

# CBS destekli Orman Yangını Risk Dağılım Analizi; Antalya Örneği

İbrahim ASRİ, Özşen ÇORUMLUOĞLU, Emre ÖZDEMİR

*İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 35620, İzmir*

## ÖZET

*Ormanlar, üretilmesi ve arttırılması gerekli olduğu kadar korunması da gereken, kaybı durumunda yerine yeniden ikame edilmesi oldukça zahmetli, maliyetli ve uzun zaman alan, üstelik dünyanın oksijen depoları olarak da bilinen ülke doğal kaynakları arasında son derece önemli bir yere sahiptirler.*

*Orman kayıplarına neden olan diğer etmenler bir tarafa, orman yangınları, en etkin ve kitlesel kayıplar şeklinde sonuç doğururlar ve bu kayıpların en önemli sebepleri arasında yer alırlar. Orman yangınları ile mücadele de bu noktada önemli hale gelir.*

*Orman yangınları ile mücadelenin en önemli aşaması ise risk yönetimi aşaması olup, özellikle konumsal veri analizlerini içine alan bir CBS desteğine sahip olması bu tip geniş alanlara yayılan kaynakların yönetiminin sürdürülebilir kılınması açısından oldukça önemlidir.*

*Bu noktada da CBS verilerinden faydalanarak yangın oluşumunda etkin olan parametrelerin tespiti ve risk oluşturdukları bölgelerin belirlenerek yangın çıkmadan önce gerek örgütsel gerekse de fiili tedbirlerin alınması mevcut orman kaynaklarının korunması adına önemli bir tercih olmaktadır.*

*Bu çalışmada Antalya ve yöresi (Antalya Orman Bölge Müdürlüğü yetki alanı) örnek risk analiz bölgesi olarak seçilmiştir. Orman Bölge Müdürlüğü'nden elde edilen veriler; dikkatli ve uzun süren bir veri filtreleme ve düzeltme aşamasından geçirildikten sonra, özellikle sıcaklık, nem ve topografya açısından analiz edilmiş ve bölgeye ait çıkmış yangın ilişkili risk haritası oluşturulmuştur.*

*Bu kapsamda geçmiş yıllara ait elde edilen yangın konum ve diğer öz nitelik verilerinde CBS'ye uyumluluk açısından ve veri kalitesi açısından sıkıntılı olduğu görülmüştür. Veriler; belli bir düzen ve sistematığe bağlı bir şekilde, örneğin konumsal teknolojiler ve entegre sensor sistemleri ile desteklenmiş tablet CBS gibi veri toplama olanaklarından faydalanılarak toplanmadıkları için, verileri analiz edilebilecek hale getirmek oldukça uzun bir zaman almış ve emek kaybına yol açmıştır. Bu veriler içerisinde, Orman Bölge Müdürlüğü tarafından toplanan yatay konum verileri bağlamında, enlem ve boylam değerleri doğru kabul edilebilse de yükseklik bilgilerinde sorunların olduğu görülmüştür. Topoğrafik analizler için yükseklik verisi önemli bir bileşen oluşturmaktadır. Bunun için bölgeye ait 8 adet ASTER GDEM Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) kullanılmıştır. Belirtilen yangın konumlarına ait yükseklik verileri bu SYM'den otomatik okutulmuş ve böylece bu yangın konumlarına ait yükseklik verisi sorunu bu şekilde elemine edilmiştir. Ayrıca bu sayede eğitim ve bakıya göre yangın ve risk analizi yapabilme olanağına da kavuşulmuştur.*

*Orman teşkilatı yakın zamanda yangın verilerinin tutulmasını Avrupa Birliği (AB) standartlarına göre yeniden şekillendirmiştir. Ayrıca teşkilat veri paylaşımı ve akademik çalışma işbirliği açısından özverili davranmaktadır. Ancak özellikle verilerin sayısal ortama aktarılmasında CBS analizlerine olanak verecek şekilde özen gösterilmesi gerektiği gözlenmiştir. Çünkü yapılan çalışmada orman yangını ve risk yönetimi açısından CBS'nin önemli katkılar sağlayacağı öngörülmüştür.*

*Bu amaç kapsamında, yapılan çalışmada öncelikle CBS ortamında nem, sıcaklık ve topografya katmaları oluşturularak analize konu "layer" veri yapısı oluşturulmuştur. Bu işlemi takiben, her bir layer için gri tonlama yapılarak ilgili tabaka verileri raster veri formatına çevrilmiştir. Elde edilen bu raster veri tabakaları birlikte RGB formunda birleştirilerek faktörlerin birlikte etkin olarak gözlemlendikleri bir analiz ortamı oluşturulmuş. Böylece faktörlerin birlikte erkin oldukları risk alanları elde edilmiştir.*

