

# **FOREST FIRE SUSCEPTIBILITY ANALYSIS USING GIS AND AHP: THE CASE OF ANTAKYA FORESTRY OPERATION DIRECTORATE**

**CBS VE AHS KULLANILARAK ORMAN YANGINI DUYARLILIK ANALİZİ:  
ANTAKYA ORMAN İŞLETME MÜDÜRLÜĞÜ ÖRNEĞİ**

***Emre ÖZŞAHİN<sup>1</sup>***

## **Abstract**

Turkey, which is located in the Mediterranean basin that is one of the prominent zones in the world in terms of forest fires, is one of the countries where forest fires are experienced very often due to both natural and socio-economic conditions. This natural disaster, which occurs due to negligence in particular, has caused considerable material losses in recent years. The purpose of this study was to make a forest fire susceptibility analysis within the coverage area of Antakya Forestry Operation Directorate. The analysis was made based on the factors influential on forest fire risk (elevation, slope, exposure, distance to settlement, distance to road lines, land use, vegetation cover) and the factors influential on fire-fighting (distance to water resources, distance to fire-fighting teams, distance to fire observation towers, the visibility of fire observation towers). The said factors were analyzed by means of GIS (geographic information systems) and AHP (analytic hierarchy process). The hypothesis of the study was as follows: "Geographic parameters play an important role in the distribution of forestry fire susceptibility." The present study was methodologically significant in that it highlighted the use of GIS for determining the areas susceptible to fire. In the end, it was determined that the study area was dominated by medium susceptibility areas, and the study area contained a medium forest fire potential. The forest fire susceptibility was seen mostly in the northern part of the Amanos Mountains, the northwestern part of Antakya, Kuseyr Plateau and around Reyhanlı. In conclusion, the present study demonstrated that GIS could be used as an instrument helping to make effective decisions concerning forest fire planning.

**Keywords:** Forestry, forest fires, GIS (geographical information systems), AHP (analytic hierarchy process), Antakya forestry operation directorate.

## **Özet**

Orman yangınları bakımından dünyanın önde gelen yerlerinden olan Akdeniz havzasında yer alan Türkiye, gerek doğal, gerekse sosyo-ekonomik koşulları nedeniyle orman yangınlarının çok sık yaşandığı ülkelerden biridir. Özellikle ihmaller nedeniyle meydana gelen bu doğal afet, son yıllarda ciddi oranda maddi kayıplara neden olmuştur. Bu çalışmanın amacı, Antakya Orman İşletme Müdürlüğü sınırları dahilinde orman yangını duyarlılık analizinin yapılmasıdır. Bu analiz, orman yangını riskini etkileyen faktörler (yüksekti, eğim, bakı, yerleşmeye mesafe, yol hatlarına mesafe, arazi kullanımı, bitki örtüsü) ile yangına müdahaleyi etkileyen faktörler (su kaynaklarına mesafe, yangın müdahale ekiplerine mesafe, yangın gözetleme kulelerine mesafe, yangın gözetleme kulelerinden görülebilirlik) göz önünde bulundurularak yapılmıştır. Çalışmada kullanılan faktörler CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) teknikleri ile AHS (Analitik Hiyerarşi Süreci) yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. "Coğrafi parametreler, orman yangını duyarlılığının dağılımında önemli rol oynamaktadır" yargısı çalışmanın hipotezini teşkil etmektedir. Çalışma orman yangınları açısından duyarlı alanları belirlemede CBS kullanımını vurgulamak bakımından metodolojik önem taşır. Sonuçta, inceleme alanında orta duyarlı alanların egemen olduğu ve sahanın orta derecede bir orman yangını potansiyeli barındırdığı belirlenmiştir. Orman yangını duyarlılığı daha çok Amanos Dağları'nın kuzey kesimi, Antakya'nın kuzeybatı kesimi, Kuseyr Platosu ve Reyhanlı çevresinde görülmektedir. Nihayetinde bu çalışma, CBS, orman yangını planlamalarında etkin karar vermeye yardımcı araç olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Orman, orman yangınları, CBS (coğrafi bilgi sistemleri), AHS (analitik hiyerarşi süreci), Antakya orman işletme müdürlüğü.

<sup>1</sup> Namık Kemal Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü, Tekirdağ, E-mail: [eozsahin@nku.edu.tr](mailto:eozsahin@nku.edu.tr).

## GİRİŞ

Orman yangınları, çevresi açık olması nedeniyle serbest yayılma eğiliminde olan ormandaki yanıcı maddeleri yakan yangınlar olarak tanımlanmakta olup (Çanakçıoğlu, 1979), hem doğal hem de insan kaynaklı meydana gelen iklimatik kökenli doğal afetlerdendir (Şahin ve Sipahioğlu, 2003).

Günümüzde gelişen teknolojik imkanlara rağmen, dünya genelinde son yıllarda çıkan orman yangınlarının sayısında artış yaşanmıştır (Özkazanç ve Ertuğrul, 2011; Karabulut vd., 2013). Bu durumun nedeni olarak hızlı nüfus artışı ile birlikte yangınlara neden olan faktörlerde yaşanan büyümeler olduğu ileri sürülmüştür (Ertuğrul, 2005). Gerçekten de Uluslararası Afet Veri tabanı (International Disaster Database, 2013) istatistiklerine göre 1900–2013 yılları arasında kıta ölçeğinde belirli bir büyüklüğe ulaşan (çok sayıda insanın etkilendiği ve öldüğü veya çok büyük alanda ortaya çıkan orman yangınları) toplamda 372 adet orman yangını kaydedilmiştir. Bu yangınlar sonucunda 3.664 kişi yaşamını yitirmiş, 5.951.831 kişi etkilenmiş ve yaklaşık 53,8 milyar dolarlık maddi hasar gerçekleşmiştir. En fazla orman yangını ise 132 olayla Amerika kıtasında yaşanmıştır (Tablo 1).

**Tablo 1.**

*1900–2013 yılları arasında kıta ölçeğinde yaşanan orman yangınları*

<b>Kıtalar</b>	<b>Olay Sayısı</b>	<b>Ölü Sayısı (kişi)</b>	<b>Etkilenen İnsan Sayısı (kişi)</b>	<b>Zarar (Bin Dolar)</b>
Afrika	27	274	33.872	440.000
Amerika	132	1.563	1.249.254	25.967.900
Asya	82	756	3.275.845	11.903.500
Avrupa	98	575	1.295.600	12.818.811
Okyanusya	33	496	97.260	2.676.844
<b>TOPLAM</b>	<b>372</b>	<b>3.664</b>	<b>5.951.831</b>	<b>53.807.055</b>

**Kaynak:** International Disaster Database, 2013

Orman yangınları bakımından dünyanın önde gelen mekanlarından birisi de Akdeniz havzasıdır (Maheras, 2002; Assaker vd., 2012). Bu havzada yaşanan orman yangınları, ekolojik dengenin sağlanmasında önemli bir rol oynamasının yanında (Bilgili vd., 2001; Sağlam vd., 2008), ekonomik, ekolojik ve kültürel açıdan büyük yıkımlara neden olmaktadır (Karabulut vd., 2013). Öte yandan bu havzada insan kaynaklı küresel iklim değişikliği süreci ile birlikte gelecekte daha fazla etkili ve daha sık olması beklenen yüksek sıcaklıkların, sıcak hava dalgalarının ve kuraklıkların da orman yangınlarında artış oluşturabileceği bildirilmiştir (Türkeş, 2010; Türkeş ve Tath, 2010; Türkeş vd., 2011a; Türkeş vd., 2011b; Türkeş ve Altan, 2012).

Akdeniz havzasında yer alan Türkiye de, gerek doğal, gerekse sosyo-ekonomik koşulları nedeniyle orman yangınlarının çok sık yaşandığı ülkelerdendir (Şahin ve Sipahioğlu, 2003; Türkeş ve Altan, 2012; Türkeş ve Altan, 2014). Özellikle Türkiye'nin Akdeniz ve Ege bölgelerindeki iğne yapraklı ormanlarında (Atalay, 2004) 5–6 aylık süre zarfı boyunca karşılaşılan bir afettir (Küçükosmanoğlu, 1994). Bu bağlamda 1970–2012 yılları arasındaki zaman diliminde Türkiye'de yaşanan 1978 orman yangını aynı zamanda en fazla sayıda görülen doğal afet olarak kayıtlara geçmiştir (Özşahin, 2013). Yaşanan orman yangınlarında 36.587 kişi ölmüş ve 55.885 kişi yaralanmıştır. Söz konusu orman yangınlarından ise 15.956.833 kişi etkilenmiştir. Yapılan çalışmalar, meydana gelen orman yangınlarının % 91'inin insan kaynaklı faaliyetler sonucunda ortaya çıktığını göstermektedir (OGM, 2011).

Son yıllarda gerek dünyada, gerekse Türkiye'de orman yangınlarının yerinin tespit edilmesi, modellenmesi, yangın oluşumunun izlenmesi ve söndürme çalışmalarının organize edilmesi, yangın sonrası oluşan hasarın belirlenmesi için birçok çalışma

yapılmaktadır. Bu çalışmalar daha çok CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) destekli olarak gerçekleştirilmektedir (Şahin ve Gümüşay, 2007). Böylece bütün veriler, sistemli ve pratik bir şekilde analiz edilebilmektedir (Fox ve Stuart, 1994; Bahadır, 2010).

Bu kapsamda dünyada Chuvieco ve Congalton (1989) Castellon şehri, Sharma vd. (2009), Jammu bölgesi; Jaiswal vd. (2002) Gorna havzası; Setiawan vd. (2004) Malezya'nın güney Pahang'daki Pekan ilçesi, Dong vd. (2005) Çin'deki Baihe ormanı, Chi ve Han (2006) Yeongdong ili, Vadrevu vd. (2010) Andhra Pradesh eyaleti, Mohammadi vd. (2010) Paveh ormanı, Caceres (2011) Yeguaré bölgesi, Ghobadi vd. (2012) Golestan ili, Mahdavi vd. (2012) İran'daki Ilam ili, Assaker vd. (2012) Lübnan'daki Nahr Ibrahim havzası ve Mohammadi vd. (2014) Sarvabad ormanı için CBS tabanlı orman yangını duyarlılık analizi yapmışlardır. Türkiye'de Aşkın (2004) İzmir ili Kemalpaşa (Nif) Dağı'ndaki orman yangın gözetleme kulelerinin görünürlük analizlerini yapmış ve alternatif gözlem noktaları saptamıştır. Erten vd. (2005) Çanakkale ilçesine bağlı Gelibolu Yarımadası için CBS yöntemine göre yangın duyarlılık bölgeleri oluşturmuşlardır. Bahadır (2010) Türkiye genelindeki orman yangınlarını CBS'yi kullanarak analiz etmiştir. Karabulut vd. (2013) ise Başkonuş Dağı için CBS destekli orman yangın modeli geliştirmişlerdir.

