

Mersin ilindeki orman yangınlarının başlangıç noktalarına göre mekânsal analizi (2001-2013)

Dr. Celalettin DURAN

¹Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü PK:18 Tarsus/MERSİN

* İletişim yazarı/Corresponding author: celalettinduran@ogm.gov.tr, Geliş tarihi/Received:03.09.2014, Kabul tarihi/Accepted:10.10.2014

Öz

Orman yangınları, Akdeniz ikliminin egemen olduğu bölgelerde afet riski taşır. Sık ve büyük orman yangınları önemli sosyo-ekonomik ve ekolojik sonuçlara neden olur. Mersin ili sahip olduğu orman varlığı, artan nüfusu ve diğer coğrafi özellikleri (iklimi, topografyası, vd.) ile orman yangınlarına karşı son derece hassastır. Bu nedenle, her yıl çok sayıda orman yangını meydana gelir. Bu çalışma ile Mersin Orman Bölge Müdürlüğü kayıtlarındaki (2001-2013 yılları arası) 1038 orman yangınının başlangıç noktaları esas alınarak mekânsal dağılımları belirlenmiştir. Yangın sayısına göre, kategorik olarak sınıflandırılmış ve ağırlık değerleri hesaplanmış faktör haritaları elde edilmiş ve bu haritalar yardımıyla, potansiyel orman yangınları için yangına hassas yöreler sınıflanmıştır. Bu sınıflamaya göre, büyük yerleşim yerlerine yakın kızılçam ormanları, en hassas yöreler olarak ön plandadır. İlin orta bölümündeki maki yayılış alanı ile yüksek plato alanlarına geçiş kuşaklarındaki ormanlar ise hassasiyetin en az olduğu yörelerdir.

Anahtar Kelimeler: Orman yangını, mekânsal dağılım, hassasiyet analizi, Mersin ili

Spatial analysis according to start point of forest fires in Mersin province, Turkey (2001-2013)

Abstract

Forest fires, in the regions in which the Mediterranean climate is dominant, have risk of disasters. Frequent and extensive fires caused the significant socio-economic and ecologic results. Mersin province with its forests, dense population and other geographical features (climate, topography, etc.) is extremely vulnerable to forest fires. Therefore, every year many forest fires appear. The purpose of this study was to determine the spatial analysis according to start point of the 1038 recorded forest fires from 2001 to 2013 by the Mersin Regional Directorate of Forestry. Factor maps classified as categorical and calculated weights according to the number of fires were obtained. The classification of sub-regions for the fire potential was made from the factor maps. According to this classification, *Calabrian* pine forests close to large residential areas are at the forefront as the most sensitive sub-regions. Large *maquis* scrubland in the middle of province and high forest zones are sub-regions in the least sensitive locations.

Keywords: Forest fire, spatial distribution, sensitivity analysis, Mersin province

1. Giriş

Orman yangınları, tarih boyunca yeryüzü üzerindeki karasal ekosistemlerin önemli bir parçası olmuştur. Yeryüzünün kendi dinamik yapısı içinde doğal nedenler (yıldırım, volkanik faaliyetler, meteorlar, vb.) orman yangınlarına sebep olmuştur. İnsanoğlunun ortaya çıkışı ve ateşi keşfetmesiyle, insan nedenli yangınlar doğal nedenli yangınların önüne geçmiş ve Akdeniz karakterli ekosistemler için bir tehdit haline gelmiştir.

Dünya üzerindeki orman yangınlarının en fazla görüldüğü yerler Akdeniz iklim bölgeleridir. Bu bölgelerin karakteristik bitki toplulukları ise yangına uyum sağlamıştır. Yangın geçirmek, ekosistemin yenilenmesi ve direncinin artması anlamına da gelebilir. Ancak çok sık yangın geçirmek, ekolojik yaşamı önemli ölçüde akamete uğratar; sosyo-ekonomik etkileri de göz önüne alındığında büyük zararlara neden olur.

Orman yangınları, Akdeniz havzasındaki ekosistemleri şekillendiren etkili faktörlerden biridir ve etkileri çok yönlüdür (Bilgili ve Goldammer, 2000). Bu nedenle arazi yönetim planlamalarında yangını dikkate almak ve ekosistem üzerindeki rolünü bilmek gereklidir (Mol ve ark., 1997).

Orman yangınlarının tehlike sınıflamasında belirleyici olan tarihsel yangınların sayısıdır. Bir bölgede çıkan yangın sayısı fazla ise bölgenin yangın tehlike derecesi de yüksektir. Geçmişte yaşanan orman yangınları,

gelecekte yaşanabilecek muhtemel yangınlara karşı önlem alma, planlama ve karar verme süreçlerinde rehber niteliği taşır.

Türkiye’de bölgeler itibarıyla yangın tehlike sıralaması yapılırsa, Akdeniz, Ege ve Marmara bölgeleri şeklinde sıralanır (Küçükosmanoğlu, 1990). Yangın önleme çalışmaları da bu genel sınıflamaya uygun olarak o bölgelere yoğunlaşmıştır.

Orman Genel Müdürlüğü (OGM), mekânsal hassaslık derecesini idari sınırlara uygun olarak yapmaktadır. Son 20 yılda çıkan orman yangınlarının yıllık yangın adedi, yanan alan miktarı, idari sınırların toplam alanı ve ormanlık alanı dikkate alınarak (5 tehlike düzeyi) hesaplanmaktadır. Bu hesaba göre, Mersin Orman Bölge Müdürlüğüne ait tüm işletmeler (10.1 ve üzeri) en tehlikeli sınıftadır. Ancak, bu sınıflamada yerel hassasiyet ölçülemediği için yöresel önleme ve planlama çalışmalarını olumsuz etkilemektedir.

Akdeniz havzasındaki uzun yaz kuraklığı, 30 °C’yi aşan sıcaklık ve yanıcı materyallerdeki % 5’in altına inen nem içeriği, yangının başlamasını olanaklı hale getirebilmektedir. Nem içeriği düşük rüzgârlar ise yangının şiddeti üzerinde etkili olmaktadır (FAO, 2007). Ancak bu tür meteorolojik koşullar, geniş bir zaman aralığında ortaya çıkabilir ve ilanihaye devam etmez. Bunun yanında, yangın riskini arttıran mekânsal parametrelerin (yerleşim yerleri, tarım alanları, yollar ve topografik özellikler) değişimi sınırlı ve uzun dönemlidir. Yangın ile mekânsal faktörler arası güçlü ilişkiler bir çok çalışmada ortaya konmuştur (Neyişçi ve ark., 1996; Başaran ve ark., 2004; Moreira ve ark., 2011).