**Anahtar Kelimeler:** Orman yangını, risk analizi, CBS

## Forest fire risk analyze by GIS support and Antalya sample

### ABSTRACT

*Forests as our oxygen depots and having an important place among our country's natural assets are natural resources which are required to be produced more and at the same time they must be prevented as well. When they are lost it is not easy to reproduce them. They need long time to be grown and cost too much.*

*Leaving asides the other reasons causing forest lost, forest wild fires come up as most important reason of wide spread and massive forest lost. Therefore, fighting against wild forest fires becomes very important at that point.*

*The stage of risk management then becomes the critical stage of the fight against wild fires. The other important issues that must be taken into consideration seriously while establishing such a management system for fighting against forest wild fires is having a strong support from a GIS which provides spatial analyze possibilities since it is dealt with huge amount of data to be obtained from wide range of land parts. Thus, the management system supported by GIS becomes sustainable.*

*GIS can also help us to determine the most effective factors that cause forest fire at a certain place having certain topographical and climatic conditions. Only GIS can offer solution for such an issue by providing multi criteria analyze opportunity based on spatial data.*

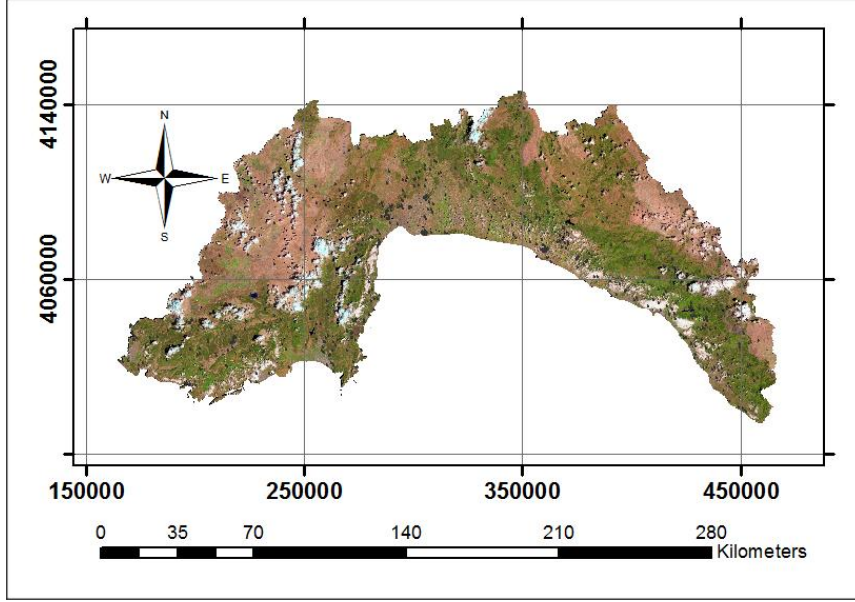
*In this research, Antalya forest district under the responsibility of Antalya Forest Regional Directorate was chosen as research area. All the records collected for wind, temperature and humidity conditions at the time of fires and obtained from the directorate were analyzed with respect to the locational data collected along with those weather condition data in a GIS environment. These climate data were also analyzed with respect to the topographical conditions like topographical height, slope and aspect at where the fire was on. As a conclusion, it is found that high mountain cliffs facing to the south so to the coast of Mediterranean Sea is prone to forest fires caused by mostly low humidity and high temperature. On the other hand, the fires seen on the high plateaus behind the mountains along the Mediterranean coast are caused by mostly wind and high temperature. So, with respect to this important outcome, fighting against forest fires in the region becomes more scientific and most powerful for the succeed.*