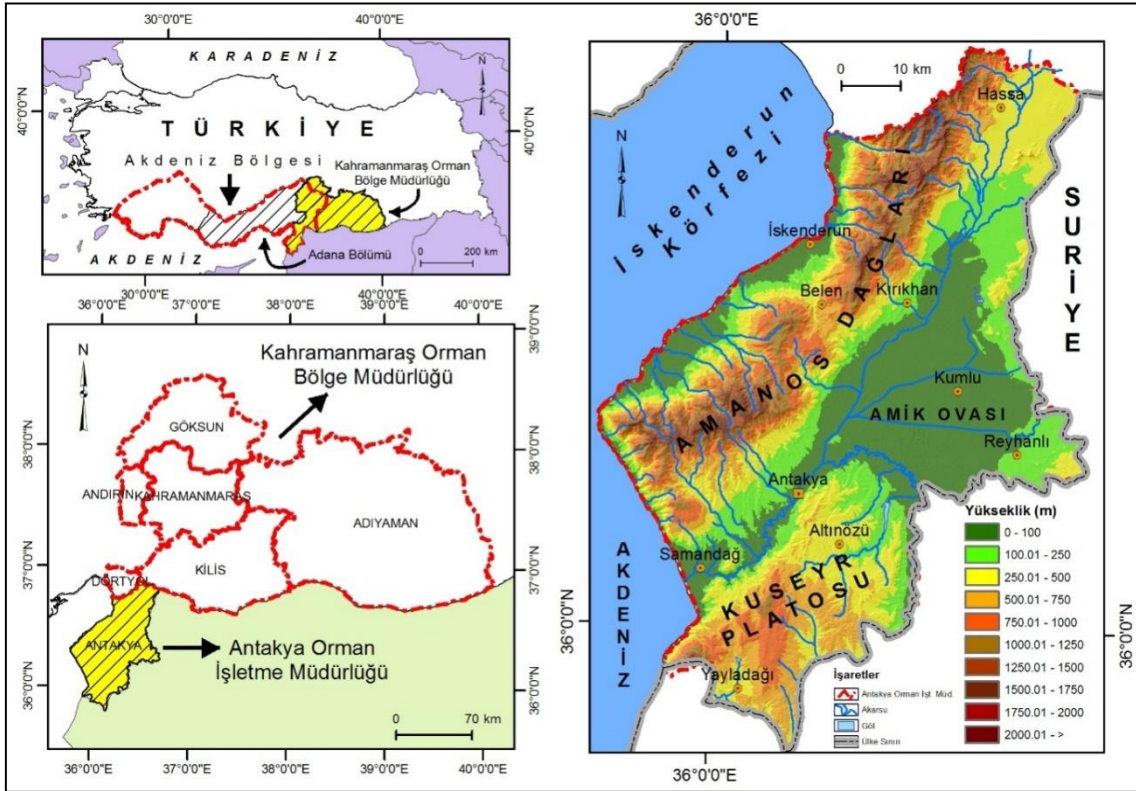
Bu çalışmada Antakya Orman İşletme Müdürlüğü sınırlarını dahilinde orman yangını duyarlılık analizinin yapılması amaçlanmıştır. Bu analiz, orman yangını riskini etkileyen faktörler (bitki örtüsü, yükselti, eğim, bakı, arazi kullanımı, yerleşmeye mesafe, yol hatlarına mesafe) ile yangına müdahaleyi etkileyen faktörler (su kaynaklarına mesafe, yangın müdahale ekiplerine mesafe, yangın gözetleme kulelerine mesafe, yangın gözetleme kulelerinden görülebilirlik) göz önünde bulundurularak yapılmıştır. Çalışmada kullanılan bu faktörler CBS teknikleri ile AHS (Analitik Hiyerarşi Süreci) yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. "Coğrafi parametreler, orman yangını duyarlılığının dağılımında önemli rol oynamaktadır" yargısı çalışmanın hipotezini teşkil etmektedir. Ayrıca çalışma, orman yangınları açısından duyarlı alanları belirlemede CBS kullanımını vurgulamak bakımından metodolojik önem taşır.

### **İnceleme Alanının Konumu ve Orman Yangınlarıyla Olan İlişkisi**

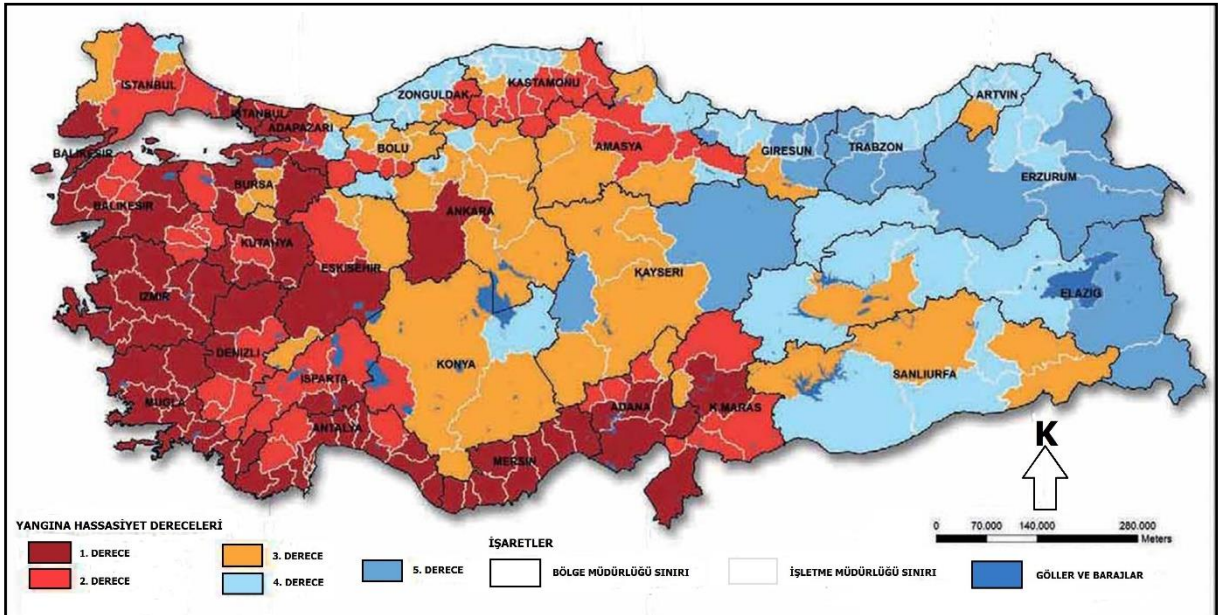
İnceleme alanı, Türkiye'nin en güneyinde ve Akdeniz Bölgesi'nin doğusunda bulunan Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı Antakya Orman İşletme Müdürlüğü sınırlarını kapsamaktadır. Yüzölçümü 483727,1 ha olan işletme alanı, batıdan Akdeniz, güney ve doğudan Suriye, kuzeyden Dört Yol ve Kilis Orman İşletme Müdürlüğü ile çevrilidir. Coğrafi koordinat sistemine göre 36° 53' 53" - 35° 48' 44" K enlemleri ile 35° 46' 02" - 36° 42' 37" D boylamları arasındadır (Şekil 1).

İnceleme alanı, orman işletme müdürlüklerinin yangına hassaslık derecelerine göre dağılım haritasında birinci derecede hassasiyet gösteren bir sahadır (Şekil 2). İnceleme alanında 1990-2013 yıllarını kapsayan 23 yıllık dönemde 9791,32 ha alanı bertaraf eden 802 adet orman yangını kaydedilmiştir (Antakya Orman İşletme Müdürlüğü, 2013). Bu yıllar arasında en fazla yangın 48 adetle 1994 yılında çıkmış, en fazla arazi ise 3272,2 ha'la 2012 yılında yanmıştır (Tablo 2). Ayrıca Antakya Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde son 23 yıllık zaman diliminde gerçekleşen en büyük yangın ise 5 Ağustos 2013 tarihinde meydana gelmiştir. Resmi istatistik verilerine göre on gün süren bu yangın sonucunda 1183 ha arazi yanmıştır (Antakya Orman İşletme Müdürlüğü, 2013).

*Özşahin, E. (2014). CBS ve AHS Kullanılarak Orman Yangını Duyarlılık Analizi: Antakya Orman İşletme Müdürlüğü Örneği, ss 50-71*



**Şekil 1.** Lokasyon haritası



**Şekil 2.** Orman İşletme Müdürlükleri itibariyle yangın duyarlılık haritası (OGM, 2013'ten değiştirilerek)



**Tablo 2.**

*İnceleme alanında 1990–2013 yılları arasında çıkan orman yangınları ve yanan arazi*

Yıllar	Orman Yangını		Yıllar	Orman Yangını	
	Adet	Alan (ha)		Adet	Alan (ha)
1990	30	235,09	2002	29	104,81
1991	20	891,84	2003	27	39,5
1992	19	42,52	2004	30	59,8
1993	40	324,93	2005	26	52,7
1994	48	216,84	2006	25	15,2
1995	37	196,75	2007	45	777,72
1996	32	59,5	2008	28	563,3
1997	35	72,1	2009	26	25,6
1998	32	425,6	2010	33	38,7
1999	38	483,73	2011	23	135,4
2000	32	48,06	2012	75	3272,2
2001	26	288,56	2013	46	1420,87

**Kaynak:** Antakya Orman İşletme Müdürlüğü, 2013

Aynı şekilde bu değer, Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğü'nün son on yıllık (2003–2013) kayıtlarıyla (Antakya Orman İşletme Müdürlüğü, 2013) da uyumaktadır. Nitekim toplam 736 adet orman yangınının yaşandığı ve 6004 ha'lık sahanın yandığı bölge müdürlüğünde 339 adet orman yangını ve 5118,6 ha'lık yanan araziyle Antakya Orman İşletme Müdürlüğü birinci sırada yer almaktadır (Terli ve Akalın, 2013). 8 tane orman işletme şefliğinin bulunduğu inceleme alanı kapsamında en fazla yangın 243 adetle İskenderun Orman Şefliğinde çıkmıştır (Tablo 3).

