

**AKDENİZ EKOSİSTEMLERİNDE GÜNÜMÜZ YANGIN
REJİMLERİNİN ŞEKİLLENMESİNDE DOĞAL VE
ANTROPOJEN FAKTÖRLERİN ROLÜ**

**THE ROLE OF ANTHROPOGENIC AND NATURAL
FACTORS IN SHAPING RECENT FIRE REGIMES IN
MEDITERRANEAN ECOSYSTEMS**

İSMAİL BEKAR

DOÇ. DR. ÇAĞATAY TAVŞANOĞLU

Tez Danışmanı

Hacettepe Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin

Biyoloji Anabilim Dalı için Öngördüğü

YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak hazırlanmıştır.

Bütün hayatını iki evladının eğitim hayatına adayan anneme...

ETİK

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite ya da herhangi bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

14/06/2016

İSMAİL BEKAR

ÖZET

Akdeniz Ekosistemlerinde Günümüz Yangın Rejimlerinin Şekillenmesinde Doğal ve Antropojen Faktörlerin Rolü

İSMAİL BEKAR

Yüksek Lisans, Biyoloji

Tez danışmanı: Doç. Dr. Çağatay Tavşanoğlu

Haziran 2016, 88 Sayfa

Bu tez çalışmasının temel amacı, Türkiye'nin Akdeniz iklimi ve vejetasyonunun egemen olduğu Akdeniz tipi ekosisteminde görülen yangın rejimlerinin şekillenmesinde antropojen ve doğal faktörlerin göreceli önemlerini araştırmaktır. Bu amaç doğrultusunda, uydu yangın verileri, antropojen faktörleri temsil etmesi adına nüfus büyüklüğü, hayvancılık, yol ağı verileri ve doğal faktörleri temsil etmesi adına biyoiklimsel, Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) ve potansiyel evapotranspirasyon verileri kullanılarak, yangın aktivitesinin hangi değişkenlerce açıklandığı genelleştirilmiş doğrusal modeller kullanılarak araştırılmıştır. Bu tez çalışmasının sonuçları, yoğun antropojen etkinin görüldüğü çalışma alanında, genel kanının aksine doğal faktörlerin yangın rejimlerini yönlendiren ana aktör olduğunu göstermiştir. Denizden yüksekliğin çalışma alanında yangın rejimleri üzerinde çok ciddi bir etkisi olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, çalışmanın bulguları tarım arazilerinin doğal yangın rejimlerini araştırırken sonuçlarda önemli sapmalara yol açabileceğini göstermiştir. Bu çalışma, Türkiye'de yangın coğrafyası konusunda bugüne kadar yapılmış en kapsamlı araştırma olması açısından önem

taşımaktadır. Ayrıca, Doğu Akdeniz Havzasındaki yangın coğrafyası konusundaki çalışma eksikliğine önemli bir katkıda bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yangın ekolojisi, yangın coğrafyası, yangın aktivitesi, orman yangını, iklim, Akdeniz ekosistemi.

ABSTRACT

The Role of Anthropogenic and Natural Factors in Shaping Recent Fire Regimes in Mediterranean Ecosystems

İSMAİL BEKAR

Master of Science, Biology

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Çağatay Tavşanoğlu

June 2016, 88 Pages

The aim of this project is to investigate the relative role of anthropogenic and natural drivers shaping fire regimes in Mediterranean type ecosystems of Turkey. In the study, three groups of data including climatic, topographic and anthropogenic factors were evaluated in addition to the fire data. Fire data were included satellite fire records of NASA. BIOCLIM variables were used to investigate the effect of climatic factors on fire regimes. Road net, population and demographic data, agriculture and livestock activities data were used to investigate the effect of anthropogenic factors on fire regimes. Other natural variables that were accounted on in the study based on geographic and topographic data, PET and forest structure. The data was statistically analyzed by generalized linear models analysis, and regression techniques. Our results showed that despite the intense effects of humans, natural factors are still the main drivers of fire regime in the study area. Moreover, study showed that elevation from sea level also had a significant effects on fire regimes. Lastly, results also showed agricultural lands have serious potential to distort results while investigating natural fire regimes. This study is the most comprehensive study on pyrogeography in Turkey. Moreover, this thesis is also contributing to close the lack of data and information on fire regimes in the eastern Mediterranean Basin.

Keywords: Fire ecology, phylogeography, fire activity, forest fire, climate, Mediterranean Ecosystems.

TEŞEKKÜR

Yedi sene önce, akli havada bir 2. sınıf öğrencisi olarak kapısını çaldığım zaman her öğrencisine gösterdiği sıcak ve bilge tavrıyla beni karşılayan ve her zaman olduğu gibi öğrencisinin fikirlerini samimiyetle sorarak beni o günden etkileyen, yanında çalıştığım uzun süre boyunca bana karşı açık fikirliliği, saygısı ve sağladığı özgür ortam ile beni rahatlatan, yalnızca akademik ahlakı değil kişisel hayatıyla da örnek olarak benim için sadece bir akademik danışmandan çok öte bir insan olan sevgili hocam Çağatay Tavşanoğlu'na,

her zaman bana ilham veren sevgili arkadaşım Dilara Perver'e,

4 sene boyunca aynı yaşam alanını paylaştığım can dostum Sertaç Turgal'a,

bütün tez dönemi boyunca her zaman yanımda olduğu ve başta kendisine yaktığım her türlü ev işi olmak üzere, anlayış gösterdiği her şey için Çağatay Erküp'e,

gülen yüzüyle her zaman moral kaynağım olan Ahmet Çom'a,

her derdimi samimiyetle dinleyerek destek olan Bahar Aslan'a, en can sıktığım günlerde bile çıtını çıkarmadan şikayetlerimi dinleyen sevgili öğrencim Cansu Ülgen'e,

yeni başladığım akademik hayatım boyunca birlikte çalışma şansı elde ettiğim sevgili arkadaşlarım D. Deniz Kazancı, Elif Deniz Ülker, Gökhan Ergan ve diğer YETA sakinlerine,

aynı anabilim dalında çalışarak daha yakından tanıma şansı elde ettiğim Bülent Alten'e, desteğini her zaman hissettiren Gizem Oğuz, Çağaşan Karacaoğlu ve diğer tüm EBAL üyelerine,

bütün R temelimi aldığım sevgili İstem Fer'e, tez çalışmama sağladığı önemli katkıdan dolayı Alper Ertürk'e,

en yorgun günlerimde bile acımayarak beni yerden yere vuran Hacettepe Aikido dojosuna,

ilkokul sıralarından başlayan eğitim hayatımda, yaptığı tüm maddi ve manevi fedakarlıklar için anneme, her türlü zorlukta arkamda olduğunu bildiğim babama, bütün hayatım boyunca örnek olmaya çalıştığım kız kardeşim Sena'ya ve ülkelerarası mesafeye rağmen desteğini her zaman hissettiğim halam başta olmak üzere tüm aileme teşekkür ederim.

Bu tez çalışması, Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FBB-2016-10110 no'lu proje ile desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Yangının Tarihi.....	3
1.2. Yangın Rejimi.....	4
1.3. Yangın Rejimlerinde Görülen Değişimler.....	4
1.4. Türkiye’de Yangın Rejimleri.....	7
2. YÖNTEM.....	10
2.1 Çalışma alanı.....	10
2.2. Veriler.....	11
2.2.1. Uydu Yangın Verisi.....	11
2.2.2 İklimsel Değişkenler.....	12
2.2.2.1 Biyoiklimsel değişkenler.....	12
2.2.2.2 Potansiyel Evapotranspirasyon ve Kuraklık indisi.....	15
2.2.3 Antropojen Değişkenler.....	15
2.2.3.1 Nüfus büyüklüğü.....	15
2.2.3.2. Hayvancılık.....	16
2.2.3.3. Tarım Arazisi Miktarı.....	17
2.2.3.4. Yol Ağı.....	18
2.2.3.5. İnsan Etkisi İndisi (<i>Human Influence Index, HII</i>).....	18
2.2.4. Coğrafi Değişkenler.....	19
2.2.5. Normalleştirilmiş Vejetasyon Farklılık İndisi (NDVI).....	20
2.2.6. Arazi Kullanım Verisi.....	21

2.3. Verilerin Düzenlenmesi	22
2.5. İstatistiksel Analizler	23
2.5.1. Bağımsız Değişkenler Arasındaki Korelasyon	23
2.5.2. Analiz Yönteminin Seçilmesi	24
2.5.3. Nihai Modelin Elde Edilmesi	25
2.5.4. Denizden Yüksekliğin Yangın Aktivitesine Etkisi.....	25
3. BULGULAR.....	27
3.1. Yangın Aktivitesi.....	27
3.2. Yangın Aktivitesinin Değişkenlere Göre Dağılımı.....	33
3.2.1 Veri Seti 1.....	33
3.2.2 Veri Seti 2.....	35
3.2.3 Veri Seti 3.....	37
3.2.4 Veri Seti 4.....	39
3.2.5 Veri Seti 5.....	41
3.2.6. Yangın Aktivitesinin Değişkenlere Göre Dağılımı.....	43
3.3 Değişkenler Arası Korelasyon.....	48
3.4 Nihai Model.....	51
3.5. Denizden Yüksekliğin Yangın Aktivitesine Etkisi.....	53
3.6. Yangın Aktivitesinin Arazi Örtüsüne Göre Dağılımı.....	61
4. TARTIŞMA.....	63
5. SONUÇ.....	75
KAYNAKLAR.....	76
ÖZGEÇMİŞ.....	89

1. Giriş

Yangınlar, tropik kuşaktan, ılıman ve boreal kuşaklara kadar dünya üzerindeki çok farklı ekosistemler üzerinde bir müdahale etmeni olarak varlığını göstermektedir (Bond et al., 2005). Yerküre üzerinde ekosistemler ve biyomların gösterdiği değişkenliğe benzer şekilde, yerkürenin farklı bölgelerindeki yangınların özellikleri de onu etkileyen faktörlerden dolayı değişkenlik gösterir. Hatta değişkenlik o kadar fazladır ki benzer biyomlarda bile farklı yangın rejimleri görülebilir (Pausas and Keeley, 2009; Archibald et al., 2013).

Uzun yıllar boyunca dünya üzerindeki vejetasyon yapısını şekillendiren etmenlerin yalnızca iklim ve toprak yapısı olduğu düşünülmekteydi. Bununla birlikte, son yıllarda yapılan çalışmalar bu önermenin aslında eksik olduğunu ve yangının da vejetasyon yapısını etkileyen çok önemli bir aktör olduğunu göstermiştir. Bu çalışmalar sayesinde yangının ekosistem seviyesinde değişikliklere yol açan bir olgu olduğu artık kabul edilmektedir (Bond and Keeley, 2005, Pausas and Keeley, 2009; Bowman et al., 2009; Bowman et al., 2011; Pausas and Schwilk, 2012). Bu düşüncenin değişmeye başlamasında en önemli dönüm noktalarından bir tanesi 1988 yılında Yellowstone Milli parkında ortaya çıkan çok sayıda yangındır. Toplamda 1,4 milyon hektar alanı etkileyen bu yangınlar, o dönemde 120 milyon dolar harcanmasına ve 25.000 itfaiye görevlisinin çalışmasına rağmen söndürülemedi. Yangın, ancak Kasım ayı gelip kar yağmaya başladığında kontrol altına alınabilmiştir (Wikipedia, 2016a). Bu büyük olay yangın yönetim planlarının sorgulanmasına ve bilimsel çalışmalarla bu konuda yeni adımlar atılmasına öncülük yapmıştır.

Dünya üzerindeki vejetasyon yapısını şekillendiren etmenlerin yalnızca iklim ve toprak yapısı olduğu düşüncesinin eksik olduğunu gösteren kanıtlardan bir diğeri dünya üzerindeki birçok bölgede ekosistemlerin dağılımının yalnızca iklimle açıklanamıyor olmasıdır. Bond ve arkadaşları, 2005 yılında yaptıkları çalışmada yangının olmadığı bir dünyayı simüle ederek, günümüz vejetasyon dağılımı yalnızca alanların iklim potansiyeliyle açıklamaya çalışmıştır. Sonuçlar yangınsız bir dünyada vejetasyon dağılımının günümüzden çok farklı olması gerektiğini işaret etmiştir. Bu farklılığın Güney yarımkürede Kuzey yarımküreye göre daha fazla olduğu da çalışmada bulunan sonuçlar arasında olmuştur. Güney yarımkürede yer alan Afrika, Güney Amerika'daki geniş alanlar ve Avustralya'nın C4 çayır ekosistemlerinin iklimsel olarak aslında orman olma

potansiyelini taşıdığı gösterilmiştir. Bu alanların uydu yangın görüntüleri incelendiğinde, dünya üzerinde açık ara şekilde en fazla yangın aktivitesinin görüldüğü alanlar olduğu anlaşılmıştır. Kuzey yarımkürede ise Kuzey Amerika çayırları, Hindistan'nın savan ekosistemlerinin küçük bir kısmı, güney-doğu Asya ve kuzey Çin gibi bölgelerde de benzer durum görülmüştür (Bond et al., 2005).

Yangının etkilediği ekosistemler arasında, özellikle Akdeniz tipi ekosistemler ön plana çıkmaktadır (Paula and Pausas, 2008; Keeley et al., 2012). Kışları yağışlı ve yazları belirgin kurak bir dönemle karakterize edilen Akdeniz iklimine sahip olan bu bölgelerde, kış aylarındaki yağışlarla oluşan yüksek bitki üretkenliği, yaz aylarında kurak dönemde otaya çıkan yangınlar için gerekli yanıcı maddeyi sağlamaktadır. Dünyada Akdeniz Havzası dışında Akdeniz tipi ekosistemler olarak sınıflandırılan bölgeler, Kaliforniya ve Şili kıyıları, Avustralya'nın güney ve batı kısımları ile Güney Afrika Kap bölgeleridir (Cowling et al., 1996). Bu bölgelerin konumunun ortak noktaları, 30 ve 40. Kuzey ve Güney enlemleri arasında ve kıtaların batı kıyılarında yer alıyor olmalarıdır (Tavşanoğlu ve Gürkan, 2004). Çoğu bölgede kıtalardan içeri doğru gidildikçe Akdeniz iklimi etkisi zayıflamaktadır; fakat Akdeniz, Atlas okyanusunun etkisinin iç kesimlere kadar girmesine izin verdiği için Akdeniz iklimi Akdeniz Havzası boyunca doğuya kadar gözlenebilmektedir (Erol, 1999). Akdeniz Havzasında birbiri ardına gelen yağışlı ve kurak koşulların, daha geniş ölçekte gerçekleşen nem akış karakteristikleri ile ilgili olduğu ve yaz kuraklığının bu aylarda cephe hareketlerindeki genel bir azalmadan kaynaklandığını belirtmiştir (Şahin ve ark., 2015).

Yukarıda değinilen Akdeniz iklimi özelliklerinin Havza genelinde hâkim olması nedeniyle yanıcı madde birikim hızının bozulma hızından fazla olması yangının bu bölge için önemli bir etmen olmasına yol açmaktadır (Pausas and Vallejo, 1999, Tavşanoğlu ve Gürkan, 2004). Yangın Akdeniz Havzasında vejetasyon dinamiklerini etkileyen (Trabaud, 1994; Mouillot et al., 2002; Lloret et al., 2003; Pausas et al., 2008) ve bitkilerin bazı özel uyarlanmalar geliştirmesine yol açan (Lloret et al., 2003; Paula et al., 2009) çok önemli bir doğal etmendir (Pausas et al., 2008). Yapılan çok sayıda çalışma, Akdeniz Havzası'ndaki yangına eğilimli ekosistemlerin yangın sonrası rejenerasyonunun çoğu kez iyi bir şekilde gerçekleşebildiğini göstermiştir (Thanos and Doussi, 2000; Pausas et al., 2008). Bununla birlikte, Havzada özellikle son birkaç on yılda görülen yangın rejimi değişiklikleri ekosistemlerin yapısında önemli değişikliklere yol açmaktadır (Mouillot et al., 2002; Vilà-

Cabrera et al., 2008). Bütün bu nedenlerle birlikte, Akdeniz Havzası'nın sahip olduğu coğrafi ve iklimsel çeşitlilik de göz önünde bulundurulduğunda, yangının ekosistemlerle olan ilişkisini anlamak için Akdeniz Havzası önemli bir çalışma alanı teşkil etmektedir (Moreira et al., 2012).

1.1. Yangının Tarihi

Yangın, çoğu kez insan kaynaklı olarak düşünülmesine rağmen aslında vejetasyon yangınının tarihi insandan çok eskiye uzanmaktadır. İlk yangın izleri Silüriyen dönemine (yaklaşık 440 milyon yıl önce) kadar gitmektedir (Glasspool et al., 2006). İlk yangın izlerine yangının ortaya çıkması için gerekli olan, yanıcı madde görevi görecekt karasal bitkilerin atalarının ilk ortaya çıkışıyla rastlanmaktadır. Son buzul döneminden bu yana dünya üzerindeki yangın aktivitesi küresel iklime, yerel iklim değişikliklerine ve vejetasyona bağlı olarak sıklıkla değişmiştir (Power et al., 2008).

İnsanlık tarihinde ateşin kontrol altına alındığı dönem, insanların hayat şartlarına getirdiği iyileştirme nedeniyle oldukça önemlidir (Wrangham, 2009). Daha sonraları, Paleolitik ve Mezolitik dönem boyunca insanlar yangını tarım, arazi açma, haşaratları öldürme ve avlanma gibi faaliyetlerde kullanılmıştır. Bu faaliyetler bir yandan insanların yaşam kalitesini artırırken, diğer yandan doğal yangın rejimlerini etkilemiştir (Pausas and Keeley, 2009). Buzul dönemler sırasında azalan yangınlar, son buzul dönemin sona ermesiyle küresel olarak yeniden artış göstermiştir (Power et al., 2008). Neolitik dönemde yaşanan tarım devrimi ise insan kaynaklı yangınların artmasını sağlamıştır. Tarım devrimini takiben insan nüfusunun artması, tarım ve hayvancılık aktivitelerinden dolayı doğal ekosistemlerdeki yanıcı madde sürekliliğini de azaltmıştır (Lavorel et al., 2006; Pausas and Keeley, 2009). İnsan faaliyetlerinin yoğun bir şekilde devam ettiği bölgelerde, son birkaç bin yıl içerisinde yangınların miktarında azalma gerçekleşmiştir. (Ör: Orta Anadolu, Vanniére et al., 2010). Buna karşın, o dönemden beri özellikle yoğun nüfusa sahip olan bölgelerde insan kaynaklı yangınların miktarında ise artış gerçekleşmiştir (Kaniewski et al., 2008). Bu nedenle, yangın rejimleri birçok bölgede doğal döngüsünün dışına çıkmıştır. Sanayi devrimini takip eden yıllarda artan insan nüfusu, doğal ekosistemler üzerindeki baskıların çoğalmasına yol açarak, insanın yangın rejimleri üzerindeki etkisinin daha da kuvvetlenmesine yol açmıştır. Özellikle, son birkaç on yılda köyden kente olan göçün artması, tarım arazilerinin terkedilmesi, iğne yapraklı türlerle yapılan ağaçlandırma çalışmalarının artması gibi etkinlikler sonucunda vejetasyon yapısında yaşanan

değişiklikler ve yanıcı madde birikimindeki artış sonucunda yangın aktivitesinde yeniden yükselme görülmüştür (Pausas and Vallejo, 1999; Moreira et al., 2001; Pausas, 2004; Bowman et al., 2011; Moreno et al., 2011; Pausas and Fernández-Muñoz, 2012).

Yangının bu çok uzun tarihi onun evrimsel bir seçim gücü olmasını ve bitkilerin yangına karşı bazı uyarlanmalar göstermesini sağlamıştır (Pausas and Schwilck, 2012). Bu uyarlanmaların başında yangınla uyarılan çimlenme, yeniden sürgün verme, serotini, kalın kabuk, kendiliğinden budanma gibi özellikler yer alır (Gill 1975; Verdú and Pausas, 2007; Paula and Pausas; 2008; Paula et al., 2009; Gomez-Gonzales et al, 2011; He and Lamont, 2011; Pausas and Schwilck, 2012; Çatav et al., 2012; Tavşanoğlu and Gürkan, 2014).

1.2. Yangın Rejimi

Yangın rejimi kavramı ilk defa Malcolm A. Gill tarafından 1975 yılında ortaya atılmıştır. Bu kavram yangının sıklığını, şiddetini, mevsimini, tipini ve büyüklüğünü içermektedir. Yangın rejimi kavramının önemi bitkilerin tekil yangınlara değil bütün olan yangın rejimine uyarlanmalar gösterdiği düşüncesiyle birlikte anlam kazanmaktadır. Yangının sıklığı, yangınların kaç yıl aralıklarla meydana geldiğini ifade etmektedir. Savan ekosistemlerinde bu rakam 1-2 yıla kadar düşerken, Akdeniz ekosistemlerinin 20-50 yılda bir kez yanması doğaldır; yağmur ormanlarında ise yüz ya da binlerce yıl (Cochrane, 2003) gibi çok aşırı değerlere ulaşmaktadır. Yangının şiddet bileşeni ise yangın sonucu ortaya çıkan enerjiyi ifade etmektedir. Yangın şiddetinin diğer belirteçleri yayılma hızı ve alevlerin büyüklüğüdür. Mevsim bileşeni, yangınların ortaya çıktığı mevsimi ifade eder. Yangının tipi ise toprak, örtü ve tepe yangını şeklinde üçe ayrılır. Toprak yangınlarında toprağın üstündeki organik madde açısından zengin kısım yanarken, örtü yangınlarında toprağın üst kısmındaki çalı ve dallar, tepe yangınlarında ise ağaçların gövdeleri de yangına dahil olur. Yangının büyüklüğü ağaç ya da vejetasyona verdiği zararla ölçülen bir bileşendir. Bu kavram ekolojik açıdan daha anlamlı değerlendirmeler yapabilmemizi sağlamaktadır. Bütün bu bileşenlerin bir araya gelmesiyle yangın rejimi kavramı oluşmuştur (Gill, 1975, Bond and Keeley, 2005).

1.3. Yangın Rejimlerinde Görülen Değişimler

Yangın rejimleri hem alansal hem de zamansal olarak değişebilir (Mouillot et al., 2002; Battlori et al., 2013). Hatta tek bir biyomun içinde bile farklı yangın rejimleri görülebilmektedir (Archibald et al., 2013). Yangın rejimlerindeki alansal değişkenliği

anlamak, yangın rejimlerinde zamanla yaşanan değişimleri anlamak adına çok önemlidir. Çünkü zamanla yangın rejimlerinde yaşanan değişimler ekosistemlerin yapısında ciddi sonuçlara sebep olabilir (Syphard et al., 2007; Pausas and Fernández-Muñoz, 2012; Pausas and Keeley, 2012). Bunun temel sebebi bitkilerin yangına değil, yangın rejimine uyarlanma göstermesidir (Gill, 1975; Pausas and Keeley, 2009; Keeley et al., 2011). Bitkilerin ya da ekosistemlerin uyum sağladığı tarihsel yangın rejiminden sapmalar gerçekleştiğinde ortaya çeşitli sorunlar çıkmaktadır. Yangın rejiminde yaşanan farklılıklar tür içi değişiklikler, istilacı ya da istilacı olmayan yeni türlerin alana giriş yapması hatta vejetasyon yapısının tamamen değişmesi gibi olaylara yol açabilir (Brooks and D'Antonio, 2004). Bu ekolojik etkilerin yanında yangının insanlara, tarım alanlarına ve hayvancılığa da zararları olmaktadır (Syphard et al., 2007). Örneğin; 2015 yılı, ABD tarihinin en pahalı ve en sert geçen yangın mevsimine tanık olmuştur. Amerikan Orman Teşkilatı bütçesinin yarısından fazlasına denk gelen 2,6 milyar doları sadece yangın söndürme faaliyetlerine harcamıştır (Patterson, 2016). Mayıs 2016'da Kanada'nın Fort McMurray bölgesinde başlayan yangın, kısa süre içerisinde uygun hava şartlarından da faydalanarak kontrolden çıkmıştır. Bu tezin yazıldığı haziran ayı içerisinde yangın hala tam olarak söndürülemediğiştir. Sigorta şirketlerine gelecek hasarın 9 milyar doları bulacağı belirtilirken, bu rakam Fort McMurray olayını Kanada tarihinin en pahalı doğal afeti yapmaktadır (Wikipedia, 2016b; Evans, 2016). Bütün bu sebeplerden dolayı yangın rejimlerini ve rejimlerdeki değişiklikleri anlamak çok kritik bir öneme sahiptir (Archibald et al., 2013, Turco et al., 2014).

Yangının insanlık tarihinden çok öncelerine uzanan varlığı üzerine elde edilen bulgular, onun ekosistemlerin doğal bir bileşeni olduğu konusundaki görüşü perçinlemiştir (Scott and Glasspool, 2006; Bond and Keeley, 2005; Glasspool et al., 2006; Pausas and Keeley, 2009). Geçmişte orman yangınlarının yalnızca insan ile ilişkili olduğu hâkim bir görüş iken, günümüzde yangın rejimlerini çoğu ekosistemde doğal ve antropojen faktörlerin birlikte şekillendirdiği bilinmektedir (Syphard et al., 2007; 2009). Son dönemde gerçekleştirilmiş olan birçok çalışma bazı bölgelerde ortaya çıkan yangın rejimlerinden doğal faktörlerin antropojen faktörlere göre daha önemli rol oynadığını göstermiştir (Archibald and Roy, 2008; Syphard et al., 2009).

Son yüzyıllarda gerçekleşmiş olan yangın rejimi değişikliklerinin çoğunlukla antropojen faktörlerden kaynaklanmış olmasına ve günümüzde de doğal ekosistemler üzerinde birçok

antropojen baskı mevcut olmasına rağmen iklimsel faktörler, yangın rejimlerini yönlendiren ana aktör olmaya devam etmektedir (Dube, 2009; Altan ve Türkeş, 2011; Türkeş ve Altan, 2012a; Pausas and Riberio, 2013). Bu iklimsel faktörler arasından sıcaklık ve yağış, yangının oluşması için gerekli olan şartlarla yakından ilişkili olduğu için yangın rejimlerini yönlendiren en önemli faktörler arasında yer alır. Sıcaklık ve yağışla doğrudan ilişkili olan kuraklığın, yangınların sayısında ve yanan alan miktarında artışa neden olduğu görülmüştür (Pausas, 2004; Altan ve Türkeş, 2011; Türkeş ve Altan, 2013; Türkeş ve Altan, 2014).

Yangın rejimindeki değişimler iklimsel faktörlerden kaynaklanabileceği gibi vejetasyonda yaşanacak değişimlerden dolayı da gerçekleşebilir (Bond and Scott, 2010; Lehmann et al., 2014). Örneğin; istilacı türlerin alana yerleşmesiyle vejetasyonda oluşan farklılıklar yanıcı madde yapısını değiştireceğinden yangının sıklığı, şiddeti, mevsimi ve tipinde ciddi farklılaşmalara yol açacaktır (Brooks and D'Antonio, 2004; Brooks and Matchett, 2006). Ayrıca değişen yangın rejimi, vejetasyon yapısında da farklılıklar meydana getirecektir. Bu tip alanların yeni istilacı türlere daha açık hale geldiklerini gösteren kanıtlar da mevcuttur (Brooks et al., 2004). Ayrıca, yanıcı madde birikimi ve sürekliliğin artmasının bölgede yangın rejimlerini yönlendiren faktörlerin değişmesine neden olmaktadır (Pausas and Fernández-Muñoz, 2012).

Bununla birlikte, özellikle son yüzyılda insan faaliyetlerindeki ve sosyoekonomik koşullardaki değişimler nedeni ile doğal faktörlerden bağımsız çok sayıda değişken de yangın rejimlerindeki değişikliklerin sorumlusudur (Pausas and Keeley, 2014; Curt et al., 2015). İnsanlar yangın rejimlerini yanıcı madde yapısı, çeşidi, devamlılığı ve tutuşma özellikleri, arazi kullanım değişiklikleri gibi birçok açıdan etkilemektedir (Tablo 1.1).

Yangın rejimlerini etkileyen antropojen faktörlerin başında yangın baskılama çalışmaları gelir. Örneğin; 20. yüzyılın ortalarında çok büyük problem teşkil eden Kaliforniya şaparalarında çıkan yangınların en büyük sebebinin aslında yangın yönetim planları olduğu 1970'lerden sonra anlaşılmıştır. Doğal döngüsünde gerçekleşen yangınların hemen söndürülmesi ve engellenmesi yoluyla uygulanan yangın baskılama aktiviteleri bir süre sonra doğal olmayan bu yolla biriken aşırı yanıcı maddeden dolayı çok daha büyük ve yıkıcı yangınlara neden olmaktadır (Keeley et al., 1999). Özellikle sanayi devriminden sonra (Pausas et al., 2008) yerleşim yerlerinin genişlemesi ve ormanlara uygulanan yangın baskılama politikalarından dolayı birçok bölgede yangın rejimi değişiklikleri görülmüştür

(Bond and Keeley, 2005). Dolayısıyla, son yüzyıl boyunca birçok ekosistemde yangın rejimlerinde değişiklikler yaşanmıştır, eğer yangın yönetim planları bilimsel altyapıyla desteklenmezse iklimden bağımsız birçok faktörün etkisiyle (Pausas and Keeley, 2014) yangın rejimlerinde değişiklikler yaşamaya devam edecektir.

Tablo 1. 1: Yangın değişkenlerinin ve yangın rejimi değişkenlerinin şekillenmesinde önemli olan doğal ve antropojen faktörler (Bowman et al., 2011).

Yangın Değişkeni	Doğal Faktörler	Antropojen Faktörler	Yangın rejimi değişkeni
Rüzgâr hızı	Mevsim, hava durumu, arazi örtüsü, topoğrafya	İklim değişikliği, arazi örtüsü	Yangının yayılımı
Yanıcı madde sürekliliği	Arazi tipi (eğim, kayalık), nehir ve su yatakları, mevsim, vejetasyon (tip, yaş, fenoloji)	Yapay bariyerler (yol, yanıcı madde kesintileri), egzotik bitkiler, habitat parçalanması, arazi yönetimi, yangın söndürme faaliyetleri	
Yanıcı madde varlığı	Ağaç, çalı ve ot örtüsü, doğal müdahaleler (böcek ya da soğuk zararı, rüzgar, herbivorluk), toprak verimliliği, mevsim	Otlatma, odun kesimi, egzotik bitki yerleşimi, yangın söndürme, yanıcı madde yönetimi, arazi kullanımı ve arazi örtüsü (ormansızlaşma, tarım, ağaçlandırma)	Yangın şiddeti ve büyüklüğü
Yanıcı madde nemi	Mevsim, yağış, hava sıcaklığı, toprak nemi	İklim değişikliği, arazi yönetimi (tomrukçuluk, otlatma, alan yakma), vejetasyon tipi ve yapısı (tür kompozisyonu, örtüsü, gövde yoğunluğu)	
Tutuşma	Yıldırım, volkan, mevsim	Nüfus büyüklüğü, alan yönetimi, yol ağı, kundaklama, gün içindeki zaman, mevsim, hava koşulları	Yangının sayısal, alansal ve zamansal örüntüsü

1.4. Türkiye’de Yangın Rejimleri

Türkiye’de yangınların tutuşma sebebi çoğunlukla antropojen kaynaklıdır. Orman Genel Müdürlüğünden alınan bilgilere göre, 2000-2014 yılları arasında Türkiye’deki yangınların en az % 60’ı kaza ya da kasıt gibi insan kaynaklı, sadece % 11’lik bir kesim yıldırım gibi doğal sebeplerle çıkmaktadır (Şekil 1.1). İnsan kaynaklı başlayan yangınlar yanan alan miktarında toplamın %80’lik bir kesimini oluşturmaktadır (Şekil 1.2). Fakat çıkış sebebi her ne olursa olsun iklimsel ve meteorolojik faktörler yangının devam etmesi ve yayılması için uygun olmak zorundadır (Altan ve Türkeş, 2014). Aksi takdirde yangın yayılma

imkânı bulamadan sönmekte ya da kolayca kontrol altına alınmaktadır.

Bugüne kadar Türkiye’de orman yangınlarının hidroklimatolojik ve meteorolojik ilişkileriyle ilgili birçok çalışma yapılmıştır (Bilgili ve ark., 2010; Tatlı and Türkeş, 2014; Türkeş ve Altan, 2012a, 2012b, 2013, 2014). Fakat bölgede, özellikle yangın coğrafyası konusunda kapsamlı bir çalışmanın eksikliği görülmektedir (Pausas et al., 2008; Keeley et al., 2012). Muğla ve Çanakkale yörelerinde yapılan çalışmalar, bu bölgede kurak koşulların ve iklimin orman yangınları üzerindeki en etkili faktörler olduğunu ortaya çıkarmıştır (Türkeş ve Altan, 2012a, 2012b; Türkeş ve Altan, 2013; Altan ve Türkeş, 2014; Türkeş ve Altan, 2014).



Şekil 1. 1: Türkiye’de 2000-2014 yılları arasında yangın sayısının, yangınların çıkış sebeplerine göre dağılım grafiği (Kaynak: OGM).



Şekil 1. 2: Türkiye’de 2000-2014 yılları arasında yanan alan miktarının yangın çıkış sebeplerine göre dağılım grafiği (Kaynak: OGM).