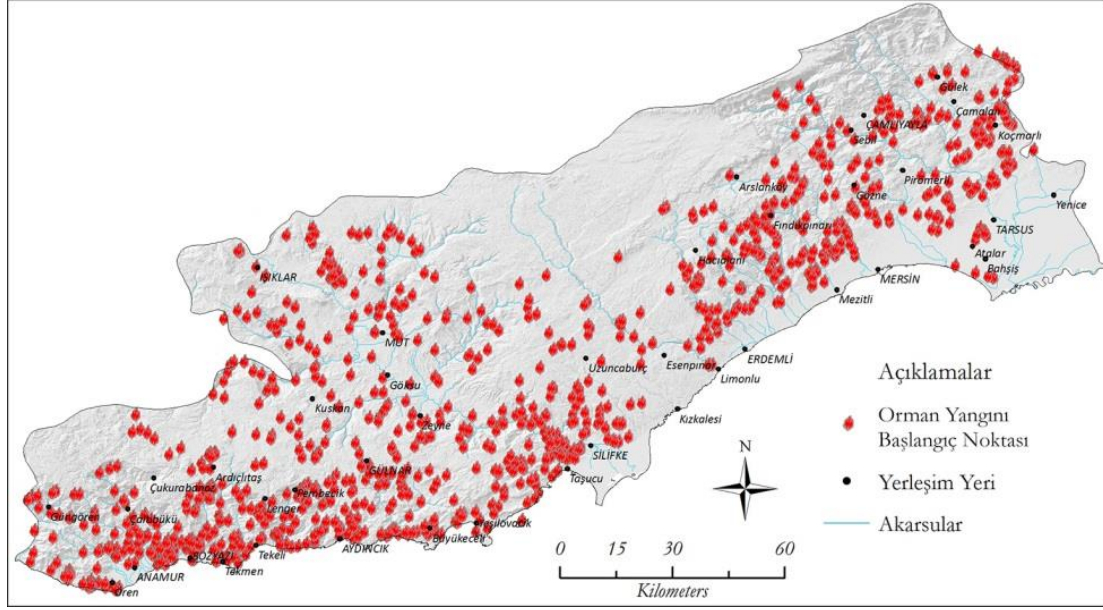
Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), mekâna bağlı çalışmaların temel bir bileşeni haline gelmiştir. Orman yangınları üzerine, benzer yöntemlerin kullanıldığı çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Sağlam ve ark., 2008; Cáceres, 2011; Jovanović ve ark., 2013; Karabulut ve ark., 2013). Bu çalışmada da, orman yangınlarının oluşum ve gelişiminde etkili olan mekânsal faktörler, CBS ortamında bir araya getirilerek yangına hassas alanların düzeylerini belirleyebilecek analizler yapılmıştır.

2. Materyal ve Metod

Mersin ili, Doğu Akdeniz Bölgesinde Orta Toros Dağlık kütesinin güneye bakan yamaçlarını içine alan geniş bir coğrafyaya sahiptir. Güneyde Akdeniz ile kıyısı oldukça uzundur. Akdeniz iklimi ve bitki örtüsü egemendir. Ormanlar, il alanının yaklaşık yarısını (% 52) kaplamaktadır. Orman alanlarının yine yarısına yakını (% 46,8) Kızılçam ormanlarından oluşmaktadır. Yağışın dağılımında ilin doğusu, orta bölümü ve batısı arasında önemli farklılıklar görülür. Sıcaklık kıyıya yakın kesimlerde yüksek, kuzeydeki dağlık arazi de daha düşüktür. Bağıl nem oranı da yine denizden uzaklaştıkça düşer (Duran, 2012; 2014, OGM, 2013).

Orman yangınlarına hassas yöreleri belirlemeyi amaçlayan bu çalışma, üç aşamada gerçekleştirilmiştir. Öncelikle, orman yangınlarına ait noktasal verilerin kategorik dağılımları ve sorgulanması işlemleri yapılmıştır. Kategorik faktörlere ait raster haritalar elde edilmiştir. Son olarak, uygunluk ve uygunluk analizleri uygulanmıştır.

Mersin Orman Bölge Müdürlüğü Yangın Sicil Formlarındaki (2001-2013 yılları) 1038 orman yangınının coğrafi koordinatları ve öznitelik bilgileri sayısal haritalar üzerine aktarılmıştır (Şekil 1). Kayıtlı verilerin kontrolü ve analizi için 1/100000 (yer yer 1/25000) ölçekli topografya haritaları, yükseklik haritaları (DEM, 10 m) ve meşcere tipleri haritalarından yararlanılmıştır. Başlangıç noktalarının konumsal güvenilirliğini arttırabilmek için kayıtlı her bir noktaya ait bölme nu., meşcere tipi, yükselti, eğim, bakı, vd. yardımcı veriler ile kontrolü yapılmıştır.



Şekil 1. Kayıtlı 1038 orman yangınının başlangıç noktaları
Figure 1. Start points of recorded 1038 forest fires

Orman yangınları ile ilgili çalışmalarda önemli bir sorun anlık değişebilen meteorolojik parametrelerin kullanımındaki zorluktur. Bu çalışmada ise mekânsal özellikleri tanımlayan ve daha stabil sınıfları oluşturan faktörler kullanılmış ve mekânsal özellikleri yansıtacak 6 faktör belirlenmiştir. Bu faktörlere ait kategorik sınıflar geçmiş yangın sayılarıyla derecelendirilmiştir.

Orman yangınlarının başlangıç noktasına ve sayısal dağılımına göre sınıflandırılmış meşcere tipleri 5 kategoriye ayrılmıştır. Sayısal Yükseklik Modelinden (DEM, 10 m) elde edilen yükselti basamakları, eğim grupları ve bakı şartları yine 5 kategoriye ayrılarak analize uygun raster veriye dönüştürülmüştür. İlde çıkan orman yangınlarının büyük bölümü (% 87) insan nedenlidir. Bu yüzden, insan faaliyetlerinin yoğun olduğu, ziraat-iskân alanlarına ve yol hatlarına yakın alanlar, mesafeye göre 5 kategoride sınıflandırılmıştır. Belirlenen 6 faktöre ait kategorik sınıflar, yöresel dağılım ve temsil yeteneği nedenleriyle 5 grup ile daha önemli sonuçlara ulaşılmıştır (Tablo 1 ve Şekil 2).