**Tablo 3.**

*İnceleme alanında 1990–2013 yılları arasında çıkan orman yangınlarının işletme şefliklerine göre dağılışı*

Orman İşletme Şefliği	Orman Yangını (Adet)
Altınözü	1
Antakya	179
Belen	62
Hassa	38
İskenderun	243
Kırıkhan	52
Samandağ	117
Yayladağı	110
<b>TOPLAM</b>	<b>802</b>

**Kaynak:** Antakya Orman İşletme Müdürlüğü, 2013

Buna mukabil orman yangınlarının en fazla olduğu mevsim yaz (397 adet), en az olduğu mevsim ise kış (25 adet)'tir. Orman yangınlarının en fazla olduğu ay eylül (155 adet) iken, en az olduğu ayda aralık (25 adet)' tir (Tablo 4).

**Tablo 4.**

*İnceleme alanında 1990–2013 yılları arasında çıkan orman yangınlarının aylara dağılışı*

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam
Orman Yangını (Adet)	8	10	25	28	32	98	148	151	155	117	23	7	802

**Kaynak:** Antakya Orman İşletme Müdürlüğü, 2013

İnceleme alanında orman yangınları çeşitli sebeplerden dolayı çıkmaktadır. 1990–2013 yılları arasında çıkan orman yangınları 498 adetle sayıca en fazla yangın çıkma sebebi ihmal kaynaklıdır. İhmal nedenleri olarak sigara, anız yakma, kaza, çoban ateşi, ocak ateşi, piknik ateşi, çöplük yakma, elektrik direği şeklinde istatistiklere geçmiştir (Antakya Orman İşletme Müdürlüğü, 2013). Bunun yanında 228 adet orman yangının nedeni ise belirlenememiştir. Doğal olaylardan yıldırım kaynaklı orman yangını ise 29 adet görülmüştür. Ayrıca ilin stratejik konumu gereği 19 adet askeri kaynaklı (terör olayları da dahil) ve 14 adet de sınırdan geçme nedeniyle yangın ortaya çıkmıştır. Bu değerlere ilaveten 12 adet kasıtlı orman yangını da tespit edilmiştir (Tablo 5; Foto 1; 2).

**Tablo 5.**

*İnceleme alanında 1990–2013 yılları arasında çıkan orman yangınlarının çıkma nedenleri*

<b>Çıkma Nedeni</b>	<b>Orman Yangını (Adet)</b>
İhmal	498
Meçhul	228
Yıldırım	29
Askeri	19
Sınırdan geçme	14
Kasıt	12
Cam kırığı	2
<b>TOPLAM</b>	<b>802</b>

**Kaynak:** Antakya Orman İşletme Müdürlüğü, 2013



**Foto 1.** Antakya Orman İşletme Müdürlüğü sınırları dahilinde çıkan 2013 yılındaki büyük orman yangınından bir görünüm (Antakya Orman İşletme Müdürlüğü arşivinden)



**Foto 2.** Antakya Orman İşletme Müdürlüğü sınırları dahilinde çıkan 2013 yılındaki büyük orman yangınından bir görünüm (Antakya Orman İşletme Müdürlüğü arşivinden)

İnceleme alanında orman yangınlarıyla daha etkin mücadele etmek amacıyla gerek organizasyon boyutunda, gerekse kullanılan araç ve gereçlerin teknik açıdan iyileştirilmesi neticesinde her geçen gün daha olumlu sonuçlar alınmaktadır. Gerçekten de Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğü'ndeki işletme müdürlükleri kapsamında (447 adet) Antakya Orman İşletme Müdürlüğü işçi organizasyonunda 165 adetle birinci, makine-araç organizasyonunda ise 60 adetle (toplam 196 adet) ikinci sırada yer almaktadır (Antakya Orman İşletme Müdürlüğü, 2013).

## **MATERYAL VE METOT**

### **Materyal**

Bu çalışmada değerlendirilen faktörler, hem orman yangın envanteri (Antakya Orman İşletme Müdürlüğü, 2013), hem de benzer çalışmalarda (Jaiswal vd., 2002; Dong vd., 2005; Sharma vd., 2009; Vadrevu vd., 2010; Caceres, 2011; Mahdavi vd., 2012; Karabulut vd., 2013; Mohammadi vd., 2014) ortaya sürülen veriler ışığında saptanmıştır. Bu faktörler, bitki örtüsü, yükselti, eğim, bakı, su kaynaklarına mesafe, arazi kullanımı, yerleşmeye mesafe, yol hatlarına mesafe, yangın müdahale ekiplerine mesafe, yangın gözetleme kulelerine mesafe ve yangın gözetleme kulelerinden görülebilirliktir. Bu faktörlere ait haritaların oluşturulmasında çeşitli kaynaklardan elde edilen farklı veri tiplerinden yararlanılmıştır (Tablo 6).

**Tablo 6.**

*Çalışmada kullanılan veriler*

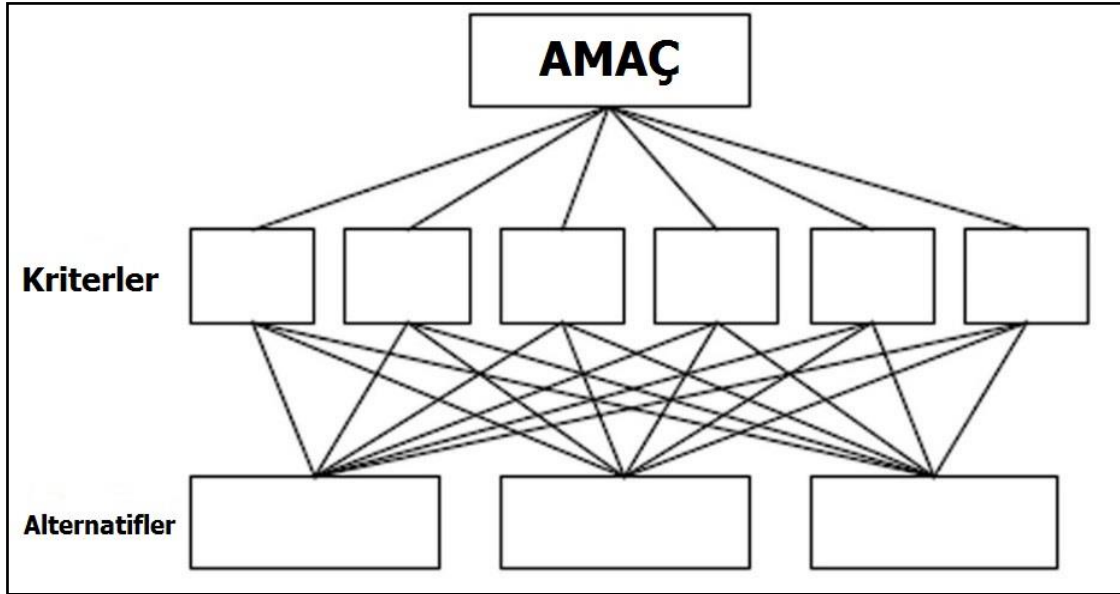
<b>Veri adı</b>	<b>Veri türü</b>	<b>Kaynak</b>	<b>Faktör adı</b>
Topografya haritası (1/25.000 ölçekli)	Vektör	Harita Genel Komutanlığı, 2013	Yükselti (m) (Y) Eğim (Derece) (E) Bakı (B) Yerleşmeye Mesafe (m) (YM) Yol Hatlarına Mesafe (m) (YHM)
Arazi kullanım haritası (1/25.000 ölçekli)	Vektör	T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 2013	Arazi kullanımı (AK)
Amenajman haritası (1/25.000 ölçekli)	Vektör	T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğü, 2013	Bitki Örtüsü (BÖ)
Su kaynakları haritası (1/25.000 ölçekli)	Vektör	T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğü, 2013	Su Kaynaklarına Mesafe (m) (SKM)
Yangın müdahale ekipleri haritası (1/25.000 ölçekli)	Vektör	T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğü, 2013	Yangın Müdahale Ekiplerine Mesafe (m) (YMEM)
Yangın gözetleme kuleleri haritası (1/25.000 ölçekli)	Vektör	T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğü, 2013	Yangın Gözetleme Kulelerine Mesafe (m) (YGKM) Yangın Gözetleme Kulelerinden Görülebilirlik (YGKG)

Topografya'ya ait veriler Harita Genel Komutanlığı'ndan tedarik edilen Antakya O36; a3, b2, b3, b4, c1, c2, c3, c4, d2, d3, d4; O37; a1, a3, a4, d1, d2, d4; P36; a1, a2, a3, a4, b1, b2, b3, b4, c1, c2, c3, c4, d1, d2, d3, d4; P37; a1, a3, a4, d1, d2; Mersin P35; b1, b2, b3, b4, c1, c2, c3; R35; b2 ve Hama R36; a1, a2, a3, a4, b1 numaralı 1/25.000 ölçekli topografya paftaları temel alınarak geliştirilmiştir. Bunun yanında T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından hazırlanmış olan 1/25.000 ölçekli arazi kullanım haritalarından, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğü tarafından hazırlanmış 1/25.000 ölçekli sayısal Amenajman haritaları ile su kaynaklarına, yangın müdahale ekiplerine ve yangın gözetleme kulelerine mesafe haritalarından da istifade edilmiştir. Bütün bu verilerin dağılışı ve haritalandırılması, ArcInfo/ArcMap 10.2 paket programı destekli olarak CBS ortamında gerçekleştirilmiştir.