Bu tez çalışmasının amacı; Türkiye'nin Akdeniz iklimi ve vejetasyonunun egemen olduğu Akdeniz tipi ekosisteminde görülen yangın rejimlerinin şekillenmesinde antropojen ve doğal faktörlerin görece önemlerini araştırmaktır. Ayrıca, antropojen ve doğal faktörlerin alansal olarak nasıl farklılaştığının ortaya çıkarılması da çalışmanın amaçları arasındadır. Bu tez çalışmasıyla çalışma alanında yangın coğrafyası konusunda var olan çalışma eksikliğinin kapatılması planlanmaktadır.

Bu amaç doğrultusunda; uydu yangın verileri, antropojen faktörleri temsil etmesi adına nüfus büyüklüğü, hayvancılık, yol ağı verileri ve doğal faktörleri temsil etmesi adına biyoiklimsel, NDVI ve potansiyel evapotranspirasyon verileri kullanılarak, Türkiye'nin Akdeniz iklim tipi görülen bölgelerindeki yangın aktivitesinin hangi değişkenlerce açıklandığı genelleştirilmiş doğrusal modeller kullanılarak araştırılmıştır.

Bu tez çalışmasının ana hipotezi, doğal faktörlerin yangın aktivitesini açıklamada antropojen faktörlere göre daha başarılı olduğu şeklindedir. Bu yönde elde edilecek olan bir bulgu, her ne kadar yangınların çoğu insan kaynaklı çıkıyor olsa da, doğal faktörlerin bütün insan faaliyetlerine rağmen yangın varlığını denetlediği ileri sürülebilecektir. Aksi yönde bir bulgu ise, antropojen faktörlerin ve insan faaliyetlerinin çalışma alanındaki yangınların ana belirleyicisi olduğunu gösterecektir.

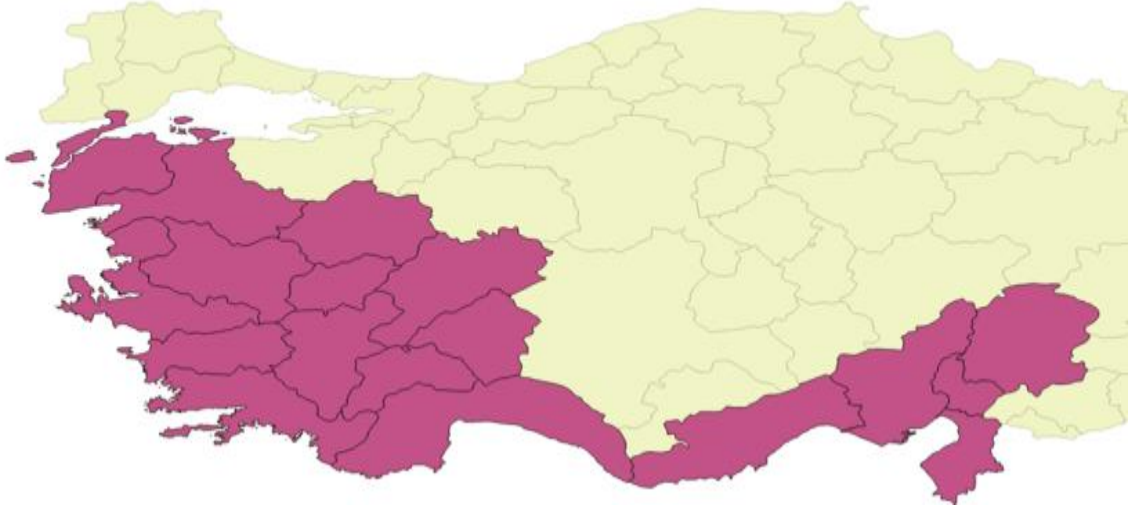
2. Yöntem

2.1 Çalışma alanı

Çalışma alanı, Türkiye'nin Ege Bölgesi'nde yer alan Çanakkale ilinden başlayarak, Akdeniz Bölgesinin doğusunda yer alan Hatay iline kadar olan Akdeniz'e kıyısı olan iller ile Ege Bölgesi'nde Akdeniz ikliminin etkisinin iç kesimlerde görüldüğü illeri kapsamaktadır (Şekil 2.1). Çalışma alanı toplam 199.935 km²lik bir bölgeyi kaplamaktadır (26° - 37° doğu boylamları ile 35° - 40° kuzey enlemleri arasında).

Çalışma alanına dâhil edilen illerin ortak özelliği, Köppen-Geiger iklim sınıflandırma sistemine göre (Türkeş et al., 2010, 2015) alanlarının büyük bir kesiminde Akdeniz iklim tiplerinin görülmekte olmasıdır. Dolayısıyla, alanın iklimi genel olarak kışları ılık ve yağışlı, yazları ise kurak ve sıcaktır (Atalay, 1994). Akdeniz iklim tipini içeren bölgelerde asıl olarak subtropikal yüksek basınçların kuvvetlenmesi ve alanlarını genişletmeleri nedeniyle yazın oluşan kurak dönemin varlığı (Türkeş, 2010), bitkilerin binlerce yıldan bu yana bu kurak döneme uyarlanmış (herdemyeşillik, derin kök sistemi, yaprakların indirgenmesi, koruyucu dış örtüye sahip olma, stoma kontrolü vb.) karakterlere sahip olmasına yol açmıştır (Tavşanoğlu ve Gürkan, 2004; Türkeş, 2005; Türkeş ve Altan, 2013). Çalışma alanında görülen bu iklimsel koşullar nedeniyle, bu bölgede bulunan çoğu yer yaz aylarında yangına eğilimli bir hale gelmektedir.

Çalışma alanının alçak kesimlerinde baskın orman vejetasyonunu Kızıldağ (*Pinus brutia*) ormanları oluştururken, herdemyeşil çalı türlerinin hâkim olduğu makilikler, kermes meşesi (*Quercus coccifera*) türünün hâkim olduğu garigler ve kısa boylu Akdeniz çalılarının hâkim olduğu frigana vejetasyonu da ormanların olmadığı yerlerde sıklıkla görülen vejetasyon tipleridir (Atalay, 1994). Çalışma alanının iç kesimlerine doğru gidildikçe ve denizden yükseklik arttıkça, özellikle İç Anadolu'ya daha yakın olan bölgelerde, Karaçam (*Pinus nigra*) ormanları yaygınlık göstermektedir. Akdeniz bölgesinin yüksek kesimlerinde ayrıca Toros Sediri (*Cedrus libani*) ve Toros Göknarı (*Abies cilicica*) ormanları yer almaktadır. Çalışma alanında orman sınırının üzerindeki yükseltilerde ise subalpin çayır vejetasyonu görülmektedir (Şekercioğlu et al., 2011). Akdeniz iklim tipi bu bölgedeki vejetasyonu belirleyen ana etmen olsa da, denizden yükseklik ve bölgede bulunan sıradağlar bölgenin bitki örtüsünü ve biyoçeşitliliğini şekillendirmeye katkı yapmaktadır (Atalay, 2006).



Şekil 2. 1: Çalışma alanı sınırlarını gösteren harita.

2.2. Veriler

Çalışmada kullanılan uydu yangın verisi, iklimsel, antropojen, coğrafi ve vejetasyon değişkenleri ve arazi kullanım verisi aşağıda ilgili bölümlerde açıklanmıştır. Ardından, çalışmada oluşturulan farklı veri setleri ve amaçları anlatılmıştır.

2.2.1. Uydu Yangın Verisi

Çalışmada kullanılan yangın verisi, NASA'nın EOSDIS (*The Earth Observing System Data and Information System*) programı çerçevesinde 2000 yılından bu yana görev yapan *Terra* uydusundan elde edilmiştir. Çalışma alanını kapsayan 2000-2015 yıllarına ait sekiz günlük periyotlarla çekilmiş, yaklaşık 1 km² çözünürlüğe sahip, *MOD14A2* kodlu veriler *.hdf* uzantılı olarak indirilmiştir. İndirilen bu verilerde her bir hücre için yangının var ya da yok olduğu bilgisi mevcuttur. Çalışma alanı iki farklı uydu görüntü karesine sığıdığı için 2000 senesi hariç her yıl için 92 (46×2) adet uydu görüntüsü indirilmiştir. *Terra* uydusu 2000 yılında çalışmaya başladığı için 2000 senesinin görüntü sayısı 78 adet olarak kalmıştır. İndirilen dosyalar ArcGIS isimli coğrafi bilgi sistemi (CBS) programında (versiyon 10.3.1) çalışma alanı sınırlarına uygun olarak kesilmiştir. Daha sonra bu raster dosyalarından yılın ilk görüntüsü "*Raster to point*" aracı ile nokta formatında shapefile dosyasına dönüştürülmüş ve yılın geri kalanına ait veriler "*Extract multivalues to point*" aracı ile bu shapefile dosyasının üzerine çekilmiştir. Aynı işlem diğer yıllar için de tekrarlanmış ve ardından her yılın tüm verilerini içeren bu nokta formatındaki shapefile dosyalarındaki veriler excel dosyasına çıkarılmıştır. Excel dosyaları analizlerin yapılacağı

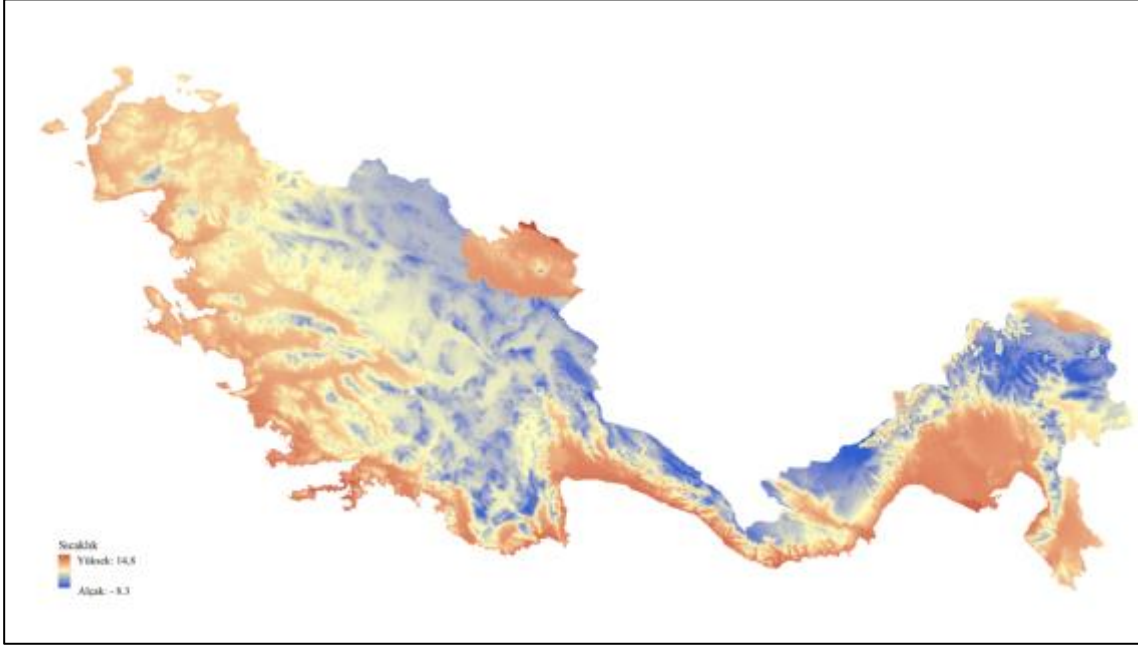
R programına yüklenmek için boşlukla ayrılmış metin dosyası (.txt) olarak kaydedilmiş ve böylece uydu yangın verileri analizler için işlenmeye hazır hale gelmiştir.

2.2.2 İklimsel Değişkenler

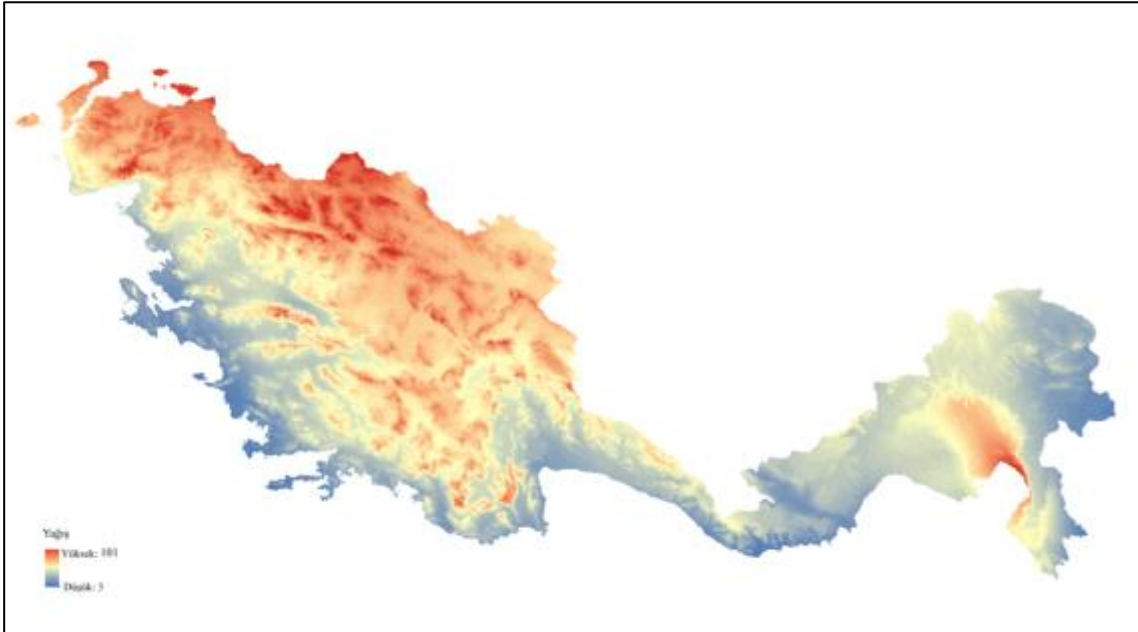
2.2.2.1 Biyoiklimsel değişkenler

Bu tez çalışmasında WorldClim iklim katmanlarından günümüz şartlarını temsil eden 19 BIOCLIM değişkenine ait veriler kullanılmıştır (Hijmans et al., 2005; Tablo 2.1). Bu değişkenler, çalışma alanının birçok iklimsel özelliğini temsil edilebilmeleri, literatürde bu gibi geniş ölçekli çalışmalarda yaygın olarak kullanılıyor olmaları (ör; Krawchuk et al., 2011; Oliviera et al., 2012; Archibald et al., 2013; Lehmann et al., 2014) ve ekolojik açıdan daha anlamlı olmaları nedeniyle çalışmada ana iklimsel veri olarak kullanılmıştır. Farklı çözünürlükteki BIOCLIM değişkenlerinden bu çalışma için elde edilmiş olan uydu yangın verisine en yakın çözünürlük olan 30 arc saniyelik (~ 1 km²) dosyalar seçilmiştir. Raster formatında indirilen dosyalar çalışma alanı ölçeğinde kesildikten sonra, ArcGIS programında yer alan “*Extract multivalues to point*” aracı ile uydu yangın verilerinin hazırlanması sırasında oluşturulan nokta formatındaki shapefile dosyasına çıkartılmıştır. Bu aktarım yapılmadan önce çalışma alanının sığıdığı iki uydu görüntüsüne ait nokta şeklindeki iki shapefile dosyası birleştirilmiş ve bu sayede iklim verileri çalışma alanının tamamını içeren tek bir shapefile dosyasına çekilmiştir. Bu dosyalar yine uydu yangın verilerinin hazırlanması sırasında olduğu gibi önce excel dosyasına ardından da metin (.txt) dosyasına dönüştürülüp, analizler için işlenmeye hazır hale getirilmiştir.

BIOCLIM değişkenlerinden bazılarının çalışma alanında dağılımını gösteren CBS katmanlarına ait haritalar Şekil 2.2, 2.3 ve 2.4’de verilmiştir.



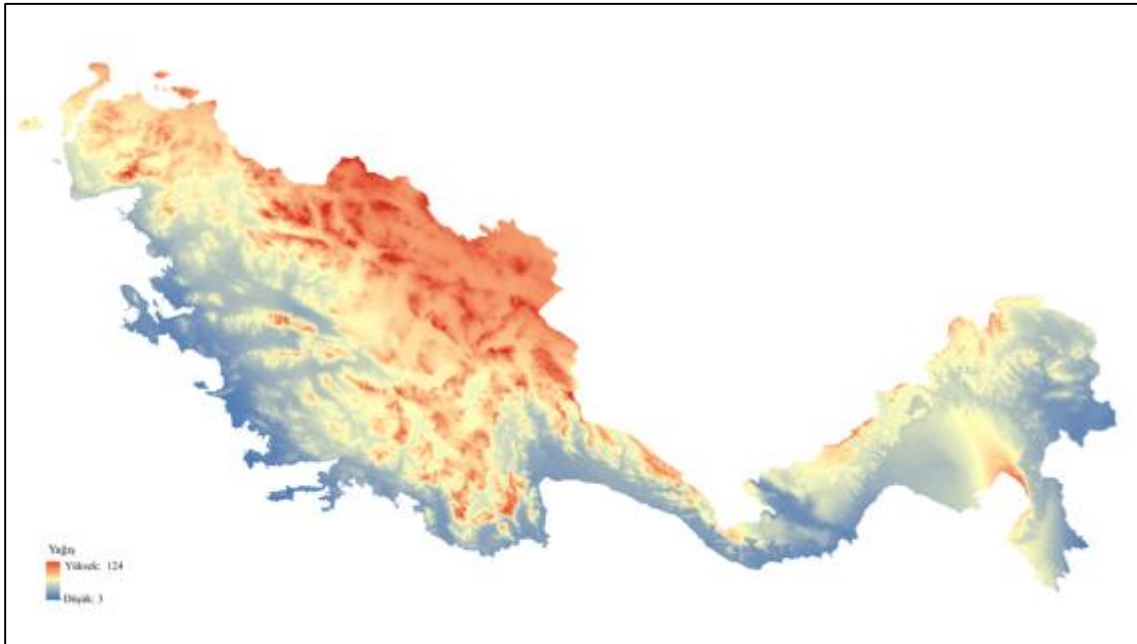
Şekil 2. 2: BIO8 değişkeninin (°C) çalışma alanındaki dağılımını gösteren CBS katmanı.



Şekil 2. 3: BIO17 değişkeninin (mm) çalışma alanındaki dağılımını gösteren CBS katmanı.

Tablo 2. 1: BIOCLIM değişkenlerinin kodları ve açıklamaları.

Kod	İklimsel Değişken	Açıklama
BIO1	Yıllık ortalama sıcaklık (°C)	Aylık ortalama sıcaklıkların tümünün ortalaması
BIO2	Yıllık ortalama günlük sıcaklık aralığı (°C)	Aylık ortalama günlük sıcaklık aralıklarının (Tmak. – Tmin.) tümünün ortalaması
BIO3	İzotermalite (*100)	Sıcaklık dalgalanması (BIO2 / BIO7)
BIO4	Sıcaklık değişkenliği	Aylık ortalama sıcaklıkların değişim katsayısı [(standart sapma / ortalama) * 100]
BIO5	En sıcak ayın ortalama maksimum sıcaklığı (°C)	En sıcak ayın ortalama maksimum sıcaklığı
BIO6	En soğuk ayın ortalama minimum sıcaklığı (°C)	En soğuk ayın ortalama minimum sıcaklığı
BIO7	Yıllık sıcaklık aralığı (°C)	BIO 5 - BIO 6
BIO8	En yağışlı çeyreğin ortalama sıcaklığı (°C)	En yağışlı çeyrek belirlenir ve ortalama sıcaklık hesaplanır
BIO9	En kurak çeyreğin ortalama sıcaklığı (°C)	En kurak çeyrek belirlenir ve ortalama sıcaklık hesaplanır
BIO10	En sıcak çeyreğin ortalama sıcaklığı (°C)	En sıcak çeyrek belirlenir ve ortalama sıcaklık hesaplanır
BIO11	En soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı (°C)	En soğuk çeyrek belirlenir ve ortalama sıcaklık hesaplanır
BIO12	Yıllık toplam yağış (mm)	Aylık yağışların tümünün toplamı
BIO13	En yağışlı ayın yağışı (mm)	En yağışlı ayın toplam yağış miktarı
BIO14	En kurak ayın yağışı (mm)	En kurak ayın toplam yağış miktarı
BIO15	Yıllar arası yağış değişkenliği	Aylık, mevsimlik ya da yıllık toplam yağışların değişim katsayısı [(standart sapma / uzun süreli ortalama) * 100]
BIO16	En yağışlı çeyreğin yağışı (mm)	En yağışlı çeyrek belirlenir ve toplam yağış miktarı hesaplanır
BIO17	En kurak çeyreğin yağışı (mm)	En kurak çeyrek belirlenir ve toplam yağış miktarı hesaplanır
BIO18	En sıcak çeyreğin yağışı (mm)	En sıcak çeyrek belirlenir ve toplam yağış miktarı hesaplanır
BIO19	En soğuk çeyreğin yağışı (mm)	En soğuk çeyrek belirlenir ve toplam yağış miktarı hesaplanır



Şekil 2. 4: BIO18 değişkeninin (mm) çalışma alanındaki dağılımını gösteren CBS katmanı.

2.2.2.2 Potansiyel Evapotranspirasyon ve Kuraklık indisi

Potansiyel evapotranspirasyon, uygun şartlar altında buharlaşma ve terleme yoluyla kaybedilecek olan su miktarıdır (FAO, 2016) . Kuraklık indisi ise yağış, sıcaklık ve potansiyel buharlaşmanın fonksiyonel bir hali olmakla birlikte yıllık ortalama yağışın yıllık ortalama potansiyel buharlaşmaya bölünmesi yoluyla hesaplanmaktadır.

Potansiyel Buharlaşma ve kuraklık indislerine ait veriler Küresel Potansiyel Buharlaşma ve Kuraklık İndisi veri setinden kullanılmıştır (CSI, 2016). Bu veri seti indirildikten sonra çalışma alanı sınırlarına uygun bir şekilde kesilmiş ve koordinat sistemi ayarlamaları yapılmıştır. Ardından nokta şeklindeki shapefile dosyasına çekilmiş ve daha sonra excel dosyasına aktarılmıştır. Bu sayede veri seti, ileride yapılacak analizler için hazırlanmıştır.

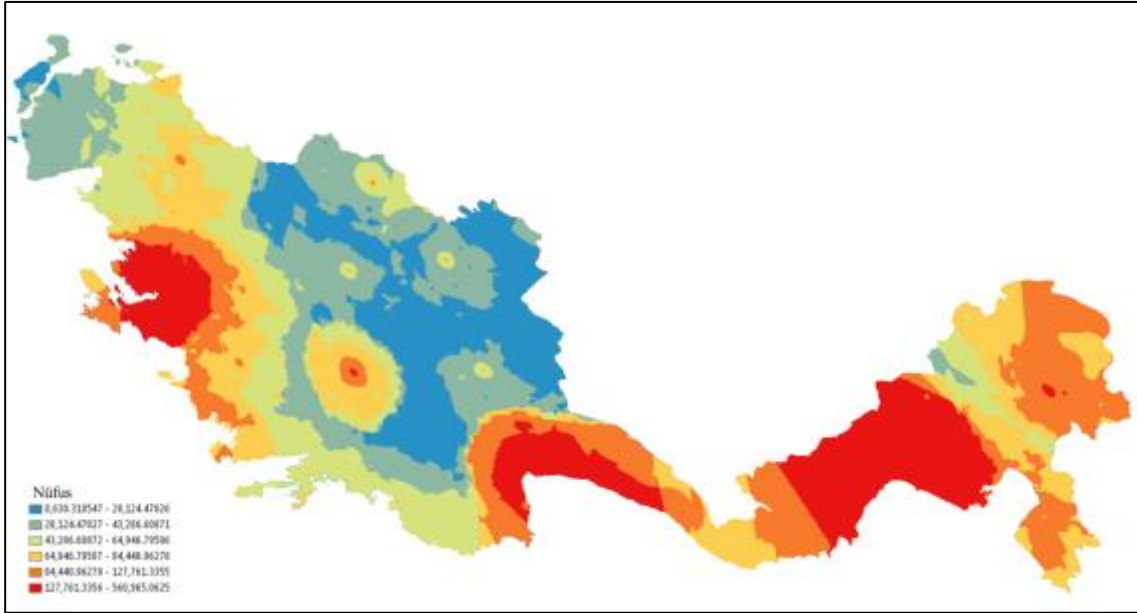
2.2.3 Antropojen Değişkenler

2.2.3.1 Nüfus büyüklüğü

Çalışmada kullanılan nüfus büyüklüğü verisi, Türkiye İstatistik Kurumu'ndan (TÜİK) ilçe düzeyinde ve toplam nüfus olarak alınmıştır. Veriyi CBS ortamına aktarmak için Harita Genel Komutanlığının internet sitesinden (HGK, 2016) ücretsiz olarak indirilebilen Türkiye mülki idare sınırları verisi kullanılmıştır. Bu dosyalarda yer alan ilçe merkezlerinin nokta formatındaki verisine önce “*Add XY coordinates*” seçeneğiyle koordinat ataması yapılmış, ardından excel sonra da .csv uzantılı dosyaya dönüştürülerek R programında işlenecek hale getirilmiştir. TÜİK'ten alınan veriyi de R programında açtıktan sonra bu iki verinin ortak payda ilçe isimleri olacak şekilde birbirleriyle eşleştirmesi sağlanmıştır. Ortaya çıkan bu eşleşme dosyası .csv uzantılı dosya olarak kaydedilmiştir. Daha sonra Türkiye mülki idare sınırları verisine atanan koordinatlar kullanılarak nüfus verisini içeren bu eşleşme dosyası “*CSV to Table*” aracı kullanarak yeniden CBS ortamında açılmıştır. İlçe düzeylerinde nüfus büyüklüğünden faydalanarak “*Inverse Distance Weighted*” aracı kullanılarak interpolasyon uygulanmıştır. Bütün bu işlemlerin ardından nüfus verisi nokta şeklindeki shapefile dosyasına çekilmiş ve daha sonra excel dosyasına aktarılmıştır.

TÜİK'den elde edilen ve çalışmada kullanılan veri, Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi'nin 2015 değerlerine dayanmaktadır (Şekil 2.5). Dolayısıyla, çalışmada nüfus büyüklüğü verisi olarak yalnızca 2015 yılına ait değerler kullanılmıştır ve nüfus büyüklüğündeki yıllar arasındaki değişiminin çalışma sonuçlarını değiştirmeyeceği varsayılmıştır. Böyle bir

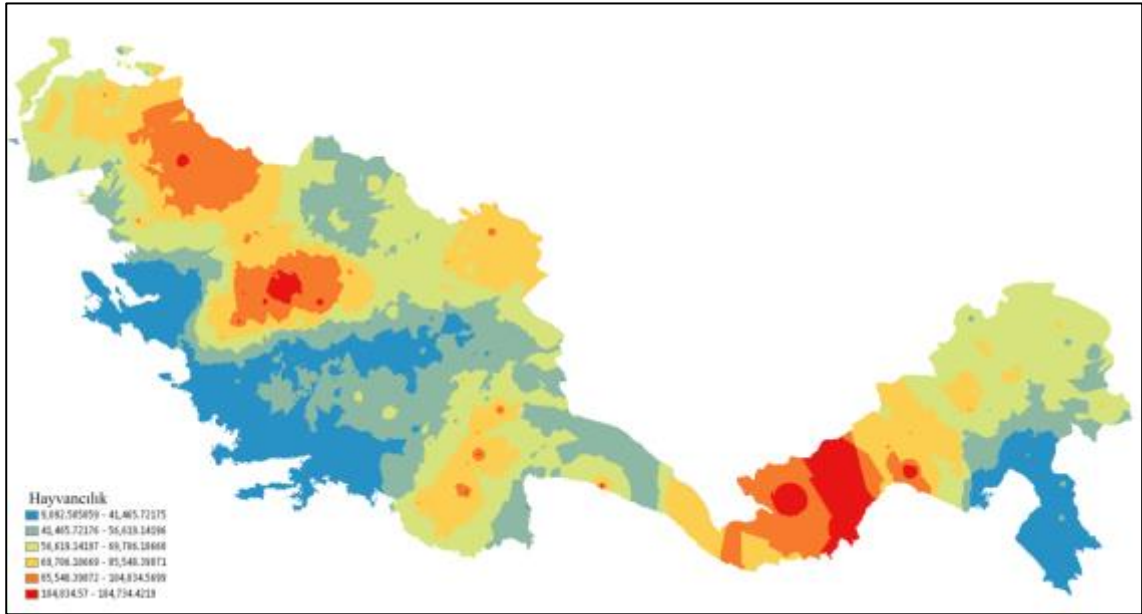
varsayımda bulunulmasının temel sebebi daha önceki yıllara ait nüfus verilerinde ilçe, köy ve diğer düzeylerde yaşanan idari değişikliklerin (isim değişmesi, birleştirme, ayırma vb.) o yıllara ait verinin çalışmada kullanılmasını imkânsız hale getirmesidir. Dolayısıyla, uzun yıllara ait ortalama değerlerin ya da farklı yıllara ait değerlerin kullanımının, çalışma bulgularında sapmaya neden olacağı öngörüldüğünden, çalışmada yalnızca tek yıla ait ve güncel nüfus büyüklüğü verisi kullanılmıştır.



Şekil 2.5: Nüfus büyüklüğünün çalışma alanındaki dağılımını gösteren CBS katmanı.

2.2.3.2. Hayvancılık

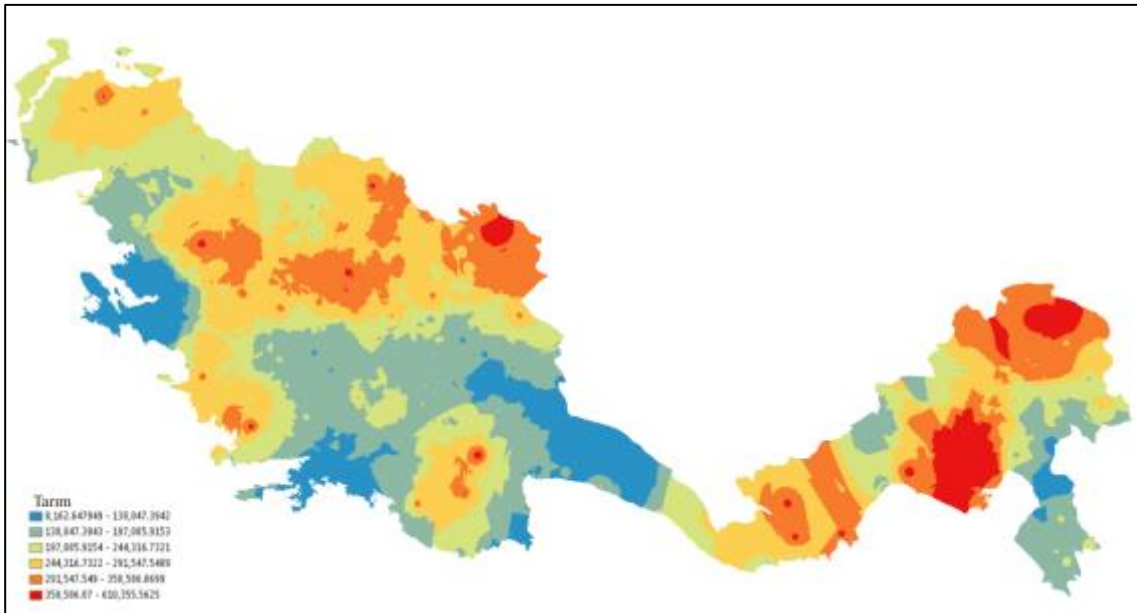
Hayvancılığın etkisini görebilmek adına Türkiye İstatistik Kurumundan 2015 yılına ait, ilçe düzeyinde, büyükbaş (sığır) ve küçükbaş (koyun, keçi) hayvanların toplam sayısı alınmıştır. Bu verinin analizler için hazır hale getirilmesinde nüfus değişkeninde uygulanan yöntemin aynısı kullanılmıştır (Şekil 2.6). Yukarıda nüfus büyüklüğü verisinde anlatılan aynı gerekçelerden ötürü, hayvancılık verisinde yıllar arasındaki değişiminin analiz sonuçlarına etki etmeyeceği varsayılmıştır.



Şekil 2.6: Hayvancılığın çalışma alanında dağılımını gösteren CBS katmanı.