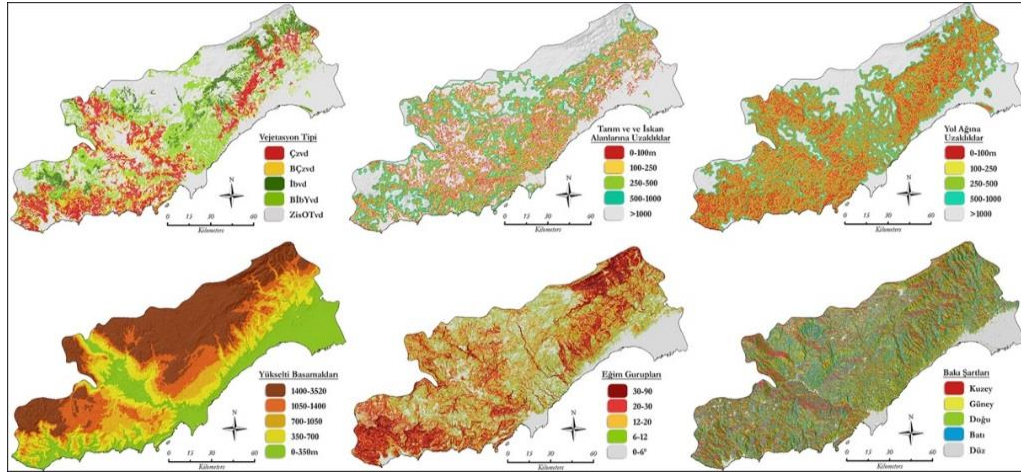
Tablo 1. Mekânsal faktörler ve yangın sayısına göre kategorik sınıfları
 Table 1. The spatial factors and the categorical classes by the number of fires

Faktörler	Faktör Sınıfları	Yangın Sayısı		Alan		Yangın Sayısının Alansal Oranı (%)	Duyarlılık Sınıfı
		Adet	%	km ²	%		
Meşcere Tipi ¹	Çzvd	520	50,1	2741	17,3	43,3	Çok Yüksek
	BÇzvd	191	18,4	1432	9,0	30,5	Yüksek
	İbvd	54	5,2	994	6,3	12,4	Orta
	BİbY	137	13,2	3233	20,4	9,7	Düşük
	ZİsOT	136	13,1	7460	47,0	4,2	Çok Düşük
	Toplam	1038	100,0	15860	100,0	100,0	5 düzey
Tarım ve İskan Alanlarına Uzaklık ²	Zon1	407	39,2	2448	15,4	39,0	Çok Yüksek
	Zon2	196	18,9	2094	13,2	22,0	Yüksek
	Zon3	153	14,7	1879	11,8	19,0	Orta
	Zon4	104	10,0	1676	10,6	14,6	Düşük
	Zon0	178	17,1	7763	48,9	5,4	Çok Düşük
	Toplam	1038	100,0	15860	100,0	100,0	5 düzey
Yol Hatlarına Uzaklık (m)	0-100	448	43,2	3738	23,6	38,2	Çok Yüksek
	100-250	309	29,8	3582	22,6	27,5	Yüksek
	250-500	201	19,4	2836	17,9	22,6	Orta
	500-1000	62	6,0	1931	12,2	10,2	Düşük
	>1000	18	1,7	3773	23,8	1,5	Çok Düşük
	Toplam	1038	100,0	15860	100,0	100,0	5 düzey
Yükseklik (m)	0-350	380	36,6	3579	22,6	28,8	Yüksek
	350-700	258	24,9	2365	14,9	29,7	Çok Yüksek
	700-1050	176	17,0	2298	14,5	20,8	Orta
	1050-1400	143	13,8	2363	14,9	16,5	Düşük
	1400-3520	81	7,8	5255	33,1	4,2	Çok Düşük
	Toplam	1038	100,0	15860	100,0	100,0	5 düzey
Eğim (Derece)	0-6	58	5,6	4219	26,6	3,6	Çok Düşük
	6-12	132	12,7	3519	22,2	9,7	Düşük
	12-20	276	26,6	3634	22,9	19,6	Orta
	20-30	349	33,6	2884	18,2	31,2	Yüksek
	30-90	223	21,5	1604	10,1	35,9	Çok Yüksek
	Toplam	1038	100,0	15860	100,0	100,0	5 düzey
Bakı	Düz	16	1,5	1086	6,8	5,1	Çok Düşük
	Doğu	223	21,5	4137	26,1	18,9	Düşük
	Batı	191	18,4	3182	20,1	21,0	Orta
	Kuzey	192	18,5	2915	18,4	23,0	Yüksek
	Güney	416	40,1	4540	28,6	32,0	Çok Yüksek
	Toplam	1038	100,0	15860	100,0	100,0	5 düzey

Kullanılan faktörlerin her bir sınıfına düşen yangın sayısının ilgili sınıfın kapladığı alana göre yüzde oranları belirlenmiştir. Her bir yangın noktası için faktör sınıflarındaki oranlar toplamı, öznelik verisi olarak atanmıştır. Tablo 2’de 1., 2., ... 1038. yangının meydana geldiği faktör sınıfları ve yüzde oranların toplamı verilmiştir. 1038 yangın noktası için toplam değerler uygunluk, yoğunluk ve hotspot analizlerdeki ağırlık değerlerini oluşturmuştur. Bu işlemler için ArcGIS yazılımı kullanılmıştır.

¹ Çzvd: Saf Kızılcım ve kızılçımın hâkim olduğu meşcereler; BÇzvd: verimsiz/bozuk karakterdeki kızılçımın saf ve hâkim olduğu meşcereler; İbvd: ibre ve pul yapraklı türlerin saf ve hâkim olduğu meşcereler; BİYvd: verimsiz/bozuk karakterdeki ibrelili ve geniş yapraklı türlerin hâkim olduğu meşcereler; ZİsOTvd: Ziraat, iskan ve ormansız açık alanlar olarak kategorize edilerek vejetasyon tiplerine ayrılmıştır.

² Zon0: Ziraat ve iskân alanlarının içi ve 1 km’den uzak alanlar; Zon1: Ziraat ve iskân alanlarına 100 m mesafe; Zon2: Ziraat ve iskân alanlarına 250 m mesafe; Zon3: Ziraat ve iskân alanlarına 500 m mesafe; Zon4: Ziraat ve iskân alanlarına 1000 m mesafedeki alanlar olarak sınıflandırılmıştır.



