinliğine bağlı olarak dairesel, dairesel-düzlemsel, düzlemsel gibi şekillerde gelişebilir.

Kayma

Yerli kayaların tabaka, çatlak, fay ve şistozite gibi herhangi bir süreksizlik boyunca çoğunlukla sınırlı bir şekilde aşağıya doğru hareket etmesine kaya kayması veya kaya göçmesi denir (Erguvanlı, 1995). Kaya kaymalarında suyun yanı sıra bozunma, süreksizlikler insanlar tarafından yapılan kazı işlemleri ve dinamik deprem kuvvetlerinin de önemli bir etkisi vardır. Kaya düşmesi ile kaya kayması arasındaki fark, kaymada bir düzlemin söz konusu olmasıdır (Erguvanlı, 1995). Kaya şevlerinin duraylılığında ilk düşünülen şey emniyet ve maliyettir (Erguvanlı, 1995). Bu tür problemler, temel yapı kazılarında, demir ve kara yollarında önemlidir, zaman zaman önemli problemler ortaya çıkarmaktadır (Erguvanlı, 1995). Bu olaylar zaman zaman dünyamızda ve ülkemizde önemli can ve mal kayıplarına neden olabilmektedir.

Devrilme



Kaya kütleleri içerisinde süreksizliklerin, şev içine doğru yüksek eğim açıları ile yönelmiş olduğu durumlarda, şev yüksekliği artışına bağlı olarak şev eğimi yönünde devrilme adı verilen kaya kütle hareketleri gelişmektedir. Doğada yapılan gözlem, inceleme ve değerlendirmeler sonucunda çeşitli devrilme türleri saptanmıştır (Erguvanlı, 1995). Bunların en çok rastlanılanları bükülme devrilmeleri, blok devrilmeleri, blok-bükülme devrilmeleri, kayma tabanı devrilmesi, kayma topuğu devrilmesi ve çekme çatlağı devrilmesidir (Erguvanlı, 1995).

Heyelan

Toprak, kaya parçaları ve/veya bunların karışımından oluşan bir zemin yada çeşitli büyüklükteki kayaç parçalarının bir yüzey üzerinde, yamaç aşağıya ve dışarıya doğru hareketine heyelan denir. Hareketin hızı yamaç eğimi ve su miktarı ile orantılıdır. Heyelanlar hareketin hızına ve malzemenin türüne göre sınıflara ayrılmış ve özel isimler almışlardır (Erguvanlı, 1995). Heyelanlarda hareketin çoğunun kaşık şekilli bir yüzey üzerinde oluşması karakteristiktir (Erguvanlı, 1995). Heyelan hareketinde çimentolu ve çimentosuz kayaçlarda derinlere kadar bir inme söz konusudur, genellikle birbirlerine paralel 2 veya daha fazla kayma düzlemi ve kayma kaması vardır (Erguvanlı, 1995). Tipik bir heyelan kesitinde 5 önemli bölge vardır, yukarıdan aşağıya doğru: hareket etmeyen bölge, heyelan bölgesi, çökme bölgesi, kabarma bölgesi ve akma bölgesidir (Erguvanlı, 1995).

2.3.1.2. Kütlelerin Dengesine Etki Yapan Faktörler

Kütle hareketleri üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda şev ve yamaçlardaki kütlelerin dengesine etki yapan faktörler belirlenmiş olup, bunların en önemlileri litolojik özellik ve mineralojik bileşim, jeolojik yapı, süreksizlik özellikleri, yer altı su düzeyi, basınç ve gerilme durumu ve düzeyidir (Erguvanlı, 1995).

Kütle Hareketlerinin Nedenleri

Kütle hareketlerinin ve heyelanların ana nedeni yerçekimidir. Ancak bununla birlikte bu olayı kolaylaştıran ve çabuklaştıran çeşitli nedenlerde vardır. Bunlar iç ve dış nedenler olmak üzere 2 ana grupta toplanabilir (Erguvanlı, 1995).

- Dış nedenler;
 - Şev ve yamaç eteklerinde yapılan kazılar,
 - Şev ve yamaç topuklarının sular tarafından oyulması,
 - Aşınma ile şev eğiminin artması, yani şev yüksekliğinin ve şev eğim açısının değişmesi,
 - Şev ve yamaç üzerine doğal yada yapay ek yük koyma,
 - Şevin ve şev üstü örtüsünün kaldırılması, ağaç ve bitkilerin koparılması, yüzey sularının sızmasının kolaylaştırılması,
 - Kırık ve çatlaklardaki suların donması,



- Depremler sırasında ortaya çıkan dinamik kuvvetler,
 - Şev veya yamaç yakınında oluşturulan yapay patlatmalar ve sarsıntılar.
- İç nedenler;
- Zemin ve/veya kaya kütlesi içerisine suyun girerek boşluk suyu basıncının artması,
 - Şev malzemesi kohezyonunun azalması.

Son yıllarda ise Buddhu (2000) yamaç hareketlerine neden olan etkenleri ve duraysızlık mekanizmalarını olarak ayrıntılı ve pratik uygulamalarda kullanılabilecek şekilde ifade etmiştir.

2.3.1.3. Kütle Hareketlerini ve Heyelanları Önleme Yöntemleri

Kütle hareketlerinin ne zaman olacağını söylemek mümkün değildir (Erguvanlı, 1995). Kütle hareketlerine karşı ilk olarak bu olayları meydana getiren sebepleri, ortadan kaldırmak, kaydırıcı kuvvetleri azaltmak, tutucu kuvvetleri çoğaltmak gerekir (Erguvanlı, 1995). Yamaç ve şevlerde topuk ve yamaç aşınması, topukta çeşitli sebeplere bağlı kazılar, aşınma, taç kısmında ek yüklemeler, yamaç örtüsünü kaldırma, yamaca giren suyun drene edilmemesi, faylı alanlarda fay yöneliminin dikkate alınmadan kazı yapılması gibi nedenlerle yamaçtaki denge koşulları bozulabilir (Erguvanlı, 1995). Taç kısmında oluşan açılma çatlaklarının varlığı, yamaç üzerinde hareketli kütlelerin neden olduğu eğilmiş bükülmüş yapılar, topuk kısmındaki kabarmalar hareketin varlığına ve başladığına işaret etmektedir.

Bu hareketleri önleyici önlemler olarak;

- Topukta tutucu kuvvetleri arttırmak için yük koyma,
- Topukta kaymayı önlemek için çeşitli tipte istinat duvarları inşa etme,
- Topuğun daha fazla aşınmasını önleme,
- Yüzey sularının şeve ulaşmadan kanallarla drene edilmesi,
- Şev içine sızan yer altı suyunun drenaj boruları-tünelleri-galerileri ile hızlı bir şekilde tahliyesi,
- Kayma potansiyeli olan kütlelerin püskürtme beton ile kaplanması,
- Şevin ağaçlandırılarak-çimlendirilerek erozyona karşı korunması,
- Uygun beton kaplamalarla şevin kaplanması,
- Bulon uygulamaları ile sağlam zemine tutturulma,



- Şevin düzenlenerek basamaklama ile şev yüksekliğinin ve açısının düşürülmesi-şev üzerine binen yükün azaltılması,
- Kohezyonun artırılması (Erguvanlı, 1995).