2.2.3.3. Tarım Arazisi Miktarı

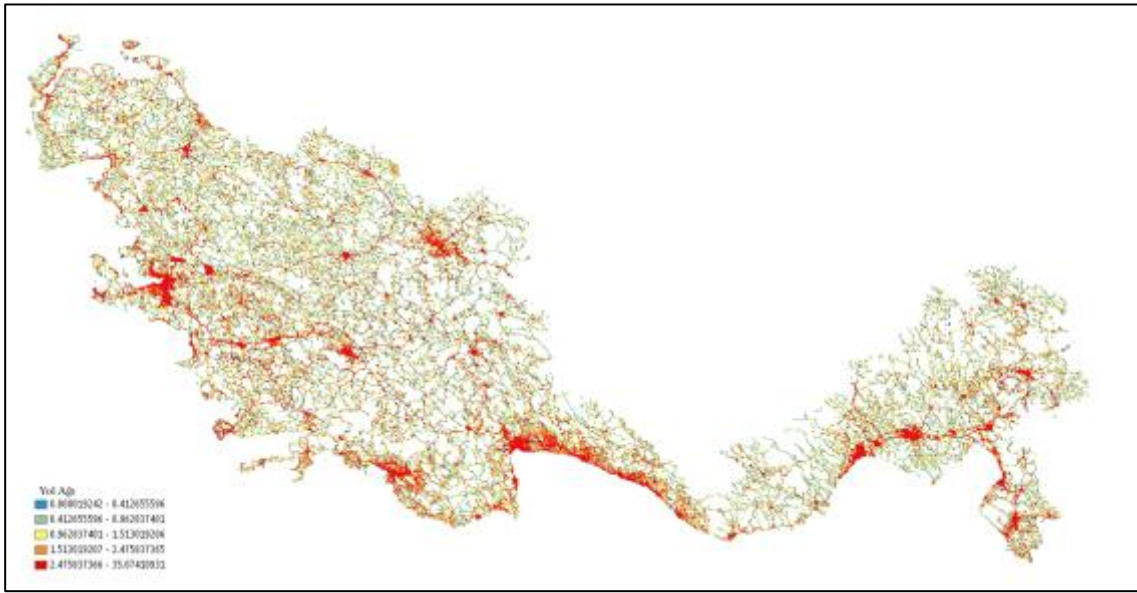
Tarımın etkisini görebilmek adına Türkiye İstatistik Kurumundan 2015 yılına ait, ilçe düzeyinde, tarım arazilerinin kapladığı alan verisi indirilmiştir. Bu verinin analizler için hazır hale getirilmesinde nüfus değişkeninde uygulanan yöntemin aynısı kullanılmıştır (Şekil 2.7). Yukarıda nüfus büyüklüğü verisinde anlatılan aynı gerekçelerden ötürü, tarım arazilerinin yıllar arasındaki değişiminin analiz sonuçlarına etki etmeyeceği varsayılmıştır.



Şekil 2. 7: Tarım arazisi miktarının (dekar) çalışma alanındaki dağılımını gösteren CBS katmanı.

2.2.3.4. Yol Ağı

Çalışmada kullanılan yol ağı verisi *OpenStreetMap* veritabanından indirilmiştir (OpenStreetMap, 2016). Çalışma alanının raster dosyasına benzer şekilde bir poligon dosyası oluşturulmuştur. Bu dosyada raster dosyadaki hücreler yerine aynı boyutlarda poligonlar yer almıştır. İndirilen yol verisiyle bu poligon dosyası “*intersect*” aracıyla birbiriyle çakıştırılarak her bir poligona ait yollar kesikli parçalara ayrılmıştır. Daha sonrasında “*dissolve*” aracı kullanılarak her bir hücreye ait yollar birleştirilmiştir. Böylece her bir hücrenin içerisinde yer alan toplam yol uzunluğu hesaplanmıştır. Bunun ardından her bir poligonun merkezine bir nokta ve bu noktalara da “*Add XY coordinates*” aracı ile koordinat ataması yapılmıştır. Daha sonrasında “*point to raster*” aracı kullanılarak her bir hücredeki yol ağı uzunluğuna ait raster dosyası elde edilmiştir (Şekil 2.8). Bu dosyadaki veriler yine nokta şeklindeki shapefile dosyasına çekilmiştir.



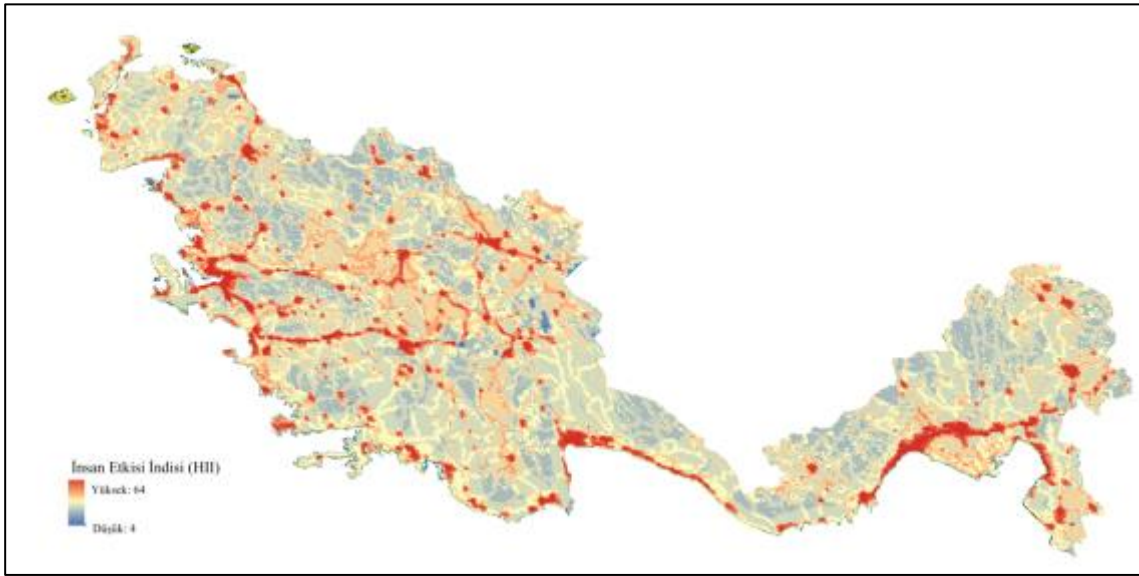
Şekil 2. 8: Yol ağı uzunluğuna (km) çalışma alanındaki dağılımını gösteren CBS katmanı.

2.2.3.5. İnsan Etkisi İndisi (*Human Influence Index, HII*)

İnsan Etkisi İndisi, NASA'nın SEDAC (*Sosyoekonomik Veri ve Uygulama Merkezi, Socioeconomic Data and Applications Center*) programı çerçevesinde üretilmiştir ve Yerküre ölçeğinde antropojen etkiyi gösterme amacı taşımaktadır (WCS and CIESN, 2005). Bu indis nüfus, demiryolu, karayolu, akarsu, sahilden uzaklık, uzaydan görünen gece stabil ışık miktarı, şehirleşme ve arazi kullanım değişkenlerinin tümünün birlikte incelendiği ve antropojen etkiyi genel olarak gösteren bir indistir. Her bir değişkenin etkisi

belirli bir puanla İnsan Etkisi İndisi değerlerinin oluşumuna katkı yapmaktadır. Veri raster formatında indirilmiş, çalışma alanı sınırlarına uygun olarak kesilmiş ve daha sonra verileri bir araya toplamak için kullanılan nokta şeklinde shapefile dosyasına çekilmiştir (Şekil 2.9).

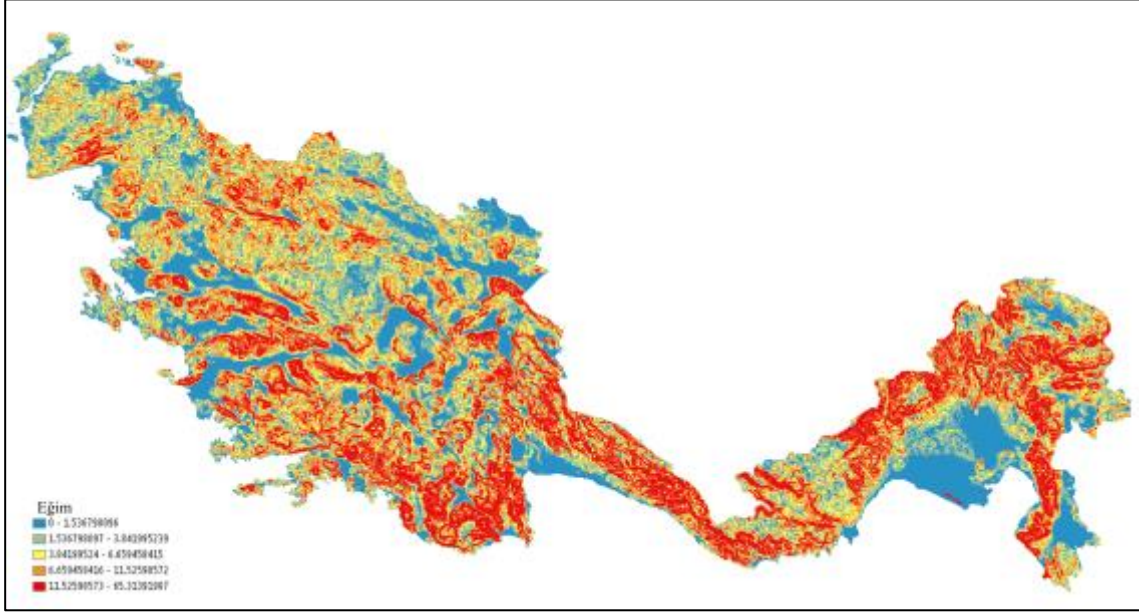
Bütün antropojen değişkenlerin yanında böyle bir indisin kullanılma sebebi, küresel düzeyde çalışmalarda kullanılmış olması (ör: Archibald et al., 2013) ve bu tez çalışmasında dikkate alınmayan bazı değişkenleri içerisinde barındırıyor olmasıdır.



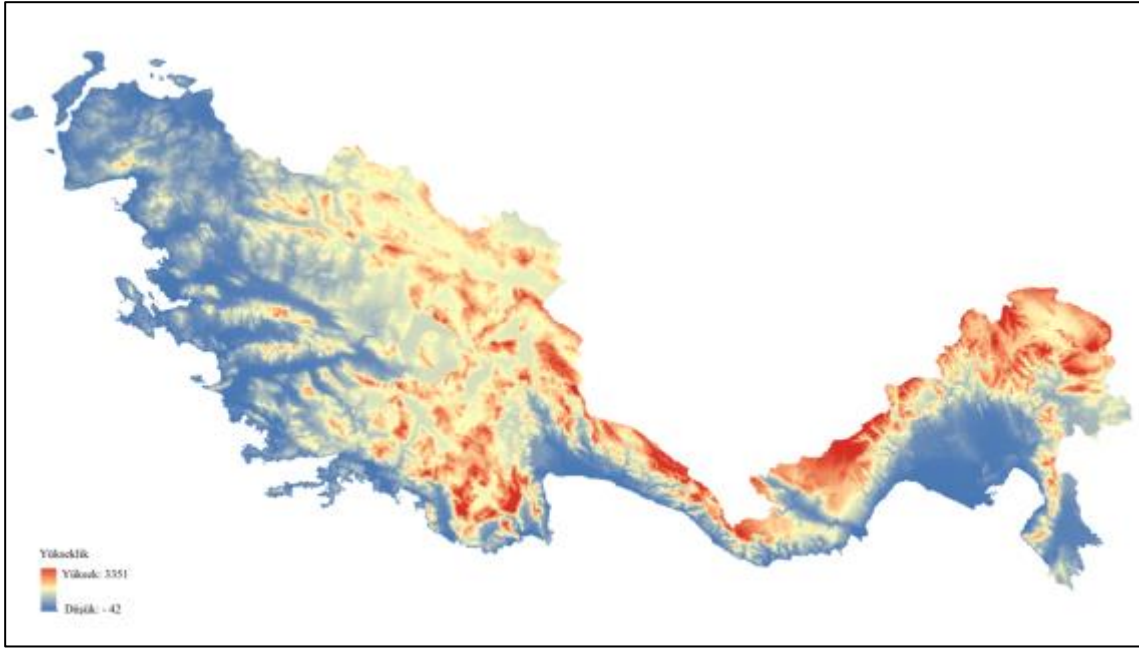
Şekil 2. 9: İnsan Etkisi İndisinin çalışma alanındaki dağılımını gösteren CBS katmanı.

2.2.4. Coğrafi Değişkenler

Çalışmada kullanılan coğrafi değişkenler iki farklı kaynaktan sağlanmıştır. Bakı, eğim (Şekil 2.10), engebелilik indeksi ve güneş ışınım değişkenleri Sayısal Yükseklik Modelinden (SYM) elde edilmiştir (Jarvis and Reuter, 2008). Daha sonra SYM'dan elde edilen coğrafi altlıkların koordinat sistemi düzenlemeleri yapılmıştır. Denizden yükseklik değişkeni ise WorldClim veri tabanından indirilmiştir (Şekil 2.11). Bütün coğrafi değişkenler işlemleri bittikten sonra nokta şeklindeki shapefile dosyasına çekilmiştir.



Şekil 2. 10: Eğimin (°) çalışma alanındaki dağılımını gösteren CBS katmanı.

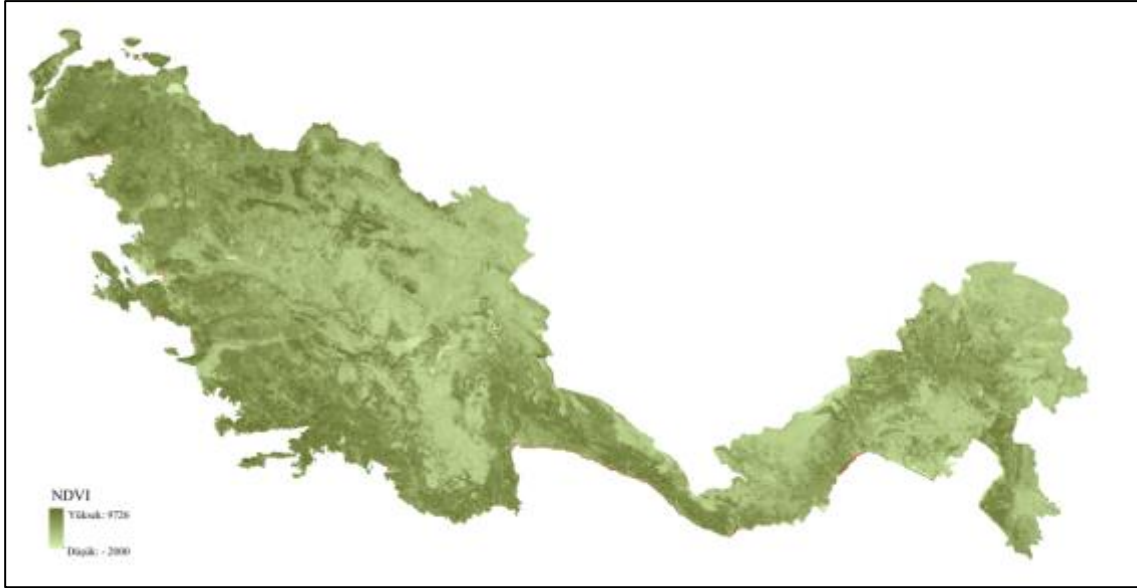


Şekil 2.11: Denizden yüksekliğin (metre) çalışma alanındaki dağılımını gösteren CBS katmanı.

2.2.5. Normalleştirilmiş Vejetasyon Farklılık İndisi (NDVI)

Normalleştirilmiş Vejetasyon Farklılık İndisi (NDVI), kabaca gezegenin “yeşillik” indisi olarak tarif edilmiştir. NDVI, bitkilerin yapraklarında bulunan klorofillerin görünür ışığı emdiği yaprakların hücresel yapısının kırmızı ve kızıl ötesine yakın ışığı çok güçlü bir şekilde yansıttığı bilgisinden yararlanılarak hesaplanmaktadır. Bir bölgede bulunan yapraklı bitki miktarına göre o bölgedeki yansımaya oranı değişmektedir (NASA, 2016).

Çalışma alanına ait 2015 yılı NDVI değerleri, NASA'nın internet sayfasından (veri seti kodu: *MOD13A3*) indirilmiştir. Veri seti indirildikten sonra çalışma alanı sınırlarına uygun şekilde kesilmiştir. Ardından nokta şeklindeki shapefile dosyasına çekilmiştir (Şekil 2. 12).



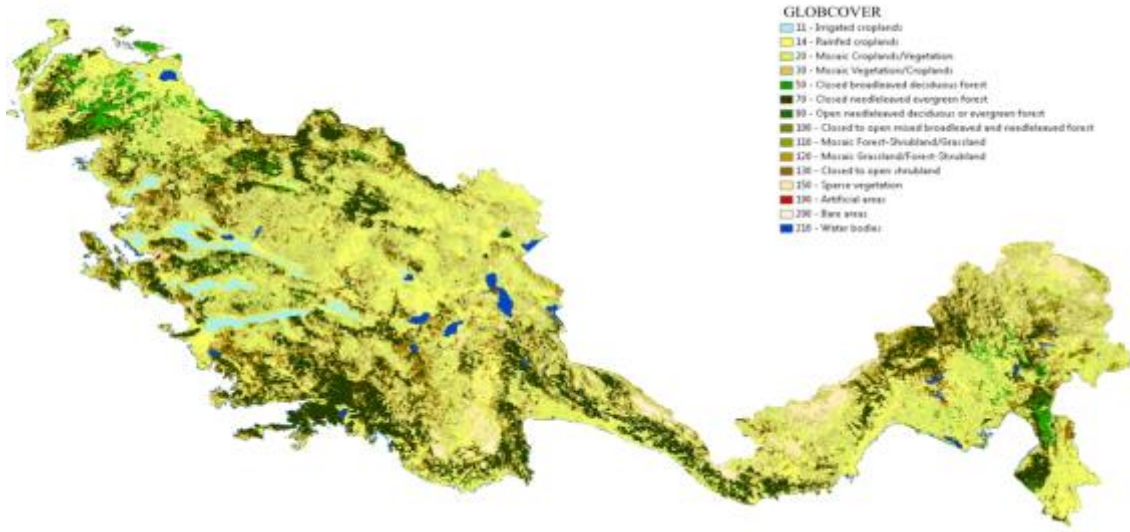
Şekil 2. 12: NDVI değişkeninin çalışma alanındaki dağılımını gösteren CBS katmanı.

2.2.6. Arazi Kullanım Verisi

Tarım alanlarında çıkan yangınlar ile doğal alanlarda çıkan yangınları ayırabilmek amacıyla Avrupa Uzay Ajansı tarafından üretilen 2009 yılına ait *Globcover* arazi kullanımı veri seti (Tablo 2.2) kullanılmıştır (ESA, 2010). Veri seti indirildikten sonra çalışma alanı sınırlarına uygun şekilde kesilmiştir. Ardından nokta şeklindeki shapefile dosyasına çekilmiştir (Şekil 2.13).

Tablo 2. 2: GlobCover verisine ait sınıf kodları ve açıklamaları.

GlobCover kodu	Açıklama
11	Sulu tarım
14	Kuru tarım
20	Tarım (% 50-70) / vejetasyon (% 20-50) mozaïği
30	Vejetasyon (% 50-70) / tarım (% 20-50) mozaïği
50	Kapalı geniş yaprak (>40%) döken orman (<5m)
70	Kapalı iğne yapraklı (>40%) herdemyeşil orman (<5m)
100	Kapalıdan ya da açık (>15%) karışık geniş yapraklı ve iğne yapraklı orman (>5m)
110	Orman veya çalılık (% 50-70) / çayır (% 20-50) mozaïği
120	Çayır (% 50-70) / orman veya çalılık (% 20-50) mozaïği
130	Kapalı ya da açık (>%15) (geniş yapraklı veya iğne yapraklı, herdemyeşil veya yaprak döken) çalılık (<5m)
150	Zayıf vejetasyon (>%15)
190	Yapay yüzeyler (Yerleşim alanları >50%)
200	Açık alanlar
210	Su yüzeyler



Şekil 2. 13 Arazi kullanımı verisinin çalışma alanındaki dağılımını gösteren CBS katmanı.

2.3. Yangın Verisinin Düzenlenmesi

Yangın aktivitesi analizlerine başlamadan önce NASA'dan alınan uydu yangın verisinde bazı düzenlemeler yapılmıştır. İlk olarak işlenmemiş, bilinmeyen, bulut ya da su temsil eden hücreler “veri yok” (NA) olarak düzenlenmiştir. Düşük, orta ve yüksek güvenilirlik seviyesine sahip üç tip yangın “var” verisi tek düzeye indirgenmiş ve “1” (var verisi) olarak kabul edilmiştir. Yangın olmayan kara verisi de “0” (yok verisi) olarak düzenlenmiştir.

Daha sonra, yıllar içerisinde her hücredeki yangın, yangın olmayan kara ve NA değeri içeren hücre sayısı hesaplanmıştır. Böylece çalışma alanındaki her hücrede bir yıl içerisinde kaç adet yangın çıktığı, kaç adet NA değeri olduğu ve kaç adet yangın olmayan kara verisi olduğu ortaya çıkmıştır. Daha sonra bu yıllık toplamlardan 15 yıllık bir genel toplam elde edilmiştir. Bu genel toplamdan buradan sonra NASA yangın veri seti olarak bahsedilecektir. Bu haliyle veri seti analizler için hazır hale getirilmiştir. Binom analiz için bu sayım verisi var/yok şeklinde ikili veriye dönüştürülmüştür. Bunun için sadece 1 ve 0 verisinden oluşan bir sütun daha oluşturulmuştur. Eğer bir hücre 15 yıl içerisinde en az bir yangın geçirmiş ise var/yok sütununda ilgili hücreye 1 değeri atanmış, aksi durumda o hücre 0 değerini almıştır.

Veri setindeki bir hücrede bulunan NA değeri sayısı, 15 yıl içerisinde 175'den fazla

(verinin yaklaşık %25'ini oluşturuyor) ise, o hücreler analizlerin dışında tutulmuştur. Bunun yanında, farklı kaynaklardan elde edilen verilerde, katmanlar üst üste yerleştirildiğinde, genellikle kara hücreleri ve su kaynaklarının birleşme noktalarında ortaya çıkan problemler nedeniyle (uydu yangın katmanındaki hücrenin iklim katmanında karşılığının olmaması) bazı hücreler analizlerden çıkartılmıştır.

Çalışmadaki tüm veri düzenlemeleri ve analizleri R programında (versiyon 3.3.1) yapılmıştır (R Core Team, 2016).

2.4. Veri Setleri

Çalışmada beş farklı veri seti kullanılmıştır (Tablo 2.3). Bunun nedeni doğal alanlarda çıkan yangınları, tarım alanlarında çıkan yangınlardan ayrı şekilde incelenmek ve tarım alanlarındaki yangınların çalışmanın sonuçlarını nasıl etkilediğinin belirlenmek istenmesidir. *Veri seti 1*'den sadece yerleşim alanları ve su yüzeyleri çıkarılmıştır. *Veri seti 2*'de tarım arazilerinin sonuçlara etkisini görebilmek adına sulu tarım, kuru tarım ve tarım/vejetasyon mozaïği olarak gruplandırılmış sınıflar çıkarılmıştır. *Veri seti 3*'te vejetasyon/tarım mozaïği olarak sınıflandırılmış, yani bir hücrede %50'den az tarım alanı içeren grup da çıkarılmış ve böylece *veri seti 3* sadece doğal alanları içerir hale getirilmiştir. Bu veri seti çalışmada kullanılacak ana veri seti olarak seçilmiştir. *Veri seti 4* en az %20 oranında tarım alanı içeren hücrelerden oluşurken, *veri seti 5* sadece tarım alanı olarak (%100 oranında) sınıflandırılmış grupları içermektedir.

Tablo 2.3: Çalışmada oluşturulan farklı veri setlerinin içerikleri.

Veri seti	İçerdiği arazi kullanımı sınıfları
<i>Veri seti 1</i>	11 + 14 + 20 + 30 + 50 + 70 + 100 + 110 + 120 + 130 + 150 + 200
<i>Veri seti 2</i>	30 + 50 + 70 + 100 + 110 + 120 + 130 + 150 + 200
<i>Veri seti 3</i>	50 + 70 + 100 + 110 + 120 + 130 + 150 + 200
<i>Veri seti 4</i>	11 + 14 + 20 + 30
<i>Veri seti 5</i>	11 + 14

2.5. İstatistiksel Analizler

2.5.1. Bağımsız Değişkenler Arasındaki Korelasyon

Çalışmada kullanılan değişkenler arasındaki korelasyon *Hmisc* paketindeki “*cor*” fonksiyonu kullanılmıştır (Harrell et al., 2006). Korelasyon yöntemi olarak Pearson metodu seçilmiştir. Yapılan korelasyon analizlerinin görselleştirilmesi ise *corrplot* paketiyle

yapılmıştır (Wei and Simko, 2016).

2.5.2. Analiz Yönteminin Seçilmesi

NASA yangın veri seti, yangın aktivitesi içermeyen 220.000, yangın aktivitesi içeren 16.000 olmak üzere toplamda 236.000 satırlık bir veridir. Toplam 220.000 sıfır verisinden de anlaşılacağı üzere veri setini normal dağılım göstermemektedir. Ayrıca Poisson dağılımına uyuyormuş gibi gözükse de Poisson dağılımından beklenen sıfır değerinden çok daha fazla sıfır içerdiği görülmüştür. Bu şekilde aşırı sıfır içeren veriler “*sıfır yığılmalı veri*” olarak adlandırılmakla birlikte, genelleştirilmiş doğrusal model (GLM) uygulamaları yapılırken özelleşmiş analizler gerektirebilmektedir (Barry et al., 2002; Sileshi et al., 2009; Brown et al., 2015).

Bu tez çalışmasında analiz yöntemi olarak sırasıyla Poisson, negatif binom, sıfır yığılmalı Poisson ve sıfır yığılmalı negatif binom GLM denenmiştir. Toplam 15 yıllık sayım verisi üzerinden yapılan bu analizlere ek olarak var/yok verisi üzerinden binom GLM de kullanılmıştır. Poisson, negatif binom ve sıfır yığılmalı Poisson modellerinin veri setindeki sıfırlar ve aşırı yayılım (*overdispersion*) ile başa çıkamadığı görülmüştür. Binom ve sıfır yığılmalı negatif binom modellerin ise sorunsuz bir şekilde, benzer sonuçlar vererek verideki sıfır yığılmasının üstesinden gelebildiği tespit edilmiştir. Sıfır yığılmalı negatif binom GLM modellemesi karmaşık ve uygulanması görece zor bir modelleme yöntemi olduğu için benzer sonuçları veren ancak daha basit yapıya sahip binom dağılımına dayalı GLM modellemesi çalışmada ileri analizler için kullanılacak istatistiksel yöntem olarak seçilmiştir.

Veri setinin büyüklüğünden dolayı çalıştırılan tüm modellerin p değeri 0,05'ten küçük çıkmaktadır (çoğu durumda $p < 0,0001$). Böyle bir durumda, bir bağımlı değişken bağımsız değişkeni ekolojik olarak göz ardı edilebilecek miktarda açıklıyor olsa da, çok yüksek bir istatistiksel anlamlılık düzeyi elde edilebilmektedir. Bu nedenle, istatistik literatüründe önerildiği üzere (Wasserstein and Lazar, 2016; Gür, 2016), çalışma bulgularının yorumlanması sırasında p değeri üzerinden yorum yapmanın hatalı olacağı kararı verilmiştir. Bu nedenle, modellerin değerlendirilmesinde, değişkenlerin yangın aktivitesindeki sapmayı (“*deviance*”) açıklama oranları dikkate alınmıştır (benzer istatistiksel yaklaşımlar için bkz. Zeileis et al., 2007; Bahn et al., 2008; Sileshi et al., 2009; Loeys et al., 2012). Açıklanan sapma miktarı R^2 değeriyle benzerlik taşımaktadır (Guisan

and Zimmerman, 2000).

Bütün bağımsız değişkenler önce tek başlarına GLM modelleri ile denenmiş ve değişkenlerin tek başına yangın aktivitesindeki sapmayı açıklama oranları bulunmuştur. Tek tek yapılan incelemelerden sonra nihai model araştırmasına başlanmıştır. Açıklanan sapma değeri yüksek olan değişkenler, korelasyon matrisi göz önünde bulundurularak çeşitli kombinasyonlar denenerek sistematik bir şekilde modellere konmuştur. Bu modeller değerlendirilirken asıl ölçüt sapmayı açıklama oranları (%) olmuştur ve *AIC* (Akaike ölçütü; *Akaike information criterion*) ve *p* değerleri ikinci planda ele alınmıştır.

Modellerin açıkladıkları sapma miktarı binom modelde “*anova*” kodu kullanılarak bulunmuştur. Sıfır yığılmalı negatif binom modellerde ise bu fonksiyonun uygulanması mümkün olmadığı için sapma, “ $-2 \times \text{Log-likelihood}$ ” formülü kullanılarak hesaplanmıştır.

Sıfır yığılmalı negatif binom modeller *pscl* paketi kullanılarak çalıştırılmıştır (Jackman et al., 2015).

2.5.3. Nihai Modelin Elde Edilmesi

Bağımsız değişkenlerin yangın aktivitesi üzerindeki görece katkıyı görebilmek amacıyla yangın aktivitesindeki sapmayı yüksek oranda açıklayan değişkenler sistematik bir şekilde modellerde denenmiştir. Nihai modelin temel amacı değişkenlerin yangın aktivitesini açıklamadaki görece katkılarını görmek olduğu için, her ne kadar açıklanan sapmaya katkıları modele ilk olarak eklenen değişkenler kadar yüksek olmasa da, antropojen ve coğrafi değişkenler de modele eklenerek nihai bir model elde edilmiştir.

2.5.4. Denizden Yüksekliğin Yangın Aktivitesine Etkisi

Literatürde yer alan denizden yüksekliğin yangın aktivitesi üzerindeki önemli bulgular, çalışmada yangın aktivitesini yönlendiren faktörlerin denizden yüksekliği dikkate alarak da incelenmesini gerektirmiştir.

Bu analizler ilk olarak çalışma alanının 100 metrelik sınıflara bölünmesiyle başlamıştır. Yüz metrelik yükseklik sınıflarından yüksekte basamaklarını elde etmek amacıyla uygulanmış olan hiyerarşik kümeleme analizi için, önce “*dist*” koduyla uzaklık matrisi oluşturulmuş ve ardından “*hclust*” kodu sayesinde hiyerarşik kümeleme analizi yapılmıştır.

Hiyerarşik kümeleme analizinden elde edilen sonuçlara göre *veri seti 3*'te çeşitli yükselti basamakları oluşturulmuş ve modeller teker teker bu basamaklarda çalıştırılmıştır.

3. Bulgular

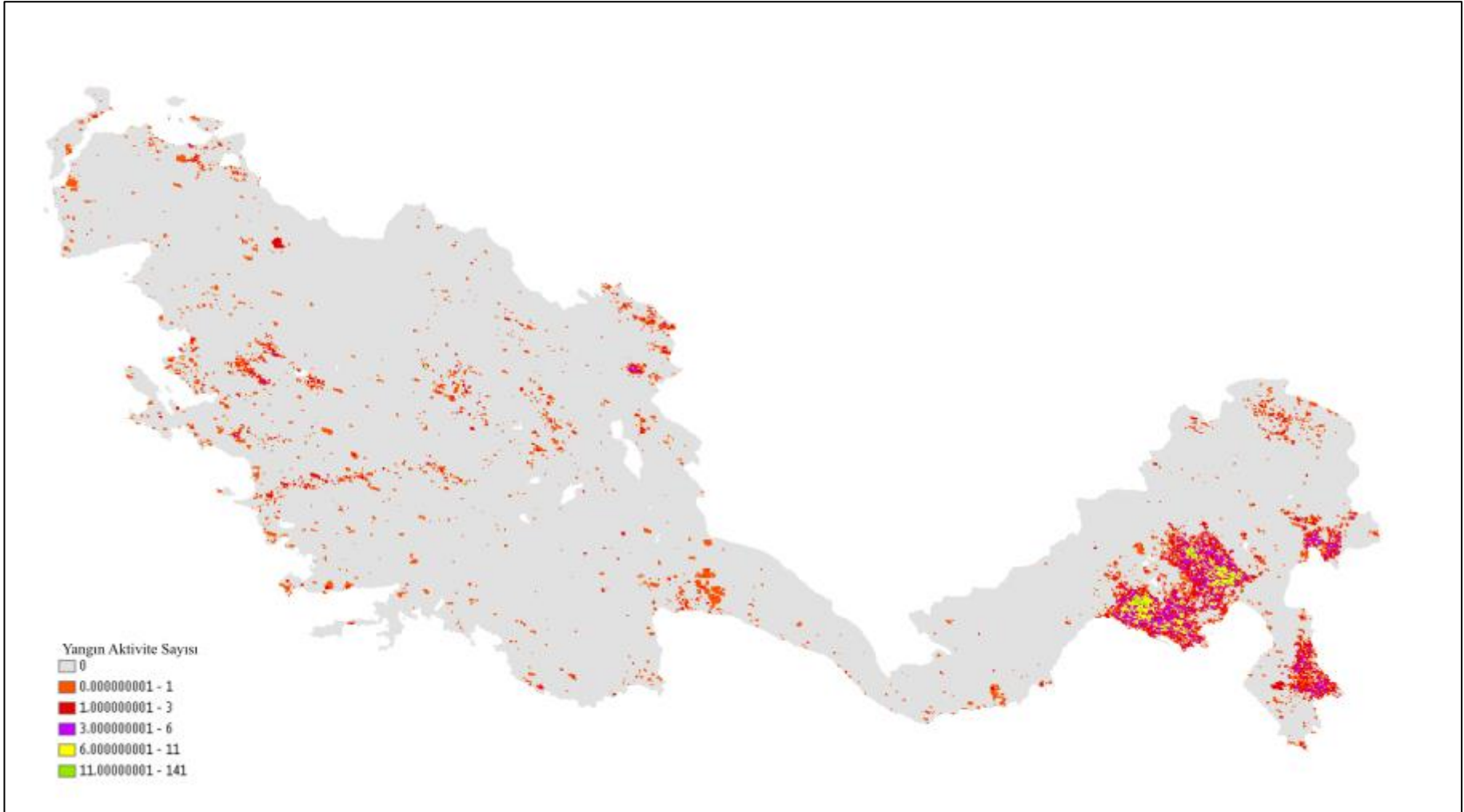
3.1. Yangın Aktivitesi

Çalışma alanında 2000-2015 yılları süresince NASA'nın Terra uydusu tarafından 17.168 adet yangın aktivitesi tespit edilmiştir. Çalışma alanında yaklaşık 1 km² büyüklüğünde toplam 231.985 adet hücre yer almaktadır. Bu hücreler arasında 9.641 tanesi sadece bir yangın aktivitesi içermektedir. Çalışma alanındaki tüm yangın kayıtlarını içeren *veri seti 1* dikkate alındığında yangın aktivitesinin, hem yangın aktivitesi içeren hücre sayısı hem de bir hücredeki toplam yangın aktivitesi sayısı bakımından, Doğu Akdeniz Bölümü'nde yer alan Adana ve Hatay illerinde yoğunlaştığı görülmüştür (Şekil 3.1).