Şekil 2. Sınıflandırılmış faktörlere ait haritalar
Figure 2. Maps by classified factors

Tablo 2. Mekânsal analizler için elde edilen ağırlık değerleri
Table 2. The weighted values obtained for spatial analysis

No	Bakı	Yükselti	Eğim	Meşcere Tipi	Yol Hatlarına Uzaklık	Ziraat ve İskâna Uzaklık	Toplam						
1	Batı	21,0	>1400	4,2	12-20	19,6	BİbY	9,7	100-250	27,5	Zon1	39,0	121,0
2	Doğu	18,8	350-700	29,7	20-30	31,2	Çzvd	43,3	250-500	22,6	Zon4	14,6	160,2
...													
1038	Batı	21,0	0-350	28,8	6-12	9,7	ZisOT	4,2	>1000	1,5	Zon0	5,4	70,6

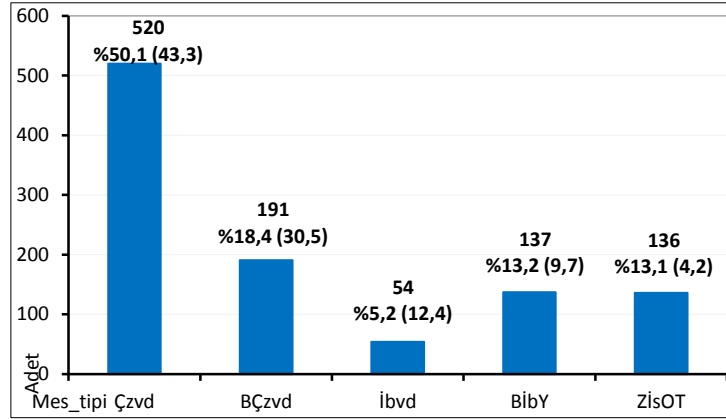
3. Bulgular

3.1. Kayıtlı orman yangınlarının belirlenen mekânsal faktörlere dağılımı

3.1.1. Orman yangınlarının meşcere tiplerine göre sayısal dağılımı

Yanıcı maddenin niteliği ve dikey yöndeki miktarı, yangının davranışında ve tehlike sınıfında belirleyicidir. Meşcere tipi, çağı ve taç yapısı gibi özellikler de yangın tehlikesini artırır (Bilgili, 2003).

Meşcere tipleri haritası, vejetasyon bilgisini içerir; haritadaki saf kızılçam ve kızılçamın hâkim olduğu karışık meşcereler **Çzvd**; verimsiz/bozuk kızılçamın hâkim olduğu karışık meşcereler ise **BÇzvd** şeklinde gruplandırılmıştır. İbre ve pul yapraklı türlerin saf ve hâkim durumdaki karışık meşcereleri **İbvd**; verimsiz/bozuk ibreli ve geniş yapraklı türlerin saf ve karışık meşcereleri **BİYvd** olarak sınıflandırılmış; ziraat, iskân ve ormansız açık alanlar ise **ZisOTvd** şeklinde kategorize edilerek 5 farklı sınıfa ayrılmıştır.



Şekil 3. Orman yangınlarının meşcere tiplerine göre dağılımı
Figure 3. Forest fire occurrence by vegetation

Orman yangınlarının sayısal ve oransal dağılımı incelendiğinde (Tablo 1; Şekil 3) kayıtlı 1038 yangının yarısı (520 adet ve % 50) Çzvd şeklindeki meşcerelerde çıkmıştır. Yine kızılçamın hâkim olduğu BÇzvd meşcereleri en fazla yangın (191 adet ve % 18,4) çıkan 2. gruptur. BİbY ve ZİsOT sınıflarında yaklaşık aynı sayılarda yangın çıkmıştır (136-137 adet ve % 13). Yangının ez az (54 adet ve % 5,4) görüldüğü sınıf ise İbvvd meşcereleridir.

Bu grupların kapladığı alana göre yangın sayılarının yüzde oranları ise sırasıyla Çzvd (% 43,3), BÇzvd (% 30,5), İbvvd (% 12,4), BİbY (% 9,7) ve ZİsOT (% 4,2) şeklinde olmuştur.

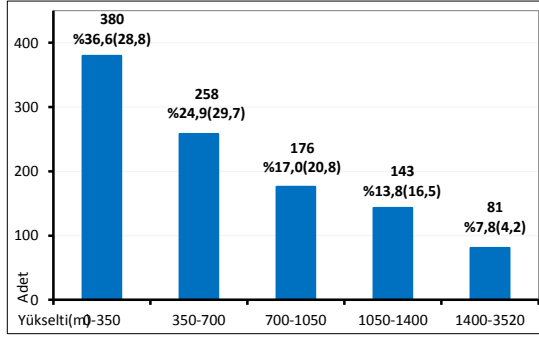
3.1.2. Orman yangınlarının fizyografik özelliklere göre dağılımı

Yangın tehlikesi üzerine meteorolojik ve topografik parametreler doğrudan etkili olmaktadır (Neyişçi ve ark., 1999). Orman yangınları ile ilgili risk değerlendirmelerinde topografyayı tanımlayan özellikler ana faktörler içindedir. Fizyografik özelliklerden eğim, bakı ve yükseklik 5 kategoride sınıflandırılmış ve her bir sınıfta çıkmış yangın sayıları ve oranları belirlenmiştir.

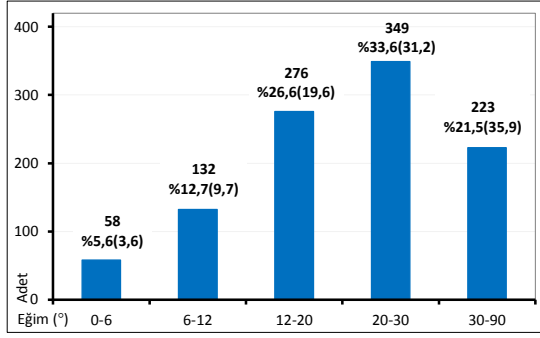
Yükselti artışı ile yangın sayısı arasında negatif ilişki vardır (Tablo 1 ve Şekil 4). İlk yükselti (0-350 m) basamağındaki yangın sayısı (380 adet ve % 36,6) en fazla; son yükselti (1400-3520 m) basamağındaki yangın sayısı (81 adet ve % 7,8) ise en azdır. Yangın sayıları yükselti basamaklarının kapladığı alana göre oranlandığında 2. yükselti basamağı öne çıkmış (% 29,7); sonra, ilk yükselti basamağı (% 28,8), 3. yükselti basamağı (% 20,8), 4. yükselti basamağı (% 16,5) ve 5. yükselti basamağı (% 4,2) şeklinde sıralanmışlardır.