Bunların dışında;

- Erken uyarı sistemi uygulaması son yıllarda geliştirilen bir yöntem olup, daha çok kaya yamaçlarında uygulanır özellikle yerleşim bölgelerini tehdit eden kaya düşmesi yada kütle hareketlerinin araziye yerleştirilmiş aletlerle ayrıntılı bir şekilde zamana bağlı olarak ayrıntılı incelenmesi,
- Enjeksiyon uygulaması ile yamaç güvenliğinin artırılması,
- Isıl işlemlerle duraylı hale getirme işlemi, bu yöntemde düşey delik yada galerilerle kayma yüzeyinin olduğu bölgede ortam sıcaklığının üzerine çıkılarak zeminin pişirilmesi ile sertleştirilmesi sağlanır (Genç, 2008).

2.3.2. KÜTLE HAREKETLERİ ANALİZİ

MTA tarafından hazırlanmış heyelan haritası sayısal ortama aktarılmış ve bakı haritası, eğim haritası, diri fay haritası ve jeoloji haritası ile karşılaştırılmıştır(Şekil).

MTA tarafından hazırlanmış heyelan haritasına bakıldığında yeşil renkle işaretlenmiş bölgeler aktif akmaları, kırmızı renkli bölümler aktif kaymaları, sarı renkli kısımlar daha önceden akmış dengeye ulaşmış şu anda aktif olmayan kaymaları göstermektedir. Kütle hareketlerinin ağırlıklı olduğu alan Eşen Çayı'nın içinde aktığı vadinin Doğu Yamacında bulunmaktadır. Bu bölgenin eğimine bakıldığında 5-15° ve 15-30° eğimli olduğu gözlenmektedir. Eğimin daha yüksek olduğu alanlarda vadileri sınırlayan sırtların en yüksek kesimlerine yakın bölgelerde başlayan hareketin vadilere doğru ilerlediği gözlenmiştir. Ancak inceleme alanının geri kalan kısımlarında da benzer eğimler olsa da herhangi bir hareket tespit edilmemiştir. Bu nedenle heyelanların rapor edildiği bölgede yer alan jeolojik birimler ve yapısal özellikleri büyük önem taşımaktadır. Heyelanların olduğu bölgede faylı-kırıklı ve çatlaklı Jura-Kretase yaşlı Dumanlıdağ Napı'na ait Mandırkaya Formasyonu kireçtaşları-dolomitik kireçtaşları ve yine faylı Bodrum Napı'na dahil Kayaköy dolomitleri, Üst Triyas-Liyas yaşlı dolomitik kireçtaşları-dolomitleri üzerine gelen Yeşilbarak Napı kapsamında incelenen Elmalı Formasyonu Üst Lütésiyen-Alt Burdigaliyen yaşlı kumtaşı-kiltaşı-silttaşı birimlerin aktığı, kaydığı gözlenmektedir. Bu durumun alttaki sağlam-kristalize kayalar üzerine gelen gevşek, kolaylıkla kopan ve akan Elmalı Formasyonundan kaynaklandığı öngörülmektedir. Elmalı Formasyonu'nun eğimi, alttaki yaşlı birimlerin eğimi ve yamacın eğimine bağlı olarak akmalar gelişmektedir. MTA heyelan haritasında bazı heyelanların kırmızı renkli, breşik, mikritik kireçtaşı, spilit, bazalt, kumtaşı içeren Tavas Napı Faralya Formasyonu üzerinde gözlenmiştir.



MUĞLA VALİLİĞİ
İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü
Muğla İli Fethiye İlçesi Afet Tehlike Analizi



Dolayısıyla potansiyel diğer heyelan alanlarına bakılırken Elmalı Formasyonu yayılım alanları yanında, bunların çevresinde yukarıdaki yaşlı birimlerin bulunup bulunmadığı ve yamaç eğiminin batıya doğru olduğu alanlar riskli alanlar olarak bu çalışmada alınmıştır. Ancak detay çalışmalarla bunların yerinde kontrolü yapıldıktan sonra harita kesinleştirilmelidir. Özellikle en fazla heyelanın bulunduğu Eşen Çayı Vadisi'nde yer alan köylerdeki yerleşimlerde detaylı incelemeler yapılmalıdır. Yukarıdaki verilere ek olarak Fethiye Ovası güneyinde kalan oldukça yüksek eğimli alanlar kaya düşme riskli alanlar olarak değerlendirilmiş ve işaretlenmiştir. Benzer olarak Belceğiz ve Kayaköy civarında Kayaköy Dolomitleri ve Mandırkaya Formasyonu'nunca oluşturulmuş yüksek eğimli, bol kırıklı-çatlaklı alanlar kaya düşme riskli alanlar olarak işaretlenmiştir (**EK-3**). Bunlara ek olarak bu bölgede yer alan Faralya Formasyonu potansiyel heyelan alanları olarak işaretlenmiş ancak yersel birim içeriği kontrolü yapılmalıdır.



2.4.1. TAŞKIN

Taşkın, akarsu yatağı çevresindeki alanların veya okyanus, deniz ve göl kıyısı boyunca uzanan arazinin geçici bir süre su altında kalmasıdır. Akarsu yatağı civarının veya göl sahilini taşkına (sele) maruz kalması yoğun yağmur, hızlı kar erimesi veya baraj, kanal, akarsu setinin yıkılması sonucunda olmaktadır. Okyanus ve deniz kıyısındaki taşkınlar kasırga, tayfun ve sağanak sonucu veya depremlerin oluşturduğu tsunami veya sismik deniz dalgaları nedeniyle oluşmaktadır (Lundgren, 1986).

Taşkınlar yeryüzünün her yanında görülebilen doğal tehlikedir. 1900 yılından 2000 yılına kadar taşkınlar ABD’de 10 bin’den fazla kişinin ölümüne neden olmuştur. Yıllık maddi zararlar ise 1 milyar doları aşmaktadır. Taşkınlar doğal bir süreçtir ve insanlar taşkına maruz kalabilecek bölgelerde yaşadığı sürece önemli bir tehlike kaynağı olmaya devam edecektir (Keller, 2005).

Dünyada en çok insan hayatı kaybına ve maddi hasara neden olan doğal felaket taşkınlardır. Örneğin 1947-1967 yılları arasındaki 20 yıllık dönemde Asya’da 154000 kişi, Avrupa’da 10540 kişi taşkınlar nedeniyle hayatını kaybetmiştir. ABD’de 1973-1979 yılları arasında devlet tarafından kaydedilmiş olan 193 büyük doğal felaketin yüzde sekseni taşkınlardır (Lundgren, 1986).