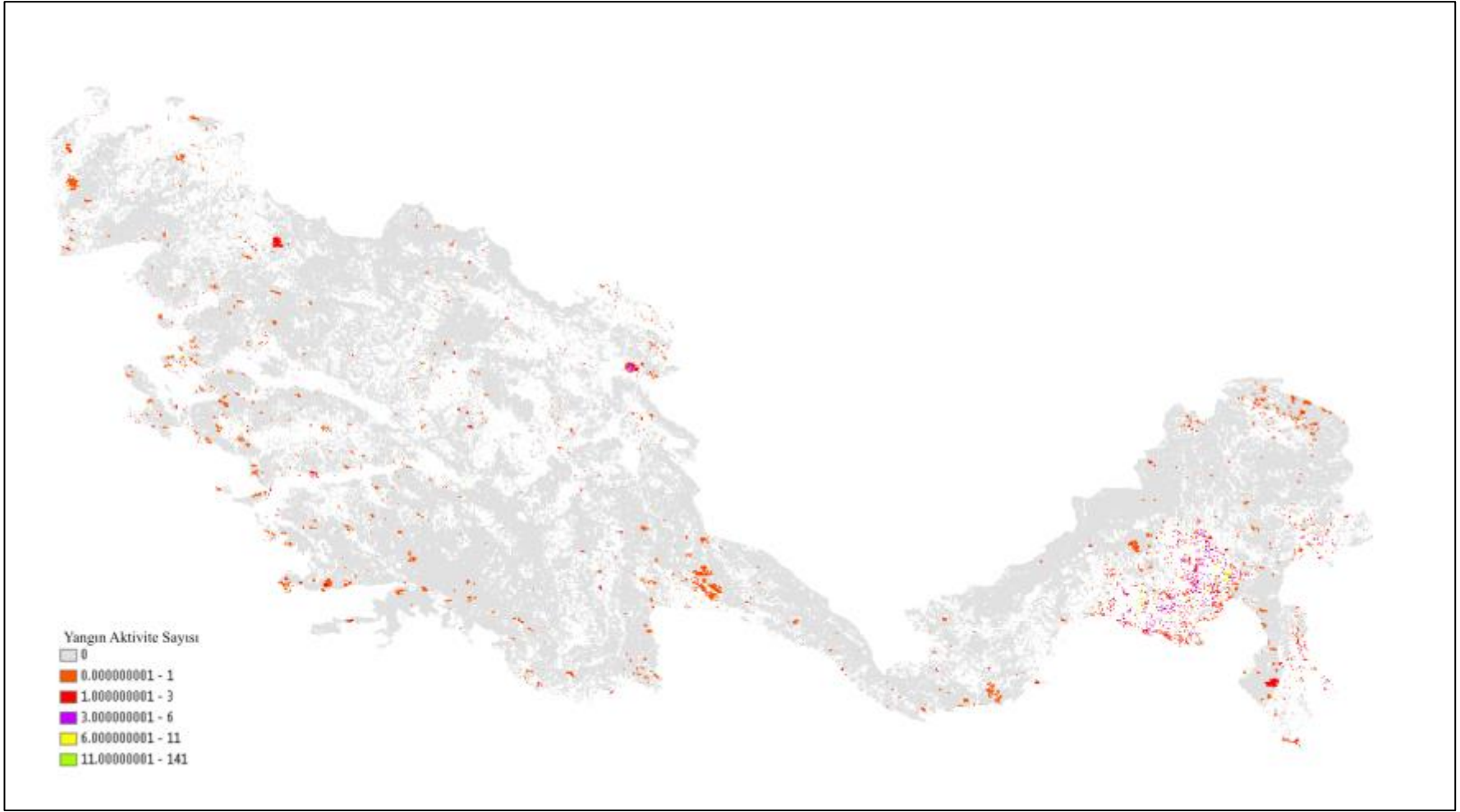
Tarım alanlarında çıkan yangınların, veri setinde doğal alanlarda çıkan yangınların etkisini baskılamasını engellemek amacıyla oluşturulan *veri seti 2* dikkate alındığında, çalışma alanının tümünde yangın aktivitesinde büyük bir düşüş olduğu görülmüştür. Bu düşüşün özellikle Adana ve Hatay illerinde gerçekleştiği gözlenmiştir (Şekil 3.2).

Yöntem kısmında belirtildiği gibi çalışmada kullanılacak asıl veri seti olarak seçilen *veri seti 3* dikkate alındığında ise, özellikle Adana bölgesinin yangın aktivitesinde *veri seti 2*'ye göre bir miktar daha azalmanın gerçekleştiği görülmüştür (Şekil 3.3). Bu veri setinde toplamda 88.232 adet hücre bulunmaktadır ve bu hücrelerden 2.143 tanesi sadece bir yangın aktivitesi içerirken, toplamda 3.234 adet hücre yangın aktivitesi içermektedir. *Veri seti 3* dikkate alındığında, yangın aktivitesinin yoğunlaştığı yerler Ege Bölgesinin kuzeyinde Çanakkale, güneyinde Muğla, Akdeniz Bölgesi'nde ise Antalya ve Hatay illeri olarak görülmektedir (Şekil 3.3).

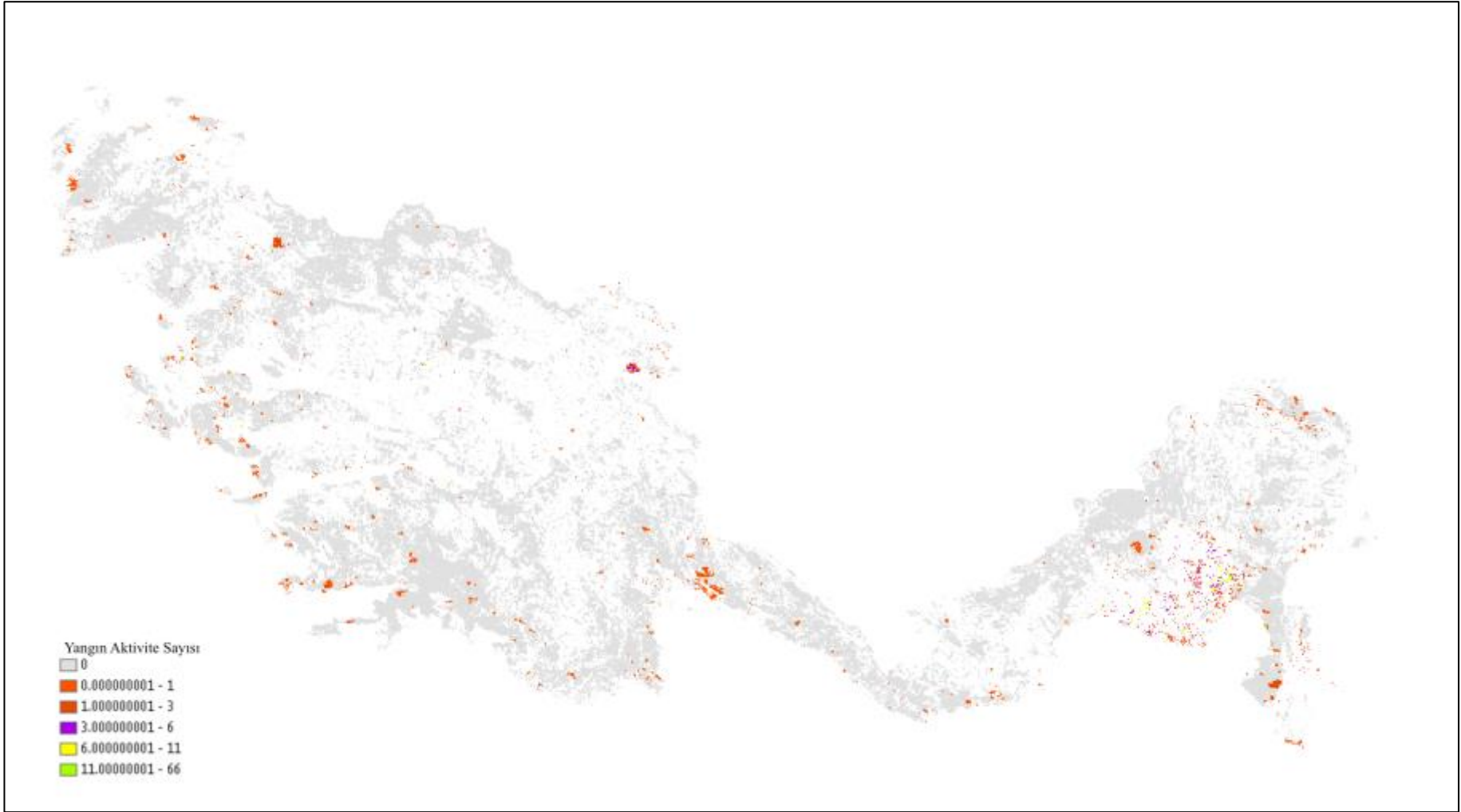
İçerisinde tarım alanı barındıran hücreleri içeren *veri seti 4* dikkate alındığında, Adana ve Hatay yangın aktivitesinin yoğunlaştığı iller olarak ön plana çıkmıştır (Şekil 3.4). Sadece tarım alanlarının bulunduğu *veri seti 5* dikkate alındığında ise *veri seti 4*'de yoğun yangın aktivitesi gözlenen Adana ve Hatay illerine ek olarak Ege bölgesindeki ana nehirlerin civarlarında bir yoğunlaşma tespit edilmiştir (Şekil 3.5).



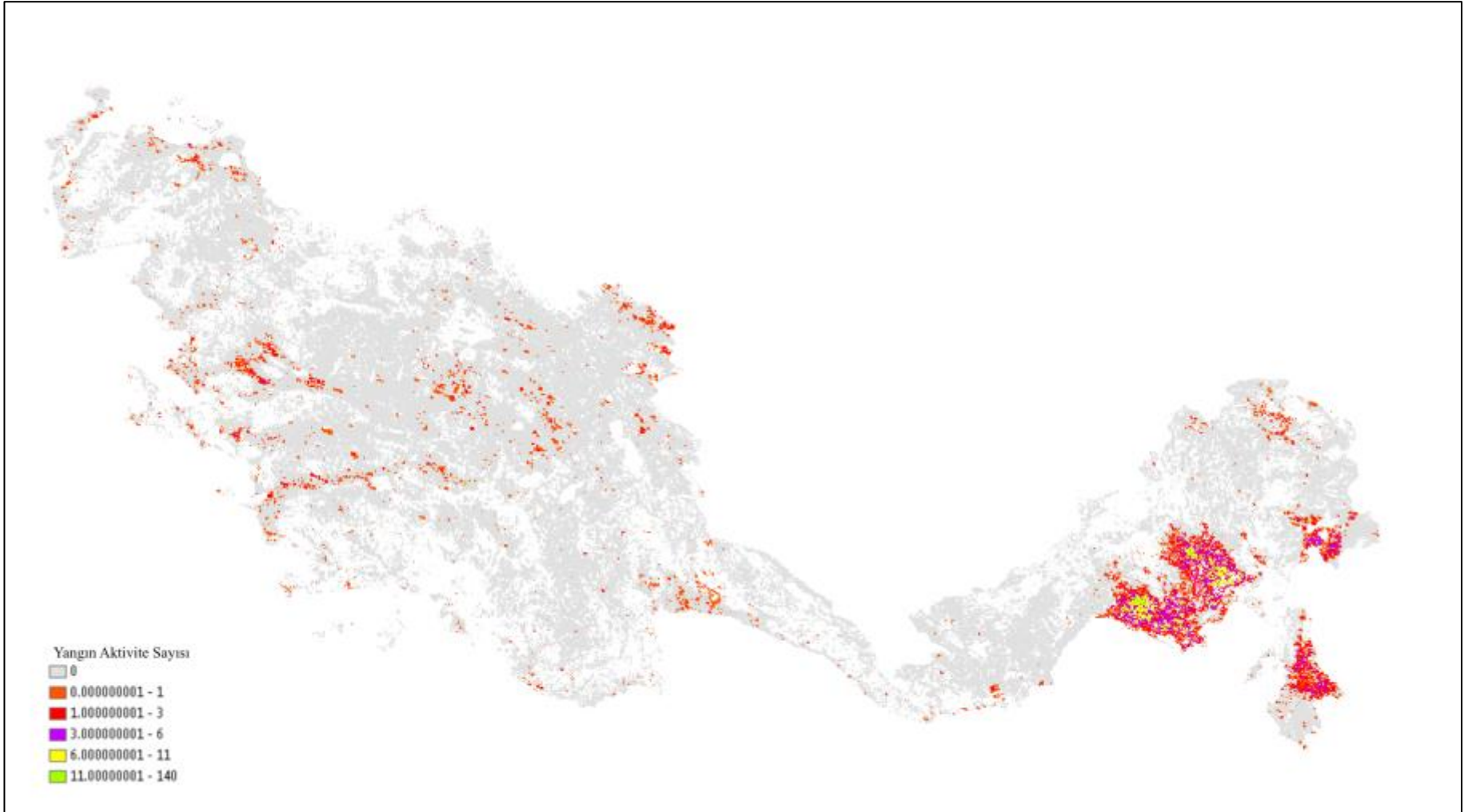
Şekil 3.1: *Veri seti 1*'in yangın aktivite haritası. Haritadaki farklı renkler ve göstergedeki değerler bir hücrede ($\sim 1 \text{ km}^2$) 2000-2015 yılları arasında gerçekleşen toplam yangın aktivite sayısını belirtmektedir.



Şekil 3.2: *Veri seti 2*'nin yangın aktivite haritası. Haritadaki farklı renkler ve göstergedeki değerler bir hücrede ($\sim 1 \text{ km}^2$) 2000-2015 yılları arasında gerçekleşen toplam yangın aktivite sayısını belirtmektedir.



Şekil 3.3: *Veri seti 3*'ün yangın aktivite haritası. Haritadaki farklı renkler ve göstergedeki değerler bir hücrede ($\sim 1 \text{ km}^2$) 2000-2015 yılları arasında gerçekleşen toplam yangın aktivite sayısını belirtmektedir.



Şekil 3.4: Veri seti 4'ün yangın aktivite haritası. Haritadaki farklı renkler ve göstergedeki değerler bir hücrede ($\sim 1 \text{ km}^2$) 2000-2015 yılları arasında gerçekleşen toplam yangın aktivite sayısını belirtmektedir.



Şekil 3. 5: Veri seti 5'in yangın aktivite haritası. Haritadaki farklı renkler ve göstergedeki değerler bir hücrede ($\sim 1 \text{ km}^2$) 2000-2015 yılları arasında gerçekleşen toplam yangın aktivite sayısını belirtmektedir.

3.2. Yangın Aktivitesinin Değişkenlerle İlişkisi

Farklı veri setlerinde, antropojen, vejetasyon, coğrafi ve iklimsel değişkenlerin, binom ve sıfır yığılmalı negatif binom dağılımlarına dayanan genelleştirilmiş doğrusal modellerde yangın aktivitesindeki sapmanın ne kadarını (%) açıkladığı aşağıdaki bölümlerde sunulmuştur.

3.2.1. Veri Seti 1

Tüm çalışma alanını içeren *veri seti 1*'in sonuçları Tablo 3.1'de verilmiştir. BIOCLIM değişkenleri arasından yangın aktivitesini en yüksek seviyede açıklayanı, % 19,4 ile BIO9 (en kurak çeyreğin ortalama sıcaklığı) ve BIO10 (en sıcak çeyreğin ortalama sıcaklığı); ayrıca % 19,2 ile BIO1 (yıllık ortalama sıcaklık) olarak bulunmuştur. Bu üç değişkenle yangın aktivitesi arasındaki ilişkinin yönü pozitifdir. İklimsel değişkenler arasında yer alan aylık potansiyel evapotranspirasyonda (PET) en yüksek açıklama oranı % 19,4 ile Kasım ayına ait olurken, ilişkinin yönü pozitifdir. Yıllık potansiyel evapotranspirasyon değişkeninin yangın aktivitesini açıklama oranı % 11,0 olurken yangın aktivitesiyle pozitif yönde bir ilişki göstermiştir. Kuraklık indisi ise % 0,8 oranında açıklama verirken ilişki yönü negatif olmuştur.

NDVI değerleri arasında en yüksek açıklama oranı % 5,2 ile Aralık ayında görülmüştür. Aralık ayı NDVI değeri ile yangın aktivitesi arasında negatif yönlü bir ilişki görülmüştür. Coğrafi değişkenler arasında yangın aktivitesini en yüksek açıklayanlar % 14,9 ile denizden yükseklik ve % 11,7 ile eğim olarak bulunmuştur. Bu iki değişkenin yangın aktivitesiyle arasındaki ilişkinin yönü negatiftir. Antropojen değişkenler arasında en yüksek açıklama oranı % 8,8 ile nüfus büyüklüğü olurken, İnsan Etkisi İndisi yangın aktivitesi verisindeki sapmanın % 2,8'lik kısmını açıklamıştır. İki antropojen değişken de yangın aktivitesiyle pozitif yönde bir ilişki göstermiştir.

Tablo 3. 1: *Veri seti I'*de, antropojen, vejetasyon, coğrafi ve iklimsel değişkenlerin, binom (B) ve sıfır yığılmalı negatif binom (ZINB) dağılımlarına dayanan genelleştirilmiş doğrusal modellerde (GLM) yangın aktivitesindeki sapmayı açıklama miktarı (%).

Değişken	B	ZINB	Değişken	B	ZINB
	İklimsel			Antropojen	
BIO1	19,23	14,68	HII	2,81	2,37
BIO2	0,65	0,44	Nüfus	8,76	6,76
BIO3	0,68	0,73	Yol	0,11	0,15
BIO4	1,46	1,03	Hayvancılık	1,35	0,85
BIO5	12,71	9,38	Tarım	4,13	-
BIO6	13,22	9,93		Coğrafi	
BIO7	2,22	1,57	Eğim	11,7	8,96
BIO8	15,81	11,97	Bakı	0,05	0,12
BIO9	19,35	14,54	Engebililik	7,85	5,49
BIO10	19,38	14,56	Güneş ışınımı	9,70	8,23
BIO11	15,37	11,76	Denizden yükseklik	14,81	11,37
BIO12	0,46	0,69		Vejetasyon / Produktivite	
BIO13	0,33	0,59			
BIO14	2,62	1,79	NDVI1	0,48	2,86
BIO15	0,74	0,66	NDVI2	0,68	1,22
BIO16	0,39	0,71	NDVI3	0,71	1,04
BIO17	1,39	1,07	NDVI4	0,17	0,74
BIO18	3,60	2,47	NDVI5	0,04	0,10
BIO19	0,38	0,59	NDVI6	0	0,57
Kuraklık indisi	0,77	0,60	NDVI7	0,46	1,31
PET - yıllık	10,88	8,17	NDVI8	0,17	0,50
PET1	15,91	12,82	NDVI9	0,16	0,16
PET2	17,37	13,78	NDVI10	2,40	2,40
PET3	18,23	14,44	NDVI11	4,40	4,16
PET4	17,25	13,32	NDVI12	5,15	4,81
PET5	10,40	7,68			
PET6	3,39	2,13			
PET7	0,25	0,12			
PET8	0,66	0,28			
PET9	9,54	6,92			
PET10	19,13	14,87			
PET11	19,39	15,41			
PET12	16,93	13,49			

3.2.2. Veri Seti 2

GLOBCOVER verisinde sulu tarım, kuru tarım ve tarım/vejetasyon mozaïği olarak sınıflandırılmış hücrelerin çıkartıldığı veri seti (*veri seti 2*) kullanılarak yapılan analizlerde *veri seti 1*'den farklı sonuçlar elde edilmiştir (Tablo 3.2). En belirgin değişim neredeyse bütün değişkenlerin açıkladığı sapma oranında yaşanan düşüşlerdir.

Daha ayrıntılı incelendiğinde BIOCLIM değişkenleri arasında en yüksek açıklama oranı % 14,4 ile yine BIO8'e (en yağışlı dönemin ortalama sıcaklığı) ait olup, BIO1'in (yıllık ortalama sıcaklık) % 13,6 ile ikinci sıraya yükseldiğini görülmüştür. Üçüncü sırada ise % 12,8 ile BIO9 (en kurak çeyreğin ortalama sıcaklığı) yer almıştır. Bu üç değişkenle yangın aktivitesi arasındaki ilişkinin yönü pozitifdir. Aylık potansiyel evapotranspirasyonda en yüksek oran % 12,8 ile yine Kasım ayı olurken, ilişkinin yönü pozitifdir. Yıllık potansiyel evapotranspirasyon değişkenin açıkladığı sapma oranı % 6,7 olurken yangın aktivitesiyle pozitif yönde bir ilişki göstermiştir. Kuraklık indisi % 0,2 açıklama oranı verirken ilişki yönü negatif olmuştur.

NDVI değişkeninde en yüksek sapmayı açıklama oranı % 1,38 ile yine Aralık ayına ait olmuştur. Aralık ayı NDVI değeri ile yangın aktivitesi arasında negatif yönlü bir ilişki görülmüştür. Coğrafi değişkenler arasında en yüksek oranlar denizden yükseklik (%11,8) ve güneş ışıınımı (%6,8) olmuştur. Bu iki değişkenin yangın aktivitesiyle arasındaki ilişkinin yönü negatifdir. Antropojen değişkenlerden en yüksek sapmayı açıklama değeri % 5,3 ile yine nüfus büyüklüğü olurken, İnsan Etkisi İndisi % 3,3'lük oran vermiştir. İki antropojen değişken de yangın aktivitesiyle pozitif yönde bir ilişki göstermiştir.

Tablo 3. 2: *Veri seti 2'*de, antropojen, vejetasyon, coğrafi ve iklimsel değişkenlerin, binom (B) ve sıfır yığılmalı negatif binom(ZINB) dağılımlarına dayanan genelleştirilmiş doğrusal modellerde (GLM) yangın aktivitesindeki sapmayı açıklama miktarı (%).

Değişken	B	ZINB	Değişken	B	ZINB
	İklimsel			Antropojen	
BIO1	13,55	10,96	HII	3,28	2,78
BIO2	1,07	0,59	Nüfus	5,26	4,67
BIO3	0,51	0,81	Yol	0,51	0,70
BIO4	2,58	1,75	Hayvancılık	0,98	0,66
BIO5	8,46	7,37			
BIO6	10,11	7,89		Coğrafi	
BIO7	2,73	1,80	Eğim	5,27	5,04
BIO8	14,42	11,41	Bakı	0,01	0,23
BIO9	12,83	10,56	Engebelilik	3,61	3,26
BIO10	12,69	10,44	Güneş ışıması	6,75	6,22
BIO11	11,39	9,11	Denizden yükseklik	11,81	9,69
BIO12	0,66	0,42			
BIO13	0,68	0,67		Vejetasyon / Produktivite	
BIO14	0,68	0,67	NDVI1	0,52	2,14
BIO15	1,17	1,03	NDVI2	0,37	1,34
BIO16	0,77	0,73	NDVI3	0,40	1,37
BIO17	1,53	1,35	NDVI4	0,18	1,41
BIO18	3,38	2,55	NDVI5	0	0,13
BIO19	0,71	0,62	NDVI6	0,17	0,11
Kuraklık indisi	0,23	0,41	NDVI7	0,02	0,11
PET - yıllık	6,73	6,09	NDVI8	0,12	0,14
PET1	11,24	9,47	NDVI9	0,38	0,66
PET2	11,78	9,92	NDVI10	0,92	2,38
PET3	11,59	10,00	NDVI11	1,27	3,25
PET4	10,71	9,56	NDVI12	1,38	3,41
PET5	6,16	5,79			
PET6	2,19	1,81			
PET7	0,20	0,07			
PET8	0,38	0,18			
PET9	5,10	4,52			
PET10	11,69	9,86			
PET11	12,79	10,76			
PET12	12,00	10,01			

3.2.3. Veri Seti 3

Sadece doğal alanların yer aldığı *veri seti 3*'e ait sonuçlar Tablo 3.1'de verilmiştir. BIOCLIM değişkenleri arasında en yüksek sapmayı açıklama oranı % 13,6 ile BIO8 (en yağışlı çeyreğin ortalama sıcaklığı) olurken, ikinci sırada % 12,3 ile BIO1 (yıllık ortalama sıcaklık), üçüncü sırada ise % 11,4 BIO10 (en sıcak çeyreğin ortalama sıcaklığı) yer almıştır. Bu üç değişkenle yangın aktivitesi arasındaki ilişkinin yönü pozitifdir. Aylık potansiyel evapotranspirasyonda en yüksek sapma % 11,1 ile Kasım ayınca açıklanırken, ilişkinin yönü pozitifdir. Yıllık potansiyel evapotranspirasyonun açıklama oranı % 5,5 olurken, yangın aktivitesiyle pozitif yönde bir ilişki göstermiştir. Kuraklık indisi ise % 0,2 açıklama oranı verirken, ilişki yönü negatif olmuştur.

NDVI değişkeni içinde en yüksek sapma açıklama oranı yine % 2,2 ile Aralık ayına ait olmuştur. Aralık ayı NDVI değeri ile yangın aktivitesi arasında negatif yönlü bir ilişki görülmüştür. NDVI değişkeni, sıfır yığılmalı negatif binom modelde binom modele göre iki kat daha fazla yüksek açıklama oranı vermiştir. Coğrafi değişkenler arasında en yüksek orana sahip değişkenler olarak denizden yükseklik % 11,6 ve eğim % 4,6 sapma açıklama oranı vermiştir. Bu iki değişkenin yangın aktivitesiyle arasındaki ilişkinin yönü negatifdir. Antropojen değişkenler arasında en yüksek oran % 4,0 ile nüfus büyüklüğüne ait olurken, İnsan Etkisi İndisi % 3,1 sapma açıklama oranı vermiştir. İki antropojen değişken de yangın aktivitesiyle pozitif yönde bir ilişki göstermiştir.

Tablo 3. 3: *Veri seti 3'*te, antropojen, vejetasyon, coğrafi ve iklimsel değişkenlerin, binom (B) ve sıfır yığılmalı negatif binom (ZINB) dağılımlarına dayanan genelleştirilmiş doğrusal modellerde (GLM) yangın aktivitesindeki sapmayı açıklama miktarı (%).

Değişken	B	ZINB	Değişken	B	ZINB
	İklimsel			Antropojen	
BIO1	12,34	10,19	HII	3,14	2,58
BIO2	1,11	0,63	Nüfus	4,00	3,95
BIO3	0,37	0,78	Yol	0,32	0,50
BIO4	2,62	2,00	Hayvancılık	0,94	0,63
BIO5	6,92	6,21			
BIO6	9,37	7,43		Coğrafi	
BIO7	2,79	1,94	Eğim	4,55	4,96
BIO8	13,62	11,32	Bakı	0	0,20
BIO9	11,32	9,50	Engebelilik	3,19	3,15
BIO10	11,43	9,58	Güneş ışınımı	5,87	5,52
BIO11	10,67	8,71	Denizden yükseklik	11,56	9,66
BIO12	0,43	0,25			
BIO13	0,38	0,68		Vejetasyon / Produktivite	
BIO14	0,38	0,68	NDVI1	0,14	2,80
BIO15	0,64	0,95	NDVI2	0,03	2,31
BIO16	0,46	0,70	NDVI3	0,03	2,20
BIO17	0,98	1,20	NDVI4	0,01	2,20
BIO18	2,41	2,14	NDVI5	0,02	0,31
BIO19	0,42	0,59	NDVI6	0,21	0,19
Kuraklık indisi	0,27	0,52	NDVI7	0,09	0,12
PET - yıllık	5,48	5,10	NDVI8	0,34	0,43
PET1	9,92	8,65	NDVI9	0,79	1,70
PET2	10,52	9,13	NDVI10	1,45	4,10
PET3	10,28	9,14	NDVI11	1,92	5,05
PET4	9,61	8,80	NDVI12	2,15	5,18
PET5	5,34	5,21			
PET6	1,62	1,40			
PET7	0,06	0,08			
PET8	0,17	0,08			
PET9	3,83	3,52			
PET10	9,67	8,36			
PET11	11,14	9,61			
PET12	10,63	9,09			

3.2.4 Veri Seti 4

Tarım alanı barındıran hücreleri içeren *veri seti 4*'e ait sonuçlar Tablo 3.4'te verilmiştir. BIOCLIM değişkenleri arasında en yüksek sapma açıklama oranı % 21,6 ile BIO9 (en kurak çeyreğin ortalama sıcaklığı) ve % 21,5 ile BIO10 (en sıcak çeyreğin ortalama sıcaklığı) olarak bulunmuştur. Üçüncü en yüksek oran ise % 21,4 ile BIO1 (yıllık ortalama sıcaklık) olarak bulunmuştur. Bu üç değişkenle yangın aktivitesi arasındaki ilişkinin yönü pozitifdir. Aylık potansiyel evapotranspirasyon değişkeninde % 22,3 ile Kasım ayı en yüksek sapma açıklama oranını verirken, ilişkinin yönü pozitifdir. Yıllık potansiyel evapotranspirasyon % 11,9 açıklama oranı verirken, yangın aktivitesiyle pozitif yönde bir ilişki göstermiştir. Kuraklık indisi % 0,3'lük bir oranı verirken, ilişki yönü negatif olmuştur.

NDVI değişkenleri arasında en yüksek sapma açıklama oranı % 5,0 ile Aralık ayına ait olmuştur. Aralık ayı NDVI değeri ile yangın aktivitesi arasında negatif yönlü bir ilişki görülmüştür. Coğrafi değişkenler arasında en yüksek oranlar % 15,3 denizden yükseklik ve % 14,5 eğim olurken, engebellelik indeksine ait açıklama oranının % 12,0'ye yükseldiğini görülmüştür. Bu üç değişkenin de yangın aktivitesiyle arasındaki ilişkinin yönü negatiftir. Antropojen değişkenlerde nüfusun yangın aktivitesindeki sapmayı açıklama oranı % 10,5'e yükselirken ilişkinin yönü pozitif olmuştur.

Tablo 3. 4: *Veri seti 4'*te, antropojen, vejetasyon, coğrafi ve iklimsel değişkenlerin, binom (B) ve sıfır yığılmalı negatif binom (ZINB) dağılımlarına dayanan genelleştirilmiş doğrusal modellerde (GLM) yangın aktivitesindeki sapmayı açıklama miktarı (%).

Değişken	B	ZINB	Değişken	B	ZINB
	İklimsel			Antropojen	
BIO1	21,38	15,66	HII	1,72	1,57
BIO2	0,97	0,67	Nüfus	10,48	7,78
BIO3	0,65	0,71	Yol	0	0,02
BIO4	1,68	1,22	Hayvancılık	1,8	1,17
BIO5	13,65	9,70			
BIO6	14,81	10,79		Coğrafi	
BIO7	2,81	2,00	Eğim	14,54	9,76
BIO8	16,44	11,87	Bakı	0,13	0,16
BIO9	21,62	15,52	Engebelilik	10,18	-
BIO10	21,54	15,48	Güneş ışınımı	12,03	9,30
BIO11	17,17	12,66	Denizden yükseklik	15,28	11,25
BIO12	1,34	1,89			
BIO13	0,79	1,12		Vejetasyon / Produktivite	
BIO14	0,79	1,12	NDVI1	1,52	2,73
BIO15	0,96	0,79	NDVI2	2,26	1,54
BIO16	0,89	1,34	NDVI3	1,91	1,47
BIO17	1,15	0,88	NDVI4	0,50	0,74
BIO18	3,68	2,56	NDVI5	0,59	0,54
BIO19	0,89	1,33	NDVI6	0,68	1,38
Kuraklık indisi	0,30	0,50	NDVI7	3,45	3,63
PET – yıllık	11,85	8,54	NDVI8	2,35	2,15
PET1	18,57	14,29	NDVI9	0,27	0,25
PET2	19,93	15,10	NDVI10	1,37	1,06
PET3	20,78	15,62	NDVI11	3,90	2,85
PET4	18,83	13,76	NDVI12	4,98	3,63
PET5	10,78	7,66			
PET6	3,08	1,97			
PET7	0,07	0,11			
PET8	0,45	0,22			
PET9	10,87	7,57			
PET10	22,2	16,48			
PET11	22,32	16,96			
PET12	19,6	14,95			

3.2.5. Veri Seti 5

GlobCover veri setinde sulu tarım ve kuru tarım alanları olarak sınıflandırılmış hücreleri içeren *veri seti 5*'e ait sonuçlar Tablo 3.5'te verilmiştir. BIOCLIM değişkenleri arasında en yüksek sapma açıklama oranı % 12,4 ile BIO9 (en kurak çeyreğin ortalama sıcaklığı) ve BIO10 (en sıcak çeyreğin ortalama sıcaklığı) olmuştur. Bu iki değişkenle yangın aktivitesi arasındaki ilişkinin yönü pozitifdir. Aylık potansiyel evapotranspirasyon değişkeninde en yüksek açıklama oranı % 10,9 ile Mart ayı olurken, ilişkinin yönü pozitifdir. Yıllık potansiyel evapotranspirasyon % 7,5'luk oran verirken, yangın aktivitesiyle pozitif yönde bir ilişki göstermiştir. Kuraklık indisinin açıklama oranı 0 (sıfır) olmuştur.