## Metot

Farklı sayıda değişkenler arasındaki ilişkileri incelemek ve analiz etmek için geliştirilen CBS tekniklerine dayalı modeller, ekolojik problemlerin özelliklerini analiz etme ve yönlendirmede büyük avantajlar sağlar (Küçükönder ve Karabulut, 2007; Özşahin ve Kaymaz, 2013). Bu çalışmada da CBS tabanlı uygulamaların karar verme sürecinde en sık kullanılan çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan AHS'den yararlanılmıştır. Zira bu yöntem sadeliği, kolay kullanılabilirliği ve anlaşılabilir bir metot olması nedeniyle çok kriterli karar verme metotları arasında sıkça başvurulan bir tekniktir (Aktaş vd., 2001; Akdeniz ve Turgutlu, 2007; Soba ve Bildik, 2013). Çalışmamızda AHS, SCB Associates Ltd. tarafından geliştirilen "AHP Template (Microsoft Excel 2013 versiyonu)" kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bunun için öncelikle çalışma amacı belirlenmiş (hedef) ve bu amaç doğrultusunda seçimi etkileyen kriterler ve alternatiflerle hiyerarşik bir yapı oluşturulmuştur (Dağdeviren ve Eren, 2001; Scholl, 2005; Toksarı, 2007; Şekil 3). Karşılaştırmalı karar verme ve tercih matrisinin oluşturulması safhasında ilk aşamada tespit edilen kriterler ve alternatifler Saaty (1994) tarafından ortaya konan önem ölçeğine (Tablo 7) göre karşılaştırılmıştır ve bu ölçek yardımıyla 1 ile 9 arasında derecelendirilmiştir. Bu derecelendirme aşamasında ilgili parametrelerin bilimsel bir altyapıya temellendirilmesi için inceleme alanında meydana gelmiş 802 yangın verisi kayıt altına alınmadığı için kullanılamamıştır. Bunun yerine benzer çalışmalarda (Dong vd., 2005; Mahdavi vd., 2012; Karabulut vd., 2013) atanan etki değerleri göz önünde bulundurularak bir derecelendirilmeye gidilmiştir.



**Şekil 3.** Üç aşamalı AHS modeli (Saaty ve Vargas, 2001)

Tablo 7.

Önem ölçeği

Önem derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit önem	İki faaliyet amaca eşit düzeyde katkıda bulunmaktadır
3	Birinin diğerine göre orta derecede önemli olması	Tecrübe ve değerlendirmeler sonucunda bir faaliyet diğerine göre biraz daha fazla tercih edilir
5	Kuvvetli düzeyde önemli	Tecrübe ve değerlendirmeler sonucunda bir faaliyet diğerine göre çok daha fazla tercih edilir
7	Çok kuvvetli düzeyde önemli	Bir faaliyet diğerine göre çok kuvvetli tercih edilir. Faaliyetin üstünlüğü uygulamada da ispatlanmaktadır.
9	Son derece önemli	Bir faaliyet diğerine göre mümkün olan en yüksek derecede tercih edilir
2, 4, 6, 8	İki faaliyet arasında kalan değerler	İki faaliyet arasında uzlaşma gerektiğinde sayısal değerlerin ortasında bir değer verilir

**Kaynak:** Saaty, 1986

AHS'nin ikinci adımı olan karşılaştırmalı karar verme ve tercih matrisinin oluşturulması safhasında ilk aşamada tespit edilen parametreler birbiriyle karşılaştırılmıştır. Bu kıyasta karşılaştırma yapılacak hiyerarşi düzeyinde "n" sayıda eleman bulunduğu "n (n-1)/2" adet karşılaştırma yapmak gerekmiş ve her bir karşılaştırma matris şeklinde düzenlenmiştir (Byun, 2001; Arslan, 2010). Daha sonra ölçek katsayıları belirlenen kriterlerin AHP Template programı kullanılarak yüzde önem ağırlıkları (Toksarı, 2007) tutarlılığı geçerli olacak bir şekilde (Saaty ve Vargas, 2001; Saaty vd., 2003; Kwiesielewicz ve Uden, 2004; Arslan, 2010; Dündar ve Ecer, 2008) elde edilmiştir (Tablo 8). Tutarlılığın geçerliliği, tutarlılık indeksi ve oranının hesaplanmasıyla kontrol edilmiştir. "A" matrisinin tutarlılık oranının hesaplanmasında aşağıdaki formüller kullanılmıştır (Shrestha vd., 2004);

$$CR = CI / RI$$

$$CI = (\lambda_{max} - n) / (n - 1)$$

Burada; CR: Tutarlılık Oranı (Consistency Ratio), CI: Tutarlılık İndeksi (Consistency Index), RI: Rastgele İndeks (Random Index),'dir. Buna göre tutarlılık oranı (CR) genellikle % 10 veya daha küçükse matrisin tutarlı olduğu kabul edilmektedir (Saaty vd., 2003; Wind ve Saaty, 1980). Ayrıca en büyük öz değer matris boyutuna eşit ise ( $\lambda_{max} = n$ ) karşılaştırma matrisi tutarlı olarak ifade edilir (Shrestha vd., 2004; Arslan, 2010).

Tablo 8.

Ölçek katsayıları belirlenen kriterlerin AHS yöntemiyle hesaplanan duyarlılık değerleri

Kriter Adı	Etki Sınıfı	Etki Değeri	Duyarlılık Değeri
<b>Bitki Örtüsü (BÖ)</b>	Çok Kuru	0,436	<b>0,374</b>
	Kuru	0,248	
	Orta Nemli	0,153	
	Nemli	0,079	
	Çok Nemli	0,047	
	Yerleşim alanları ve Boş sahalarda	0,037	
<b>Yükselti (m) (Y)</b>	0 – 750	0,593	<b>0,082</b>
	750,01 – 1500	0,225	
	1500,01 – 2000	0,112	
	2000,01 – >	0,069	
<b>Eğim (Derece) (E)</b>	30,01 – >	0,555	<b>0,082</b>
	20,01 – 30	0,219	
	10,01 – 20	0,111	
	5,01 – 10	0,067	
	0 – 5	0,047	
<b>Bakı (B)</b>	Güney	0,555	<b>0,082</b>
	Batı	0,219	
	Doğu	0,111	
	Kuzey	0,067	
	Düz	0,047	
<b>Su Kaynaklarına Mesafe (m) (SKM)</b>	< – 1000	0,047	<b>0,043</b>
	1000,01 – 2500	0,067	
	2500,01 – 5000	0,111	
	5000,01 – 7500	0,219	
	7500,01 – >	0,555	
<b>Arazi kullanımı (AK)</b>	Orman	0,179	<b>0,172</b>
	Tarım Alanı	0,077	
	Çalılık ve Fundalıklar	0,438	
	Çayır ve Meralar	0,113	
	Bağ ve Bahçe Alanları	0,113	
	Yerleşim Alanı	0,046	
	Açık Alanlar	0,033	
<b>Yerleşmeye Mesafe (m) (YM)</b>	< – 500	0,555	<b>0,043</b>
	500,01 – 1000	0,219	
	1000,01 – 1500	0,111	
	1500,01 – 2000	0,067	
	2000,01 – >	0,047	
<b>Yol Hatlarına Mesafe (m) (YHM)</b>	< – 100	0,555	<b>0,043</b>
	100,01 – 250	0,219	
	250,01 – 500	0,111	
	500,01 – 1000	0,067	
	1000,01 – >	0,047	
<b>Yangın Müdahale Ekiplerine</b>	< – 1000	0,047	<b>0,027</b>
	1000,01 – 2500	0,067	

<b>Mesafe (m)</b>	2500,01 – 5000	0,111	
<b>(YMEM)</b>	5000,01 – 7500	0,219	
	7500,01 – >	0,555	
<b>Yangın</b>	< – 1000	0,047	
<b>Gözetleme</b>	1000,01 – 2500	0,067	
<b>Kulelerine</b>	2500,01 – 5000	0,111	<b>0,027</b>
<b>Mesafe (m)</b>	5000,01 – 7500	0,219	
<b>(YGKM)</b>	7500,01 – >	0,555	
<b>Yangın</b>	Görülemez	0,900	
<b>Gözetleme</b>			
<b>Kulelerinden</b>	Görülebilir	0.100	<b>0,027</b>
<b>Görülebilirlik</b>			
<b>(YGKG)</b>			

Yöntemin son aşamasında ise elde edilen ağırlık değerleri vektör veri formatındaki alternatif etkenlerin haritalarına işlenmiştir. Daha sonra bu vektör haritalar 10x10 m çözünürlüğünde grid haritalara dönüştürülmüştür. Elde edilen grid haritalar CBS yazılımındaki Spatial Analyst Tools eklentisinin Map Algebra menüsündeki Raster Calculator seçeneğiyle aşağıdaki formüle göre analiz edilmiş ve duyarlılık haritası elde edilmiştir.

$$YA = ("BÖ" * 0,374) + ("Y" * 0,082) + ("E" * 0,082) + ("B" * 0,082) + ("SKM" * 0,043) + ("AK" * 0,172) + ("YM" * 0,043) + ("YHM" * 0,043) + ("YMEM" * 0,027) + ("YGKM" * 0,027) + ("YGKG" * 0,027)$$

Burada; YA (Yangın Analizi) hedef, BÖ (Bitki örtüsü), Y (Yükselti), E (Eğim), B (Bakı), SKM (Su kaynaklarına mesafe), AK (Arazi kullanımı), YM (Yerleşmeye mesafe), YHM (Yol hatlarına mesafe), YMEM (Yangın müdahale ekiplerine mesafe), YGKM (Yangın gözetleme kulelerine mesafe) ve YGKG (Yangın gözetleme kulelerinden görülebilirlik) ise kriterlerdir. Çalışmanın analiz sonuçları, literatürdeki (Vadrevu vd., 2010; Caceres, 2011; Ghobadi vd., 2012) ile benzer yörüngede eşit aralıklı bir şekilde otomatik olarak sınıflandırılmış ve altı kategoriye ayrılmıştır (Dong vd., 2005; Mohammadi vd., 2010). Bunlar; risksiz, çok düşük duyarlı, düşük duyarlı, orta duyarlı, yüksek duyarlı, çok yüksek duyarlı'dır.