Türkiye’de 1967-1987 yılları arasında akarsularda görülen sel (taşkın) olay sayısının tüm hidrometeorolojik afetler içindeki oranı % 33 iken; 1998-2008 yılları arasında bu oran % 14’e gerilemiştir. Son yıllarda yapılan baraj sayılarındaki artışlar, akarsu yatağı ıslah çalışmaları ve köylerden kentlere göçler, bu şekilde nehirlerden kaynaklanan sellerde (taşkınlarda) azalmaya neden olmuştur. Buna rağmen DSİ verilerine göre 1975-2011 yılları arasında 820 adet taşkın olayı meydana gelmiş, bu taşkınlar sonucunda 660 can kaybı olmuş, 799.758 hektar tarım arazisi taşkına maruz kalmış, taşkınlar ülke ekonomisine yılda yaklaşık 150 milyon TL zarar vermiştir. Bununla beraber son yıllarda ani seller ve bunun bir sonucu olarak da şehir sellerinde önemli artışlar görülmektedir (www.meteoroloji.gov.tr, 2013). Türkiye’de 1940-2010 yılları arasında oluşan taşkınların yıllara göre dağılımı Şekil 27’de verilmiştir.

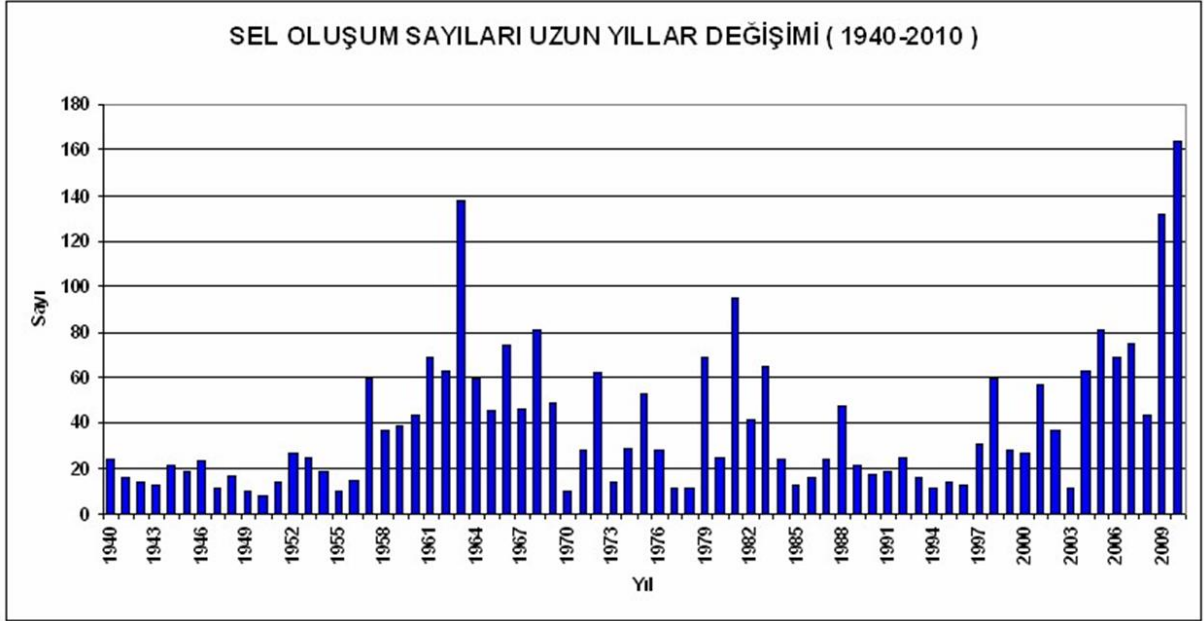
Fethiye’de karakteristik Akdeniz iklimi hüküm sürmektedir. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlı geçer. İlçe ve çevresinin yıllık ortalama yağış miktarı 1000 mm/yıl civarındadır. Fethiye ilçesi aylık ortalama sıcaklık ve yağış değerleri Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7 Fethiye ilçesi ortalama sıcaklık ve yağış değerleri (1975 - 2008)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Ortalama Sıcaklık	10,1	10,6	12,6	15,9	20,3	24,8	27,5	27,3	23,7	19	14,2	11,2



(oC)													
Ortalama	156,0	116,0	82,0	51,1	22,2	3,1	1,0	0,5	9,3	60,7	129,8	176,8	
Yağış (mm)													



Şekil 27 Türkiye’de 1940-2010 yılları arasında oluşan taşkınların yıllara göre dağılımı (www.meteoroloji.gov.tr, 2013).

2.4.2. TAŞKIN TAHMİN YÖNTEMLERİ

Taşkın, ekonomi ve insan hayatı açısından önemli kayıplar oluşturan doğal afetlerden biridir. Özellikle son yıllarda yaşanan küresel iklim değişikliğine de bağlı olarak taşkın şiddeti ve süresindeki değişimler, daha önceden taşkın koruma önlemleri gerekli olmayan alanlarda bile taşkın tahmin çalışmalarının yapılmasını ve gerekli önlemlerin alınmasını zorunlu hale getirmiştir. Taşkın tahminlerinden elde edilen belli tekrarlanma sürelerine sahip tasarım taşkın debileriyle, su yapılarının ve toprak kaynaklarının korunması ve geliştirilmesi için birtakım önlemlerin ve tekniklerin geliştirilmesi amaçlanır (Saf, 2009).

Baraj, gölet, sulama ve drenaj kanalları, kanalizasyon vb. her çeşit su yapısı tasarımı, can ve mal kayıplarına neden olan taşkınların kontrolü için yapılacak yapıların planlama ve projelendirilmesi belirli sürelerde (5, 10, 25, 50, 100 yıl gibi) görülebilecek maksimum debiler göz önünde bulundurularak yapılmaktadır.



Akarsularda yeterli uzunlukta debi ölçümleri varsa frekans analizleri yapılarak 2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıllık tekerrür sürelerinde gözlenmesi muhtemel maksimum debi miktarı hesaplanır. Bu hesaplamalarda çeşitli olasılık yoğunluk fonksiyonları (Normal Dağılım, Log-Normal II Dağılımı, Log-Normal III Dağılımı, Log-Pearson III Dağılımı, Gumbel Dağılımı vb.) kullanılmaktadır.

Yeterince akım ölçümünün bulunmadığı havzalarda yağış değerlerinden faydalanarak taşkın debileri hesaplanmaktadır. Hesaplamalarda kullanılan yöntemler ampirik yöntemlerdir. Bunların başlıcaları: Mc Math Metodu, Rasyonel Metod, Sentetik Metod, Mocus Metodu, Snyder Metodu'dur.