NDVI değişkenleri arasında en yüksek değer % 4,6 ile Temmuz ayı olarak bulunmuştur. Temmuz ayı NDVI değeri ile yangın aktivitesi arasında negatif yönlü bir ilişki görülmüştür. Coğrafi değişkenlerde en yüksek sapmayı açıklama oranı % 9,1 ile eğime ait olurken ikinci sırada % 8,7 ile denizden yükseklik yer almıştır. Bu iki değişkenin yangın aktivitesiyle arasındaki ilişkinin yönü negatifdir. Antropojen değişkenlerde nüfus % 4,5 sapma açıklama oranı gösterirken, hayvancılık % 3,0'a kadar yükselmiş ve ikinci sırada yer almıştır. Nüfus büyüklüğünün yangın aktivitesiyle ilişki yönü pozitifken, hayvancılığın ilişki yönü negatif olmuştur.

Tablo 3.5: Veri seti 5'te, antropojen, vejetasyon, coğrafi ve iklimsel değişkenlerin, binom (B) ve sıfır yığılmalı negatif binom (ZINB) dağılımlarına dayanan genelleştirilmiş doğrusal modellerde (GLM) yangın aktivitesindeki sapmayı açıklama miktarı (%).

Değişken	B	ZINB	Değişken	B	ZINB
	İklimsel			Antropojen	
BIO1	11,05	9,33	HII	0,13	0,55
BIO2	0,08	0,22	Nüfus	4,48	4,25
BIO3	0,17	0,14	Yol	0,65	0,48
BIO4	0,02	-	Hayvancılık	2,92	2,04
BIO5	8,44	5,99			
BIO6	7,12	5,97		Coğrafi	
BIO7	0,43	0,59	Eğim	9,07	6,21
BIO8	6,99	6,05	Bakı	0,76	0,49
BIO9	12,35	9,77	Engebelilik	7,18	-
BIO10	12,4	9,84	Güneş ışınımı	7,36	6,06
BIO11	8,02	6,96	Denizden yükseklik	8,69	6,88
BIO12	0,61	2,16			
BIO13	0,41	1,26		Vejetasyon / Produktivite	
BIO14	0,41	1,26	NDVI1	0,88	1,80
BIO15	0,74	0,95	NDVI2	1,56	1,03
BIO16	0,44	1,49	NDVI3	1,31	0,95
BIO17	1,12	0,77	NDVI4	0,03	0,19
BIO18	2,66	1,86	NDVI5	0,04	0,35
BIO19	0,43	1,44	NDVI6	0,89	1,24
Kuraklık indisi	0,08	0,58	NDVI7	4,62	3,93
PET - yıllık	7,46	7,28	NDVI8	4,36	3,11
PET1	8,98	8,22	NDVI9	1,52	0,91
PET2	10,06	8,73	NDVI10	0,60	0,73
PET3	10,87	8,46	NDVI11	3,41	2,63
PET4	7,36	5,12	NDVI12	4,47	3,46
PET5	2,95	1,87			
PET6	0,44	0,32			
PET7	0,67	0,33			
PET8	6,24	4,41			
PET9	10,67	9,18			
PET10	10,07	9,32			
PET11	8,15	7,82			
PET12	8,15	7,82			

3.2.6. Yangın Aktivitesinin Değişkenlere Göre Dağılımı

Çalışma alanındaki yangın aktivitesinde en fazla sapmayı açıklayan BIO8 (en yağışlı çeyreğin ortalama sıcaklığı) değişkeninin büyük çoğunluğunun 0-10°C arasında dağılım gösterdiği görülmüştür (Şekil 3.6). Bu dağılımda 10°C sınırından yukarıdaki sıcaklığa sahip hücrelerin sayısı sıcaklık arttıkça düşüş göstermektedir. Bununla birlikte, BIO8 değişkeninin dağılımında yangın aktivitesinin tepe yaptığı nokta da bu düşüşün başladığı yerle kesişmektedir (Şekil 3.6). Bu durum, yangın aktivitesinin çalışma alanında görece yüksek sıcaklığa sahip hücrelerde daha fazla gerçekleştiğini ortaya koymaktadır.

NDVI değişkeninin çalışma alanında bulunan hücrelerdeki dağılım örüntüsü ise iki tepeli bir dağılım yapısı göstermektedir (Şekil 3.7). Buna göre ilk tepe noktası 2000’li, ikinci tepe noktası ise 6000’li değerlerde görülmektedir. Yangın aktivitesi bu değişkenle paralel olarak iki tepeli bir dağılım göstermekte ve tepe noktaları 2000 ve 6000’li değerlerle çakışmaktadır (Şekil 3.7). Bununla birlikte, dağılımın ilk tepesi civarında yangın aktivitesinin dağılımın ikinci tepesine oranla, ikinci tepedeki toplam hücre sayısı dikkate alındığında, daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır.

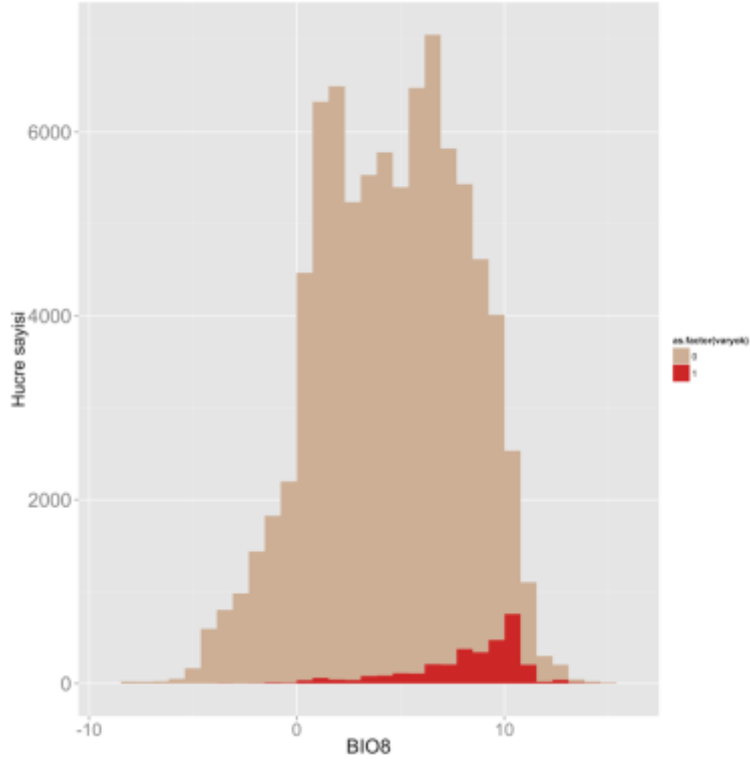
Çalışma alanındaki hücrelerin büyük çoğunluğunda yol ağının çok düşük olduğu veya hiç olmadığı ve yangın aktivitesinin de özellikle bu yerlerde toplandığı görülmüştür (Şekil 3.8).

Çalışma alanında hayvancılığın hiç yapılmadığı ve çok yüksek seviyede hayvancılık yapılan alanlar görece az iken, çalışma alanında yer alan hücrelerin büyük bir çoğunluğunda orta derecede hayvancılık faaliyeti yapıldığı görülmüştür (Şekil 3.9). Çalışma alanındaki asıl yangın aktivitesinin çok az ve orta derecede hayvancılık yapılan bölgelerde toplandığı ve çok fazla hayvancılık yapılan bölgelerde yangın aktivitesinin bir miktar daha düşük olduğu görülmüştür (Şekil 3.9).

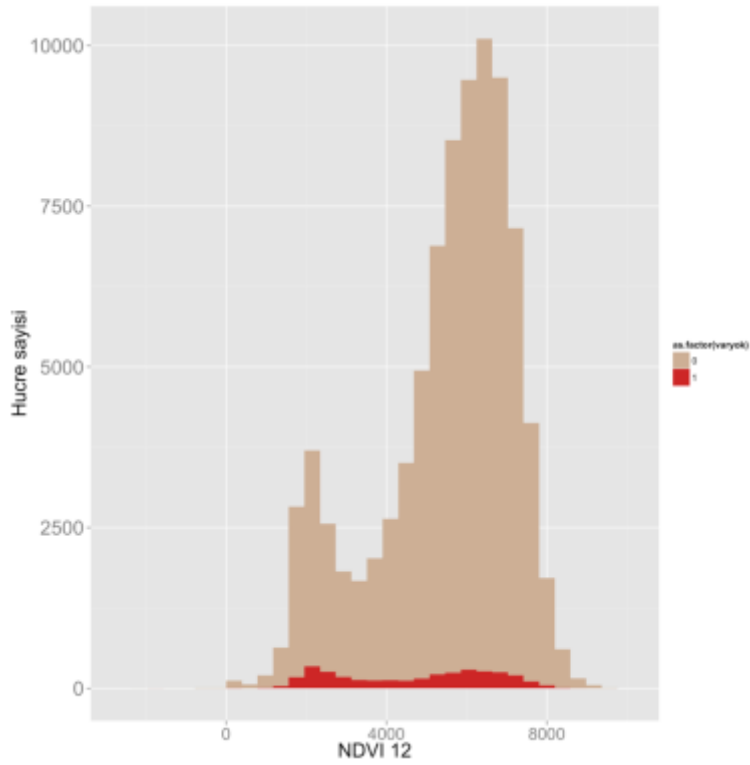
Çalışma alanının büyük kısmının çok düşük eğime sahiptir ve eğim derecesinin artmasıyla birlikte çalışma alanında o eğimde bulunan hücrelerin sayısı da azalmaktadır (Şekil 3.10). Çalışma alanında en fazla yangın aktivitesi eğimin en düşük olduğu yerlerde görülmektedir. Ayrıca, eğim değişkeninin dağılımı bakımından, çalışma alanında yangın

aktivitesi içermeyen hücrelerle yangın aktivitesi içeren hücrelerin tepe noktalarının çakışmadığı görülmüştür (Şekil 3.10).

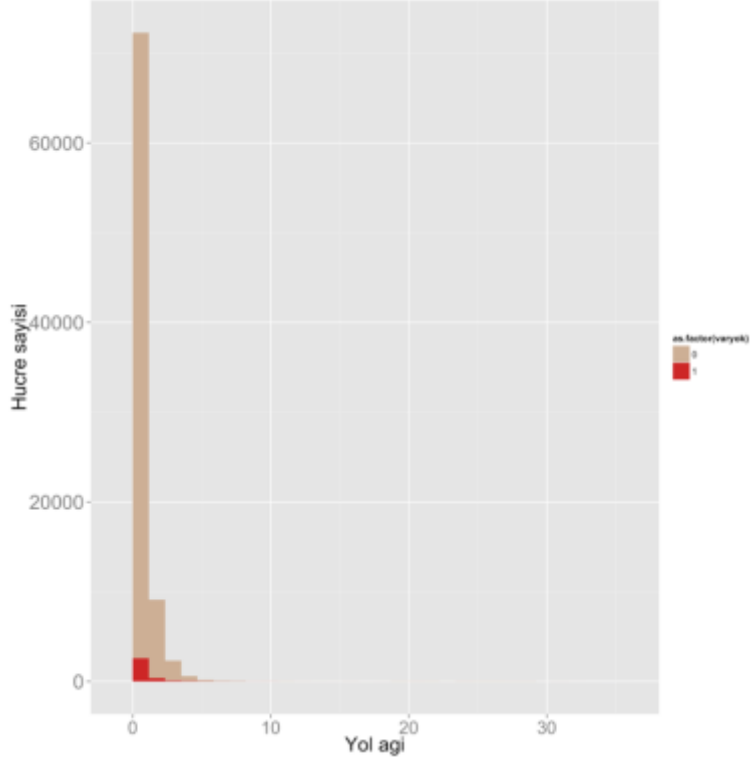
Çalışma alanındaki hücrelerin çoğunda düşük miktarda nüfus büyüklüğü vardır ve nüfus büyüklüğü arttıkça hücre sayısında bir düşüş yaşanmaktadır (Şekil 3.11). Çalışma alanındaki yangın aktivitesi daha düşük ve daha yüksek nüfus büyüklüklerinin olduğu yerlerde hücre sayısına paralel bir şekilde seyrederken, özellikle nüfusun 10.000 ve biraz üzerinde olan hücrelerin hücre sayısındaki düşüğe karşın yangın aktivitesinin artıyor olması dikkat çekicidir (Şekil 3.11).



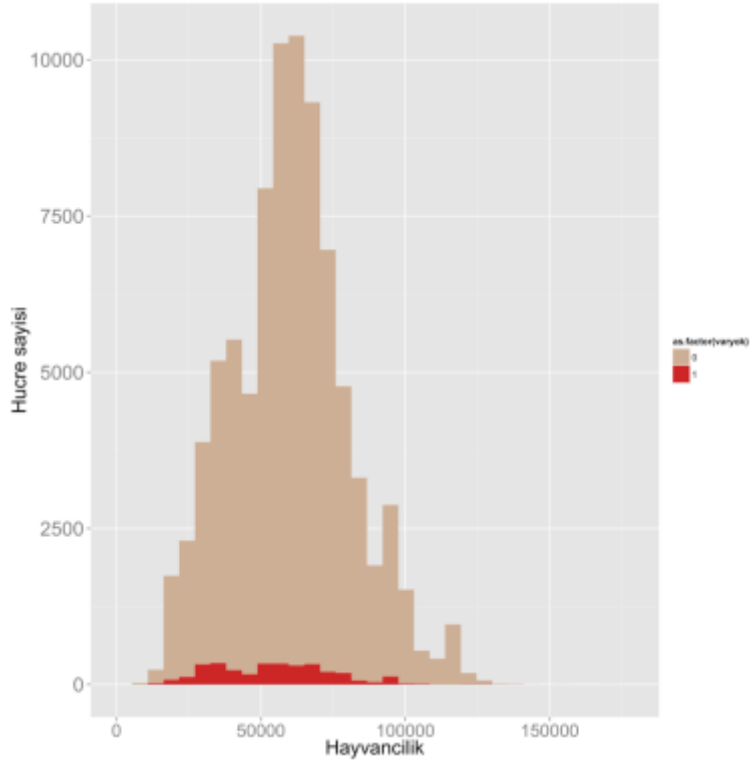
Şekil 3. 6: Yangın aktivitesi içeren (1; kırmızı) ve içermeyen (0; kahverengi) hücrelerin BIO8 değişkenine (°C) göre dağılımı.



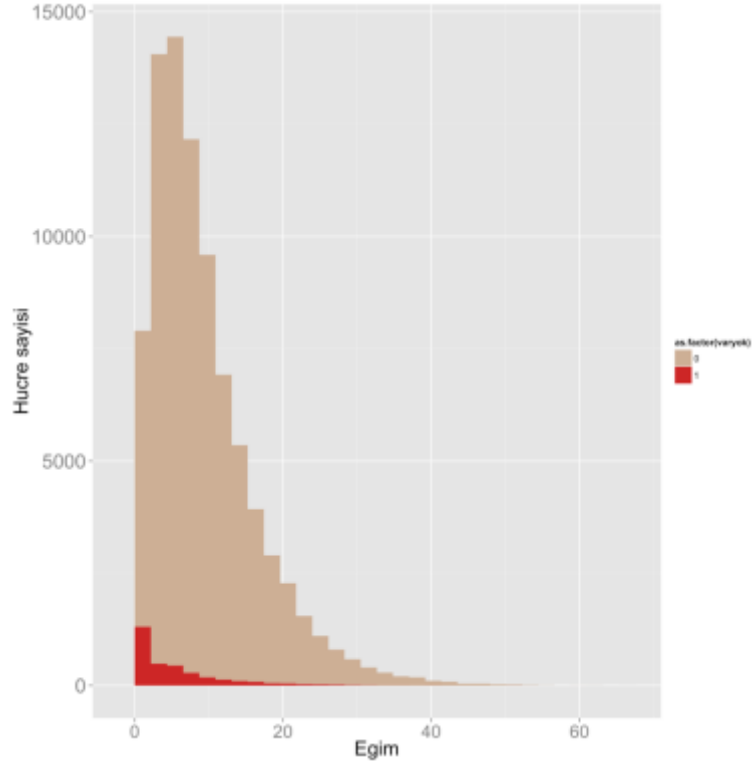
Şekil 3.7: Yangın aktivitesi içeren (1; kırmızı) ve içermeyen (0; kahverengi) hücrelerin Aralık NDVI değişkenine) göre dağılımı.



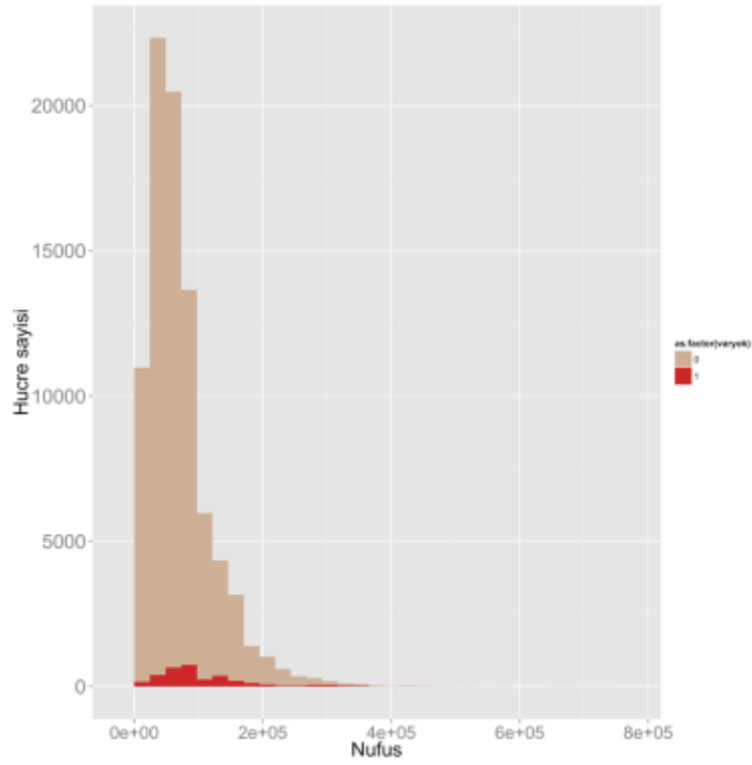
Şekil 3.8: Yangın aktivitesi içeren (1: kırmızı) ve içermeyen (0: kahverengi) hücrelerin yol ağı (km) değişkenine göre dağılımı.



Şekil 3. 9: Yangın aktivitesi içeren (1: kırmızı) ve içermeyen (0: kahverengi) hücrelerin hayvancılık değişkenine (hayvan sayısı) göre dağılımı.



Şekil 3.10: Yangın aktivitesi içeren (1: kırmızı) ve içermeyen (0: kahverengi) hücrelerin eğim değişkenine (°) göre dağılımı.



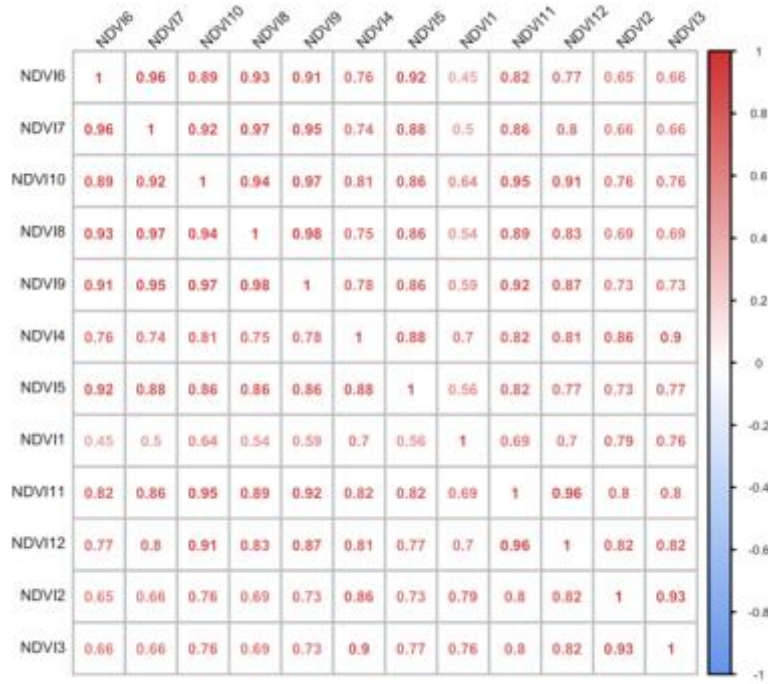
Şekil 3. 11: Yangın aktivitesi içeren (1: kırmızı) ve içermeyen (0: kahverengi) hücrelerin nüfus büyüklüğü değişkenine (insan sayısı) göre dağılımı.

3.3. Değişkenler Arası Korelasyon

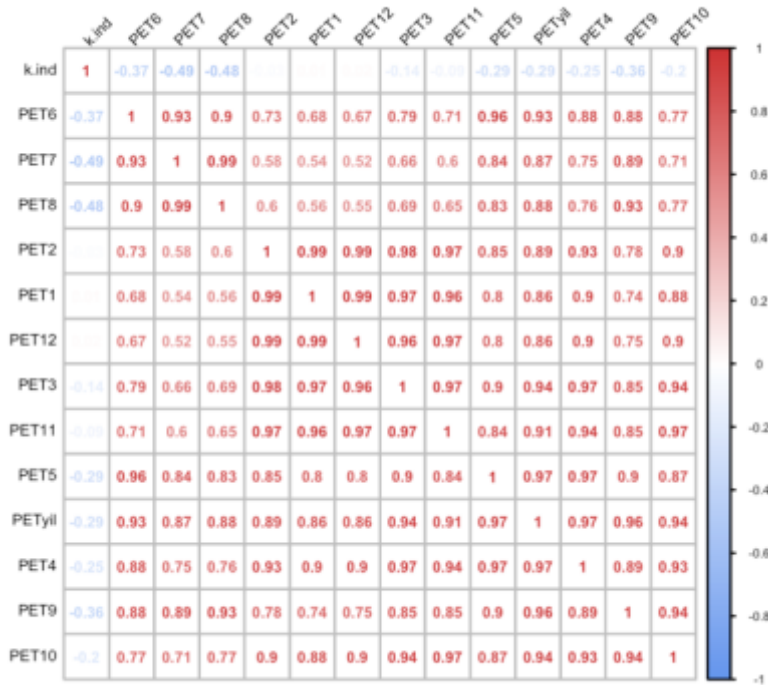
Çalışma kapsamında ele alınan antropojen, iklimsel, coğrafi ve vejetasyon değişkenleri arasında korelasyon olup olmadığı Pearson metodu ile sınındığında, aynı grup içerisinde yer alan birçok değişkenin birbirleri ile pozitif ya da negatif yönde ilişkili olduğu saptanmıştır. Örneğin, NDVI (Şekil 3.12) ve potansiyel evapotranspirasyon (Şekil 3.13) değişkenleri kendi içlerinde, bir yıl içerisindeki aylar arasında çok yüksek oranda korelasyon göstermiştir ($p < 0,0001$).

Coğrafi değişkenler (Şekil 3.14) arasında en yüksek korelasyon % 79 ile güneş ışıınımı ve denizden yükseklik arasındaki ilişki olarak bulunmuştur ($p < 0,001$, bakı ~ engebe: $P < 0,005$; bakı~ güneş ışıınımı: $p < 0,005$) . Çalışmada kullanılan antropojen değişkenler arasında ise istatistiksel olarak anlamlı olsa da ($p < 0,0001$) çok yüksek oranda bir ilişki tespit edilmemiştir (Şekil 3.15). Bu anlamlılığın sebebinin veri setlerinin büyüklüğü olması muhtemeldir.

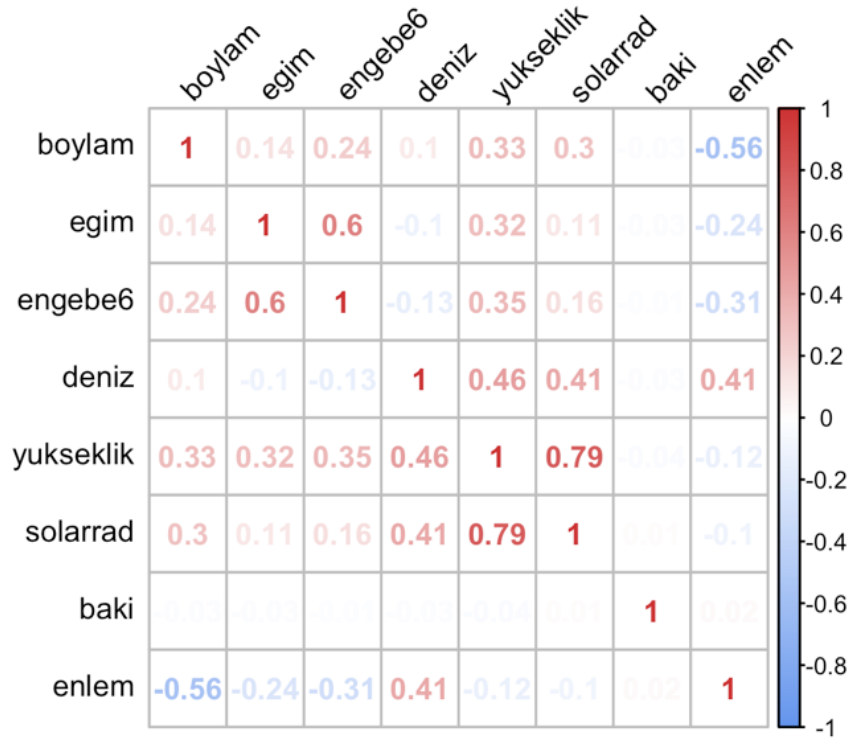
Çalışmada kullanılan değişkenler arasında en yüksek derecede korelasyonun, BIOCLIM değişkenleri arasında var olduğu tespit edilmiştir. Ancak, BIOCLIM değişkenlerinin birbirleri ile yüksek derecede ilişkili olma durumu bakımından bazı gruplar oluşturduğu görülmüştür (Şekil 3.16). Buna göre, BIO12, BIO13, BIO14, BIO15, BIO16, BIO19'un bir grup, BIO1, BIO3, BIO5, BIO6, BIO8, BIO9, BIO10, BIO11'in ikinci bir grup, BIO 17 ve BIO 18'in ayrı bir grup ve son olarak BIO2, BIO4 ve BIO7'nin de farklı bir grup oluşturacak şekilde birbirleri ile yüksek derecede ilişkili oldukları görülmüştür ($P < 0,0001$; BIO2 ~ BIO9: $P < 0,001$; BIO2 ~ BIO10: $P < 0,05$).



Şekil 3.12: NDVI değişkenlerinin korelasyon matrisi. Kırmızı renk pozitif, mavi renk negatif ilişkiyi işaret etmektedir. Şekildeki hücrelerde yer alan değerler, Pearson korelasyon katsayısı değerleridir.



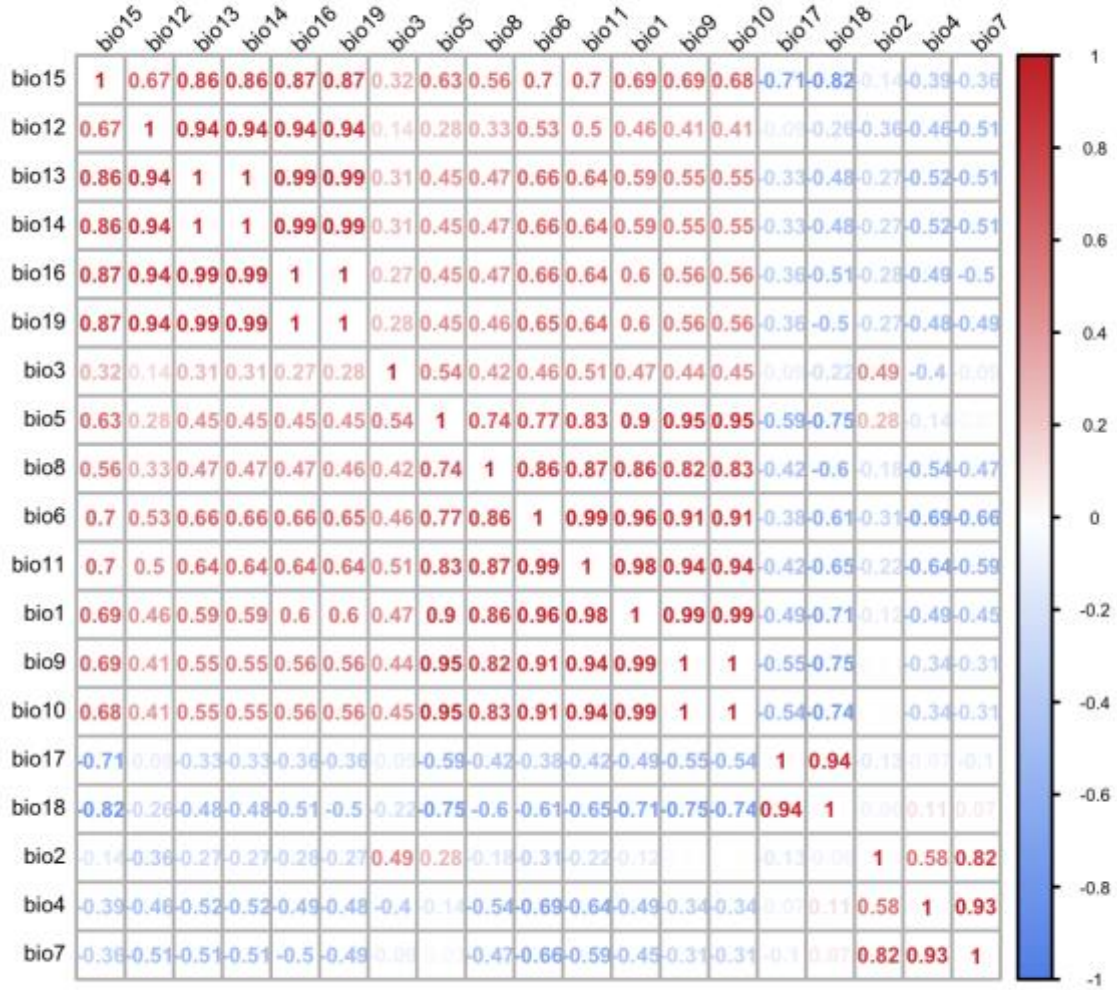
Şekil 3.13: Potansiyel evapotranspirasyon değişkenlerinin korelasyon matrisi. Kırmızı pozitif, mavi negatif ilişkiyi işaret etmektedir. Şekildeki hücrelerde yer alan değerler, Pearson korelasyon katsayısı değerleridir.



Şekil 3. 14: Coğrafi değişkenlerin korelasyon matrisi. Kırmızı pozitif, mavi negatif ilişkiyi işaret etmektedir. Şekildeki hücrelerde yer alan değerler, Pearson korelasyon katsayısı değerleridir.



Şekil 3.15: Antropojen değişkenlerin korelasyon matrisi. Kırmızı pozitif, mavi negatif ilişkiyi işaret etmektedir. Şekildeki hücrelerde yer alan değerler, Pearson korelasyon katsayısı değerleridir.



Şekil 3. 16: BIOCLIM değişkenlerinin korelasyon matrisi. Kırmızı pozitif, mavi negatif ilişkiyi işaret etmektedir. Şekildeki hücrelerde yer alan değerler, Pearson korelasyon katsayısı değerleridir.

3.4. Nihai Model

Nihai bir model elde etme amacıyla yapılan çok değişkenli model denemelerine ait bulgular Tablo 3.6'da verilmiştir. Nihai modelde kullanılan değişkenler arasında istatistiksel olarak anlamlı ($P < 0,001$, eğim ~ nüfus büyüklüğü: $P < 0,005$) ancak düşük seviyede (maksimum $r = 0,28$) bir korelasyon vardır (Şekil 3.17).