Eğim guruplarına bakıldığında (Tablo 1 ve Şekil 5) en fazla (349 adet ve % 33,6) yangın 20-30 derecelik grupta yer almış; düz ve hafif eğimli (0-6°) grupta ise en az (58 adet ve % 5,6) yangın çıkmıştır. Yangın sayıları eğim guruplarının kapladıkları alana göre oranlanınca en fazla (% 35,9) oran eğimin en yüksek (30-90°) olduğu gruptadır. Guruplarda eğim değerleri azaldıkça oranlar da azalmış ve sıralama 20-30°'lik gurup (% 31,2 oran), 12-20°'lik gurup (% 19,6 oran), 6-12°'lik gurup (% 9,7 oran) ve 0-6°'lik gurup (% 3,6 oran) şeklinde olmuştur.

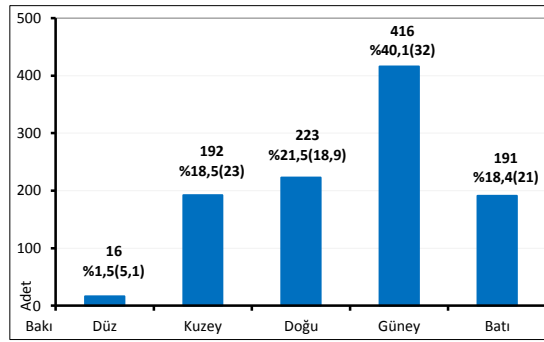
Yangınların bakıya göre sayısal dağılımı (Tablo 1 ve Şekil 6) incelendiğinde güney bakıda (416 adet ve % 40,1) en fazla; bakının olmadığı eğimsiz ve düz alanlarda ise (16 adet ve % 1,5) en azdır. Bakı gurupları kapladıkları alana göre incelenince en fazla yangın (% 32) yine güney bakıda olmuş; 2. sırayı (% 23) ilginç şekilde kuzey almış ve onu 3. sırada (% 21) batı, 4. sırada (% 18,9) doğu bakılar takip etmiş; son sırada ise düz alanlar (% 5,1) yer almıştır.



Şekil 4. Orman yangınlarının yükseltiye göre dağılımı
Figure 4. Forest fire occurrence by elevation



Şekil 5. Orman yangınlarının eğime göre dağılımı
Figure 5. Forest fire occurrence by slope



Şekil 6. Orman yangınlarının bakıya göre dağılımı
Figure 6. Forest fire occurrence by aspects

3.1.3. Orman yangınlarının ziraat ve iskân alanları ile yol hatlarına mesafeye göre dağılımı

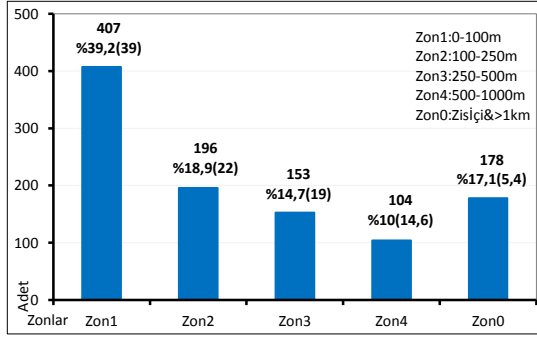
Yangın riski, orman içindeki insan aktivitelerinin ve yoğunluğunun fazla olduğu yollar, ziraat alanları, piknik alanları gibi yerlerde yüksek, ancak aynı yanıcı miktarına sahip insan kullanımının az olduğu noktalarda ise düşüktür (Neyişçi ve ark., 1999). İnsan nedenli yangınlar insan faaliyetlerinin orman içi ve çevresindeki artışına paralel olarak gün geçtikçe artmaktadır. Ziraat ve iskân alanları ile yol hatlarına yakın mesafelerdeki ormanlar insan aktiviteleri nedeniyle yangına daha hassastır. Bu kesimlerin mesafeye bağlı sınıflandırılmasında ilk 100 m mesafe en hassas alanlar olarak öne çıkmıştır.

Kayıtlı 1038 yangının mesafeye bağlı dağılımı incelendiğinde (Tablo 1 ve Şekil 7, 8), ziraat ve iskân alanlarına 100 m mesafede 407 yangın (% 39,2), yol hatlarına 100 m mesafede ise 436 yangın (% 42) çıkmıştır. 100-250 m mesafe en fazla yangın çıkan 2. derece alanlardır (ziraat ve iskân alanları için 196 adet ve % 19,8; yol hatları için 314 adet ve % 30,3).

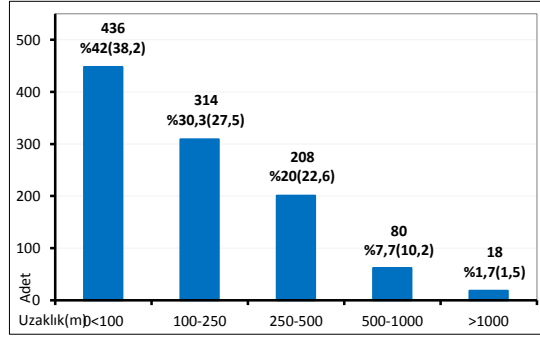
Bu alanlara ve hatlara en uzak alanlarda en az (ziraat ve iskân alanları için 104 adet ve % 10; yol hatları için 18 adet ve % 1,7) yangın çıkmıştır. Burada farklılık, ziraat ve iskân alanları içinde ve bu alanlara 1 km'den uzak mesafede çıkmış yangınların sayısıdır. Son 13 yıldaki kayıtlı yangınların 178 adedi (% 17,1) bu niteliktedir.

Bu 2 faktörün sınıflarındaki yangın sayısı ile alansal oranlarına bakıldığında ise ziraat ve iskân alanları için ilk 100m mesafede % 39; 100-250m mesafede % 22; 250-500m mesafede % 19; 500-1000m mesafede % 14,6; bu alanların içinde ve 1 km'den uzak mesafedekiler ise % 5,4 olmuştur.

Yol hatlarına göre mesafeler için ilk 100m mesafede % 38,2; 100-250m mesafede % 27,5; 250-500m mesafede % 22,6; 500-1000m mesafede % 10,2 ve 1 km'den uzak mesafedekiler ise % 1,5 bulunmuştur.



Şekil 7. Orman yangınlarının ziraat ve iskan alanlarına mesafesine göre dağılımı
 Figure 7. Forest fire occurrence by distance from agricultural and settlement areas



Şekil 8. Orman yangınlarının yoldan uzaklığına göre dağılımı
 Figure 8. Forest fire occurrence by distance from roads

3.2. Orman Yangınlarına Hassas Alanların Belirlenmesinde Mekânsal Analizler

Son yıllarda iklim ve arazi kullanımı değişiklikleri yangın riski ve tehlikesini arttırmıştır (Moreira ve ark., 2010). Bu nedenle yangından korunma ve önleme çalışmaları önem kazanmaktadır. Önleme çalışmalarında öncelikli olan ise yangına hassas yörelerin belirlenmesidir.