**Keywords:** Forest fire, risk analyze, GIS

## 1. GİRİŞ

Antalya orman bölgesinin içinde bulunduğu Akdeniz'e paralel olarak uzanan sıra dağların yer aldığı Anadolu parçasının büyük bir kısmı mezozoik formasyon ile kaplıdır. Bu formasyon kalker marn-filiş serpantinden oluşmuş olup; Akseki, Gündoğmuş, Sütçüler ile Antalya ovasının batı ve kuzey yörelerinde bulunur. Bölgenin en eski formasyonu peleoziok'tir. Kristalin-şişt, fillat, kalker ve mermerin oluşturduğu bu formasyon Akseki'nin kuzeyinde bulunmaktadır. Aksu-Karaçay ve Manavgat ırmağı boyunca kuzeye doğru uzanan formasyon ise miosen'dem oluşur. Deniz kökenli bu miosen kalkerli , marn, siltli kil, kumtaşı ve konglamera sedimentlerinden meydana gelmiştir. Antalya havzasındaki miosenlerin üzerinin sıklıkla travertenle örtüldüğü görülür. Bölgedeki ovalarda bulunan nehirlerde vadilerin iç kısımlarında sild, kil, çakıl depozitlerinden oluşan genç kuaterner yapılar rastlanır. Bu bölgedeki kuarterner, alüvyasyon koglomera ve travertenler şeklindedir. Bölge doğudan – batıya 640 km.lik Akdeniz kıyı şeridi boyunca uzanır. Bölgede rakım batıda yer alan Beydağları ile kuzeyini çevreleyen Toros Dağları nedeniyle 3000 m'ye kadar yükselmektedir. Bölgenin genel arazi yapısı kırık sarp ve engebeleridir. Bölgenin topoğrafik yapısının ve ikliminin kısa aralıklarda değişiklik göstermesi, bölgedeki biyolojik çeşitliliğin de zengin olması sonucunu doğurmaktadır.

Antalya bölgesi yaklaşık olarak %58'lik oranla ülkemizin orman alanı bakımından en zengin orman işletme bölgesidir. Bu ormanlar; Akdeniz kıyısına paralel dağların (Toroslar) genelde güneye bakan yamaçlarında 35-40 kilometre yer yer de 50 kilometreye çıkan genişliğe yayılmış bir şekilde 640 kilometrelik uzunca bir şerit boyunca uzanırlar (Şekil 1). Bu ormanlık alan içerisinde yer alan Kızılçam türü ise, 480 bin hektarlık alanla 3 milyon hektardan fazla olan Antalya ormanlarının en fazla yer kaplayan orman ağaç türü olarak karşımıza çıkar. Biyolojik çeşitlilik bakımından son derece önemli olan Akdeniz'in tipik bitki örtüsü maki de Kızılçam ormanlarına yakın bir değerinde, 475 bin hektar büyüklükte bir alan kaplar.

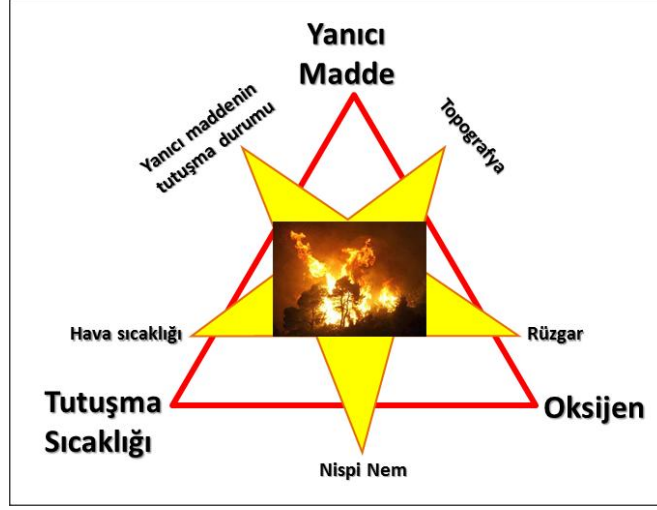


Şekil 1. Antalya Bölgesi ormanlık alanları.

Böyle zengin bir orman kaynağına sahip olan Akdeniz bölgesinde son yıllarda orman yangınlarında önemli artışlar olduğu gözlemlenmektedir. Son zamanlara bu bölgede görülen orman yangınları 1970'li yıllara göre iki katına çıkmış ve yıllık yanan orman alanı ise 600.000 hektarı bulmaktadır (Rulli ve Rosso, 2007). Türkiye orman yangınları açısından Akdeniz ülkeleriyle benzer özelliklere sahiptir ve 1937-2004 yılları arasındaki süreçte 1.5 milyon hektarlık bir alan yanmıştır (Yıldız vd., 2010). Meydana gelen bu yangınlar Türkiye'deki orman varlığının devamlılığını tehlikeye sokan etkenlerin en başında gelir. Yangınlar özellikle iklim koşullarının bağlı olarak yazı kurak ve sıcak geçen Akdeniz ikliminin etkili olduğu Akdeniz, Ege ve Marmara bölgelerinde yaygın olarak görülür (Küçükosmanoğlu, 1987; Türkes ve Altan, 2012).