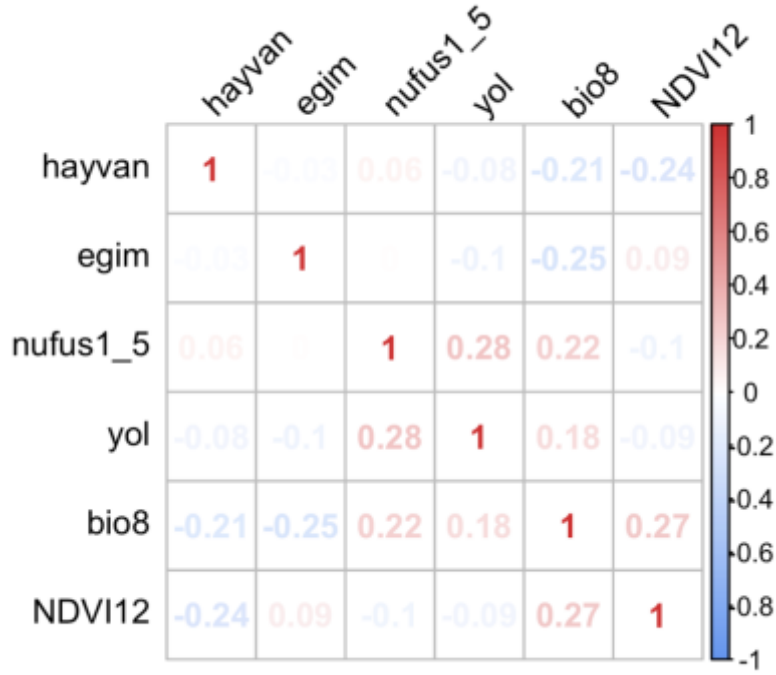
Doğal değişkenler arasından yangın aktivitesindeki sapmayı yüksek derecede açıklamaları nedeniyle seçilmiş olan BIO8 ve NDVI12 değişkenlerine, tek başlarına en yüksek sapmayı açıklayan coğrafi ve antropojen değişkenler eklenmesi ile ortaya çıkan farklı model

kombinasyonları denenmiştir. Buna göre; BIO8 ve NDVI12 ile birlikte yangın aktivitesindeki sapmayı açıklamaya yol ağı % 0,16; eğim % 0,25; hayvancılık % 0,37 ve nüfus büyüklüğü % 0,56 oranında katkı yapmıştır. BIO8, NDVI12 ve nüfus büyüklüğü değişkeni diğer değişkenlerle birlikte denendiğinde ise eğim % 0,23; hayvancılık % 0,39; yol ağı ise % 0,53 oranında yangın aktivitesi verisindeki sapmanın açıklanmasına katkı sağlamıştır. BIO8, NDVI12, nüfus büyüklüğü ve yol ağı değişkeni nihai modele alınıp eğim eklendiğinde % 0,26 oranında, hayvancılık eklendiğinde ise % 0,59 oranında sapmanın açıklanmasına katkı yaptıkları görülmüştür.

Bütün bu denemelerin sonucunda elde edilen nihai modelde BIO8, Aralık ayı NDVI değeri, nüfus büyüklüğü, yol ağı, hayvancılık ve eğim değişkenlerine yer verilmiştir (Tablo 3.6). Binom dağılımına dayalı GLM analizinde nihai model, yangın aktivitesindeki sapmanın toplam % 19,1'ini açıklarken, sıfır yığılmalı negatif binom dağılımına dayalı GLM modelinde bu oran %19,2 olmuştur.

Tablo 3.6: Nihai model sonuç tablosu. Tabloda, nihai modelin oluşturulması sırasında denenen her bir modelin, veri seti 3'ün yangın aktivitesi verisindeki sapmayı açıklama oranı (%) sunulmuştur. Model, çalıştırılan modelin kod numarasını, B ve ZINB, sırasıyla, binom ve sıfır yığılmalı binom dağılımına dayalı GLM modellerini, B-AIC ise Binom modelin AIC değerini ifade etmektedir.

Kod	Model değişkenleri	B %	B-AIC	ZINB %
m1.1	NDVI12	2,15	27156	5,18
m1.2	BIO8	13,62	23976	12,28
m2	BIO8 + NDVI12	17,20	22968	17,32
m3.0	BIO8 + NDVI12 + yol	17,36	22927	17,41
m3.1	BIO8 + NDVI12 + eğim	17,45	22902	17,47
m3.2	BIO8 + NDVI12 + hayvancılık	17,57	22869	17,99
m3.3	BIO8 + NDVI12 + nüfus	17,76	22815	17,82
m4.0	BIO8 + NDVI12 + nüfus + eğim	17,99	22753	18,01
m4.1	BIO8 + NDVI12 + nüfus + hayvancılık	18,15	22708	18,52
m4.2	BIO8 + NDVI12 + nüfus + yol	18,29	22670	18,12
m5.0	BIO8 + NDVI12 + nüfus + yol + eğim	18,55	22600	18,32
m5.1	BIO8 + NDVI12 + nüfus + yol + hayvancılık	18,88	22508	17,58
m6	BIO8 + NDVI12 + nüfus + yol + hayvancılık + eğim	19,14	22439	19,17



Şekil 3. 17: Nihai modelde kullanılan değişkenlerin korelasyon matrisi. Kırmızı pozitif, mavi negatif ilişkiyi işaret etmektedir.

3.5. Denizden Yüksekliğin Yangın Aktivitesine Etkisi

Denizden yüksekliğin yangın aktivitesine etkisinin araştırılması için 100'er metre aralıklarla yapılan tek değişkenli analizlerin sonuçları Tablo 3.7'de verilmiştir. Bu 100 metre aralıklı gruplarda yangın aktivitesi içeren hücre sayısının az olmasından dolayı sonuçları bu şekilde yorumlamanın yanıltıcı olacağı düşünülmüştür. Bu sebepten ötürü uygulanan hiyerarşik kümeleme analizi sonuçlarından faydalanarak oluşturulan yükselti basamakları, çalışmada denizden yüksekliğin yangın aktivitesine etkisini yorumlarken dikkate alınan ana sonuç olmuştur.

Kümeleme analizi sonuçlarının yardımıyla da elde edilen yükselti basamaklarına göre yeniden yapılan analizlerin sonuçları Tablo 3.8'de verilmiştir. Bu sonuçlar 100'er metre aralıklara göre yapılan analiz sonuçlarından daha güvenilir ve biyolojik açıdan daha anlamlıdır.

BIOCLIM verileri arasında genel modelde yangın aktivitesindeki sapmayı en iyi açıklayan değişken olan BIO8'in pozitif yönlü ilişkisi, 100 metreden alçak bölgelerde yangın aktivitesi üzerinde etkili olmadığı fakat 100 metreden yüksek kesimlerde etkisini arttırdığı

görülmüştür. BIO8'in 100-900 metre arasında sapma açıklama oranı % 4,3 olarak bulunmuştur. Bu oran 900-1000 metre arasında %22,9'a ulaşırken, 1100 metreden yüksek kesimlerde ise % 5,1 olarak bulunmuştur.

Yağış değişkenlerinin genellikle 100 metreden alçak ve 1100 metreden yüksek bölgelerde yangın aktivitesindeki sapmayı daha fazla açıkladığı görülmüştür. Bütün yağış değişkenlerinin –yıllık toplam yağış dışında- yangın aktivitesindeki sapmayı açıklama oranları 100 metreden alçak kesimlerde görece yüksek olsa da, 1100 metreden sonra özellikle BIO17 ve BIO18'in (negatif yönlü ilişki) açıklama oranlarının oldukça fazla olduğu görülmüştür (sırasıyla, % 6,5 ve % 5,6). BIO4 ve BIO7'nin de benzer şekilde 1100 metreden sonra etkisini (pozitif yönlü ilişki) arttırdığı görülmüştür. Denizden yükseklik arttıkça BIO1'in yangın aktivitesini açıklayan negatif yönlü ilişkisindeki etkinin fazlasıyla azaldığı (% 12,3'ten % 0,4'e düşüş) ortaya çıkmıştır. Denizden yükseklikle yüksek derecede ilişkili bir değişken olan güneş ışınımı da benzer bir düşüş eğilimi göstermiştir. BIO 9 ve BIO 10'un etkileri de (pozitif yönlü ilişki) BIO1 ile paralel bir şekilde azalma göstermiştir (sırasıyla, % 9,3'den % 0,06'ya ve % 9,6'dan % 0,11'e düşüş).

Potansiyel evapotranspirasyonun denizden yüksekliği 100 metreden alçak olan bölgelerde yangın aktivitesindeki sapmayı açıklama değerleri görece yüksekken (PET6 , PET7 ve PET8 negatif yönlü, geri kalan aylar pozitif yönlü), daha yüksek rakımlarda PET'in yangın aktivitesini açıklama oranlarında azalma göstermiştir. Burada önemli bir değişim Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında görülmüştür. Bu aylar, tek değişkenli modellerde ve 100 metreden alçak kesimlerde en düşük sapma açıklama oranlarını verirken 1100 metreden yüksek kesimlerde en yüksek açıklanan sapma açıklama oranlarını (pozitif yönlü ilişki) vermiştir.

NDVI'm denizden yüksekliğin dikkate alınmadığı analizlerde çok düşük açıklama oranları verdiği görülmektedir. Fakat denizden yüksekliğin dikkate alınmasıyla belirli yükselti basamaklarında bu oranlar yükselmiştir. NDVI değişkenlerinin 100 metreden alçak bölgelerde en yüksek sapma açıklama oranları Kasım (% 15,7) ve Aralık (% 18,7) aylarına aitken (negatif yönlü ilişki), 901-1000 metre aralığında Mart (% 20,7) ve Nisan (% 16,3) ayları (negatif yönlü ilişki) en yüksek açıklama oranlarını vermiştir. Ağustos ve Eylül ayı NDVI değerlerinin (negatif yönlü ilişki) ise 1101-1500 metre arasında yangın aktivitesi verisindeki sapmayı yüksek oranda açıkladığı görülmüştür (sırasıyla, % 7,7 ve % 7,6).

NDVI, diğer bütün yükselti basamaklarında bazı aylarda yüksek açıklama oranları verirken, 100-900 metre aralığında çok düşük açıklanan sapma oranlarına sahip olmuştur.

Tablo 3.7: Denizden yükseklik aralıklarına göre değişkenlerin yangın aktivitesindeki sapmayı açıklama oranları (%). Koyu haneler görece yüksek değerleri temsil etmektedir.

Değişken	Denizden Yükseklik Aralıkları (metre)														
	< 100	101-200	201-300	301-400	401-500	501-600	601-700	701-800	801-900	901-1000	1001-1100	1101-1200	1201-1300	1301-1400	1401-1500
HII	0,02	0,66	0,17	0,05	0,26	0,01	0,82	0	0	0,32	1,9	3,34	3,5	0,29	0,06
Nüfus	3,98	0,62	1,36	0,45	1,61	0,21	0,31	0,11	0,03	3,11	0,08	1,85	2,91	0,92	1,84
Yol	1,04	0,04	0,35	0	0,15	0,11	0,02	0,21	0,45	0,22	0,02	0,04	0,09	0,18	1,95
Hayvancılık	0,78	0,18	0,05	0	1,1	1,15	0,55	0,07	1	0,58	0,79	0,12	0	0,40	0
Eğitim	13,41	0,12	0,09	0	0,01	0,58	0,08	1,76	0,72	4,61	0,56	0,55	2,01	0,48	3,26
Bakı	0	0,12	0,01	0,02	0,04	0,09	0,03	0,4	0	0	0,93	1,64	0,02	0,03	1,51
Engebelilik	4,19	0,02	0,06	0,22	0,02	0,06	0,51	1,19	0,34	2,79	0,73	0,25	0,28	0,33	2,20
Solar rad	2,62	0,05	0,02	0	0	0,06	0	0,25	0,25	0,56	0,59	0,02	0,71	0,07	1,88
BIO1	7,74	0,48	0,43	0,52	6,78	6,5	2,3	2,57	0,66	2,21	1,8	0,19	2,33	3,51	5,64
BIO2	1,55	0,23	0,26	0,32	0,57	0,75	0,69	1,28	1,1	0,08	0,39	5,04	6,56	7,12	8,69
BIO3	0,18	0,19	0,39	0,37	3,31	3,45	1,24	1,86	0,87	1,09	0,37	0,96	3,48	0,86	2,37
BIO4	6,68	0,01	0	0,06	2,6	1,46	0,29	0,12	0,04	0,01	0	6,06	9,97	7,26	11,51
BIO5	1,32	0	0,03	0,05	2,96	2,17	0,4	0,33	0	0,8	0,31	3,17	3,43	2,24	4,14
BIO6	0,50	0,19	0,40	0,67	3,44	3,86	1,85	2,81	1,46	3,63	2,66	7,03	13,87	12,16	15,4
BIO7	2,85	0,11	0,14	0,24	0,12	0,02	0,04	0,16	0,49	0,04	0,21	7,91	11,36	9,69	13,09
BIO8	0,09	0,05	0,27	0,78	2,57	2,41	0,75	1,53	4,69	22,84	2	2,95	4,16	5,60	10,28
BIO9	9,29	0,35	0,32	0,35	7,13	5,6	1,62	1,55	0,22	1,63	1,13	0,13	0,04	0,41	0,36
BIO10	9,58	0,39	0,32	0,33	7,07	5,73	1,67	1,57	0,26	1,43	1,23	0,22	0,01	0,47	0,34
BIO11	0,76	0,23	0,31	0,53	3,27	3,54	1,56	2,22	0,93	4,55	2,42	4,75	13,13	11,16	16,07
BIO12	1,38	0,06	0	0,07	2,96	2,21	0,80	0,38	0,53	8,46	0,21	1,34	2,98	1,80	4,48
BIO13	8,41	0,11	0,02	0,01	1,64	2,15	0,84	0,45	1,02	8,50	0,47	0,94	3	1,61	4,77
BIO14	8,41	0,11	0,02	0,01	1,64	2,15	0,84	0,45	1,02	8,50	0,47	0,94	3	1,61	4,77
BIO15	11,66	0,26	0,02	0,01	1,08	3,66	1,89	1,82	0,73	9,85	0,33	0	0,02	0	0,25

Değişken	< 100	101-200	201-300	301-400	401-500	501-600	601-700	701-800	801-900	901-1000	1001-1100	1101-1200	1201-1300	1301-1400	1401-1500
BIO16	8,27	0,02	0,01	0,02	2,33	2,99	1,24	0,88	1,14	8,37	0,54	0,79	2,78	1,53	4,27
BIO17	7,66	0,12	0,03	0	2,65	5,15	2,44	2,66	0,53	0,04	0,78	4,98	8,73	5,39	7,83
BIO18	7,59	0,11	0,04	0	2,11	3,73	1,95	2,11	0,04	4,10	0,31	3,77	7,36	5,02	6,16
BIO19	7,11	0,01	0,01	0,02	2,39	3,02	1,26	0,89	1,01	8,81	0,51	0,95	3,21	1,87	5,53
NDVI1	8,73	0,60	0,10	0	1,58	0,03	0,33	0,01	0,27	2,67	0,21	1,85	7,27	4,93	8,23
NDVI2	4,05	0,28	0,01	0,02	1,67	0,65	2,13	0,96	0,10	14,46	1,67	2,23	1,95	2,67	7,56
NDVI3	3,88	0,29	0,06	0,14	2,47	0,65	1,94	1,10	0,38	20,7	1,84	2,69	2,97	0,80	1,87
NDVI4	3,30	0,18	0,06	0,14	1,19	0,33	1,02	0,90	0,13	16,33	0,90	0,33	0,37	0,11	1,40
NDVI5	0,03	0,31	0,14	0,07	2,27	1,11	0,83	1,34	0,19	11,91	0,77	0,23	0,43	0,01	0,16
NDVI6	2,53	1,09	0,45	0,29	2,49	1,96	1,71	2,43	0,16	2,40	0,92	2,96	5,18	1,16	3,01
NDVI7	5,58	0,98	0,53	0,37	1,89	2,14	1,74	2,52	0,35	1,02	0,77	5,77	11,19	5,54	6,50
NDVI8	1,08	0,9	0,65	0,37	1,42	2,34	1,79	2,45	0,20	0,68	0,63	5,82	11,05	6,28	7,91
NDVI9	1,12	1,38	0,75	0,26	1,24	2,09	2,36	2,61	0,19	0,81	0,80	6,04	11,05	5,99	7,39
NDVI10	9,79	1,40	0,50	0,19	1,48	2,44	1,98	2,49	0,27	1,57	1,12	6,79	10,62	6,65	8,42
NDVI11	15,73	1,38	0,39	0,22	1,64	1,71	1,86	1,55	0,13	4,71	1,10	5,17	6,57	5,25	5,95
NDVI12	18,69	1,51	0,30	0,11	2,59	1,51	2,21	1,61	0,14	8,74	1,30	5,44	6,86	5,21	6,25
Kuraklık ind.	5,07	0,07	0	0,05	1,40	1,15	0,58	0,22	0,40	6,69	0,07	1,77	2,83	1,82	4,03
PET- yıllık	2,99	0	0	0,01	1,40	1,26	0,23	0,11	0,02	0,95	0,15	2,12	1,83	1,28	1,87
PET1	6,40	0,21	0,09	0,18	1,85	2,13	0,92	1,28	0,34	2,29	1,07	0,98	5,95	4,30	10,58
PET2	9,22	0,24	0,07	0,13	2,14	2,91	1,10	1,24	0,56	1,36	0,93	0,57	4,50	3,68	7,77
PET3	10,88	0,28	0,12	0,14	2,85	3,20	1,16	0,95	0,44	0,10	0,94	0,02	1,84	2,03	4,27
PET4	11,54	0,09	0,05	0,04	3,35	3,89	1,03	0,84	0,08	0,21	0,31	0,95	0,35	0,04	0,06
PET5	4,24	0,02	0	0	1,46	1,60	0,29	0,07	0,09	1,76	0,03	1,40	0,84	0,21	0,60
PET6	0,11	0,55	0,16	0,2	0	0	0,13	0,34	0,64	1,28	0,01	3,14	3,20	1,99	3,41
PET7	1,59	0,56	0,11	0,09	0,05	0,14	0,32	0,35	0,49	0,14	0,01	5,3	6,11	4,86	8,3

Değişken	< 100	101-200	201-300	301-400	401-500	501-600	601-700	701-800	801-900	901-1000	1001-1100	1101-1200	1201-1300	1301-1400	1401-1500
PET8	0,22	0,30	0,06	0,05	0,06	0,01	0,06	0,08	0,36	0,42	0	5,73	7,04	5,84	8,68
PET9	5,28	0,01	0,01	0,02	2,34	1,64	0,33	0,07	0,10	1,20	0,05	4,22	5,80	4,94	6,60
PET10	13,16	0,41	0,19	0,23	5,06	4,54	1,54	1,13	0,08	1,31	0,45	2	2,72	2,54	2,25
PET11	11,47	0,45	0,15	0,23	4,76	5,41	2,31	2,03	0,42	1,14	1,01	0,14	0,01	0	0,33
PET12	7,29	0,32	0,15	0,27	2,45	3,09	1,6	1,49	0,44	3,13	1,43	0,39	2,56	1,69	4,54
Yangın hücre sayısı	1019	425	398	286	191	117	108	66	82	162	68	96	92	43	30
Toplam hücre s.	4056	5242	6276	6202	5659	5208	5237	4611	4773	5154	4889	5346	5382	4725	3840

Antropojen değişkenlerde İnsan Etkisi İndisinin özellikle 1100 metreden yüksek bölgelerde yangın aktivitesi verisindeki sapmayı görece yüksek (pozitif yönlü ilişki) derecede açıkladığı (% 2,5) görülmüştür. Nüfus büyüklüğünün tüm yükselti basamaklarında yangın aktivitesini açıklamada etkili olduğu (pozitif yönlü ilişki) görülmüştür. Yol ağının ise yangın aktivitesi üzerinde özellikle 100 metreden alçak bölgelerde etkili olduğu (negatif yönlü ilişki) görülmüştür.

Coğrafi değişkenlerin -bakı hariç- özellikle 100 metreden alçak bölgelerde açıklanan sapma oranlarının yüksek olduğu ortaya çıkmıştır. Örneğin, eğimin yangın aktivitesi verisindeki sapmayı açıklama oranı (negatif yönlü ilişki) tüm yükselti basamakları bir arada ele alındığında % 4,6 olmuşken bu oran 100 metreden alçak bölgelerde % 13,4 olarak bulunmuştur. Benzer şekilde engebelilik, toplam modelde % 3,2 açıklanan sapma oranı verirken 100 metreden alçak bölgelerde bu oran % 4,2'ye (negatif yönlü ilişki) yükselmiştir. Denizden yükseklerle doğru çıkıldıkça coğrafi değişkenlerdeki yangın aktivitesi verisindeki sapmayı açıklama oranları, istisna olarak kabul edilebilecek birkaç yükseliş dışında genel olarak düşüş göstermiştir.

Tablo 3.8: Kümeleme analizi sonuçlarına göre oluşturulan yükselti basamaklarında değişkenlerin yangın aktivitesindeki sapmayı açıklama oranları (%). Tabloda yer alan değerler, veri seti 3'e ve tek değişkenli modellere dayanmaktadır.

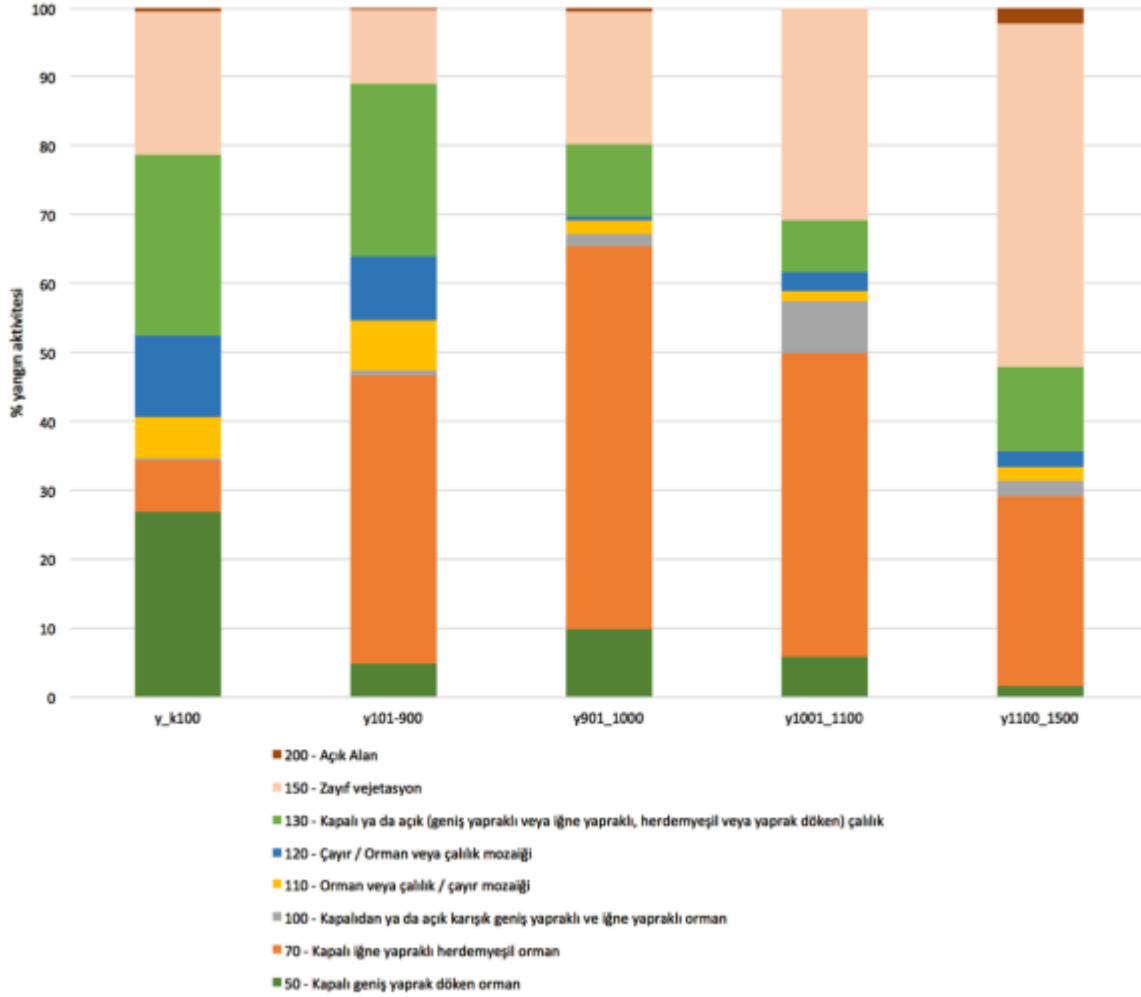
Değişken	Genel model	Denizden yükseklik				
		y <100	y101_900	y901_1000	y1001_1100	y1101_1500
HII	3,14	0,02	0,86	0,32	1,90	2,52
Nüfus	4	3,98	1,16	3,11	0,08	2,02
Yol	0,32	1,04	0,13	0,22	0,02	0,01
Hayvancılık	0,94	0,78	0,45	0,58	0,79	0,08
Eğim	4,55	13,41	0,33	4,61	0,56	1,33
Bakı	0	0	0	0	0,93	0,07
Engebelilik	3,19	4,19	0,35	2,79	0,73	0,49
Güneş ışınımı	5,87	2,62	0,96	0,56	0,59	0,04
BIO1	12,34	7,74	4,30	2,21	1,8	0,42
BIO2	1,11	1,55	1,35	0,08	0,39	6,58
BIO3	0,37	0,18	0,54	1,09	0,37	1,15
BIO4	2,62	6,68	0,41	0,01	0	7,53
BIO5	6,92	1,32	1,04	0,80	0,31	4,03
BIO6	9,37	0,50	4,16	3,63	2,66	7,73
BIO7	2,79	2,85	1,22	0,04	0,21	9,51
BIO8	13,62	0,09	4,29	22,84	2	5,10
BIO9	11,32	9,29	3,44	1,63	1,13	0,06
BIO10	11,43	9,58	3,41	1,43	1,23	0,11
BIO11	10,67	0,76	3,96	4,55	2,42	5,56
BIO12	0,43	1,38	0,38	8,46	0,21	2,13
BIO13	0,38	8,41	0,27	8,50	0,47	1,81
BIO14	0,38	8,41	0,27	8,50	0,47	1,81
BIO15	0,64	11,66	0,43	9,85	0,33	0
BIO16	0,46	8,27	0,43	8,37	0,54	1,66
BIO17	0,98	7,66	0,85	0,04	0,78	6,51
BIO18	2,41	7,59	1,05	4,10	0,31	5,61
BIO19	0,42	7,11	0,40	8,81	0,51	2,01
NDVI1	0,14	8,73	0	2,67	0,21	4,05
NDVI2	0,03	4,05	0,07	14,46	1,67	1,95
NDVI3	0,03	3,88	0,08	20,70	1,84	1,78
NDVI4	0,01	3,30	0,06	16,33	0,90	0,29
NDVI5	0,02	0,03	0,49	11,91	0,77	0,17
NDVI6	0,21	2,53	1,36	2,40	0,92	3,12
NDVI7	0,09	5,58	1,40	1,02	0,77	7,39
NDVI8	0,34	1,08	1,40	0,68	0,63	7,67

Değişken	Genel model	y <100	y101_900	y901_1000	y1001_1100	y1101_1500
NDVI9	0,79	1,12	1,36	0,81	0,80	7,60
NDVI10	1,45	9,79	1,04	1,57	1,12	8,10
NDVI11	1,92	15,73	0,87	4,71	1,10	5,71
NDVI12	2,15	18,69	0,73	8,74	1,30	5,93
Kuraklık ind.	0,27	5,07	0,10	6,69	0,07	2,48
PET – yıllık	5,48	2,99	0,40	0,95	0,15	2,55
PET1	9,92	6,40	1,97	2,29	1,07	2,52
PET2	10,52	9,22	1,96	1,36	0,93	1,56
PET3	10,28	10,88	1,72	0,10	0,94	0,33
PET4	9,61	11,54	1,43	0,21	0,31	0,92
PET5	5,34	4,24	0,34	1,76	0,03	1,51
PET6	1,62	0,11	0,04	1,28	0,01	3,79
PET7	0,06	1,59	0,24	0,14	0,01	6,56
PET8	0,17	0,22	0,14	0,42	0	7,24
PET9	3,83	5,28	0,18	1,20	0,05	5,87
PET10	9,67	13,16	1,44	1,31	0,45	3,02
PET11	11,14	11,47	2,13	1,14	1,01	0,08
PET12	10,63	7,29	2,33	3,13	1,43	0,93
Yangın aktivite s	3234	1019	1673	162	68	261
Toplam hücre	88232	4056	43208	5154	4889	19293

3.6. Yangın Aktivitesinin Arazi Örtüsüne Göre Dağılımı

Kümeleme analizi sonuçlarına göre oluşturulan yükselti basamaklarında yangın aktivitesi, farklı arazi örtüsü gruplarında farklılık göstermiştir (Şekil 3.18, Tablo 3.9). Çalışma alanının 100 metreden alçak kesimlerinde maki vejetasyonunu temsil eden çalılıklarda ve kapalı geniş yaprak döken ormanlarda yüksek derecede yangın aktivitesi görülmüştür. Denizden yükseklik arttıkça bu iki grubun yangın aktivitesinde ciddi bir düşüş yaşanmıştır. Ayrıca “çayır / orman veya çalılık” ve “orman veya çalılık / çayır” mozaiklerinde de denizden yükseklik arttıkça yangın aktivitesinde bir düşüş yaşandığı görülmüştür. Kapalı iğne yapraklı herdemyeşil ormanların 101-900 metre arası yüksekliklerde yangın aktivitesinin neredeyse yarısını barındırdığı görülmüştür. Bu oran 901-1000 metre arasında da ufak bir artışla birlikte önemini korumaktadır. Bu grup yüksekliğin artmasıyla birlikte yangın aktivitesinde bir artış yaşamakta ve 1100 metreden sonra zayıf vejetasyon ile birlikte yangın aktivitesinin en sık görüldüğü arazi örtüsü tipi olmuştur. Denizden yüksekliğin 1100 metreden fazla olduğu bölgelerde

yangın aktivitesinin en sık görüldüğü üçüncü arazi örtü tipi ise “kapalı ya da açık çalılıklar” olmuştur.



Şekil 3. 18: Yangın aktivitesinin farklı denizden yükseklik aralıklarında farklı arazi örtü sınıflarındaki dağılımı (%). Kullanılan veri, Globcover arazi kullanım veri setine dayanmaktadır.

Tablo 3.9: Yangın aktivitesinin arazi kullanım veri setine göre dağılımı (%).

Yükseklik sınıfı	Globcover kodları							
	50	70	100	110	120	130	150	200
y_k100	26,8	7,6	0,4	5,8	12,0	26,3	20,6	0,6
y101-900	4,8	41,8	0,9	7,2	9,3	25,1	10,8	0,2
y901_1000	9,9	55,6	1,9	1,9	0,6	10,5	19,1	0,6
y1001_1100	5,9	44,1	7,4	1,5	2,9	7,4	30,9	0,0
y1100_1500	1,5	27,6	2,3	1,9	2,3	12,3	49,8	2,3

4. Tartışma

Bu çalışmanın bulguları, Türkiye'nin Akdeniz ve Ege bölgelerini içine alan coğrafyadaki yangın rejiminde önemli ölçüde alansal heterojenliğin var olduğunu ortaya koymuştur. Bulgular, çalışma alanında doğal faktörlerin her türlü antropojen etkiye rağmen yangın rejimlerindeki alansal heterojenlik örüntüsünü açıklayan ana aktörler olduğunu göstermiştir. Buna ek olarak, yangın rejimlerini şekillendiren faktörlerin denizden yükseklik tarafından fazlasıyla etkilendiği ve farklı yükselti basamaklarında yangın rejimlerini etkileyen faktörlerin farklılık gösterebileceği tespit edilmiştir. Ayrıca, doğal yangın rejimleri araştırılırken tarım arazilerinde çıkan yangınların dikkate alınmasının, bulguları önemli ölçüde etkileyebileceği ve doğal yangın rejimlerini yönlendiren faktörlerin yorumlanmasında yanılığa yol açabileceği ortaya konmuştur.

Yangın rejimleri Akdeniz Havzasında hem zamansal hem de alansal olarak değişkenlik göstermektedir (Piñol, 1998; Moreira et al., 2001; Pausas, 2004; Lavorel et al., 2006; Kalabokidis et al., 2007; Pausas et al., 2008; Pausas and Keeley, 2009). Her ne kadar, iklimdeki ve arazi kullanımındaki değişiklikler, dünyanın bazı bölgelerinde zaman içinde yangın rejimlerinde değişimlere neden olsa da (Pausas et al., 1999; Dube et al., 2009; Pausas and Fernández-Muñoz, 2012; Pausas and Keeley, 2014), aslında yangın rejimleri geçmişten günümüze kararlı bir yapıya sahiptirler. Dolayısıyla, geçmişte yangının olduğu yerlerde gelecekte de yangın görülme olasılığı yüksektir (Vásquez and Moreno, 2001). Yangın rejimlerini alansal düzeyde şekillendiren çok sayıda faktör bulunmaktadır, ancak bu faktörlerin de göreceli önemi bölgesel ve yerel olarak değişkenlik göstermektedir (Bond et al., 2005; Bowman et al., 2009; Krawchuk et al., 2009). Yapılan bir çalışmada, küresel yangın aktivitesindeki bölgesel farklılıkların biyomlar arasındaki farklılıklardan daha fazla olduğunu ve bu doğrultuda daha fazla çalışmanın yapılmasını önerilmiştir (Pausas and Ribeiro, 2013). Bu tez çalışmasında yangın aktivitesinin Türkiye'nin Akdeniz iklim tiplerine sahip alanında bazı bölgelerde yoğunlaştığı ve bazı bölgelerde ise hiç yangın aktivitesinin olmadığı ortaya çıkmıştır. Bu durum, yangın aktivitesindeki alansal değişkenliğin bölgesel düzeyde ne kadar yüksek olabileceğine yönelik yukarıdaki önermeyi destekleyen bir bulgudur.