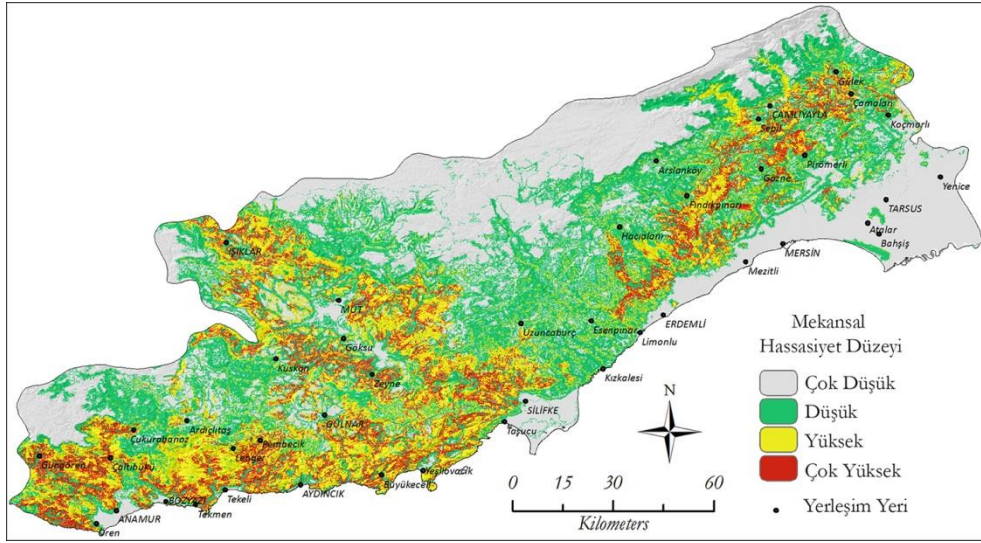
3.2.1. Ağırlıklı çakıştırma yöntemine göre mekânsal hassasiyet düzeyi

Yangına hassas alanlar sınıflamasında çok katmanlı *Toplam Ağırlıklı Çakıştırma (Weighted Overlay Sum)* analiz yöntemi kullanılmıştır. Buna göre Tablo 1 ve Şekil 2'de verilen faktörler ve her faktörün kategorik sınıfları için bulunan alansal oranlar, faktörlerin ağırlık katsayıları ile çarpılarak toplanması ile bulunmuştur. Faktörler arası ağırlık katsayıları 6 farklı uzmanın verdiği puanın aritmetik ortalamasına göre belirlenmiştir (Tablo 3). Standart sapmaya göre sınıflandırılan sonuç haritası tek bir katmanda üretilmiştir. İşlem sonrası, 4 farklı hassasiyet derecesine sahip sınıfların mekânsal dağılımı elde edilmiştir (Şekil 9).

Tablo 3. Faktör katmanlarına ait ağırlık katsayıları
 Table 3. Weighted coefficients belonging to factors layer

Meşcere Tipi	Ziraat ve İskâna Uzaklık	Yol Hatlarına Uzaklık	Yükselti	Eğim	Bakı
	0,248	0,215	0,190	0,107	0,118

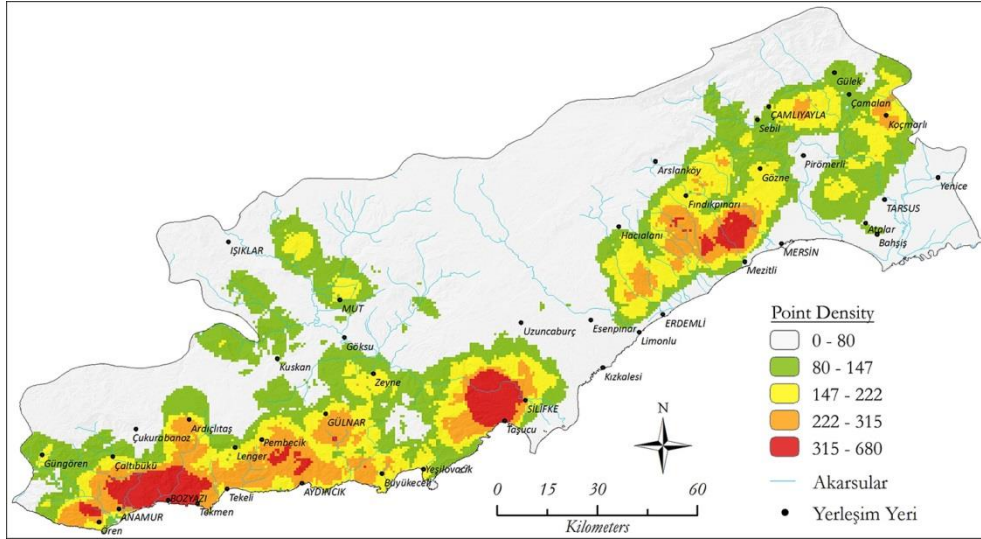
Orman yangınına hassas yöreler, yerleşim yerlerinin çevresinde ve arazi kullanım şekillerinin değiştiği sınırlara yakın kızılçam meşcerelerinde yoğunlaşmıştır. Hassasiyetin en az olduğu yöreler ise üst orman / kır kuşağına yakın yöreler ile Limonlu-Kızkalesi yerleşimleri arasındaki hattın kuzeybatısını (KB) oluşturan Maki-Garig vejetasyonunun yoğun olduğu alanlardır. Bu durum yangınların noktasal dağılımındaki kümelenmelerden de rahatlıkla görülebilmektedir.