2.4.3. TAŞKIN TAHMİNLERİ

Fethiye ilçesi için taşkın debilerinin tahmininde Eşen Çayı üzerinde yer alan Devlet Su İşleri (DSİ) debi ölçüm istasyonunun verileri kullanılmıştır. Eşen Çayı havzası için taşkın debilerinin tahmini Kınık akım gözlem istasyonunun (istasyon no: E08A015) 1972-2008 yılları arasındaki yıllık en büyük debi değerleri kullanılarak yapılmıştır.

Belirli tekerrür sürelerinde (25, 50, 100 yıl gibi) görülebilecek (olası) taşkın debilerinin yukarıda sözü edilen istasyonun yıllık en büyük debileri kullanılarak tahmini için debi değerleri küçükten büyüğe doğru sıralanmış, her debi için olasılık değeri ($P=m/N+1$ eşitliği ile, $m=dizilimdeki\ gözlem\ sırası$, $N=gözlem\ sayısı$) hesaplanmış, Gumbel olasılık kağıdı kullanılarak debi değerlerine karşılık olasılık değerlerinin grafiği çizilmiş ve grafik yardımıyla debi değerleri (Q_{25} , Q_{50} , Q_{100}) elde edilmiştir. Değerlendirmede kullanılan istasyon için çizilen olasılık grafiği Şekil28 de, tahminde elde edilen debi değerleri Tablo 8'de verilmiştir.

Eşen Çayı Kınık akım gözlem istasyonu için tahmin edilen 25, 50 ve 100 yıl tekerrür süreli taşkın debisi (Q_{25} , Q_{50} , Q_{100}) değerleri sırasıyla $1200\ m^3/s$, $1340\ m^3/s$ ve $1470\ m^3/s$ dir.

Tablo 8 Akım verileri ve tahmin edilen taşkın debileri

Akarsu adı	İstasyon adı ve no	Gözlem yılları aralığı	Yıllık en büyük debi değerleri aralığı (m^3/s)	Tahmin edilen belirli tekerrür süreli taşkın debisi değerleri (m^3/s)		
				25 yıllık debi, Q_{25} (m^3/s)	50 yıllık debi, Q_{50} (m^3/s)	100 yıllık debi, Q_{100} (m^3/s)
Eşen çayı	Kınık E08A015	1972-2008	78.8-1315.0	1200	1340	1470

2.4.4. Fethiye İlçesi ve Civarı Olası Taşkın Alanları

Dünya'nın değişik bölgelerinde taşkın olayları çok sık yaşanmakta olup, büyük can ve mal kayıplarına neden olmaktadır. Taşkınlar yerleşim, endüstri ve tarım alanlarını etkilediği



MUĞLA VALİLİĞİ
İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü
Muğla İli Fethiye İlçesi Afet Tehlike Analizi



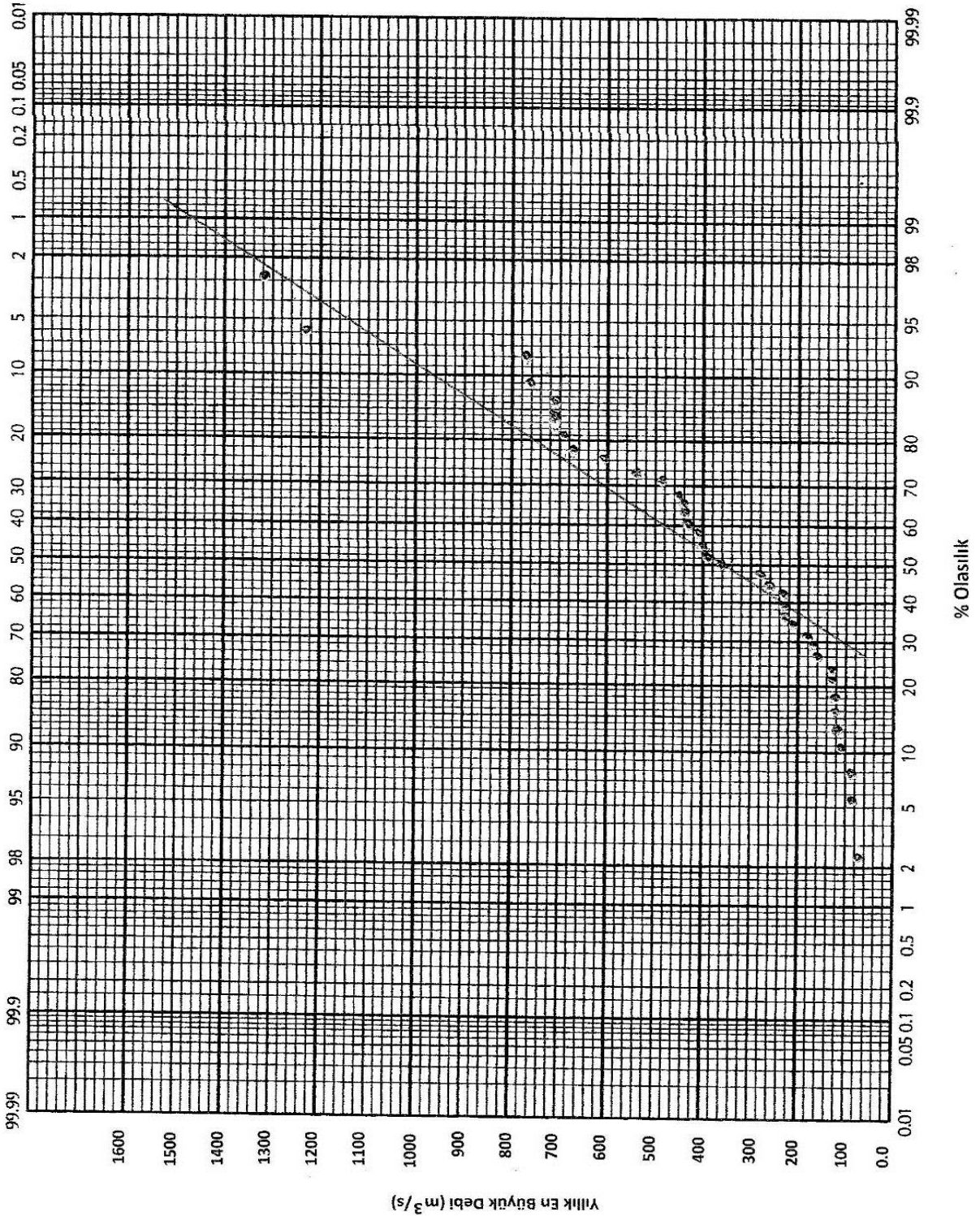
hallerde doğal felaketlere dönüşebilmektedir. Ülkemizde son yıllarda yaşanan hızlı ve plansız kentleşme sonrasında taşkın olaylarının neden olduğu zararlar artmıştır.