## 2. ORMAN YANGININ OLUŞUMUNDA ETKİN OLAN FAKTÖRLER

Yangın, ormandaki bitki örtüsünün normal şartlarda yapmış olduğu fotosentez işleminin yangın şartlarının oluşması durumunda ters yönde işlemesiyle oluşun bir olaydır. Böylece bitki örtüsü tarafından fotosentezle depolanan ısı enerjisi yangınla açığa çıkmış olur. Diğer yandan, yangının çıkış tahmini içinse; topoğrafik yapı, hava durumu ve ortamdaki yanıcı maddelerin yangın çıkma noktasında tutuşabilme durumları veya özellikleri (nemi durumu gibi) olarak ifade edilen üç temel faktörün bilinmesi gerekir. Aslında, hangi tipten olursa olsun yangının çıkışı; yanıcı madde, oksijen ve tutuşma sıcaklığının bir ortamda uygun oranlarda bulunmasına bağlıdır. Bu üç faktöre yangın üçgeni denir (Şekil 2). Ormanlarda da yangının çıkışı bu üçlünün uygun oranlarda bir ortamda bulunmasına bağlıdır. Ormanlık alanlarda bu üç unsurun uygun değerlere gelmesi ise hava sıcaklığı, nispi nem, rüzgar, topografya ve yanıcı maddenin tutuşma durumu ile belirlenir. Tüm bu faktörlerin ormanlık alanlarda dağılımının bilinmesi ve izlenmesi durumunda ise, yangın çıkma riskinin yüksek olduğu ormanlık alanların konumsal dağılımı belirlenebileceği gibi bu parametrelerdeki zamansal değişimler tespit edilerek gerçek anlı yangın risk analizlerine de olanak sağlanabilecektir. Böylece, çıkması muhtemel yangınların önlenmesi ve erken müdahale için gerekli tedbirlerin alınması da etkin bir şekilde yapılabilecektir. Sonuç itibarıyla, en önemli doğal kaynaklarımızdan biri olan ormanlarımızın yanarak yok olmalarının önüne bu sayede geçilebilir, yok oluşları engellenebilir veya en azından oransal olarak minimize edilebilir.