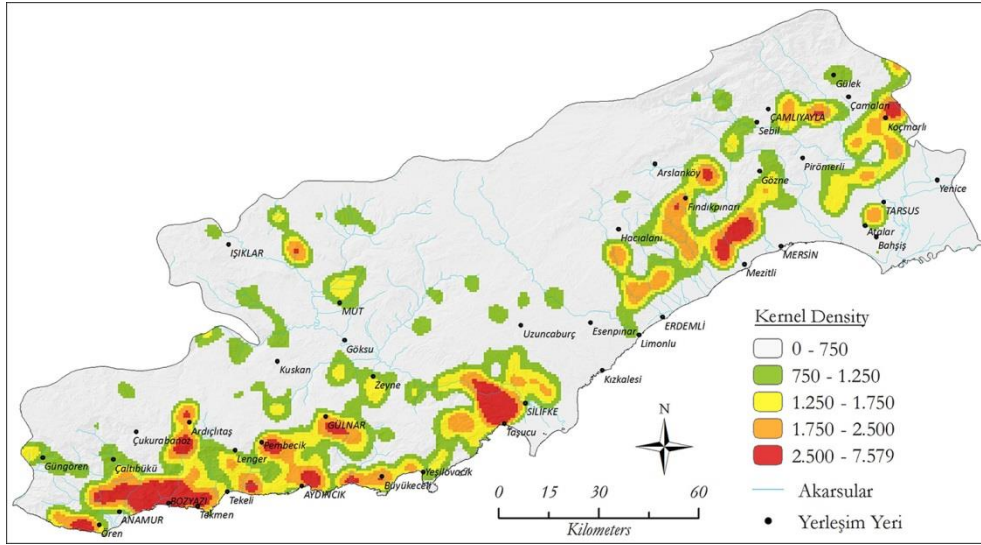
Şekil 9. Mersin ilindeki ormanların mekânsal hassasiyet düzeyleri
Figure 9. Spatial sensitivity levels of forests of Mersin

3.2.2. Nokta ve çekirdek yoğunluk yöntemlerine göre mekânsal hassasiyet düzeyi

Orman yangınlarının meydana geldiği noktalar tesadüfi dağılıma sahiptir. Faktör sınıflarına düşen yangın sayısı ile hesaplanan alansal oranların toplamı *nokta yoğunluk (point density)* ve *çekirdek yoğunluk (kernel density)* tahmini analizlerinde ağırlık değerleri olarak kullanılmıştır. Bu yöntemler belirlenen bir yarıçap etrafındaki nokta yoğunluklarını hesaplamaktadır. Bu iki yöntemdeki temel amaç, yangına hassas yörelerin nerelerde kümelendiğini (yoğunlaşma) belirlemektir (Şekil 10, 11).



Şekil 10. Nokta yoğunluk tahmini yöntemine göre mekânsal hassasiyet düzeyi
Figure 10. Forest fire occurrence by point density method



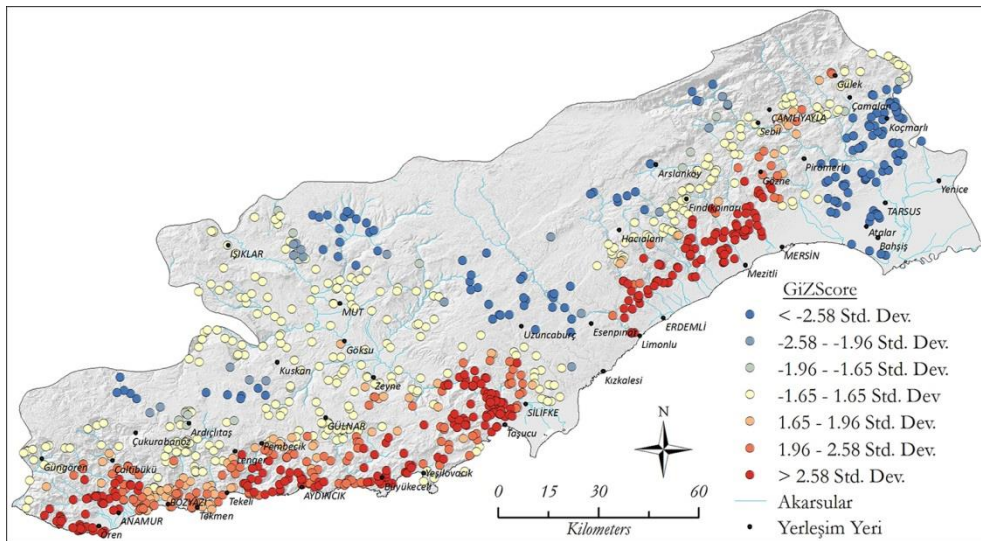
Şekil 11. Çekirdek yoğunluk tahmini yöntemine göre mekânsal hassasiyet düzeyi
Figure 11. Forest fire occurrence by kernel density method

3.2.3. Sıcak nokta (Hotspot/Getis-Ord G_i^*) yöntemine göre mekânsal hassasiyet düzeyi

Orman yangınları pek çok etkenin kontrolünde meydana gelmekte; ancak, olağandışı ve tesadüfi nedenler de yangını çıkarabilmektedir. Bu yüzden, mekânsal önem desenini istatistiksel yöntemler ile tanımlamak idari tedbirler açısından son derece önemlidir.

Kayıtlı orman yangınlarının önem düzeylerini belirlemek için bir mekânsal istatistik yöntemi olan Getis-Ord G_i^* algoritması kullanılmış ve bu işlem için kayıtlı yangınlara ait noktasal veriler için faktör sınıflarının anlamsal oranları ağırlık değerleri olarak atanmıştır.

Hotspot analiz aracı olan Getis-Ord G_i^* bir yerel istatistik metodudur ve bölge desenindeki (global) ortalamaları yöresel ortalamalar ile karşılaştırır. Genellikle de sıcak ya da soğuk alanları belirlemede kullanılır. Yüksek G_i^* sonuçları Z skor değeri olarak sıcak alanları; düşük Z skoru değeri ise soğuk noktaları gösterir (ESRİ, 2014). Bu çalışmanın İstatistiki anlamlılık düzeyi (G_i^* z skoru) % 99 (≥ 2.576) olarak tahmin edilmiştir (Şekil 12).



Şekil 12. Hotspot analiz aracı olarak G_i^* z skora göre kayıtlı yangınların anlamlılık düzeyi
Figure 12. Forest fire occurrence by Hot spot analysis (Getis-Ord G_i^*)

4. Sonuç ve Öneriler

Değişik orman tipleri arasında kapalılığı çok düşük, dolayısıyla diri örtüsü bol olan ormanlar yanma riski en yüksek olanlardır (Montgolfier, 2005). Tarım alanları, yerleşim yerleri ve yol hatları ile parçalanmış orman sınırlarında ormanın kapalılığı bozulmaktadır. Işığın ulaştığı alt tabakada ise yanıcı madde miktarı artmaktadır. Yanıcı materyal kurak periyotta ve eğimli, güneye bakan yamaçlarda daha fazla nem kaybına uğrayarak yanmaya hazır hale gelmektedir. İnsan faaliyetlerinin de yoğunlaştığı alt/orta yükselti kuşağı orman yangınları için en hassas alanlardır. Nitekim Mersin ilindeki kayıtlı yangınların mekâna ve zamana göre dağılımları da bu değerlendirmeyi desteklemektedir.