Taşkınların neden olduğu can ve mal kayıplarını azaltmak amacıyla Devlet Su İşleri (DSİ) ve diğer ilgili devlet kurumları tarafından taşkınlarla ilgili çeşitli araştırmalar yapılmakta ve raporlar hazırlanmaktadır. DSİ 21. Bölge Müdürlüğü tarafından Aydın, Denizli ve Muğla illerini kapsayan Bölge Taşkın Planı hazırlanmıştır (DSİ 21. Bölge Müdürlüğü, 2010). Eşen Çayı taşkın alanlarının taşkın haritasına (EK-4) çizilmesinde yukarıda sözü edilen DSİ raporundan yararlanılmıştır.

Yukarı Eşen Çayı Havzasında Bekçiler, Doğanlar, Çaltılar, Çobanisa, Boğalar köyleri, Seki beldesi, Ceylan, Eldirek, Patlangaç köyleri tarım alanlarının büyük kısmının Q₅₀ ve daha büyük taşkın debilerinin etkisi altında kalma olasılığı bulunmaktadır (DSİ 21. Bölge Müdürlüğü, 2010).

Orta Eşen Çayı Havzasında Ören köyü ile Korubükü köyü arasında yer alan çay kenarındaki şerit halindeki alan taşkın alanı içinde kalmaktadır. Havzadaki Ören, Ortaköy, Atlıdere, Ceylan, Seydiler, Uğurlu, Kınıclar, Çobanlar, Güneşli, Çaltıözü, Çamurköy, Alaçat, Çaykenarı, Korubükü köyleri ile Kemer ve Eşen beldeleri arazileri ile Kemer beldesi yerleşim alanı taşkın etki alanındadır (DSİ 21. Bölge Müdürlüğü, 2010).

Aşağı Eşen Çayı Havzasında Eşen çayının 60 m kotu ile denize döküldüğü nokta arasındaki yaklaşık 30 km'lik kısmında bulunan Gölbent, Çukurincir, Karaköy köyleri ile Kumluova ve Karadere beldeleri yerleşim alanları ve tarım arazileri taşkın etki alanında kalmaktadır (DSİ 21. Bölge Müdürlüğü, 2010).

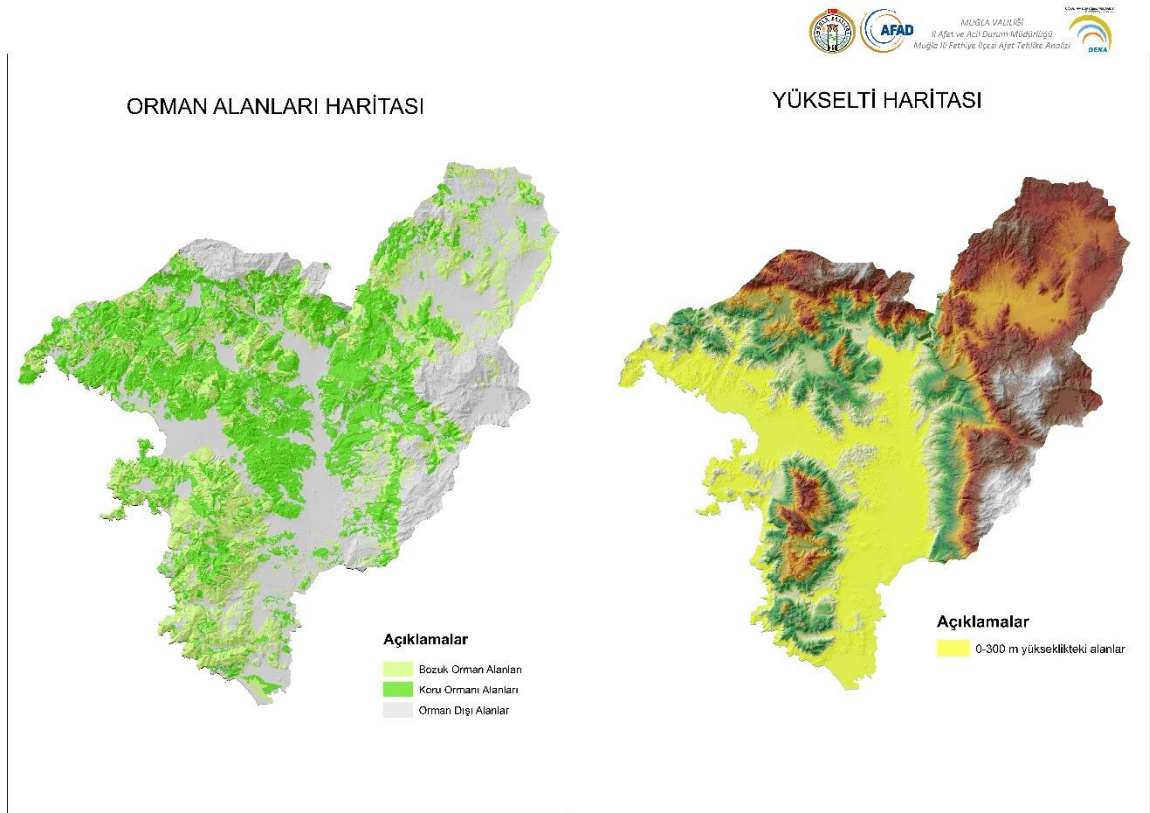


Şekil 28 Eşen Çayı Kınık akım gözlem istasyonu (E08A015) yıllık en büyük debilerinin olasılık dağılımı

2.5. ORMAN YANGINI TEHLİKE ANALİZİ

2.6.

Orman Alanları, Kuru ve Bozuk Ormanlar olarak ikiye ayrılmaktadır. Kuru Ormanlarında, Bozuk Ormanlara göre Orman yangını tehlikesi daha yüksektir. Ayrıca, 0-300 m. yükseklikteki ormanlık alanlarda yangına hassas maki elemanları ve kızılçam gençliklerinin bulunması nedeniyle, bu bölgelerde orman yangını tehlikesi en yüksek olan alanlardır.⁹ Bu sebeple sayısal yükseklik modeli (dem) ile 0-300 m. yükseklikteki alanların analizi yapılmıştır (Şekil 29). Bu iki verinin birleştirilmesi ile 300 metreye kadar kuru ormanları çok yüksek tehlikeli, 300 metreye kadar bozuk ormanlar yüksek tehlikeli, 300 metrenin üzerindeki kuru ormanları orta tehlikeli, 300 metrenin üzerindeki bozuk ormanlar düşük tehlikeli ve orman dışı alanlar ise tehlikesiz olarak tanımlanmıştır (EK-5).



Şekil 29 Orman alanları ile yükseklik arasındaki ilişki.

3. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

⁹ <http://web.ogm.gov.tr/diger/Yardop/Dokumanlar/PROJELER/%C4%B0ZM%C4%B0R/YARDOP%20PROJES%C4%B0-%20s%C3%BCeymank%C3%B6y.pdf>



Bu çalışma kapsamında Muğla İli Fethiye İlçesinin doğal sebeplere bağlı makro ölçekte afet tehlike raporu ve haritaları hazırlanmıştır. Çalışma kapsamında ağırlıklı olarak önceden çeşitli kurum ve kuruluşlarca ve araştırmacılar tarafından yapılmış çalışmalardan elde edilmiş verilerin derlenmesi ve değerlendirmeleri yapılmıştır. Buna ek olarak bu proje kapsamında AFAD çalışanlarının saha gözlemleri değerlendirilmiş rapora yansıtılmıştır. Aşağıda sırasıyla maddeler halinde elde edilen sonuçlar ve öneriler sunulmuştur.