## **BULGULAR VE TARTIŞMA**

### **Orman Yangını Duyarlılık Analizinde Etkili Olan Faktörler**

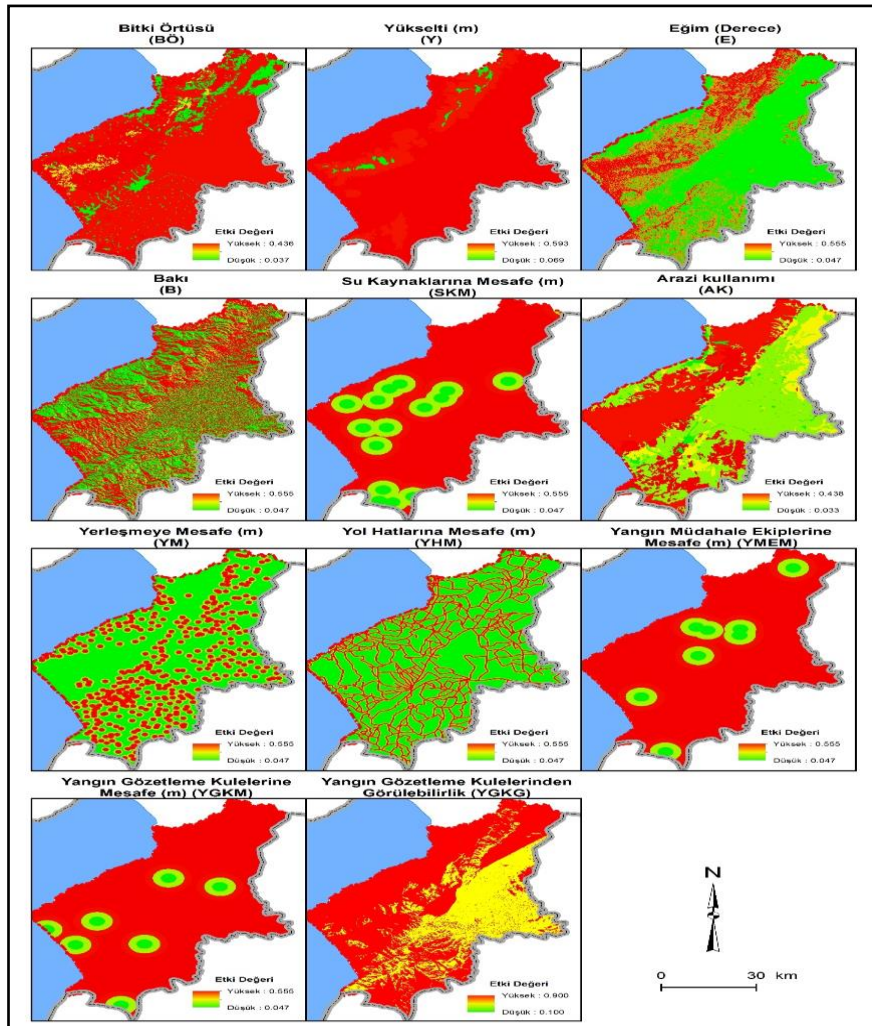
Orman yangınlarının ortaya çıkmasında etkili temel faktörlerin başında iklim özellikleri gelmektedir (Mol, 1998). Bilhassa Akdeniz ikliminin görüldüğü sahalarda orman yangınları daha sık bir şekilde gerçekleşmektedir. Bu durum, iklim özelliklerinin orman yangınlarının çıkmasında ve genişlemesinde uygun koşullar sunmasından kaynaklanmaktadır (Küçükosmanoğlu, 1990; Türkeş ve Altan, 2012; Türkeş ve Altan, 2014). Karakteristik Akdeniz ikliminin görüldüğü inceleme alanında hakim olan iklimik rejim hem bitki örtüsünün hem de nem koşullarının şekillenmesinde önemli olmuştur (Jaiswal vd., 2002; Karabulut vd., 2013). Ancak bu çalışmada Karabulut vd. (2013) tarafından yapılan çalışmadakine benzer olarak sıcaklık ve nemlilik gibi doğrudan iklim elemanlarına ait veriler kullanılmamış; iklim denetiminde gelişen bitki örtüsü çalışmaya dâhil edilmiştir (Tablo 8; Şekil 4).

Bilindiği gibi orman yangınlarının başlangıç noktasını ve yangın davranışını belirleyen önemli unsurlardan birisi bitki örtüsüdür (Erten vd., 2005; Van de Water ve Safford, 2011). Çünkü her bitkinin yangına karşı gösterdiği tepki farklıdır. Bu farklılık bitkilerin su isteklerine göre şekillenmektedir. Nitekim bitkilerden su isteği az olanlar, su istekleri yüksek olanlara göre yangına karşı daha çok duyarlılık gösterir (Karabulut vd., 2013). Buna göre inceleme alanındaki bitki örtüsünün etkisi, ana meşcere



gruplarındaki bitki türlerinin su istekleri göz önünde bulundurularak sınıflandırılmış ve tutarlılık oranı % 5 olarak tespit edilmiştir. Çok yüksek duyarlı alanları kızılçam (*Pinus brutia*) gibi su isteği az olan türler oluştururken, çok düşük duyarlılıktaki alanları ise kayın (*Fagus orientalis*) gibi su istekleri yüksek olan türler (Dönmez, 1985; Efe, 2010) oluşturmaktadır (Şekil 4). Yerleşim alanları ve boş sahalarda etkisiz grupta değerlendirilmiştir (Tablo 8; Şekil 4).

Topografik özellikler, yangın oluşumunda ve yangın davranışında yüksek etkili fiziki çevre faktörlerindedir (Mol, 1998; Karabulut vd., 2013). Özellikle topografyanın yükselti, eğim ve baki koşulları bu kapsamda belirleyici rol oynar (Pyne vd., 1996). Yükseltinin artışına bağlı olarak orman yangınlarının görülme olasılığı azaldığı için bu faktör kritik bir parametre olarak görülmektedir (Rothermel, 1983; Vadrevu vd., 2010; Ghobadi vd., 2012). Nitekim orman yangınlarının % 96'sının yükseltinin 1700 m'den daha aşağı sahalarda olduğu vurgulanmıştır. Zira alçak irtifalarda sıcaklıkların yüksek olmasının yanında yağışın daha az olması ve yangın olasılığını arttıran antropojenik faaliyetlerin daha yoğun olması bu durumun temel nedeni olarak görülmektedir (Setiawan vd., 2004; Dong vd., 2005; Mohammadi vd., 2014). Yükselti değerleri Mahdavi (2012) tarafından bildirilen yükselti aralıkları dikkate alınarak derecelendirilmiş ve tutarlılık oranı % 6 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4. İnceleme alanındaki orman yangını parametreleri ve potansiyel duyarlılık sınıflarının dağılım haritası

Orman yangınlarında etkili topografik özelliklerden diğerleri ise eğim ve bakıdır. Eğim değerlerinin yüksek olduğu alanlarda yangının ilerlemesi daha hızlı gerçekleşirken, eğim değerlerinin azaldığı arazilerde yangının ilerleme hızı daha yavaştır (Tablo 8; Şekil 4). Topografyanın bakı durumundan kaynaklanan güneşe dönük yamaçlarda (Kuzey Yarım Küre için) güneş etkisinin hissedilme oranı, kuzeye göre daha baskındır (Mol, 1998). Genel olarak hem eğim, hem de bakı koşulları, güneşlenme süresi ve nem durumu üzerinde gösterdiği etki sebebiyle orman yangını duyarlılık analizlerinde dikkate alınması gereken temel faktörlerdendir (Karabulut vd., 2013). Bu bakımdan gerek eğim gerekse bakı sınıfları Karabulut vd. (2013) tarafından yapılan ayırım dikkate alınarak kategorilendirilmiş ve AHS'ye göre tutarlılık oranı % 8 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre inceleme alanında eğimin özellikle Amanos Dağları'nın ve Kuseyr Platosu'nun yamaçlarında, bakının ise daha çok Amanos Dağları'nın doğu yamaçlarında yangın potansiyelinin yüksek olmasında etkili olduğu anlaşılmıştır (Şekil 4).

Orman yangını duyarlılık analizinde dikkate alınması gereken bir diğer parametre ise sahadaki su kaynaklarına olan mesafedir. 2013 yılı Yangın Eylem Planına göre inceleme alanında yangın anında faydalanmak için kullanılacak su toplama çukuru, kuyu, havuz, gölet ve baraj türünde 6.292.800.000 ton kapasiteli 29 adet su kaynağı bulunmaktadır (Terli ve Akalın, 2013). Bu kaynaklara olan mesafe arttıkça, yangına müdahale hızı da aynı oranda yavaşlayacağı için belirlenmiş su kaynaklarından uzaklaştıkça yangın potansiyeli artmaktadır (Tablo 8; Şekil 4). Bu bakımdan su kaynaklarına olan mesafe Jaiswal vd. (2002) tarafından orman yangınları açısından etkili olan kültürel uygulamalarda mesafe aralığını olarak bildirilen 1000 m aralığı dikkate alınarak sınıflandırılmıştır. İlgili faktörün tutarlılık oranı % 8 olarak tespit edilmiştir.

Arazi kullanım özellikleri de orman yangını duyarlılık analizlerinde dikkate alınması gereken bir ölçüttür (Chuvieco ve Congalton, 1989; Caceres, 2011; Mahdavi vd., 2012). Bu faktör, Caceres (2011) tarafından bildirilen değerler göz önüne alınarak derecelendirilmiş ve tutarlılık oranı ise % 5 olarak belirlenmiştir (Tablo 8; Şekil 4). Buna göre en duyarlı sınıfı yangına oldukça elverişli olması hasebiyle (Chuvieco ve Congalton, 1989) çalılık ve fundalık alanlar oluşturmaktadır.

Ormanların yerleşmelere yakın olan bölümleri yangın çıkma olasılığının daha yüksek olduğu alanlardır (Karabulut vd., 2013). Bu nedenle orman yangını duyarlılık analizlerinde yerleşmeye olan mesafe de etkili bir faktör olarak tanımlanmıştır (Jaiswal vd., 2002; Erten vd., 2005; Joaquim vd., 2007). İnceleme alanında farklı duyarlılık düzeylerinde etkiye sahip, 1 il merkezi, 9 ilçe merkezi, 56 belde ve 353 köy olmak üzere 419 yerleşim birimi bulunmaktadır. Bu yerleşim birimlerinin etki değerleri Karabulut vd. (2013) yakın çevrede yapılan benzer çalışmada önerilen değerler doğrultusunda atanmış ve tutarlılık oranı % 8 olarak bulunmuştur.

Orman yangınlarının özellikle de insan kaynaklı olanlarının ortaya çıkmasının bir başka nedeni de yollardır (Assaker vd., 2012). Zira yollar üzerinde sürekli olarak gerçekleşen insan ve araç hareketleri, bu durumun temel nedenidir (Karabulut vd., 2013). Bu nedenle orman yangını duyarlılık analizleri ile ilgili yapılan çalışmalarda ormanların yola yakın olan bölümleri, yangın duyarlılığının yüksek olduğu alanlar olarak tanımlanmıştır (Jaiswal vd., 2002; Erten vd., 2005; Joaquim vd., 2007; Karabulut vd., 2013). Çalışma alanı sınırları içerisinde büyük bir bölümü köy yolu olmak üzere çok sayıda yol güzergâhı bulunmaktadır (Tablo 8; Şekil 4). Bütün bu yollara yakınlık derecelendirmesi Assaker vd. (2012) tarafından veriler sınıflandırma esasları çerçevesinde gerçekleştirilmiş ve tutarlılık oranı % 8 olarak belirlenmiştir.