Çalışma ile ildeki ormanların yangına karşı mekânsal hassasiyet düzeylerini ortaya koyan haritalar elde edilmiş ve bu haritalara göre, yangına en hassas alanlar ilin 3 farklı bölümüne dağılmıştır:

a) İlin batısında, Anamur–Silifke ilçe yerleşimleri arası; Kıyıya yakın yükseltiler ve yerleşim yerlerinin çevresinde kalan kızılçam meşcerelerinden oluşan alanlar,

b) Doğuda, Erdemli–Gülek yerleşimleri arası; Burada çapraz şekilde uzanan kızılçam orman kuşağındaki alanlar,

Göksu ırmağının uzandığı vadinin orta yamaçları; nemliliğin azaldığı yükseltilerdeki genç kızılçam meşcereleri ve ağaçlandırma sahaları, yangına en hassas yöreler olarak ön plandadır.

c) Orta bölümde, Limonlu-Kızkalesi yerleşimleri arası hattın KB'sı; Maki ve sert yapraklı vejetasyonunun hâkim olduğu geniş alan.

İlin yüksek bölümleri tarım ve yerleşim yerlerinden uzak ve üst yükselti kuşağındaki Kızılçam hariç ibrelili/geniş yapraklı orman alanları yangına en az hassas yörelerdir. Bu yöreler de kendi içinde alt yörelere ayrılabilir.

Potansiyel yangınlar için, mekânsal hassasiyete sahip yöreleri belirleyen sonuç haritaları karar vericilerin uygulayacağı tedbirler için rehber olacaktır. Tedbirlerin başında ise yanıcı maddeyi azaltacak uygun silvikültür müdahaleleri gelir. Tepe yangını için merdiven görevi gören alt ve ara tabakanın, yani otsu ve çalı katı ile kuru alt dalların uzaklaştırılması meşcereleri bakımlı hale getirecek ve böylece yıllık artıma da katkı sağlayacaktır. Ayrıca, OGM tarafından uygulanan Yanan Alanların Rehabilitasyonu ve Yangına Dayanıklı Ormanların Tesisi (YARDOP) Projeleri için öncelikli çalışma alanlarını seçmek için de kullanılabilir.

Orman yangınlarının şiddetini, öncelikle yörenin topografik ve iklimik şartları belirler ve bu şartlardaki değişime bağlı olarak da yangının şiddeti değişmektedir. Bu yüzden, yangınla mücadelede söndürme odaklı yaklaşım yerine, yangının meydana gelmesini önleyecek yaklaşımlar daha kolay, etkili ve verimlidir. Yangına müdahale süresi ise büyüme potansiyeli olan yangınları önlemede etkilidir. Kısaca yangınla entegre mücadele yöntemleri zorunludur.

Teşekkür

Bu çalışma, Orman Genel Müdürlüğüne desteklenen *diğer çalışmalar* kapsamında yürütülmüştür. Verdikleri destekten dolayı Mersin Orman Bölge Müdürlüğü yetkililerine teşekkür ederim.

Kaynaklar

Başaran, M. A., Sarıbaşak, H., Cengiz, Y., 2004. Yangın Söndürme Planı Temel Esaslarının Belirlenmesi (Manavgat Örneği), Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü Teknik Bülten No:18, Antalya.

Bilgili, E. and Goldammer, J.G. 2000. Fire in the Mediterranean Basin: Towards an interdisciplinary science programme. In proc. XXI IUFRO World Congress 2000, Forests and Society: The role of research, Vol.1, P.45-54.

Bilgili, E. 2003. Stand development and fire behavior, *Forest Ecology and Management* Vol. 179, Issues 1–3, 3 July, p.333–339.

Cáceres, C. F., 2011. Using GIS in Hotspots analysis and for forest fire risk zones mapping in the Yeguaré Region, Southeastern Honduras. Papers in Resource Analysis, Volume 13, 14pp. Saint Mary's University of Minnesota University Central Services Press. Winona, MN. <http://www.gis.smumn.edu> Retrieved (20.02.2014).

Duran, C. 2012. Mersin ili orman alanlarının fizyografik özelliklere göre dağılımı. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi* (J-HumanSciences.com), 9 (1), 1-19.

Duran, C. 2014. Relationship between rainfall distribution and physical geography elements within Mersin province, Turkey. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 120 s.740-748.

ESRI 2014. *How Hot spot analysis: Getis-Ord Gi* (Spatial Statistics) works and density analysis*, <http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.2/index.html> (20.02.2014).

FAO, 2007. Fire Management: Global assessment, thematic study prepared in the framework of the global forest resources assessment 2005, *FAO paper* 151, Rome

Jovanović, R., Bjeljic, Ž., Miljković, O., Terzić, A., 2013. Spatial analysis and mapping of fire risk zones and vulnerability assessment–case study Mt. Stara Planina. *SANU doi:10.2298/IJGI1303213J*, 63(3), 213-226.

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*, Cilt: 6 Sayı: 24.

Küçükosmanoğlu, A., 1990. Kızılçam-orman yangını ilişkisi *İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri: B, 40(3), Sayfa: 67-85, İstanbul.

Mol T., Bilgili E., Küçükosmanoğlu A., 1997. Forest fires in global environment and changing attitudes toward fire, *Proceedings of the XI. World Forestry Congress*, 13-22 Ekim, Vol.1, p.214-222, Turkey.

Montgolfier, J. 2005. Akdeniz Orman Alanları, Bugünkü Durum ve Gelecekte Beklenenler. Çeviri Kitap, Fransızcadan Çeviren: Aydan Alanay, Doğu Akdeniz Orm. Araş. Müd. Yay. No: 38, Tarsus.

Moreira, F., Viedma, O., Arianoutsou, M., Curt, T., Koutsias, N., Rigolot, E., Barbati, A., Corona, P., Vaz, P., Xanthopoulos, G., Mouillot, F., Bilgili, E. 2011. Landscape--Wildfire interactions in Southern Europe: implications for landscape management, *J Environ. Management*. Oct;92(10):2389-402.

Neyişçi T., Ayaşlıgil, Y., Sönmezışık, S. 1999. Yangına Dirençli Orman Kurma İlkeleri. Tübitak-Togtag-1342, TMMOB Orman Müh. Odası Yayın No: 21. Ankara.

OGM 2013. Mersin Orman Bölge Müdürlüğü Orman Amenajman Planları ve Ekli Dokümanları ile Yangın Kayıtları. Mersin.

Sağlam, B., Bilgili, E., Dinç Durmaz, B., Kadioğulları, A. I., Küçük, O. 2008. Spatio-temporal analysis of forest fire risk and danger using LANDSAT imagery, *Sensors*, **8**, 3970-3987.