- 1) Taşkın tehlikesi haritası: mevcut veriler özellikle Eşen Çayı ve vadisi içinde kalan alanların taşkın tehlikesi altında kaldığını göstermiştir. Ancak Eşen Çayı'nın denize döküldüğü alanın morfolojik-topoğrafik özelliklerinin Fethiye İlçe merkezi ile benzer özellikte olduğu, veri eksikliğinden ve yeterli veri temin edilemediğinden dolayı hali hazırda bu bölge ile ilgili bir değerlendirme yapılamadığı unutulmamalıdır.
- 2) Kütle hareketleri tehlike haritası: Bölgede hali hazırda MTA tarafından yapılmış aktif, aktif olmayan akma ve heyelanları gösteren bir harita bulunmaktadır. Proje ekibinin saha gözlemleri, bu haritada verilen kütle hareketleri ile benzer litoloji, eğim ve yapısal özelliklere sahip başka alanların bulunduğu işaret etmektedir. Bu çalışma kapsamında hazırlanan harita, MTA tarafından yayınlanmış haritada gösterilen alandan çok daha geniş bir alanda akma ve heyelan tehlikesi olduğunu göstermektedir. Oldukça dik yamaç eğimli ve bol kırıklı-çatlaklı litolojilerin olduğu bölgelerde kaya kopma-düşmelerinin olduğu ve muhtemel olan alanlar belirlenmiş, bunlarda haritalanmıştır. Eşen Çayı'nın özellikle Doğu yamaçları en riskli akma bölgeleri olarak haritalanmıştır. Benzer özellikte parçalar şeklinde tüm Fethiye ilçesine dağılmış şekilde akma-heyelan riskli alanlar tespit edilmiştir. Kaya kopma-düşmeleri açısından Fethiye ilçe merkezinin güneyi en tehlikeli sahalar olarak gözlenmiştir.
- 3) Diri fay ve deprem tehlike haritaları: Fethiye civarının deprem tehlikesi bölgede bilinen diri fay sistemlerine bağlıdır. Bölge için hali hazırda diri fay haritaları yeterli detayda hazırlanmamıştır. Fethiye bölgesi için deprem tehlikesi oluşturan faylar hem karada hem denizde yer almaktadır. Kara kısmında Fethiye-Burdur Fay Zonu Fethiye ilçe sınırında yer almakta olup, Fethiye körfezine doğru uzanmaktadır. Bu zondaki 10 ila 50 km uzunluktaki fay parçaları büyüklüğü(Mw) 5'ten büyük deprem üretmiş ve gelecekte de üretme potansiyeline sahiptir. Zemin ve fay düzlemine olan mesafeye bağlı olarak bu depremler gelecekte yıkıcı sonuçlar doğurabilir. Deniz kısmında ise karadaki faylardan daha büyük faylar mevcuttur. Bu faylar 1957 Fethiye depremi (Mw:7,8) gibi tarihte yıkıcı depremler üretmiştir. Tarihsel kaynaklar Fethiye açıklarında 7-8 büyüklüğünde depremlerin olduğunu göstermektedir. Bu depremler aynı zamanda bölgede tsunamilere de neden olmuştur(Örnek: MS 365, MS 1303).
- 4) Sıvılaşma tehlikesi haritası: İnceleme alanında depremlere ve zemin koşullarına bağlı olarak gelişebilecek sıvılaşma tehlikesi Ertunç ve diğ. (2007) tarafından



- ortaya konmuştur. Bu çalışma kapsamında da benzer özellikte birimlerin yer aldığı, genellikle kıyıda ve Eşen Çayı Vadisi boyunca ek sahalar sınıvlaşma açısından tehlikeli alanlar makro ölçekte tespit edilmiştir.
- 5) Orman Tehlike Haritası: Orman alanları ile 0 -300 m işaretlenmiş yükelti haritası birleştirilince oluşan haritada 300 metreye kadar kuru ormanları çok yüksek tehlikeli, 300 metreye kadar bozuk ormanlar yüksek tehlikeli, 300 metrenin üzerindeki kuru ormanları orta tehlikeli, 300 metrenin üzerindeki bozuk ormanlar düşük tehlikeli ve orman dışı alanlar ise tehlikesiz olarak tanımlanmıştır.
 - 6) Bütünleşik Tehlike Haritası: Makro ölçekte yapılan bütün çalışmalar ve elde edilen verilerin birlikte değerlendirilmesi sonucunda inceleme alanında, 2 den fazla tehlikenin olası olduğu Fethiye İlçe Merkezi, Çiftlik Beldesi, Ölüdeniz Beldesi, Eşen Çayı Vadisi en dikkat edilmesi gereken sahalar olarak tespit edilmiştir.

ÖNERİLER:

- 1) Bütünleşik tehlike haritasında belirlenmiş olan en tehlikeli alanlarda mikro ölçekte her bir tehlikeyi tek tek analiz edecek çalışmaların ivedilikle yapılması gerekmektedir.
- 2) Fethiye İlçesi yerleşim alanlarında bugüne dek yapılmış jeolojik, jeoteknik, jeofizik, hidrolojik ve hidrojeolojik çalışmalardan elde edilmiş verilerin ilçe bilgi sisteminde derlenip uygulayıcı kurum ve kuruluşların kullanımına ivedilikle sunulması gerekmektedir.
- 3) Fethiye İlçe merkezi için taşkın analizlerinin yapılması kent yerleşimi açısından büyük önem taşımaktadır.
- 4) Karadaki ve denizdeki diri fayların daha ayrıntılı bir şekilde ele alınıp değerlendirilmesi, haritalanması ve doğal tehlikeler (deprem, sınıvlaşma, heyelan, tsunami...) açısından analiz edilmesi gerekmektedir.

4. KAYNAKÇA



Alçıçek, M.C., 2007. Tectonic development of an orogen-top rift recorded by its terrestrial sedimentation pattern: The Neogene Eşen Basin of southwestern Anatolia, Turkey. *Sedimentary Geology*, 200, 117-140.

Ambraseys, N. N. (2009). *Earthquakes in the Mediterranean and Middle East: a multidisciplinary study of seismicity up to 1900*, Cambridge University Press.

ATALAY, İ. 1994. *Türkiye Vejetasyon Coğrafyası*, Ege Üniv. Basımevi, İzmir

Atalay, Z. 1980. Muğla-Yatağan ve yakın dolay karasal Neojenin stratigrafi araştırması. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 23, 93-99.

autochthon in the Korkuteli Area, Western Taurides, Turkey. *Journal of Foraminiferal Research* 36, 241-261.