İklim, yangının oluşması için gerekli olan yanıcı madde ve tutuşma faktörü üzerinde doğrudan ve dolaylı yollardan etkiye sahiptir. İklimin doğrudan etkisi hava koşulları üzerindeki kontrolünden, dolaylı etkisi ise yanıcı madde birikimi üzerindeki uzun dönemli ilişkisinden kaynaklanmaktadır (Krawchuk et al., 2009). Bu çalışmadaki bulgular, çalışma alanındaki yangın aktivitesini, incelenen çok sayıda doğal etmen arasından en iyi şekilde açıklayan faktörün sıcaklık ile ilgili değişkenler olduğunu ortaya koymuştur. Özellikle, sıcaklığın birer alt değişkeni olan en yağışlı çeyreğin, en kurak çeyreğin, en sıcak çeyreğin ve en soğuk çeyreğin ortalama sıcaklıkları yangın aktivitesinden en yüksek derecede sorumlu iklimsel değişkenler olarak ön plana çıkmıştır. Sıcaklık, yangın aktivitesini kontrol eden en önemli faktörlerden biridir (Flannigan et al., 2009). Yükselen sıcaklık atmosferin nem tutma kapasitesini ve evapotranspirasyonu artırır. Bu olay, eğer bölgede aşırı bir yağış yoksa bitki nemliliğinin düşmesine neden olur (Erol, 1999; Flannigan et al., 2009). Sıcaklığın artmasının bir diğer etkisi de genellikle daha fazla yıldırıma sebep olmasıdır (Price and Rind, 1994). Bu durum bölgedeki vejetasyonun yıldırımlarla tutuşma ihtimalini artırır. Ayrıca, artan sıcaklıklar yangın mevsimlerinin uzamasına da neden olmaktadır (Westerling et al., 2006). Yangın aktivitesinin sıcaklıkla (özellikle kurak dönemle) sıkı bir ilişkisi olduğu bilinmektedir (Bond and Keeley, 2005; Pausas and Fernández-Muñoz, 2012). Nadiren gerçekleşen kurak dönemler, yağışın ve nemin çok yüksek olduğu yağmur ormanlarında bile yangınlarına sebep olabilmektedir (Cochrane et al., 2003). Ayrıca, savan ekosistemlerinde mevsimsel yağışlarla biriken yanıcı maddelerin, ardından gelen kurak dönemle birlikte çok sık yangınlara sebep olduğu ve savan ekosistemlerinin dünya üzerinde en yoğun yangın aktivitesine sahip olduğu ortaya çıkarılmıştır (Van der Werf et al., 2008). Dünyanın birçok yeri gibi Akdeniz Havzası da iklim değişikliğinden etkilenmektedir (Piñol et al., 1998; Pausas, 2004; Westerling, 2006) ve bu etkinin gelecekte devam etmesi de beklenmektedir (Brown et al., 2004; Planton et al., 2008; Flannigan et al., 2009; Battlori et al., 2013). Hatta, Havza iklim değişikliğinden en fazla etkilenecek sıcak noktalardan biri olarak bilinmektedir (Giorgi, 2006). Havzada yer alan Türkiye’de, iklim değişikliğine bağlı olarak yaz sıcaklıklarında yükselme ve özellikle kış yağışlarında azalma beklenmektedir (Türkeş, 1998; Türkeş et al., 2002; Ozturk et al., 2015). Akdeniz Havzasında yakın gelecekte beklenen sıcaklık artışının, çıkan yangın sayısını artıracığı öngörülmektedir (Turco et al., 2014). Ayrıca, Akdeniz Havzası’nda iklim değişikliğinin vejetasyon yapısı üzerinde önemli değişikliklere yol açabileceği yapılan

modelleme çalışmaları ile gösterilmiştir (Pausas, 1999; Mouillot et al., 2002). Çalışma alanında en etkili aktörün sıcaklık olması, yangın rejimlerinin gelecekte iklim değişikliği tarafından ciddi değişimlere uğrama ihtimalini güçlendirmektedir. Ayrıca bu sonuçlar, çalışma alanında daha önce yapılmış olan ve yaz sıcaklığı ve kuraklığının yangınlar üzerindeki etkisini ortaya koyan çalışmalarla da uyumludur (Türkeş ve Altan, 2012a, 2012b; Türkeş ve Altan, 2013; Altan ve Türkeş, 2014; Türkeş ve Altan, 2014)

Vejetasyon mevsiminde düşen yağış miktarı ve bu yağışın düşme şekli bitkiler için çok önemlidir (Atalay, 1994). Yağış, bu yolla yanıcı madde yapısı ve kompozisyonunu etkilemektedir. Yapılan çalışmalar yanıcı madde birikimindeki değişimlerin yangın aktivitesinde ciddi değişimlere yol açtığını göstermiştir (Piñol, 1998; Pausas, 2004; Pausas and Fernández-Muñoz, 2012; Pausas and Paula, 2012). Örneğin, bol yağışlı yılların ardından artan otsu bitki birikiminin yangın aktivitesinde artışa sebep olduğu gösterilmiştir (Brooks and Matchett, 2006). Avustralya’da yapılan bir çalışma ise kıtada yangın rejimlerini yönlendiren ana aktörün enlemsel düzlemde değişen yaz mevsimindeki muson yağmurları olduğunu ortaya koymuştur (Murphy et al., 2013). Yıllık toplam yağış ve yaz yağışı miktarının yangın aktivitesiyle ilişkili olduğu da çeşitli çalışmalarla ortaya konulmuştur (ör: Pausas, 2004; Archibald et al., 2008). Bu tez çalışması, yaz ve kış dönemi yağışlarının –belirli denizden yükseklik aralıklarında- yangın aktivitesi üzerinde etkili olduğunu göstermiştir. Bu sonuç, literatürde yağışın yangın aktivitesi ve yangın rejimleriyle olan ilişkisini vurgulayan ve yukarıda bahsedilen birçok çalışmanın bulguları ile uyumludur.

Yangın aktivitesi ile yanıcı maddenin miktarı ve dağılımı arasında çok önemli bir ilişki vardır (Pausas and Bradstock, 2007; Pausas and Ribeiro, 2013). Ayrıca, vejetasyon örtüsünün yangın aktivitesiyle sıkı bir ilişki içerisinde olduğu da birçok çalışma ile gösterilmiştir (Bond and Keeley, 2005; Spessa et al., 2005; Parisien et al., 2012). Çalışma alanında yangın rejimlerini şekillendiren en önemli ikinci değişken olan NDVI, yerkürenin yeşillik indisi olarak nitelendirilmekle birlikte üretkenliğin bir göstergesi olarak da kabul edilmektedir (Pausas and Ribeiro, 2013). Genel modellerde çok düşük açıklama oranları veren NDVI, çeşitli yükselti basamaklarında büyük artışlar göstermiştir. Sıcaklık ve yağışın üretkenlik üzerindeki bilinen kontrolü (Erol, 1999; Campbell and Reece, 2008) ve bu tez çalışmasından

elde edilen belirli rakımlarda yağışın yangın aktivitesi üzerinde etkili bir değişken olduğu konusundaki bulgular, NDVI ile ilgili bu sonucu destekler niteliktedir. NDVI'nın açıkladığı sapma miktarının sıfır yığılmalı modellerde binom dağılımına dayalı modellere göre iki kattan fazla oranda yükseldiği görülmüştür. Bu durum, NDVI değişkeninin yangın sayısını yangın varlığına göre daha iyi açıkladığını göstermektedir. Bu bulgu, üretkenliğin bir hücrede çıkan yangınların sayısının daha iyi bir belirleyicisi olduğu anlamına gelebilir. Orta dereceli yangın-üretkenlik hipotezi, yangın aktivitesinin üretkenlik-kuraklık hattının orta bölümlerinde olan ekosistemlerde daha fazla olduğunu, hattın kurak ve nemli ekosistem maksimumlarına kaymasıyla yangın aktivitesinde bir azalma görüleceğini ileri sürmektedir (Pausas and Bradstock, 2007; van der Werf et al., 2008; Pausas and Ribeiro, 2013). Küresel ve bölgesel ölçekte geçerliliğine dair kanıtların bulunduğu orta dereceli yangın-üretkenlik hipotezi, bölgesel ölçekte yürütülmüş olan bu tez çalışmasıyla doğrulanmamıştır. Bunun aksine, çalışma alanında yangın aktivitesinin görece düşük NDVI değerine sahip bölgelerde yoğunlaştığı görülmüştür. Bu bulgu, söz konusu hipotezi doğrulayan bölgesel ölçekli çalışmaların (Spessa et al., 2005; Pausas and Bradstock, 2007; Parisien et al., 2012) bulguları ile çelişmektedir. Orta dereceli yangın-üretkenlik hipotezini destekleyen bölgesel ve küresel düzeydeki çalışmaların ortak özelliği, incelenen alanın üretkenlik açısından oldukça heterojen olması ve üretkenlik değer aralığının da yüksek olmasıdır. (Spessa et al., 2005; Pausas and Bradstock, 2007; van der Werf et al., 2008; Parisien et al., 2012; Pausas and Ribeiro, 2013). Bu tez çalışmasına konu olan Türkiye'nin Akdeniz iklimine sahip kesiminde ise, üretkenlikte bu bölgesel ve küresel düzeydeki çalışmalarda görülen düzeyde bir heterojenliğe rastlanmamış ve üretkenlik değer aralığının görece düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, bu tez çalışmasından elde edilen bulguların orta dereceli yangın-üretkenlik hipotezini desteklememesinin ana sebebi olabilir. Gelecekte farklı biyom tiplerini de içerecek şekilde daha geniş ölçekte (ör: tüm Türkiye ölçeğinde) yapılacak olan çalışmalarla, bu hipotezi destekleyecek bulgular elde edilebilecektir.

Çalışma alanında sıcaklık ve belirli yükselti basamaklarındaki yağışın etkisi NDVI bulgularıyla olduğu gibi potansiyel evapotranspirasyon (PET) sonuçlarıyla da uyumludur. PET de aslında hem sıcaklık hem de yağışla ilişkili bir değişkendir (Akman 1999; Atalay, 1999). Denizden yüksekliği fazla olduğu alanlarda yaz aylarına ait PET değişkenleri, denizden

yüksekliğin düşük olduğu bölgelerde ise yaz dönemi dışındaki aylara ait PET değişkenleri yangın aktivitesiyle pozitif bir ilişki göstermektedir. Yükseklik arttıkça azalan potansiyel evapotranspirasyonun yangın aktivitesiyle olan bu ilişkisi, örtü ve tepe yangınlarındaki değişime işaret ediyor olabilir. PET'in azalıyor olması teorik olarak bitki nemliliğinin artmasına işaret etmektedir (Littell et al., 2009). Alçak kesimlerde yaz aylarında gerçekleşen yangınların yükseklere çıktıkça ilkbahar ve sonbahar yangınlarına dönüşüyor olması (Ç. Tavşanoğlu, kişisel gözlem) bu bulguyu desteklemektedir. Bu tez çalışmasında vejetasyonun/prodükktivitenin yangın rejimlerini şekillendirmesindeki rolü üzerine elde edilen bulgular, Akdeniz Havzası'nda iklim ve toprak koşulları üzerinden dolaylı olarak vejetasyonun yangın rejimlerinden sorumlu olduğunu ileri süren bir çalışmayı desteklemektedir (Vásquez et al., 2002).

Çalışmada incelenen antropojen değişkenlerin hiçbiri, çalışma alanındaki yangın aktivitesini iklim (sıcaklık) ve vejetasyon/prodükktivite (NDVI) kadar açıklayamamıştır. Örneğin, çalışma alanında yangın aktivitesini şekillendiren en önemli antropojen faktör olan nüfus büyüklüğünün etkisi, yukarıda değinilen faktörlerin yanında çok düşük bir öneme sahiptir. Bu bulgu, bu tez çalışmasının ana hipotezi olan günümüz yangın rejimlerinin insan faaliyetlerinden ziyade doğal faktörler tarafından şekillendirildiği yönündeki hipotezi desteklemiştir. Ayrıca, sonuçlar Holosen boyunca insanın yangınlara etki etmesine rağmen, iklimsel koşulların yangınların ortaya çıkmasında önemli bir etken olduğunu gösteren bir paleoekolojik çalışmanın bulguları ile de uyumludur (Vanniére et al., 2010). Günümüzde insanlar, yangın rejimlerini yanıcı madde birikimi, nemi ve sürekliliği ile rüzgâr hızı ve tutuşma gibi birçok farklı faktörü değişime uğratarak etkilemektedir (Bowman et al., 2011). Aslında, nüfus büyüklüğünün yangın aktivitesi ile arasındaki ilişkinin doğrusal olmaması bu konuda yapılan araştırmalarda bölgesel değişikliklere bağlı olarak farklı sonuçlar elde edilmesine yol açmaktadır (Syhphard et al., 2007). Nüfus büyüklüğü ile yangın aktivitesi arasında önce doğru orantılı olarak artan fakat belirli bir eşik değerini geçtikten sonra düşmesine sebep olan bir ilişki olması bu sonucu destekleyen bir bulgudur (Syhphard et al., 2009; Li et al., 2009). Kaliforniya'da yapılan bir araştırma nüfus yoğunluğu ile yanan alan ve yangın sayısı arasında bir ilişki olduğunu ortaya çıkarmıştır (Keeley et. al., 1999). Yine Kaliforniya'da yapılan bir diğer çalışma nüfus yoğunluğunun yangın sayısındaki varyansı

açıklamada en etkili değişken olduğu bulunmuştur (Syphard et al., 2007). İnsanların yangın rejimine olan etkisi, o ekosistemin prodüktivitesine göre de değişmektedir (Bowman et al., 2011). Örneğin, tropikal yağmur ormanlarında uygulanan kes ve yak ("*slash and burn*") uygulamaları, nadiren görülen şiddetli kurak dönemlerde kontrolden çıkarak ciddi sonuçlara neden olabilmektedir (Cochrane, 2003, Lavorel et al., 2006). Antropojen olarak yangın rejimleri üstündeki en önemli baskılardan biri de yangın baskılama çalışmalarıdır (Keeley et al., 1999; Keeley, 2006). Yangınların baskılanması ve engellenmesi doğal olmayan bir yanıcı madde birikimine neden olmaktadır. Hızlıca kontrol altına alınamayan bir yangın, yanıcı madde birikiminden beslenerek tehlikeli boyutlara ulaşabilmektedir (Keeley et al., 1999; Keeley, 2006; Pausas et al., 2008; Bowman et al., 2011). Bu tez çalışmasında elde edilen nüfus büyüklüğünün yangın aktivitesi üzerine etkisiyle ilgili bulgular, literatürde var olan ve nüfusun yangın üzerindeki pozitif etkisini gösteren bir çok çalışma ile uyumludur. Fakat nüfusun doğrusal olmayan ilişkisi bu sonucun dikkatle yorumlanmasını gerektirmektedir. Ayrıca, nüfus büyüklüğünün çalışma alanında ana aktör olan doğal faktörlerin yanında çok düşük bir etkisi olduğu da unutulmamalıdır.

Son 150 yılda, dünya genelinde hayvancılığın artması yanıcı madde sürekliliğinde neden olduğu azalma ile yangın rejimlerinde değişikliklere yol açmıştır (Pausas and Keeley, 2014). Bununla birlikte, bu değişiklikler bölgesel olarak farklılık göstermektedir (Zumbrunnen et al., 2011, 2012; Pausas and Keeley, 2014). Küresel ölçekte yangın rejimlerini insan boyutuyla değerlendiren bir derlemede, son 50 yılda Akdeniz Havzasında köyden kente göçün artmasının hayvancılık aktivitesinde bir azalmaya yol açtığı belirtilmiştir (Bowman et al., 2011). Akdeniz Havzasının batısında 1970'lerden sonra yaşanan yangın sıklığı ve yanan alan miktarındaki artışın, hayvancılık ve tarım alanlarının terkedilmesinden kaynaklandığı (Pausas and Fernández-Muñoz, 2012) ve havza genelinde bu terkedilme trendinin yaşandığını bilinmektedir (Bonet and Pausas, 2007). Portekiz'de yapılan bir çalışmada tarım arazilerinin terkedilmesinin yanında azalan hayvancılıktan bahsedilmiş ve bunun bir sonucu olarak terkedilen alanlardaki çalılık vejetasyonun arttığı belirtilmiştir (Moreira et al., 2001). Yunanistan'da yapılan bir çalışmada ise, bölgedeki hayvancılık aktivitesi ile yangın aktivitesi arasında negatif bir ilişkisi olduğu ortaya çıkmıştır (Kalabokidis et al., 2007). Antropojen faktörler içinde yer alan hayvancılık değişkeninin, hem tek değişkenli modellerde hem de

nihai modelde yangın aktivitesini açıklamada çok düşük öneme sahip olduğu görülmüştür. Bu doğrultuda, bu tez çalışmasının bulguları, çalışma alanı ölçeğinde yangın rejimlerinin şekillenmesinde hayvancılık faaliyetlerinin görece az bir katkısı olduğunu göstermektedir. Ayrıca, hayvancılık değişkeninin farklı yükselti basamaklarında da nihai modele benzer şekilde yangın aktivitesini düşük oranda açıkladığı görülmüştür. Hayvancılık sonuçları değerlendirilirken bu değişkenlerle ilgili verilerde bir kısıt bulunduğu da göz ardı edilmemelidir. Çalışmada kullanılmış olan hayvancılık verisinin ilçe düzeyinde olması, bu değişkene ait etkinin azımsanmış olmasına yol açmış olabilir. Fakat tarım arazisi miktarı değişkeninde de aynı ölçekte veri kullanılmış olmasına karşın, tatmin edici düzeyde açıklayıcı bulgular elde edilebilmiş olması, bu kısıtın çok da önemli olmayabileceğini önermektedir. Havzada yapılan bir çok çalışma hayvancılık aktivitesindeki azalmanın ciddi sorunlara yol açtığını göstermiştir. Bu tez çalışması, yapısı itibariyle böyle bir değişimi araştırmamıştır. Fakat bu durum üzerinde düşünülmesi ve incelemeler yapılması gereken bir nokta olabilir.

İnsan kaynaklı tutuşmaların çoğu yol kenarlarında gerçekleşmektedir (Keeley and Fotheringham, 2003; Stephens, 2005; Syhpard et al., 2009). Yol ağı bir yandan tutuşmaları arttırırken, yol ağı miktarının belli bir eşik değerini geçmesi yanıcı madde sürekliliğinin azalmasına neden olmaktadır (Archibald et al., 2009). Bu sebeple, yol ağıyla ilgili sonuçlar bölgesel olarak farklılık göstermektedir (Cardille et al., 2001). Örneğin, Yunanistan’da yapılan bir çalışmada yol ağının yangın aktivitesiyle herhangi bir ilişki olmadığını ortaya koymuştur (Kalabokidis et al., 2007). Afrika’da yapılan bir çalışmada ise yol ağının yanıcı madde sürekliliğinde yol açtığı azalmadan dolayı yanan alan miktarı ile negatif ilişkili olduğu ortaya çıkarılmıştır (Archibald et al., 2009) Bu tez çalışmasında, yol ağının çalışma alanındaki yangın aktivitesinin açıklanmasında çok düşük bir rolü olduğu tespit edilmiştir. Ancak, çalışma alanında çıkan yangınların en az %60’ının kasıt ya da kaza gibi insan kaynaklı sebeplerden kaynaklandığını (OGM, 2016) dikkate aldığımızda bu bulgu sonuç biraz şaşırtıcı gelebilir. Bununla birlikte, yol ağının büyük oranda tutuşma riski ile ilişkili olması (Syhpard et al., 2009) ve yol ağı verilerinin CBS ortamında dar ve doğrusal şekillerle temsil edilmesinin yol ağının etkisini daha çok yerel ve küçük ölçekli çalışmalarda önemli hale getirmesi (Syhpard et al. 2007) nedeniyle, çalışmada elde edilen bu bulgu açıklanamaz değildir. Yol ağı verisi ile ilgili dikkate alınması gereken bir kısıt, çalışma alanının ve birim ölçeğinin genişliği ile uydu

verilerinden elde edilmesi imkansız olan tutuşma riski verisinin yokluğu nedeniyle yol ağına ait etkinin bir miktar azımsanmış olma olasılığı (Syphard et al., 2007), bu çalışmada yol ağı verisi ile ilgili olarak mevcut olan bir kısıttır. Ancak doğal faktörlerin baskın etkisi bu azımsamanın aşılması durumunda bile sonucun önemli oranda değişmeyeceğini düşündürmektedir.

Denizden yükseklik, yangın rejimleri üzerinde fazlasıyla etkili bir faktördür. Farklı yükselti basamaklarında yangın rejimleri ve onu şekillendiren faktörlerin tamamen değişebildiği gösterilmiştir (Brooks and Matchett, 2006; Moreno et al., 2011; Curt et al., 2015). Dolayısıyla, yangın rejimlerini konu alan birçok çalışmada denizden yükseklik, farklı yangın rejimlerinin gruplanmasında bir norm faktör olarak kullanılmaktadır. Örneğin; yüksek ve düşük yangın sıklığının değişken olarak alındığı bir çalışmada, bu iki durumu temsilen -sırasıyla- denizden yüksekliğin 800 metreden düşük olduğu ve 800 metreden yüksek olduğu alanlar kullanılmıştır (Pausas and Verdú, 2008). Tutuşma riski açısından bakıldığında, Batı Amerika'nın yüksek kesimlerinde doğal tutuşma ihtimali daha fazlayken, alçak kesimlerde bu durumun daha sınırlı olduğu görülmüştür (Pausas and Keeley, 2014). Bir diğer çalışmada, Güney Avrupa'nın son 16.000 yıla ait yangın geçmişi araştırılırken yüksekliğin alansal farklılıkları açıklamada en önemli faktörlerden biri olduğunu ortaya çıkmıştır (Vanniere et al., 2015). Sierra Nevada ekobölgesinin (ABD) yangın aktivitesinde, son 50 yılda görülen artış sadece denizden yüksekliğin fazla olduğu ormanlarda gerçekleşmiş ve bu değişimi tetikleyen kurak ve sıcak ilkbahar mevsimleri alçak kesimlerde yangın rejimleri üzerinde etkili olmadığından böyle bir değişim alçak kesimlerde görülmemiştir (Keeley and Syphard, 2015). Yukarıda değinilen çalışmalarda elde edilen bulguları destekler nitelikte, bu tez çalışmasında, denizden yüksekliğin dikkate alınması yangın aktivitesinin açıklayan etkenlerle ilgili olarak temel analizler sırasında gizli kalmış birçok örüntüyü ortaya çıkarmıştır. Bunların en başında, genel modellerde çok düşük açıklama oranları veren NDVI'nin, çeşitli yükselti basamaklarında büyük artışlar göstermesi gelmektedir. Ayrıca, denizden yüksekliğin fazla olduğu alanlarda yaz aylarına ait PET değişkenleri, denizden yüksekliğin düşük olduğu bölgelerde ise yaz dönemi dışındaki aylara ait PET değişkenlerinin yangın aktivitesini açıklaması bu analizlerin ortaya çıkardığı bir diğer önemli sonuçtur. Bu durum bölgede yüksekliğin yangın rejimlerini yönlendiren faktörlerin şekillenmesinde çok önemli bir değişken olduğunu ve yangın ekolojisi

hakkında yapılacak çalışmalarda veya orman yönetim planlarında yüksekliğin mutlaka değerlendirmeye alınması gerektiğine işaret etmektedir. Ayrıca, çalışmanın sonuçları iklim değişikliğinin vejetasyon üzerinde ve produktivite/kuraklık ilişkisinde yol açacağı değişimlere de dikkat edilmesi gerektiğini işaret etmektedir.

Tarım yangınlarının doğal yangınlardan daha farklı mevsimsel özelliklere sahip olduğu ve bu yangınların farklı bölgelerde farklı mevsimlerde gerçekleştiği bilinmektedir (Korontzi et al., 2006; Le Page and Oom, 2010). Yangın rejimleri ile ilgili çalışmalarda, zaman ve yer bilgisi olmadığı için analizlerden çıkartılamayan tarım yangınları, sonuçlar yorumlanırken çeşitli kafa karışıklıklarına yol açmaktadır (Archibald et al., 2013). Bu çalışmada, tarım arazisi barındıran hücrelerde görülen 12.566 adet yangının belirli bölgelerde yoğunlaşması, *veri seti 1*'e dayanan analizlerde değişkenlerin yangın aktivitesini gerçekte olduğundan daha fazla oranda açıklamasına yol açmıştır. Yukarıda da değinildiği gibi, ana veri setine (*veri seti 3*) dayanan analizlerdeki bulgular, çalışma alanındaki yangın rejimleri üzerindeki antropojen etkinin iklimsel faktörlere göre oldukça düşük olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, tarım arazilerinde çıkan yangınların bu veri setinde yer almadığı unutulmamalıdır. Dolayısıyla, çalışma alanında doğal vejetasyona sahip alanlar söz konusu olduğunda sıcaklık ve diğer birkaç doğal değişken yangın rejimlerinin ana sorumlusu iken, hem doğal hem insan tarafından tarım alanları açılarak değiştirilmiş alanlar bir arada değerlendirildiğinde tarım yangınlarının bölgede yangın rejimlerinin önemli bir bileşeni olduğu görülmektedir. Dolayısıyla, bölgedeki insan faaliyetlerinin tarımsal amaçlı olarak çıkarılan yangınlar nedeniyle yangın rejimlerinin bir bölümünden sorumlu olduğunu da söylemek mümkündür. *Veri seti 4*'e dayanan analizlerde, iklimsel değişkenler arasında yangın aktivitesini en yüksek oranda açıklayan en kurak çeyreğin ortalama sıcaklığı ve en sıcak çeyreğin ortalama sıcaklığı değişkenlerinin ilgili olduğu aylar, çalışma alanında en yoğun yangın aktivitesinin görüldüğü Adana ve Hatay illerinde anız yangınlarının çıkarıldığı kurak mevsimi işaret etmektedir (Kılıç ve ark., 2012). Ayrıca tarım arazilerinin yoğun olarak bulunduğu hücrelerdeki eğimin düşük olması, *veri seti 4*'e dayanan analiz sonuçlarında eğimin yangın aktivitesindeki sapmayı açıklama oranının yükselmesine neden olmaktadır. Buna ek olarak, hiçbir veri setinde yüksek açıklama oranına sahip olmayan Haziran ve Temmuz NDVI değerlerinin *veri seti 4*'e dayanan analiz sonuçlarında yangın aktivitesini yüksek oranda açıkladığı ortaya çıkmıştır. Bütün bu

bulgular, tarım arazilerinde çıkan yangınların doğal yangın rejimlerinin araştırıldığı veri setlerine dahil edilmesi durumunda, farklı değişkenlerin yangın aktivitesini açıklama oranlarında değişim olacağını göstermektedir. Bu “sapma”, gerek küresel ölçekte gerekse bölgesel ölçekte yangın rejimi bulgularının yanlış yorumlanmasına ve yangın rejimini ortaya çıkaran etkenlerle ilgili hatalı çıkarımlar yapılmasına neden olma potansiyel taşımaktadır. Bununla birlikte, uydu verilerinden yangın rejimlerinin belirlendiği birçok çalışmada bu durum gözardı edilmiş (Pausas and Ribeiro, Archibald et al., 2013) ya da olası sapmanın farkında olunsa da, yalnızca çalışmanın bir kısıtı olarak değinilerek analizlerde tarım yangınlarının etkisi dikkate alınmamıştır (Archibald et al., 2013). Bu tez çalışmasında kullanılan, tarım alanındaki yangın aktivitesinin kademeli bir şekilde yangın aktivite veri setinden çıkarılması yaklaşımı, tarım yangınlarından dolayı olası hatalı yorumlamaların önüne geçmek için model olabilecek yöntemsel bir uygulama olarak uluslararası literatüre katkı yapmaktadır.

Çalışmanın bulguları, çalışma alanında tarımsal arazilerde çıkan yangınların doğal alanlarda çıkan yangınlardan çok daha fazla sayıda olduğunu ortaya çıkarmıştır. Akdeniz coğrafyası binlerce yıldır yoğun bir şekilde insan kaynaklı yangınlara sahne olmaktadır (Vanni re et al., 2010; Turner et al., 2010). Özellikle tarımın bölgede yaygınlaşması ile birlikte, çiftçiler tarlada ürün hasadından sonra kalan anızı ortadan kaldırmak için tarım yangınlarını kullanmışlardır. Tarım arazilerinde çıkan yangınların doğal alanlara sıçrama tehlikesi, kontrolden çıkması ve daha büyük yangınlara yol a ması muhtemeldir. Daha  nceki  alışmalar Akdeniz Havzası’nda tarım arazilerinin terkedilmesi sonucu biriken yanıcı maddelerin ve özellikle i ne yapraklı türlerle yapılan ağaçlandırma çalışmalarının günümüzdeki yangın rejimlerini etkilediğini ortaya çıkarmıştır (Moreira et al., 2001; Pausas et al., 2008). Ayrıca, yanıcı maddenin sınırlayıcı faktör olmadığı durumlarda iklimsel faktörler ve kurak koşulların yangın rejimlerini şekillendirici etkisi artmaktadır (Pausas and Fern ndez-Mu oz, 2012). Kanun yapıcıların ve orman yönetim planlarını hazırlayan araştırıcı ve yetkililerin bahsedilen bu potansiyel değişimlerden ve gelecek ile ilgili “kötümser” tahminlerden haberdar olması ve yakın gelecekte gerçekleşeceği öngörülen bu değişimler için önceden hazırlıklı olması gerekmektedir (Kolstr m et al., 2011; Pausas and Paula, 2012).

Akdeniz Havzasındaki binlerce yıllık yoğun insan aktivitesi havzanın arazi örtüsünde çok ciddi değişimlere sebep olmuştur (Syphard et al., 2009; Pausas et al., 2008). Tarım için açılan alanlar, dönüştürmeler, otlatma baskısı ve odunculuk gibi birçok faaliyet bu değişimlere yol açan başlıca sebeplerdir (Pausas et al., 2008). Bu değişimlerin ve arazi kullanım alışkanlıkları ile yangın aktivitesi arasında denizden yükseklik kadar önemli bir ilişki vardır (Dube et al., 2009). Bu tez çalışmasında, yükselti basamaklarında yangın aktivitesinin vejetasyon örtü tiplerine göre değiştiiği görülmüştür. Alçak kesimlerde yangın aktivitesi büyük oranda makilikler ve geniş yapraklı ormanlarda görülrken, denizden yüksekliğin artmasıyla birlikte iğne yapraklı herdemyeşil ormanlardaki yangın aktivitesi önce bir artış daha sonra tekrar azalış göstermiştir. Yangın aktivitesinin 1100 metreden sonra en fazla olduğu arazi örtüsünün zayıf vejetasyon olduğu tespit edilmiştir. Çalışma alanında alt denizden yükseklik kuşağında tepe yangın rejimine sahip Kızılçam (*Pinus brutia*) ormanları yaygınken 1000 metreden sonra örtü yangın rejimine sahip Karaçam (*Pinus nigra*) ormanları hâkim hale gelmektedir (Atalay, 1994). Denizden yükseklik analizlerinin sonucu da bu yükseklik aralıklarında yangınların görüldüğü vejetasyon tipinde bir değişiklik yaşandığına işaret etmektedir. Ayrıca denizden yüksekliğin dikkate alındığı analizlerde potansiyel evapotranspirasyon sonuçları da böyle bir değişimin yaşandığı düşüncesini desteklemektedir. Bu düşüncenin doğrudan kanıtlanmasının yolu yükselti basamaklarındaki yangınların hangi mevsimlerde görüldüğüne belirlenmesidir. Denizden yüksekliğin düşük olduğu bölgelerdeki tepe yangını aktivitesi genellikle yaz mevsiminde görülrken, yükselti arttıkça daha sık görülen örtü yangını aktivitesinin mevsimi ilkbahar ve sonbahara kaymaktadır (Ç. Tavşanoğlu, kişisel gözlem). Dolayısıyla, dolaylı kanıtlar yangın aktivitesinde ve yangının gerçekteleştiği vejetasyon tiplerinde görülen bu değişimin yüksekliğin artması ile tepe yangınlarının baskın olduğu yangın rejimlerinden örtü yangınların baskın olduğu yangın rejimlerine geçişi temsil ettiğini önermektedir.. Bu konuda daha net sonuçlar elde edilebilmesi için, yüksekliğe bağlı olarak yangın mevsimindeki ve örtü/tepe yangın oranlarındaki değişimler üzerine verilerin araştırılması gerekmektedir.

Bu tez çalışmasındaki sonuçlar değerlendirilirken çalışmada bazı eksiklikler ve kısıtlamalar olduğunu göz önünde bulundurmakta fayda vardır. Bu kısıtlamaların bir bölümünden yukarıda hayvancılık, yol ağı ve nüfus büyüklüğü bulgularının yorumlanması sırasında bahsedilmiştir. Bunların yanında, bu tez çalışmasında yangın rejimlerinin sadece yangın aktivitesi ile temsil

ediliyor olması nedeniyle yanan alan büyüklüğü yangın yineleme aralığı ve yangın hava durumu indisi gibi alternatif değişkenlerin kullanılmamış olması da çalışmanın eksikliklerinden biridir. Bununla birlikte, küresel düzeyde yangın aktivitesinin yangın rejimlerinin en önemli belirteçlerinden biri olduğu bilinmektedir (Pausas and Ribeiro, 2013).