Orman yangınlarına etkili mücadelenin yapılabilmesi için yangın müdahale ekibine ve yangın gözetleme kulelerine olan mesafede etkili bir diğer faktördür. Zira yangının ilk başladığı aşamada kontrol altına alınması ihtimalinin daha yüksek olduğu kritik sureyi (20 dakika) aşmaması gerekir (Akay ve Şakar, 2009). Optimum erişimin belirlenmesinde bilgisayar destekli çeşitli yöntemler kullanılmaktadır (Akay vd., 2006). Antakya Orman İşletme Müdürlüğü Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğü içerisinde hem yangın müdahale ekibi hem de yangın gözetleme kulesinin en fazla olduğu işletmedir. 12 adet ekibin bulunduğu işletmede 134 personel çalışmakta olup, 7 adet gözetleme kulesi mevcuttur (Terli ve Akalın, 2013). Bu bakımdan gerek yangın müdahale ekibine gerekse yangın gözetleme kulelerine olan mesafe Jaiswal vd. (2002) tarafından kullanılan 1000 m mesafe aralığı dikkate alınarak sınıflandırılmış ve ilgili faktörün tutarlılık oranı % 8 olarak tespit edilmiştir (Tablo 8; Şekil 4).

Orman yangınlarıyla sağlıklı mücadelede bir diğer etkili parametre de yangın gözetleme kulelerinin görülebilirlik özelliğidir (Tablo 8; Şekil 4). Nitekim kulelerin görüş mesafesi arttıkça olası bir yangının fark edilmesi daha kolay olacağı için ifade edilmiştir (Aşkın, 2004). Bu bakımdan inceleme alanında yangın gözetleme kulelerinin görünürlük analizi yapılmış ve elde edilen sonuçların tutarlılık oranı % 2 olarak hesaplanmıştır.

#### **Orman Yangını Duyarlılık Analizi**

Antakya Orman İşletme Müdürlüğü sınırları kapsamında gerçekleştirilen orman yangını duyarlılık analizinde; orta duyarlı alanlar % 62,6 (302632,9 ha) oranla egemen duyarlılık sınıfını oluşturur. Buna göre inceleme alanı, orta duyarlı bir orman yangını potansiyeline sahiptir. Bunun yanında düşük ve çok düşük duyarlı alanlar % 25,1 (121611,9 ha), yüksek ve çok yüksek duyarlı alanlar ise % 12,2 (59015,7 ha) oranlarında yayılmış göstermektedir (Tablo 7).

**Tablo 7.**

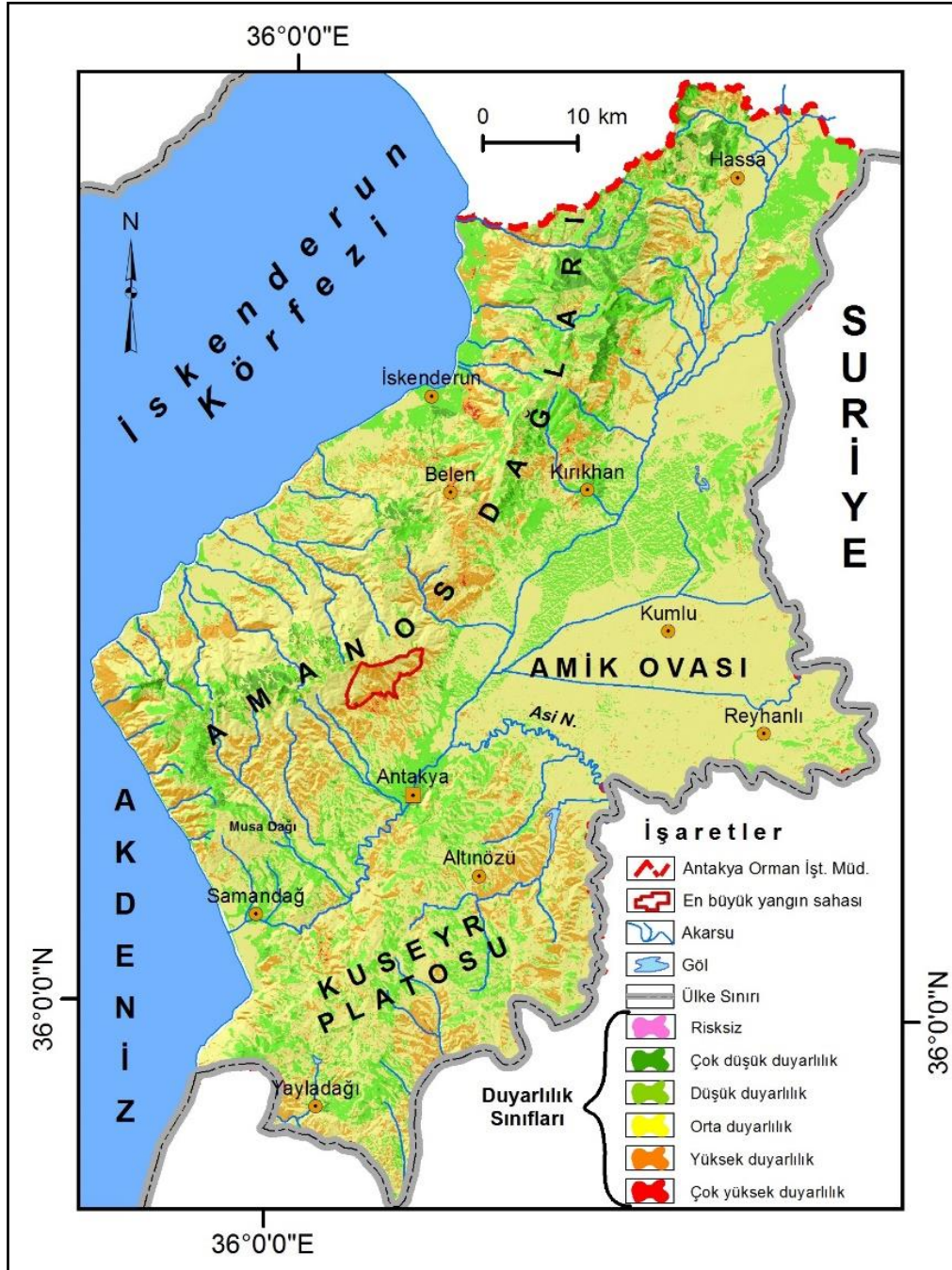
*Orman yangını duyarlılık sınıflarının alansal dağılışı*

Duyarlılık Sınıfı	Duyarlılık Değeri	Alan	
		ha	%
Risksiz	0	466,5	0,1
Çok düşük duyarlı	0,099 – 0,180	10694,1	2,2
Düşük duyarlı	0,180 – 0,261	110917,8	22,9
Orta duyarlı	0,261 – 0,342	302632,9	62,6
Yüksek duyarlı	0,342 – 0,423	57773,2	11,9
Çok yüksek duyarlı	0,423 – 0,503	1242,5	0,3
<b>TOPLAM</b>		<b>483727,1</b>	<b>100,0</b>

Orman yangını duyarlılık sınıflarının dağılışına göre en duyarlı yerler, Amanos Dağları'nın kuzey kesimi, Antakya'nın kuzeybatı kesimi, Kuseyr Platosu ve Reyhanlı çevresidir. Duyarlılığın düşük olduğu yerler ise Kırıkhan'ın güneybatısı, Musa Dağı, Antakya şehri ve yakın çevresi, Yayladağı civarı ve Hassa'nın doğusudur (Şekil 5).

Analiz haritasının tamamının olmasa da bir kısmının doğruluğunu teyit etmek için, Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde son 23 yıllık zaman diliminde gerçekleşen en büyük yangının (5 Ağustos 2013) gerçekleştiği alanın lokasyon verisi kullanılmıştır (Şekil 5). Sadece bu verinin kullanılmasındaki temel amaç diğer yangınlara ait lokasyon verilerinin eksik olmasından dolayıdır. Zira Antakya Orman İşletme Müdürlüğü'ndeki görevlilerde aynı durumdan muzdariptirler (Gümüş, 2013). Buna göre yanan arazi yüksek ve çok yüksek duyarlı faktör sınıfının yayılmış gösterdiği alanda gerçekleşmiştir. Bu durum analiz haritasının doğruluğunu kısmen de olsa kanıtlamaktadır.





Şekil 5. İnceleme alanındaki orman yangını duyarlılık sınıflarının dağılım haritası

Çalışmanın analiz kısmında orman yangını riskini ve yangına müdahaleyi etkileyen 11 farklı parametre kullanılmıştır. Kullanılan bu parametreler içerisinde en baskın olanı bitki örtüsüdür. Bunun akabinde ise arazi kullanımı ve topografik faktörlerinde önemli derecede etkili olduğu tespit edilmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda da ilgili faktörler konusunda benzer sonuçlar elde edilmiştir (Jaiswal vd., 2002; Dong vd., 2005; Mohammadi vd., 2014). Bu durumda orman yangını duyarlılık analizlerinde yangın riskini etkileyen faktörlerin daha egemen olduğu anlaşılmaktadır.



Türkiye açısından kaçınılmaz bir olgu olan orman yangınları nedeniyle her yıl binlerce hektar ormanlık alan yok olmakla birlikte telafisi mümkün olmayan ekolojik kayıplar gerçekleşmekte ve ekonomik açıdan da büyük zararlar ortaya çıkmaktadır (Karabulut vd., 2013). Bunun için Dong vd. (2005) orman yangını duyarlılığının CBS tabanlı bir şekilde gerçekleştirilmesinin veri güncellemesi ve çok farklı parametrelerinde analize dahil edilebilmesi nedeniyle yararlı olduğu vaaz etmişlerdir (Dong vd., 2005). Chi ve Han (2006) CBS'ye dayalı tekniklerin orman yangınlarına erken müdahale sürecini planlamak için orman yöneticileri tarafından kullanılabilirliğinin altını çizmişlerdir (Chi ve Han, 2006). Keza Caceres (2011) orman yangınlarının CBS kullanılarak analiz edilmesinin potansiyel yangın tehdidi olan sahalar hakkında bilgi verdiğini ve avantaj sağladığını bildirmiştir (Caceres, 2011). Öte yandan Ghobadi vd. (2012) CBS tekniklerine adapte edilen faktörlerin entegrasyonu sayesinde duyarlı yerlerin belirlenmesinin orman yönetimi planlamasında çok yararlı olduğunu açıklamışlardır (Ghobadi vd., 2012). Ayrıca Mohammadi vd. (2014) CBS'ye dayalı modellemelerin ve duyarlılık haritalarının planlama aşamasına önemli yararlar sağladığı için orman yangınlarının engellenmesi bakımından elzem olduğunu belirtmişlerdir.