Bozkurt, E. (2001). "Neotectonics of Turkey – a synthesis." *Geodinamica Acta* 14: 3-30.

Bozkurt, E., 2003. Origin of the NE trending basins in western Turkey. *Geodinamica Acta* 16, 61–81.

Collins, A.S., Robertson, A.H.F., 1998. Processes of Late Cretaceous to Late Miocene episodic thrust-sheet translations in the Lycian Taurides, SW Turkey. *Journal of the Geological Society of London* 155, 759–772.

Collins, A.S., Robertson, A.H.F., 1999. Evolution of the Lycian Allochthon, western Turkey, as a north-facing Late Palaeozoic to Mesozoic rift and passive continental margin. *Geological Journal* 34, 107–138.

Collins, A.S., Robertson, A.H.F., 2003. Kinematic evidence for Late Mesozoic–Miocene emplacement of the Lycian Allochthon over the Western Anatolide Belt, SW Turkey. *Geological Journal* 38, 295–310.

DARKOT, B. - TUNCEL, M. 1978, *Ege Bölgesi Coğrafyası*, İst. Üniv. Coğ. Enst. Yay. No: 99, İstanbul

DARKOT, B.- ERİNÇ, S. 1954. Güneybatı Anadolu'da Coğrafi Müşahadeler, İst. Üniv. Coğ. Enst. Derg. s: 5-6, shf: 179-196, İstanbul

Dewey, J.F., Şengör, A.M.C., 1979. Aegean and surrounding regions complex multiplate and continuum tectonics in a convergent zone. *Geological Society of America Bulletin* 90, 84–92.

DOĞU, A.F. 1988. Köyceğiz - Dalaman Çevresindeki Tarihi Yerleşme Alanlarının Jeomorfolojik birimler ile

DSİ 21. Bölge Müdürlüğü, 2010. DSİ 21. Bölge Müdürlüğü 2010 Yılı Bölge Taşkın Planı (Aydın-Denizli-Muğla). Derleyen: Mustafa Karaçam, Aydın, 100 s.



EROL, O. 1991. Türkiye Kıyılarında Terkedilmiş Tarihi Limanlar ve Bir Çevre Sorunu Olarak Kıyı Çizgisi Değişimlerinin Önemi, İst. Üniv. Deniz Bil. ve Coğ. Enst. Bülten, s: 8, shf: 1-45, İstanbul

Ersoy, Ş., 1990. Batı Toros (Likya) naplarının yapısal öğelerinin ve evriminin analizi. Jeoloji Mühendisliği, 37, 5-16.

Ersoy, Ş., 1991. Datça yarımadasının stratigrafisi ve jeolojisi. Türkiye Jeoloji Bülteni, 34, 2, 1-14.

Glover, C.P., Robertson, A.H.F., 1998. Neotectonic intersection of the Aegean and Cyprus tectonic arcs: extensional and strike-slip faulting in the Isparta Angle, SW Turkey. Tectonophysics 298, 103–132.

GÖÇMEN, K. 1977. Eşen Çayı Vadisinin Jeomorfolojisi, İst. Üniv. Coğ. Enst. Der. s: 20-21, shf: 245-253,

Görür, N., Şengör, A.M.C., Sakıncı, M., Tüysüz, O., Akkök, R., Yiğitbaş, E., Oktay, F.Y., Barka, A., Sarıca, N., Ecevitoglu, B., Demirbağ, E., Ersoy, Ş., Algan, O., Güneysu, C. And Aykol, A. 1995. Rift formation in the Gökova Region, Southwest Anatolia: implications for the opening of the Aegean Sea. Geological Magazine, 132, 6, 637-650.

GÖZENÇ, S. 1964. Muğla - Gökova Arasında Coğrafi Müşahadeler, İst. Üniv. Coğ. Enst. Der. s: 14, shf: 209-220, İstanbul

Graciansky, P., Ch.de, 1968. Teke yarımadası (Likya) Taraşlarının üst üste gelmiş ünitelerinin stratigrafisi ve Dinoro-Toroslar'daki yeri.. MTA Derg., 71, 73-93.

Graciansky, P.C. de, 1967. Existance d'une nappe ophiolitique à l'extrémité occidentale de la chaîne sud-anatolienne; relations avec les autre unités charriées et al. avec terrains autochtones (Province de Muğla, Turquie). Comptes Rendus de l'Academie des Sciences, Paris, 264, 2876–2879.

Graciansky, P.C. de, 1972. Recherches geologiques dans le Taurus Lycien Occidental, DSc thèse; Universite de Paris-sud, Centre d'Orsay.

Guidoboni, E. and A. Comastri (2005). Catalogue of earthquakes and tsunamis in the Mediterranean area from the 11th to the 15th century. Rome, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

Guidoboni, E., et al. (1994). Catalogue of ancient earthquakes in the Mediterranean area up to the 10th century. Rome, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

Gutnic, M., Monod, O., Poisson, A. and Dumont, J.-F. 1979. Geologie des Taurides Occidentales (Turquie). Mémoires de la Societe Geologique de France 137, 1±112.

Gürer, F. ve Yılmaz, Y., 2002. Geology of the Ören and surrounding regions, SW Turkey. Turkish Journal Earth Science, 11, 2–18.



Hardy D. A. ve Renfrew A. C., (1990a), "Thera and the Aegean World Archaeology", Proceedings of Third International Congress Santorini, Greece, September, 3-9, 1989, Vol. 1

Hardy D. A. ve Renfrew A. C., (1990b), "Thera and the Aegean World Earth Sciences", Proceedings of Third International Congress Santorini, Greece, September, 3-9, 1989, Vol. 2

Hardy D. A. ve Renfrew A. C., (1990c), "Thera and the Aegean World Chronology", Proceedings of Third International Congress Santorini, Greece, September, 3-9, 1989, V 3

Hayward, A.B., 1984. Sedimentation and basin formation related to ophiolite emplacement, Miocene, SW Turkey. *Sedimentary Geology* 40, 105–129.

İKİEL, C. 1997, Muğla ve Çevresinin İklimi, Fırat Üniv. Sos. Bil. Enst. (Yayımlanmamış Doktora Tezi), Elazığ KAYAN, İ. 1971. Gökova ve Çevresinde Fiziki Coğrafya Araştırmaları, Ankara Üniv. D.T.C.F. Coğ. Arş.Der. s: 3-4, shf: 295-336, Ankara

İlişkisi, Ankara Üniv. D.T.C.F. Der. s:1-2, shf: 319-328, Ankara

İstanbul

KAYAN, İ. 1979. Muğla - Yatağan Çevresinin Jeomorfolojisi, Ankara Üniv. D.T.C.F. (Basılmamış Doçentlik Tezi), Ankara

Keller, EA, 2005. Çevre Jeolojisine Giriş (3. baskı). Çevirenler: E. Akyol, K. Kayabalı. Gazi Kitabevi, Ankara, 547 s.