5. Sonuç

Bu tez çalışması, yoğun antropojen etkinin görüldüğü çalışma alanında, genel kanının aksine doğal faktörlerin yangın rejimlerini yönlendiren ana aktör olduğunu göstermiştir. Denizden yüksekliğin yangın rejimleri üzerindeki kontrolü de çalışma alanında etkisini çok ciddi bir şekilde göstermiştir. Ayrıca, çalışmanın bulguları tarım arazilerinin doğal yangın rejimlerini araştırırken sonuçlarda önemli sapmalara yol açacağını göstermiştir.

Bu tez çalışması, Türkiye’de yangın coğrafyası konusunda bugüne kadar yapılmış en kapsamlı araştırmadır. Ayrıca, Doğu Akdeniz Havzasındaki yangın coğrafyası konusundaki çalışma eksikliğine bir katkıda bulunmaktadır. Bu eksiklik alanın önde gelen araştırmacıları tarafından sıklıkla dikkat çekilen önemli bir durumdur (Pausas et al., 2008; Paula et al., 2009; Keeley et al., 2012). Yangın coğrafyası konusunda daha ileri çalışmaların yapılması hem halen bu konudaki bilimsel çalışmaların eksik olduğu dünya literatürüne katkı açısından hem de Türkiye’nin büyük bir kesimini oluşturan Akdeniz ekosistem dinamiklerinin daha iyi anlaşılması için büyük önem arz etmektedir.

Çalışma alanının sıcaklıkla ve kısmen yağışla şekillenen yangın rejimine sahip olması iklim değişikliğinin şimdiden hissettirdiği etkiler ve gelecekteki sonuçlarını Türkiye için çok daha önemli bir noktaya taşımaktadır. Bunun yanında arazi kullanım değişikliklerinde yaşanan değişimlerin gelecekte iklim değişikliğiyle birlikte katlanarak önemli bir sorun haline gelme ihtimali de vardır. Bütün bu potansiyel tehlikeler çok ciddi ekolojik ve ekonomik sorunlar yol açma ihtimali taşımaktadır.

Gelişen teknoloji ile güvenilirliği artan ve kullanımı yaygınlaşan uydu yangın verileri ve Coğrafi Bilgi Sistemleri teknolojisi, yangın coğrafyası ve yangın ekolojisi alanlarında geniş ölçekli çalışmalar yapılmasına imkan tanımaktadır. Bu tez çalışmasının hayata geçirilmesinde de hem uydu yangın verilerinden hem de Coğrafi Bilgi Sistemlerinden yararlanılmış, çalışmadaki verilerin düzenlenmesi ve istatistik analizler ise R programında yapılmıştır. R programlama dilinin gelişmesi ve sorun çözmeye odaklı olarak üretilen paketlerin sayı ve çeşidinin artması da ekolojik çalışmalarda analizlerin daha ileriye taşınmasına olanak sağlamaktadır (Muenchen, 2016).

Bu tez çalışmasının ortaya çıkardığı yeni sorular ve yapılması önerilen ileri çalışmalar şunlardır:

- 1- Yangın rejimlerini yönlendiren faktörlerin yangın aktivitesi dışında yanan alan miktarı ve yangın yineleme aralığı gibi başka ölçütlerle de araştırılmalıdır.
- 2- Daha uzun zaman aralığına sahip yangın verileriyle yangın rejimlerinin zamansal olarak değişip değişmediği, değiştiyse bu değişimin yönü ve iklim değişikliğinin yangın rejimleri üzerinde bir etkisi olup olmadığı araştırılmalıdır.
- 3- Tarım arazilerindeki yangınların doğal yangın rejimlerini nasıl etkilediği ve insan-doğal alan geçiş zonunun farklı yangın rejimlerinin görüldüğü yerel alanlarda yangın aktivitesi üzerindeki etkileri incelenmelidir.

KAYNAKLAR

- Altan, G., & Türkeş, M., Çanakkale Yöresinde Oluşan Orman Yangınlarının Hidroklimatolojik karakteristikleri ve iklim değişimleriyle ilişkisi, *Ege Coğrafya Dergisi*, 2, 1–25, **2011**.
- Archibald, S., Roy, D. P., van Wilgen, B. W., & Scholes, R. J., What limits fire? An examination of drivers of burnt area in Southern Africa, *Global Change Biology*, 15(3), 613–630, **2008**.
- Archibald, S., Lehmann, C. E. R., Gómez-dans, J. L., & Bradstock, R. A., Defining pyromes and global syndromes of fire regimes, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110(16), 6445–6447, **2013**.
- Atalay, İ., *Türkiye Vegetasyon Coğrafyası*, Ege Üniversitesi Basımevi, **1994**.
- Akman, Y. *İklim ve Biyoiklim, Kariyer Matbaacılık*, **1999**.
- Barbosa, P., Stroppiana, D., & Gregoire, J. M., An assesment of vegetation fire in Africa (1981-1991): Burned areas, burned biomass, and atmospheric emissions, *Global Biochemical Cycles*, 12, 4 **1999**.
- Barry, S. C., & Welsh, A. H., Generalized additive modelling and zero inflated count data, *Ecological Modelling*, 157(2-3), 179–188, **2002**.
- Batllori, E., Parisien, M.-A., Krawchuk, M. A., & Moritz, M. A., Climate change-induced shifts in fire for Mediterranean ecosystems, *Global Ecology and Biogeography*, 22(10), 1118–1129, **2013**.
- Bilgili, E., Dinç Durmaz, B., Baysal, İ., Sağlam, B., & Küçük, Ö., Doğu Karadeniz ormanlarında orman yangınları, *III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi*, 3, 1280–1290, **2010**.
- Bond, W. J., & Keeley, J. E., Fire as a global “herbivore”: the ecology and evolution of flammable ecosystems, *Trends in Ecology & Evolution*, 20(7), 387–394, **2005**.
- Bond, W. J., & Scott, A. C., Fire and the spread of flowering plants in the Cretaceous, *New Phytologist*, 188(4), 1137–1150, **2010**.
- Bond, W. J., Woodward, F. . I., & Midgley, G. F., The Global Distribuion of Ecosystems in a world without Fire, *New Phytologist*, 165(2), 525–538, **2005**.
- Bonet, A., & Pausas, J. G., Mediterranean Basin: Patterns and Processes in Semiarid Southeast Spain, *Old Fields: Dynamics and Restoration of Abandoned Farmland*, 247–264, **2007**.

- Bowman, D. M. J. S., Balch, J. K., Artaxo, P., Bond, W. J., Carlson, J. M., Cochrane, M. A., Pyne, S. J., Fire in the Earth System, *Science*, 324(5926), 481–484, **2009**.
- Bowman, D. M. J. S., Balch, J., Artaxo, P., Bond, W. J., Cochrane, M. A., D'Antonio, C. M., Swetnam, T. W., The human dimension of fire regimes on Earth, *Journal of Biogeography*, 38(12), 2223–2236, **2011**.
- Brooks, M. L., & Matchett, J. R., Spatial and temporal patterns of wildfires in the Mojave Desert, 1980-2004, *Journal of Arid Environments*, 67(SUPPL.), 148–164, **2006**.
- Brooks, M., & D'antonio, C., Effects of invasive alien plants on fire regimes, *BioScience*, 54(7) **2004**.
- Brown, T. J., Hall, B. L., & Westerling, A. L., The impact of twenty-first century climate change on wildland fire danger in the western united states: An applications perspective, *Climatic Change*, 62(1-3), 365–388, **2004**.
- Cardille, J. A., Ventura, S. J., & Turner, M. G., Environmental and social factors influencing wildfires in the Upper Midwest, United States, *Ecological Applications*, 11(1), 111–127, **2001**.
- Campbell, N., Reece, J., *Biyoloji*, (çev: Gündüz, E., Demirsoy, A., Türkan, İ.), Palme Yayıncılık, Ankara, **2011**
- Cochrane, M. A., Fire science for rainforests., *Nature*, 421(6926), 913–919, **2003**.
- Consortium for Spatial Information, Global Aridity and PET Database, <http://www.cgiar-csi.org/data/global-aridity-and-pet-database>, (Haziran, 2016)
- Cowling, R. M., Rundel, P. W., Lamont, B. B., Arroyo, M. K., & Arianoutsou, M., Plant diversity in mediterranean-climate regions, *Trends in Ecology and Evolution*, 11(9), 362–366, **1996**.
- Curt, T., Borgniet, L., Ibanez, T., Moron, V., & Hély, C., Understanding fire patterns and fire drivers for setting a sustainable management policy of the New-Caledonian biodiversity hotspot, *Forest Ecology and Management*, 337, 48–60, **2015**.
- Çatav, Ş. S., Bekar, I., Ateş, B. S., Ergan, G., Oymak, F., Ülker, E. D., & Tavşanoğlu, Ç., Germination response of five eastern Mediterranean woody species to smoke solutions derived from various plants, *Turkish Journal of Botany*, 36(5), 480–487, **2012**.
- Dube, O. P., Linking fire and climate: interactions with land use, vegetation, and soil, *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 1(2), 161–169, **2009**.

- Dwyer, E., Pereira, J. M. C., Grégoire, J. M., & Dacamara, C. C., Characterization of the spatio-temporal patterns of global fire activity using satellite imagery for the period April 1992 to March 1993, *Journal of Biogeography*, 27(1), 57–69, **2000**.
- Erol, O., Genel Klimatoloji, Genişletilmiş 5. Baskı, Çantay Kitabevi, **1999**
- European Space Agency, GlobCover, <http://bit.ly/1ZN6bVs>, (Haziran, 2016)
- Evans, P., Fort McMurray fire could cost insurers \$9B, BMO predicts, <http://bit.ly/1tv7yya> (Haziran, 2016)
- FAO, Evapotranspiration, <http://bit.ly/1OmPlw3>, (Haziran, 2016)
- Flannigan, M. D., Krawchuk, M. A., de Groot, W. J., Wotton, B. M., & Gowman, L. M., Implications of changing climate for global wildland fire, *International Journal of Wildland Fire*, 18(5), 483–507, **2009**.
- Gill, A. M., Fire and the Australian flora: A review, *Australian Forestry*, 38, 4–25, **1975**.
- Giorgi, F., Climate change hot-spots, *Geophysical Research Letters*, 33(8), 1–4, **2006**.
- Glasspool, I. J., Edwards, D., & Axe, L., Charcoal in the Early Devonian: A wildfire-derived Konservat-Lagerstätte, *Review of Palaeobotany and Palynology*, 142(3-4), 131–136, **2006**.
- Gomez-Gonzalez, S., Torres-Diaz, C., Bustos-Schindler, C., & Gianoli, E., Anthropogenic fire drives the evolution of seed traits, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(46), 18743–18747, **2011**.
- Guyette, R. P., Dynamics of an Anthropogenic Fire Regime, *Ecosystems*, 5, 326–335, **2002**.
- Gür, H., Amerikan İstatistik Derneği'nin p değerleri üzerine açıklaması, <http://bit.ly/24Nz8lw>, (Haziran, 2016)
- Hardtke, L., Del Valle, H. F., & Sione, W., Spatial distribution of wildfire risk in the Monte biome (Patagonia , Argentina) Methods and datasets Study area, *Journal of Maps*, 5647(November), 588–599, **2011**.
- Harrell et al., 2006, Corrplot, <http://bit.ly/1OmOnzI>, (Haziran, 2016)
- He, T., Belcher, C. M., Lamont, B. B., & Lim, S. L., A 350-million-year legacy of fire adaptation among conifers, *Journal of Ecology*, 352–363, **2015**.
- He, T., Lamont, B. B., & Downes, K. S., Banksia born to burn, *New Phytologist*, 191(1), 184–196, **2011**.

- Harita Genel Komutanlığı, Türkiye Mülki İdare Sınırları, <http://www.hgk.msb.gov.tr/u-23-turkiye-mulki-idare-sinirlari.html>, (Haziran, 2016)
- Jackman, S., PSCL, <https://cran.r-project.org/web/packages/pscl/index.html>, **2016**.
- Jarvis, A., Reuter, A. Nelson, E. Guevara, CSI SRTM 90m Database (<http://srtm.csi.cgiar.org>), **2008**.
- Kaniewski D., Paulissen E., De Laet V., Waelkens M., Late Holocene fire impact and post-fire regeneration from the Bereket basin, Taurus Mountains, southwest Turkey, *Quaternary Research*, 70: 228–239, **2008**.
- Kalabokidis, K. D., Koutsias, N., Konstantinidis, P., & Vasilakos, C., Multivariate analysis of landscape wildfire dynamics in a Mediterranean ecosystem of Greece, *Area*, 39(3), 392–402, **2007**.
- Keeley, J. E., Bond, W. J., Bradstock, R. A., Pausas, L. G., Rundel, P. R., *Fire in the Mediterranean Ecosystem; Ecology, Evolution and Management*, Cambridge university Press, **2012**.
- Keeley, J. E., Fotheringham, C. J., & Morais, M., Reexamining Fire Suppression Impacts on Brushland Fire Regimes, *Science*, 284(June), 1829–1832, **1999**.
- Keeley, J. E., Fire management impacts on invasive plants in the western United States, *Conservation Biology*, 20(2), 375–384, **2006**.
- Keeley, J. E., & Fotheringham, C. J., Impact of Past, Present, and Future Fire Regimes on North American Mediterranean Shrublands, *Fire and Climatic Change in Temperate Ecosystems of the Western Americas SE - 8* **2003**.
- Keeley, J. E., Pausas, J. G., Rundel, P. W., Bond, W. J., & Bradstock, R. A., Fire as an evolutionary pressure shaping plant traits, *Trends in Plant Science*, 16(8), 405, **2011**.
- Keeley, J. E., & Syphard, A. D., Different fire – climate relationships on forested and non-forested landscapes in the Sierra Nevada ecoregion, *International Journal of Wildland Fire*, 24, 27–36, **2015**.
- Kılıç, Ş., Doğan, K., & Keskin, S., Yanlış Arazi Kullanımı ve Anız Yakma Sorununa Çözüm Önerileri, *Tralleis*, 1, 36–44, **2013**.
- Kolstrom, M., Lindner, M., Vilen, T., Maroschek, M., Seidl, R., Lexer, M. J., ... Corona, P., Reviewing the science and implementation of climate change adaptation measures in European forestry, *Forests*, 2(4), 961–982, **2011**.

- Korontzi, S., McCarty, J., Loboda, T., Kumar, S., & Justice, C., Global distribution of agricultural fires in croplands from 3 years of Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) data, *Global Biogeochemical Cycles*, 20(2), 1–15, **2006**.
- Krawchuk, M. A., Moritz, M. A., Parisien, M.-A., Van Dorn, J., & Hayhoe, K., Global Pyrogeography: the Current and Future Distribution of Wildfire, *PLoS ONE*, 4(4), e5102, **2009**.
- Krawchuk, M. A., Moritz, M. A., Constraints on global fire activity vary across a resource gradient, *Ecology*, 92(1), 121–132, **2011**.
- Lavorel, S., Flannigan, M. D., Lambin, E. F., & Scholes, M. C., Vulnerability of land systems to fire: Interactions among humans, climate, the atmosphere, and ecosystems, *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 12(1), 33–53, **2006**.
- Le Page, Y., Oom, D., Silva, J. M. N., Jönsson, P., & Pereira, J. M. C., Seasonality of vegetation fires as modified by human action: Observing the deviation from eco-climatic fire regimes, *Global Ecology and Biogeography*, 19(4), 575–588, **2010**.
- Lehmann, C. E. R., Anderson, T. M., Sankaran, M., Higgins, S. I., Archibald, S., Hoffmann, Bond. W., Savanna Vegetation-Fire-Climate Relationships Differ Among Continents, *Science*, 343(January), 548–553, **2014**
- Li, L., Song, W., Ma, J., & Satoh, K., Artificial neural network approach for modeling the impact of population density and weather parameters on forest fire risk, *International Journal of Wildland Fire*, 640–647, **2009**.
- Littell, J. S., Mckenzie, D., Peterson, D. L., & Westerling, A. L., Climate and wildfire area burned in western U.S. ecoprovinces, 1916-2003, *Ecological Applications*, 19(4), 1003–1021, **2009**.
- Lloret, F., Calvo, E., Pons, X., & Díaz-Delgado, R., Wildfires and landscape patterns in the Eastern Iberian Peninsula, *Landscape Ecology*, 17(8), 745–759, **2002**.
- Loeys, T., Moerkerke, B., de Smet, O., & Buysse, A., The analysis of zero-inflated count data: Beyond zero-inflated Poisson regression, *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 65(1), 163–180, **2012**.
- Moreira, F., Rego, F. C., & Ferreira, P. G., Temporal (1958-1995) pattern of change in a cultural landscape of northwestern Portugal: Implications for fire occurrence, *Landscape Ecology*, 16(6), 557–567, **2001**.
- Moreira, B., Tormo, J., & Pausas, J. G., To resprout or not to resprout: factors driving intraspecific variability in resprouting, *Oikos*, 121(10), 1577–1584, **2012**.

- Moreno, J. M., Viedma, O., Zavala, G., & Luna, B., Landscape variables influencing forest fires in central Spain, *International Journal of Wildland Fire*, 20(5), 678–689, **2011**.
- Mouillot, F., Rambal, S., & Joffre, R., Simulating climate change impacts on fire frequency and vegetation dynamics in a Mediterranean-type ecosystem, *Global Change Biology*, 8(5), 423–437, **2002**.
- Muenchen, B., R Passes SAS in Scholarly Use (finally), <http://bit.ly/24GXD3I> (Haziran, 2016)
- Murphy, B. P., Bradstock, R. a., Boer, M. M., Carter, J., Cary, G. J., Cochrane, M. A., ... Bowman, D. M. J. S., Fire regimes of Australia: A pyrogeographic model system, *Journal of Biogeography*, 40(6), 1048–1058, **2013**.
- National Aeronautics and Space Administration (NASA), Vegetation Index, <http://go.nasa.gov/1UMSkgb>, (Haziran, 2016)
- Oliveira, S., Oehler, F., San-Miguel-Ayanz, J., Camia, A., & Pereira, J. M. C., Modeling spatial patterns of fire occurrence in Mediterranean Europe using Multiple Regression and Random Forest, *Forest Ecology and Management*, 275(July 2012), 117–129, **2012**.
- Ozturk, T., Ceber, Z. P., Türkeş, M., & Kurnaz, M. L., Projections of climate change in the Mediterranean Basin by using downscaled global climate model outputs, *International Journal of Climatology*, 35(14), 4276–4292, **2015**.
- Patterson, B., *Global Warming Helped Exacerbate Biggest Year Ever for U.S. Wildfires*, <http://bit.ly/1SEkASn>, (Haziran, 2016)
- Parisien, M. A., Snetsinger, S., Greenberg, J. A., Nelson, C. R., Schoennagel, T., Dobrowski, S. Z., & Moritz, M. A., Spatial variability in wildfire probability across the western United States, *International Journal of Wildland Fire*, 21(4), 313–327, **2012**.
- Paula, S., Arianoutsou, M., Kazanis, D., Tavşanoğlu, Ç., Lloret, F., Buhk, C., ... Pausas, J. G., Fire-related traits for plant species of the Mediterranean Basin, *Ecology*, 90(5), 1420, **2009**.
- Paula, S., & Pausas, J. G., Burning seeds: Germinative response to heat treatments in relation to resprouting ability, *Journal of Ecology*, 96(3), 543–552, **2008**.
- Paula, S., Naulin, P. I., Arce, C., Galaz, C., & Pausas, J. G., Lignotubers in Mediterranean basin plants, *Plant Ecology* **2016**.
- Pausas, J. G., Response of plant functional types to changes in the fire regime in Mediterranean ecosystems: a simulation approach, *Journal of Vegetation Science*, 10, 717–722, **1999**.

- Pausas, J. G., Changes in fire and climate in the eastern Iberian Peninsula (Mediterranean Basin), *Climatic Change*, 63(3), 337–350, **2004**.
- Pausas, J. G., & Bradstock, R. A., Fire persistence traits of plants along a productivity and disturbance gradient in mediterranean shrublands of south-east Australia, *Global Ecology and Biogeography*, 16(3), 330–340, **2007**.
- Pausas, J. G., & Fernández-Muñoz, S., Fire regime changes in the Western Mediterranean Basin: from fuel-limited to drought-driven fire regime, *Climatic Change*, 110(1-2), 215–226, **2012**.
- Pausas, J. G., & Keeley, J. E., Abrupt Climate-Independent Fire Regime Changes, *Ecosystems*, 17(6), 1109–1120, **2014**.
- Pausas, J. G., & Keeley, J. E., A Burning Story: The Role of Fire in the History of Life, *BioScience*, 59(7), 593–601, **2009**.
- Pausas, J. G., Llovet, J., Rodrigo, A., & Vallejo, R., Are wildfires a disaster in the Mediterranean basin? - A review, *International Journal of Wildland Fire*, 17(6), 713–723, **2008**.
- Pausas, J. G., & Paula, S., Fuel shapes the fire-climate relationship: evidence from Mediterranean ecosystems, *Global Ecology and Biogeography*, 21(11), 1074–1082, **2012**.
- Pausas, J. G., & Ribeiro, E., The global fire-productivity relationship, *Global Ecology and Biogeography*, 22(6), 728–736, **2013**.
- Pausas, J. G., & Schwilk, D., Fire and plant evolution, *New Phytologist*, 301–303, **2012**.
- Pausas, J. G., & Vallejo, V., The role of fire in European Mediterranean ecosystems, *Remote sensing of large wildfires*, 3–16, **1999**.
- Pausas, J. G., & Verdú, M., Plant persistence traits in fire-prone ecosystems of the Mediterranean basin: A phylogenetic approach, *Oikos*, 109(1), 196–202, **2005**.
- Pinol, J., Terradas, J., & Lloret, F., Climate warming, wildfire hazard, and wildfire occurrence in coastal eastern Spain, *Int. J. Wildland fire*, 11, 95–106, **1998**.
- Planton, S., Déqué, M., Chauvin, F., & Terray, L., Expected impacts of climate change on extreme climate events, *Comptes Rendus Geoscience*, 340(9-10), 564–574, **2008**.
- Power, M. J., Marlon, J. R., Ortiz, N., Bartlein, P. J., Harrison, S. P., Mayle, F. E., ... Zhang, J. H., Changes in fire regimes since the Last Glacial Maximum: an assessment based on a global synthesis and analysis of charcoal data, *Climate Dynamics*, 30(7-8), 887–907, **2008**.

- Price, C., & Rind, D., The Impact of a 2-X-Co2 Climate on Lightning-Caused Fires, *Journal of Climate* **1994**.
- R Core Team. 2016. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org/>.
- Şahin, S., Türkeş, M., Wang, S-H., Hannah, D., Eastwood, W., Large scale moisture flux characteristics of the Mediterranean Basin and their relationships with drier and wetter climate conditions, *Climate Dynamics*. **2015**.
- Schumacher, S., & Bugmann, H., The relative importance of climatic effects, wildfires and management for future forest landscape dynamics in the Swiss Alps, *Global Change Biology*, 12(8), 1435–1450, **2006**.
- Scott, A.C., Glaspool, I. J., The diversification of Paleozoic fire systems and fluctuations in atmospheric oxygen concentration. *PNAS*, 113(29), 10861-10865, **2006**.
- Sileshi, G., Hailu, G., & Nyadzi, G. I., Traditional occupancy-abundance models are inadequate for zero-inflated ecological count data, *Ecological Modelling*, 220(15), 1764–1775, **2009**.
- Spessa, A., McBeth, B., & Prentice, C., Relationships among fire frequency, rainfall and vegetation patterns in the wet-dry tropics of northern Australia: An analysis based on NOAA-AVHRR data, *Global Ecology and Biogeography*, 14(5), 439–454, **2005**.
- Stephens, S. L., Forest fire causes and extent on United States Forest Service lands, *International Journal of Wildland Fire*, 14(3), 213–222, **2005**.
- Syphard, A. D., Radeloff, V. C., Hawbaker, T. J., & Stewart, S. I., Conservation Threats Due to Human-Caused Increases in Fire Frequency in Mediterranean-Climate Ecosystems, *Conservation Biology*, 23(3), 758–769, **2009**.
- Syphard, A. D., Radeloff, V. C., Keeley, J. E., Hawbaker, T. J., Clayton, M. K., Stewart, S. I., & Hammer, R. B., Human Influence on California Fire Regimes, *Ecological Applications*, 17(5), 1388–1402, **2007**.
- Tatli, H., & Türkeş, M., Climatological evaluation of haines forest fire weather index over the Mediterranean Basin, *Meteorological Applications*, 21(3), 545–552, **2014**.
- Tavşanoğlu, Ç., Akdeniz havzasında bitkilerin kuraklık ve yangına uyumları, *Ot Sistematik Botanik Dergisi*, 11(1), 119–132, **2004**.
- Tavşanoğlu, Ç., & Gürkan, B., Long-term post-fire dynamics of co-occurring woody species in *Pinus brutia* forests: the role of regeneration mode, *Plant Ecology*, 215(3), 1–11, **2014**.

- Turco, M., Llasat, M.-C., von Hardenberg, J., & Provenzale, A., Climate change impacts on wildfires in a Mediterranean environment, *Climatic Change*, 125(3-4), 369–380, **2014**.
- Trabaud, L., *Postfire plant community dynamics in the Mediterranean Basin*, In: *The Role of Fire in Mediterranean-Type Ecosystems*, Eds: Moreno, J.M., Oechel, W.C., Springer-Verlag, New York, 1-15, **1994**.
- Türkeş, M., & Altan, G., Türkiye’de 2011’de oluşan orman yangınlarının klimatolojik çözümlemesi ve hidroklimatik, yüzey hava ve yüksek atmosfer koşulları ile bağlantıları, *Uluslararası İnsan Bilimler Dergisi*, 11(1) **2014**.
- Türkeş, M., & Altan, G., Muğla Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı orman arazilerinde 2008 yılında çıkan yangınların kuraklık indisleri ile çözümlenmesi, *Uluslararası İnsan Bilimler Dergisi*, 1(9) **2012b**.
- Türkeş, M., & Altan, G., İklimsel Değişimlerin ve Orman Yangınlarının Muğla Yöresindeki Doğal Çevre, Doğa Koruma Alanları ve Biyotaya Etkilerinin bir Ekolojik Biyocoğrafya Çözümülemesi, *Ege Coğrafya Dergisi*, 2, 57–75, **2013**.
- Türkeş, M., & Altan, G., Çanakkale’nin 2008 Yılı Büyük Orman Yangınlarının Meteorolojik ve Hidroklimatolojik Analizi, *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 10(2), 195–218, **2012a**.
- Türkeş, M., Vulnerability of Turkey to desertification with respect to precipitation and aridity conditions, *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences*, 23(5), 363–380, **1999**.
- Türkeş, M., Küresel iklimin korunması, iklim değişikliği çerçeve sözleşmesi ve türkiye, *TMMOB Makina Mühendisleri Odası*, 14–29, **2001**.
- Türkeş, M. *Biyocoğrafya, Bir Paleocoğrafya ve Ekoloji Yaklaşımı*, Kriter Yayınları, **2015**
- Türkeş, M., Influence of geopotential heights, cyclone frequency and Southern Oscillation on rainfall variations in Turkey, *International Journal of Climatology*, 18(6), 649–680, **1998**.
- Türkeş, M., Hava, İklim, Şiddetli Hava Olayları ve Küresel Isınma, *Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü 2000 Yılı Seminerleri*, 187–205, **2001**.
- Türkeş, M., Sümer, U. M., & ÇETİNER, G., Küresel İklim Değişikliği ve Olası Etkileri, *Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları*, 7–24, **2000**.
- Türkeş, M., Sümer, U. M., & Demir, I., Re-evaluation of trends and changes in mean, maximum and minimum temperatures of Turkey for the period 1929-1999, *International Journal of Climatology*, 22(8), 947–977, **2002**.

- Turner, R., Roberts, N., Eastwood, W. J., Jenkins, E., & Rosen, A., Fire, climate and the origins of agriculture: Micro-charcoal records of biomass burning during the last glacial-interglacial transition in Southwest Asia, *Journal of Quaternary Science*, 25(3), 371–386, **2010**.
- Ulaş, İ., Onay, T., Yenigün, O., Anteplipğlu, Ü., İncecik, S., S., T., ... Melas, D., An Overview of Forest Fires and Meteorology in Turkey and Greece, *IEEE*, 62–67, **2006**.
- Van Der Werf, G. R., Randerson, J. T., Giglio, L., Gobron, N., & Dolman, A. J., Climate controls on the variability of fires in the tropics and subtropics, *Global Biogeochemical Cycles*, 22(3), 1–13, **2008**.
- Vannièrè, B., Blarquez, O., Rius, D., Doyen, E., Brücher, T., Colombaroli, D., ... Olofsson, J., 7000-year human legacy of elevation-dependent European fire regimes, *Quaternary Science Reviews* **2015**.
- Vannièrè, B., Colombaroli, D., Chapron, E., Leroux, A., Tinner, W., & Magny, M., Climate versus human-driven fire regimes in Mediterranean landscapes: the Holocene record of Lago dell'Accesa (Tuscany, Italy), *Quaternary Science Reviews*, 27(11-12), 1181–1196, **2010**.
- Vázquez, a, Spatial distribution of forest fires in Sierra de Gredos (Central Spain), *Forest Ecology and Management*, 147(1), 55–65, **2001**.
- Vázquez, A., Pérez, B., Fernández González, F., & Moreno, J. M., Recent fire regime characteristics and potential natural vegetation relationship in Spain, *Journal of Vegetation Science*, 13, 663–673, **2002**.
- Verdu, M., & Pausas, J. G., Fire drives phylogenetic clustering in Mediterranean Basin woody plant communities, *Journal of Ecology*, 95(6), 1316–1323, **2007**.
- Wei and Simko, 2016, Hmisc, <http://bit.ly/1ttyrCA> (Haziran, 2016)
- Westerling, A. L., Warming and Earlier Spring Increase Western U.S. Forest Wildfire Activity, *Science*, 313(5789), 940–943, **2006**.
- Wikipedia, 2016 Fort McMurray Fire, <http://bit.ly/24PrIhm>, (Haziran, 2016b)
- Wikipedia, Yellowstone Fires of 1998, <http://bit.ly/1S3q706>, (Haziran, 2016a)
- Vilà-Cabrera, A., Saura-Mas, S., Lloret, F., Effects of fire frequency on species composition in a Mediterranean shrubland, *Ecoscience*, 15: 519–528, **2008**.
- Wasserstein R.L., Lazar N. A., The ASA's statement on p-values: context, process, and purpose. *The American Statistician*, **2016**.

Wrangham, R. W., The Raw and the Stolen, *Current Anthropology*, 40(5), 567–577, **1999**.

Wildlife Conservation Society - WCS, and Center for International Earth Science Information Network - CIESIN - Columbia University, Last of the Wild Project, Version 2, (LWP-2): Global Human Influence Index (HII) Dataset (IGHP). Palisades, NY: NASA Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC), (Haziran, 2016)

Zeileis, A., Kleiber, C., Jackman, S., Zeileis, A., Kleiber, C., & Jackman, S., Regression Models for Count Data in R, (April) **2007**.

Zumbrunnen, T., Menéndez, P., Bugmann, H., Conedera, M., Gimmi, U., & Bürgi, M., Human impacts on fire occurrence: a case study of hundred years of forest fires in a dry alpine valley in Switzerland, *Regional Environmental Change*, 12(4), 935–949, **2012**.

Zumbrunnen, T., Pezzatti, G. B., Menéndez, P., Bugmann, H., Bürgi, M., & Conedera, M., Weather and human impacts on forest fires: 100 years of fire history in two climatic regions of Switzerland, *Forest Ecology and Management*, 261(12), 2188–2199, **2011**.

ÖZGEÇMİŞ

Kimlik Bilgileri

Adı Soyadı: İsmail Bekar

Doğum Yeri: Rize, Çayeli

Medeni Hali: Bekar

E-posta: ismailbekar53@gmail.com

Adresi: İncesu mahallesi, Mahmut Esat Bozkurt caddesi, no 63, daire 4. Çankaya/Ankara

Eğitim

Lisans: Hacettepe Üniversitesi Biyoloji Bölümü

Yabancı Dil ve Düzeyi

YDS: 78,75

IELTS: 6

İş Deneyimi

Deneyim Alanları

R İstatistik Programı

ArcGIS Coğrafi Bilgi Sistemleri Programı

Yangın Rejimleri

Tezden Üretilmiş Projeler ve Bütçesi

Türkiye'nin Akdeniz Tipi Ekosistemlerinde Günümüz Yangın Rejimlerinin Şekillenmesinde Doğal ve Antropojen, Hacettepe BAP, 5694,45 TL

Tezden Üretilmiş Yayınlar

Tezden Üretilmiş Tebliğ ve/veya Poster Sunumu ile Katıldığı Toplantılar

Matematiksel Evrim Yaz Okulu, Poster sunumu, Matematik Köyü, İzmir, 6-13 Eylül 2015

Ecology and Evolutionary Biology Symposium, Poster sunumu, Ankara, Haziran 2014,

Türkiye