Bu çalışma, yöntem olarak tercih edilen AHS'nin orman yangını duyarlılık analizlerinde birçok etkili faktörün göz önünde bulundurulmasına imkân sağlayarak daha sağlıklı ve uygulanabilir sonuçlar üretildiğini göstermiştir. Vadrevu vd. (2010) AHS'nin orman yangınlarının nedensel faktörlerini tespit eden önemli bir karar verme matrisi olduğunu ve bu tür çalışmalarda rahatlıkla kullanılabilirliğini ifade etmişlerdir (Vadrevu vd., 2010). Mahdavi vd. (2012) CBS ve AHS'nin orman yangınlarının yönetiminde anahtar faktörleri anlamak için yararlı araçlar olduğunu altını çizmişlerdir (Mahdavi vd., 2012).

## **SONUÇ**

Bu çalışmada Antakya Orman İşletme Müdürlüğü sınırlarını dahilinde bazı coğrafi parametrelerin orman yangını duyarlılığının dağılımına etkisi analiz edilmiştir. Analiz CBS teknikleriyle AHS yöntemine göre gerçekleştirilmiştir. Analizde orman yangını riskini etkileyen faktörler (bitki örtüsü, yükselti, eğim, bakı, yerleşmeye mesafe, yol hatlarına mesafe, arazi kullanımı) ile yangına müdahaleyi etkileyen faktörler (su kaynaklarına mesafe, yangın müdahale ekiplerine mesafe, yangın gözetleme kulelerine mesafe, yangın gözetleme kulelerinden görülebilirlik) göz önünde bulundurularak yapılmıştır. Çalışma yöntemine göre kullanılan parametreler içerisinde en baskın olanı bitki örtüsüdür. Bunun akabinde ise arazi kullanımı ve topografik faktörlerinde önemli derecede etkili olduğu tespit edilmiştir. Böylece yangın analizlerinde yangın riskini etkileyen faktörlerin daha egemen olduğu belirlenmiştir. Yapılan bu duyarlılık analizi inceleme alanının % 62,6 (302632,9 ha) oranla orta duyarlı bir orman yangını potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir.

Bu çalışma çok faktörlü, hücre temelli ve detaylı analizlerde CBS'nin kullanılabilirliğini ve avantajlarını göstermiştir. Bu özelliği nedeniyle CBS, orman yangın analizlerinde ve planlamalarında etkin karar vermeye yardımcı bir araç olarak kullanılabilir. Çalışmada üretilen bulgular ve sonuçlar, Orman İşletme Müdürlükleri başta olmak üzere Bölge Müdürlükleri ve İşletme Şeflikleri de dahil olmak üzere Türkiye genelinde yapılacak planlamalara zemin hazırlayacaktır. Bunun yanında Antakya Orman İşletme Müdürlüğü'nün sınırları içerisinde olması muhtemel orman yangınlarının önlenmesi için aşağıda belirtilen önerilerinde hızlı bir şekilde uygulanması yaşanacak orman yangınlarının engellenmesini sağlayacaktır. Buna göre;

- 1) Orman yangınlarına karşı risk faktörlerinin olmasa da, müdahale faktörlerinin etkisi insan eliyle değiştirilebilir. Bu bağlamda hem su kaynakları, hem yangın müdahale ekipleri, hem de yangın gözetleme

kulelerinin sayısı çoğaltılarak mesafe kavramının etkisi en asgari düzeye indirilebilir.

- 2) İnceleme alanı dahilinde orman yangınlarına karşı planlamalar yapılmalı ve acil uyarı sistemleri geliştirilmelidir. Ayrıca planlama çalışmalarına yöre insanının katılımı ve desteği de sağlanmalıdır.
- 3) Orman Yangını Bilgi Sistemleri (OYBS) kurulmalıdır.
- 4) Gerçekleştirilecek çalışmalar, öncelikle işletme şefliği, daha sonra işletme müdürlüğü ve nihai aşamada ise bölge müdürlüklerini kapsayacak şekilde hayata geçirilmelidir.

### **TEŞEKKÜR**

Çalışmadaki Orman Yangın İstatistikleri (1990–2013) verilerinin ve fotoğrafların temininde yardımcı olan Antakya Orman İşletme Müdürlüğü personeline teşekkür ederim.

### **KAYNAKÇA**

- Akay, A. E.; Erdaş, O.; Karas, İ. R. (2006) “Sediment üretimini en aza indiren orman yolu güzergâhının seçiminde CBS ve optimizasyon tekniklerinin kullanılması”, 1.Uzaktan Algılama-CBS Çalıştayı, 27-29 Kasım, İTÜ, İstanbul.
- Akay, A. E.; Şakar, D. (2009) “Yangın Sahasına En Kısa Sürede Ulaşımı Sağlayan Optimum Güzergâhın Belirlenmesinde CBS Tabanlı Karar Destekleme Sisteminin Kullanılması”, TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 02-06 Kasım 2009, İzmir.
- Akdeniz, H. A.; Turgutlu, T. (2007) “Türkiye’de Perakende Sektöründe Analitik Hiyerarşik Süreç Yaklaşımıyla Tedarikçi Performans Değerlendirilmesi”, *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9 (1), 1-17.
- Aktaş, R.; Kısa T.; Doğanay, M.; Tarım, A. (2001) *Karar Analizleri*, KHO Basımevi, Ankara.
- Antakya Orman İşletme Müdürlüğü. (2013) *Orman Yangın İstatistikleri (1990–2013)*, Antakya Orman İşletme Müdürlüğü, Hatay.
- Arslan, E. T. (2010) “Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemiyle Strateji Seçimi: Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesinde Bir Uygulama”, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 15 (2), 455–477.
- Assaker, A.; Darwish, T.; Faour, G.; Noun, M. (2012) “Use of Remote Sensing and GIS to Assess the Anthropogenic Impact on Forest Fires in Nahr Ibrahim Watershed, Lebanon”, *Lebanese Science Journal*, 13 (1), 15-28.
- Aşkın, Y. (2004) “CBS Kullanarak Kemalpaşa Dağı’ndaki Orman Yangın Gözetleme Kulelerinin Görünürlük Analizlerinin Yapılması ve Alternatif Gözlem Noktalarının Saptanması”, 3. *Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişi Günleri*, 6-9 Ekim 2004, İstanbul.
- Atalay, İ. (2004) *Doğa Bilimleri Sözlüğü*, Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, Bornova, İzmir
- Bahadır, M. (2010) “Türkiye’de (1998–2007) Görülen Orman Yangınlarının Yüzey ve Rakamsal Sorgulama Analizi”, *e-Journal of New World Sciences Academy*, 5 (3), 146–162.

- Bilgili, E.; Sağlam, B.; Başkent, Z. E. (2001) "Yangın Amenajmanı Planlamalarında Yangın Tehlike Oranları ve Coğrafi Bilgi Sistemleri", *Fen ve Mühendislik Dergisi*, 4 (2), 88-97.
- Byun, D. H. (2001) "The AHS Approach For Selecting an Automobile Purchase Model", *Information & Management*, 38, 289-297.
- Caceres, C. F. (2011) "Using GIS in Hotspots Analysis and for Forest Fire Risk Zones Mapping in the Yeguare Region, Southeastern Honduras", 13, Papers in Resource Analysis, 14 pp. Saint Mary's University of Minnesota University Central Services Press. Winona, MN. Retrieved (date) <http://www.gis.smumn.edu>.
- Chi, K. H.; Han, J. G. (2006) "Development of Forest Fire Risk Information Management System Using GIS Technology", ISPRS Archives – Volume XXXVI Part 7, Proceedings of the ISPRS Commission VII Symposium 'Remote Sensing: From Pixels to Processes May 8-11, 2006 Enschede, The Netherlands.
- Chuvieco, E.; Congalton, R. G. (1989) "Application of Remote Sensing and Geographic Information Systems to Forest Fire Hazard Mapping", *Remote Sens. Environ.*, 29, 147-159.
- Çanakçıoğlu, H. (1979) "Türkiye Orman Yangın İstatistiklerinin Temeline İlişkin Tartışmalar (I)", *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 29 (2), 10-19.
- Dağdeviren, M.; Eren, T. (2001) "Tedarikçi Firma Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve 0-1 Hedef Programlama Yöntemlerinin Kullanılması", *Gazi Üniversitesi Mühendislik- Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 16 (2), 41-52.
- Dong, X.; Li-min, D.; Guo-fan, S.; Lei, T.; Hui, W. (2005) "Forest fire risk zone mapping from satellite images and GIS for Baihe Forestry Bureau, Jilin, China", *Journal of Forestry Research*, 16 (3), 169-174.
- Dönmez, Y. (1985) *Bitki Coğrafyası*, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları, İstanbul.
- Dündar, S.; Ecer, F. (2008) "Öğrencilerin GSM Operatörü Tercihinin Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemiyle Belirlenmesi", *Celal Bayar Üniversitesi İ.İ.B.F. Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 15 (1), 195-205.
- Efe, R. (2010) *Biyocoğrafya*, 2. Baskı, MKM Yayıncılık, Bursa.
- Ertan, E.; Kurgun, V.; Musaoğlu, N. (2005) "Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanarak Orman Yangını Bilgi Sisteminin Kurulması", *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı 28 Mart - 1 Nisan 2005*, Ankara.
- Ertuğrul, M. (2005) "Orman Yangınlarının Dünyadaki ve Türkiye'deki Durumu", *ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 7, 43-50.
- Fox, L.; Stuart, J. D. (1994) "Detecting changes in forest condition following wildfire using image processing and GIS", ASPRS Technical Papers: 1994 ASPRS-ACSM Annual Convention, *American Society of Photogrammetry and Remote Sensing*, 197-206.
- Ghobadi, G. J.; Gholizadeh, B.; Dashliburun, O. M. (2012) "Forest Fire Risk Zone Mapping From Geographic Information System in Northern Forests of Iran (Case study, Golestan province)", *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 4 (12), 818-824.