Kreemer C., ve Chamot-Rooke N., 2004, Contemporary kinematics of the southern Aegean and the Mediterranean Ridge, *Geophys. J. International*, 157, 1377-1392.

Le Pichon X., Angelier J., Aubouin J., Lybérís N., Monti S., Renard V., Got H., Hsü K., Marty Y., Mascle J., Mathews D., Mitropoulos D., Tsoflies P., Chronis G., From subduction to transform motion: a seabeam survey of the Aegean trench system, *Earth Planet. Sci. Lett.* 44 (1979) 441–450.

Lundgren, LK, 1986. *Environmental Geology*. Prentice-Hall, NJ, 576 p.

Mart Y., Woodside J., Preface: Tectonics of the Eastern Mediterranean, *Tectonophysics* 234 (1994) 1–3.

McKenzie, D. P. (1978). "Active tectonics of the Alpine-Himalayan belt: The Aegean Sea and surrounding regions." *Geophys. J. R. astr. Soc.* 55: 217-254.

Minoura, K., Imamura, F., Kuran, U., Nakamura, T., Papadopoulos, G., Takahashi, T., Yalciner, A. C., (2000): Discovery of Minoan Tsunami Deposits, v. 28, no. 1, p.p: 59-62, January 2000.



Muğla İli Ekonomik ve Ticari Durum Raporu, 1995, T.C. Sanayi Ticaret Bakanlığı
Muğla Sanayi ve Ticaret Müdürlüğü, Muğla

Okay, A., 1989, Denizli'nin güneyinde Menderes Masifi ve Likya Naplarının
Jeolojisi. MTA Dergisi 109, 45 – 58.

Okay, I.A., Tansel, I., Tüysüz, O., 2001. Obduction, subduction and collision as
reflected in the Upper Cretaceous-Lower Tertiary sedimentary record of western
Turkey. Geological Magazine 138, 117–142.

ÖNER.E.1997, (Eşen Çayı Taşkın-Deltası Ovasının Jeomorfolojisi ve Antik Patara
Limanı, Ege Coğ. Derg. s:9, shf: 71-89, İzmir

Özer, S., Sözbilir, H, Özkar, I., Toker, V., Sarı, B. 2001. Stratigraphy of Upper
Cretaceous–Palaeogene sequences in the southern and eastern Menderes Massif
(western Turkey). Int J Earth Sci, 89, 852–866.

Papadopoulos, G. A., Daskalaki, E., Fokaefs, A. And Giraleas, N., 2007, Tsunami
Hazards In The Eastern Mediterranean: Strong Earthquakes And Tsunamis In The
East Hellenic Arc And Trench System, Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 7, 57–64, 2007
Www.Nat-Hazards-Earth-Syst-Sci.Net/7/57/2007/

Purvis, M., Robertson, A., 1997. Multiphase rifting in rapidly extending continental
crust (west Turkey). Terra Nova 9, 398.

Reilinger, R. E., et al. (2006). "GPS constraints on continental deformation in the
Africa-Arabia-Eurasia continental collision zone and implications for the dynamics of
plate interactions." Journal of Geophysical Research 111(B05411).

Robertson, A.H.F. 2000. Mesozoic–Tertiary tectonic–sedimentary evolution of a
south tethyan oceanic basin and its margins in southern Turkey. In: Bozkurt, E.,
Winchester, J.A. & Piper, J.D.A. (eds) Tectonics and Magmatism in Turkey and the
Surrounding Area. Geological Society, London, Special Publications, 173, 43–82

Robertson, A.H.F., Ustaömer, T., Pickett, E.A., Collins, A.S., Andrew, T., Dixon, J.E.,
2003. Testing models of Late Palaeozoic–Early Mesozoic orogeny in Western Turkey:
support for an evolving open-Tethys model. Journal of the Geological Society of
London 161, 501–511.

Saf, B., 2009. Batı Akdeniz Havzalarının L-Momentlere Dayalı Bölgesel Taşkın
Frekans Analizi. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt 15, Sayı
2, sayfa 153-165.

SARAÇOĞLU, H. 1989, Akdeniz Bölgesi, MEB Yayınları, İstanbul

Sarı, B. 2006a. Upper Cretaceous planktonic foraminiferal biostratigraphy of the Bey
Dağları



Sarı, B., Özer, S., 2001. Facies characteristics of the Cenomanian Maastrichtian sequence of the Beydağları carbonate platform in the Korkuteli area (western Taurides). *International Geology Review* 43, 830-839.

Sarı, B., Özer, S., 2002. Upper Cretaceous stratigraphy of the Beydağları carbonate platform, Korkuteli area (Western Taurides, Turkey). *Turkish Journal of Earth Sciences* 11, 39-59.

Seyitoğlu, G., Scott, B.C., 1991. Late Cenozoic crustal extension and basin formation in west Turkey. *Geological Magazine* 128, 155–166.

Spakman W.A.V., Wortel M.J.R., Vlaar N.J., The Aegean subduction zone: a tomographic image and its geodynamic implications, *Geophys. Res. Lett.* 15 (1988) 60–63.

Şahin, M., ve 16 kişi daha (2007). Burdur Fethiye Fay Zonundaki Hareketlerin GPS ile belirlenmesi. TÜBİTAK. İstanbul, ÇAYDAG – TÜBİTAK, Proje No: 104Y035.

Şenel M., Akdeniz, N., Öztürk, E. M., Özdemir, T., Kadıncız, G., Metin, Y., Öcal, H., Serdaroğlu, M. ve Örcen, S., 1994, Fethiye (Muğla)-Kalkan (Antalya) ve kuzeyinin jeolojisi. MTA Enstitüsü rapor no: 9761, Ankara (Yayımlanmamış).

Şengör, A.M.C. & Yılmaz, Y. 1981. Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach.

T.C. K.İ.B. Topraksu Gen. Müd. Muğla İli Toprak Kaynağı Envanter Raporu, 1972).

Tan, O., et al. (2008). "The Earthquake Catalogues for Turkey." *Turkish J. Earth Sci* 17(2): 405-418.

Tectonophysics 75, 181-241.

TUNCEL, M. - GÖÇMEN, K. 1973. Köyceğiz - Fethiye Yöresinde Bazı Coğrafi Gözlemler, İst. Üniv. Coğ. Enst. Der. s: 18-19, shf: 111-138, İstanbul

Woodcock, N.H., Robertson, A.H.F., 1981. Wrench related thrusting in Turkey. In: McClay, K.R., Price, N.J. (Eds.), *Thrust and Nappe Tectonics*. Geological Society London, Special Publication, vol. 9, pp. 359–362.

www.meteoroloji.gov.tr, 2013. Meteoroloji Genel Müdürlüğü internet sitesi, Aralık 2013



MUĞLA VALİLİĞİ
İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü
Muğla İli Fethiye İlçesi Afet Tehlike Analizi

T.C. Güney Ege Kalkınma Ajansı
Development Agency