- Gümüş, İ. (2013) Antakya Orman İşletme Müdürlüğünde Gerçekleşen Orman Yangınları, Kişisel Görüşme, 27.10.2013.
- Harita Genel Komutanlığı (2013) *Topografi haritaları (1/25.000 ölçekli)*, Ankara.
- International Disaster Database (2013) "Summarized Table of Climatologicals sorted by Continent from 1900 to 2013. Step 2 Climatological Disaster Profile - Group Disasters. EM-DAT: The OFDA/CREED International Disaster Database", Université catholique de Louvain, Brussels, Belgium.
- Jaiswal, R.; Saumitra, M.; Kumaran, D.; Rajesh, S. (2002) "Forest fire risk zone mapping from satellite imagery and GIS", *International Journal of Applied Earth Observation and Geo-information*, 4, 1-10.
- Joaquim, G. S.; Bahaeddin, A. E.; Josep, R. C. (2007) "Remote Sensing Analysis to Detect Fire Risk Locations", *GeoCongres-2007*, Quebec, Canada.
- Karabulut, M.; Karakoç, A.; Gürbüz, M.; Kızılelma, Y. (2013) "Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanarak Başkonuş Dağında (Kahramanmaraş) Orman Yangını Risk Alanlarının Belirlenmesi", *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 6 (24), 171-179.
- Küçükosmanoğlu, A. (1990) "Kızılçam-Orman Yangınları İlişkisi", *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 40 (4), 67-84.
- Küçükosmanoğlu, A. (1994) "Ülkemizde Orman Yangınları ve Yangın Sezonları", *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 1-2 (44), 121-128.
- Küçükönder, M.; Karabulut, M. (2007) "Çok Kriterli Analiz Yöntemi Kullanılarak Kahramanmaraş'ta Çöp Depolama Alanı Tespiti", *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 5 (2), 55-76.
- Kwiesielewicz, M.; Uden, E. V. (2004) "Inconsistent and Contradictory Judgements In Pairwise Comparison Method In The AHP", *Computers & Operations Research*, 31, 713-719.
- Mahdavi, A.; Fallah Shamsi, S. R.; Nazari, R. (2012) "Forests and rangelands' wildfire risk zoning using GIS and AHP techniques", *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 10 (1), 43-52.
- Maheras, G. (2002) *Forest fires in Greece. The analysis of the phenomenon affecting both natural and human environment. The role of sustainable development in controlling fire effects*, MSc. Thesis, Land University, Sweden.
- Mohammadi, F.; Shabaniyan, N.; Pourhashemi, M.; Fatehi, P. (2010) "Risk zone mapping of forest fire using GIS and AHP in a part of Paveh forests", *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 18 (4), 586.
- Mohammadi, F.; Bavaghar, M. P.; Shabaniyan, N. (2014) "Forest Fire Risk Zone Modeling Using Logistic Regression and GIS: An Iranian Case Study", *Small-scale Forestry*, 13, 117-125.
- Mol, T. (1998) "Orman Yangınları", *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 48 (1), 53-59.
- OGM (Orman Genel Müdürlüğü) (2011). Orman Yangınları (<http://www.ogm.gov.tr/>, 10 Temmuz 2011).
- OGM (Orman Genel Müdürlüğü) (2013). Orman Atlası, Orman Genel Müdürlüğü Bilgi Sistemleri Dairesi Başkanlığı Coğrafi Bilgi Sistemleri Şube Müdürlüğü, Ankara.
- Özkazanç, N. K.; Ertuğrul, M. (2011) "Orman Yangınlarının Fauna Üzerine Etkileri", *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 13 (19), 128-135.



- Özşahin, E. (2013) "Türkiye'de Yaşanmış (1970–2012) Doğal Afetler Üzerine Bir Değerlendirme", 2. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, 25–27 Eylül 2013, MKÜ–HATAY.
- Özşahin, E.; Kaymaz, Ç. K. (2013) "Ecological Impact Assessment and Analysis of Camili (Macahel) Biosphere Reserve Area (Artvin, NE, Turkey)", *Global Advanced Research Journal of Geography and Regional Planning (GARJGRP)*, 2 (6), 121-138.
- Pyne, S. J.; Patricia L. A.; Richard D. L. (1996) *Introduction to Wildland Fire*, Second edition, John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Rothermel, R. C. (1983) *How to predict the spread and intensity of forest and Range fires*, Gen. Tech. Rep. INT-143, USDA Forest Service. Inter mountain Forest and Range Experiment Station.
- Saaty, T. L. (1986) "Axiomatic Foundation of the Analytic Hierarchy Process", *Management Science*, 32 (7), 841–855.
- Saaty, T. L. (1994) "How to make a decision: the analytic hierarchy process", *Interfaces*, 24, 19–43.
- Saaty, T. L.; Vargas, L. G. (2001) *Models, Methods, Concepts and Applications of the Analytic Hierarchy Process*, Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Saaty, T. L.; Vargas, L. G.; Dellman, K. (2003) "The Allocation of Instangible Resources: The Analytic Hierarchy Process and Linear Programming", *Socio-Economic Planning Sciences*, 37, 169-189.
- Sağlam, B.; Ertuğrul, B.; Durmaz, B. D.; Kadioğulları, A. İ.; Küçük, Ö. (2008) "Spatio-Temporal Analysis of Forest Fire Risk and Danger Using LANDSAT Imagery", *Sensors*, 8, 3970-3987.
- Scholl, A.; Manthey, L.; Helm, R.; Steiner, M. (2005) "Solving Multiattribute Design Problems with Analytic Hierarchy Process and Conjoint Analysis: An Empirical Comparison", *European Journal of Operational Research*, 164, 760-777.
- Setiawan, I.; Mahmud, A. R.; Mansor, S.; Mohamed Shariff, A. R.; Nuruddin, A. A. (2004) "GIS-grid-based and multi-criteria analysis for identifying and mapping peat swamp forest fire hazard in Pahang, Malaysia", *Disaster Prevention and Management*, 13 (5), 379-386.
- Sharma, D.; Hoa, V.; Cuong, V.; Tuyen, T.; Sharma, N. (2009) "Forest Fire Risk Zonation for Jammu District Forest Division Using Remote Sensing and GIS", *7th FIG Regional Conference-2009*, Hanoi, Vietnam.
- Shretha, R. K.; Alavalapati, J. R. R.; Kalmbacher, R. S. (2004) "Exploring the Potential for Silvopasture Adoption in South-central Florida: an Application of SWOT-AHP Method", *Agricultural Systems*, 81, 185-199.
- Soba, M.; Bildik, T. (2013) "İlçelerde Fakülte Yeri Seçiminin Analitik Hiyerarşi Süreci Metodu İle Belirlenmesi", *KAU IIBF Dergisi*, 4 (5), 51-63.
- Şahin, C.; Sipahioğlu, Ş., (2003) *Doğal Afetler ve Türkiye*, Gündüz Eğitim ve Yayıncılık, Ankara.
- Şahin, K.; Gümüşay, M. Ü. (2007) "İnternet Tabanlı Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Orman Yangınlarında Kullanılması", *Harita Dergisi*, 138, 69-83.
- T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı (2013) *Arazi kullanım haritası (1/25.000 ölçekli)*, Ankara.

- T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğü (2013) *Amenajman haritaları (1/25.000 ölçekli), Su kaynakları haritası (1/25.000 ölçekli), Yangın müdahale ekipleri haritası (1/25.000 ölçekli), Yangın gözetleme kuleleri haritası (1/25.000 ölçekli)*, Hatay.
- Terli, F.; Akalın, E. (2013) *Orman Yangınları İle Mücadele 2013 Yılı Eylem Planı*, Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğü Yayınları, Kahramanmaraş.
- Toksarı, M. (2007) “Analitik Hiyerarşi Prosesi Yaklaşımı Kullanılarak Mobilya Sektörü için Ege Bölgesi’nde Hedef Pazarın Belirlenmesi”, *Celal Bayar Üniversitesi İ.İ.B.F. Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 14 (1), 171–180.
- Türkeş, M. (2010) “Küresel İklim Değişikliği: Başlıca nedenleri, gözlenen ve öngörülen değişiklikler ve etkileri”, *Çağrılı Bildiri, İçinde Uluslararası Katılımlı 1. Meteoroloji Sempozyumu Bildiri Kitabı, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü*, 27–28 Mayıs 2010, Ankara, 9–38.
- Türkeş, M.; Altan, G. (2012) “Çanakkale’nin 2008 Yılı Büyük Orman Yangınlarının Meteorolojik ve Hidroklimatolojik Analizi”, *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 10 (2), 195–218.
- Türkeş, M.; Altan, G. (2014) “Türkiye’de 2011’de oluşan orman yangınlarının klimatolojik çözümlemesi ve hidroklimatik, yüzey hava ve yüksek atmosfer koşulları ile bağlantıları”, *International Journal of Human Sciences*, 11 (1), 145–176.
- Türkeş, M.; Kurnaz, M. L.; Öztürk, T.; Altınsoy, H. (2011b) “Climate Changes versus “Security and Peace” in the Mediterranean Macrolimate Region: Are They Correlated?”, In *International Human Security Conference Series (Human Security New Challenges, New Perspectives) Proceedings: 625-639, 27-28 October 2011, İstanbul, Turkey*.
- Türkeş, M.; Tatlı, H. (2010) “Kuraklık ve yağış etkinliği indislerinin çölleşmenin belirlenmesi, nitelenmesi ve izlenmesindeki rolü”, *İçinde Çölleşme ile Mücadele Sempozyumu Bildiriler kitabı, s.: . 245–263, 17–18 Haziran 2010, Çorum*.
- Türkeş, M.; Tatlı, H.; Altan, G.; Öztürk, M. Z. (2011a). “Analysis of forest fires for the year of 2010 in Çanakkale and Muğla with the Keetch-Byram drought index”, In *Proceedings of the National Geographical Congress with International Participation (CD-R)*, ISBN 978-975-6686-04-1, 7-10 September 2011, Türk Coğrafya Kurumu – İstanbul University.
- Vadrevu, K. P.; Eaturu, A.; Badarinath, K. V. S. (2010) “ Fire risk evaluation using multicriteria analysis—a case study”, *Environmental Monitoring and Assessment*, 166 (1-4), 223-239.
- Van de Water, K. M.; Safford, H. D. (2011) “A Summary of fire frequency estimates for california Vegetation before euro-American Settlement”, *Fire Ecology*, 7 (3), 26–58.
- Wind, Y.; Saaty, T. L. (1980) “Marketing Applications of the Analytic Hierarchy Process”, *Management Science*, 26 (7), 641- 658.