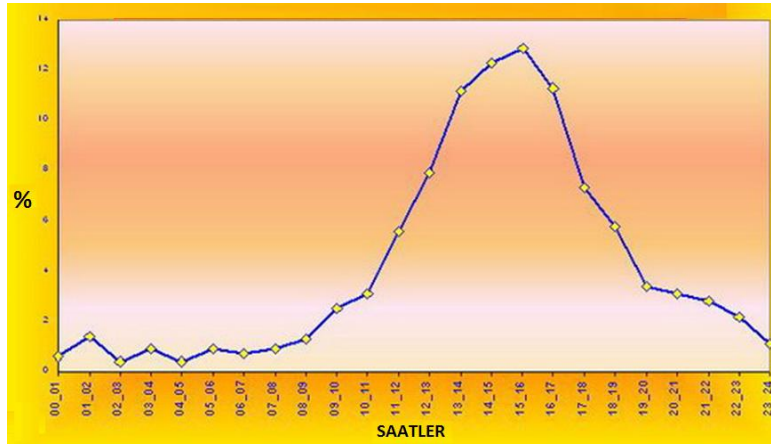


**Şekil 2.** Yangın Üçgeni ve orman yangınlarının çıkışında doğal şartlarda etkin olan unsurlar.

Yukarıdakiler ışığında çıkan orman yangınlarında doğal şartlarda etkin olan faktörlerden hava durumu kapsamındakileri nem, rüzgar ve sıcaklık olarak ifade edebiliriz. Bu faktörlere topografik yapı (yükseklik, bakı, eğim vb.) ile bitki örtüsü çeşitliliği ve bitki örtüsünün tutuşma durum dağılımları da ilave edilebilir. Değişik bakılardaki güneşlenme, sıcaklık, rüzgar, vejetasyon tipi, yanıcı maddenin miktarı ve nemi zamansal ve konumsal olarak değişiklik gösterir. Genellikle güney ve güney doğu bakıları yangının çıkması ve yayılması için bakı faktörü açısından en uygun şartları oluştururlar. Bütün bu parametrelerin ormanlık bir alandaki dağılımlarının birlikte gösterilip birbirleri ile olan etkileşimleri yangın riski açısından hep birlikte analiz edilirse yüksek risk oluşturan bölgelerin ortaya konması da mümkün olabilmektir. Bu ise mekansal analiz dışında başka bir yöntemle gerçekleştirilemez. Bu kapsamdaki konumsal bir analiz ise; CBS içeriğinde yürütülen bir dizi haritalama prosedürüyle gerektirir. Bu analizler sonucunda ise, yazın havanın sıcak olduğu, nem oranının düşük ve belli bir hızda rüzgar esintisinin bulunduğu dönemlerde, özellikle tutuşabilme katsayısı yüksek olan bitki örtüsünün bulunduğu lokasyonların yangın riskinin doğal şartlar yönünden yüksek olduğu bölgeler olarak belirlenmelerine, tespit edilip yüksek risk bölgeleri olarak işaretlenmelerine olanak sağlanacaktır. Özellikle sıcak yaz günlerinde nispi nem oranının düşmesiyle birlikte belli bir rüzgar esintisinin yangın oluşumunda etkin olduğu göz önüne alındığında belli yüksekliklerdeki topografik kuşakların da yine önemli bir yangın riski oluşturacakları ifade edilebilir. Örneğin gündüz vadi tabanlarındaki hava daha fazla ısınır, rüzgarın oksijen üfleyip nemi ortamdan uzaklaştırmasıyla da yangın için yüksek bir risk ortamı oluşur. Genellikle 8.00- 20.00 arasındaki 12 saatlik dönemde vadi tabanlarının yangınların çıkması için en tehlikeli yerler olarak göz önünde bulundurulması gerekir. Geceleyin durum bunun tamamen tersidir.

Orman yangınlarının çıkış nedenlerine bakıldığında yıldırım, kasıt, ihmal ve dikkatsizliğin yanı sıra çıkış nedeni bilinmeyen orman yangınlarının oranının %48'lere kadar çıkabildiği dönemlerin olması dikkat çekicidir. Bu bağlamda, çıkan orman yangınlarında etkin olan doğal faktörlerin izlenerek %48 gibi yüksek bir değere sahip olabilen bu kategorideki orman yangınlarının sayılarının azaltılması dahi orman varlığımızın korunması açısından son derece önemli olacaktır. Ülkemizde çıkan orman yangınlarının çıkış saatlerinin gün içindeki dağılımına göz atıldığında, şekil 3'den de anlaşılacağı gibi, orman yangınlarının büyük bir çoğunluğunun sıcak günlerde gün boyu sıcaklığın en yüksek olduğu 14-15-16 saatleri ile çakıştığı görülecektir. Bunun yanı sıra nispi nemim hızlı bir şekilde gün içinde %20 oranında düştüğü ve rüzgar hızının da 20 km/saat civarında olduğu durumlarda neredeyse %100

seviyesinde bir yangın riskinin oluştuğundan söz edilebilmektedir. Bunun için, yukarıda bahsedilen faktörlerin ormanlık alanlardaki dağılımlarını konumsal durumlarına göre birlikte analiz edebilen çok kriterli mekânsal analiz tekniklerini kullanılarak dijital risk dağılım haritalarının oluşturulması ve yangın önleme açısından lojistik yapılanmanın da bu haritalara göre organize edilmesi, orman varlığımızın korunması adına atılması gereken ilk ve önemli adımlardan biri olmalıdır.



Şekil 3. Orman yangınlarının çıkış saatlerine göre dağılımı.

Orman yangınları çıkmadan önce tedbirlerin alınması noktasında, orman yanıcı maddelerinin 260-400 °C'de tuttuğu dikkate alındığında nem oranı düşük yanıcı madde düzeni ve miktarının azaltılması gerekir. Bunun içinse, bu yönden yüksek risk oluşturan orman maddelerinin lokasyonlarının belirlenerek uzaklaştırılması veya parçalanması da ayrıca önem arz eder.

Yangın anında da yangın bölgesinin lokasyonel risk haritalarının oluşturulup lojistik ve stratejik kararlar alınmasında yine konumsal analizlerden faydalanılabilir. Örneğin bitki örtüsü yakıt durumuna ve yangın yerinin topografik özelliklerine göre konveksiyon akımlarının oluşturacağı riskler değerlendirilerek stratejik tedbirler ve lojistik destekler için etkin kararlar anlık olarak verilebilir. Bunlara ek olarak yangın anında anlık meteoroloji bilgilerinin alınması, yine bu bilgilere istinaden anlık risk haritalarının oluşturulması, ekiplere iletilmesi ve mücadele işlerinin bu lokasyonel yüksek risklere göre yönetilmesi yangının en kısa sürede söndürülmesini sağlayacağı gibi oluşacak zararları da minimize edecektir.

### 3. ORMAN YANGINLARINDA CBS'NİN ROLÜ

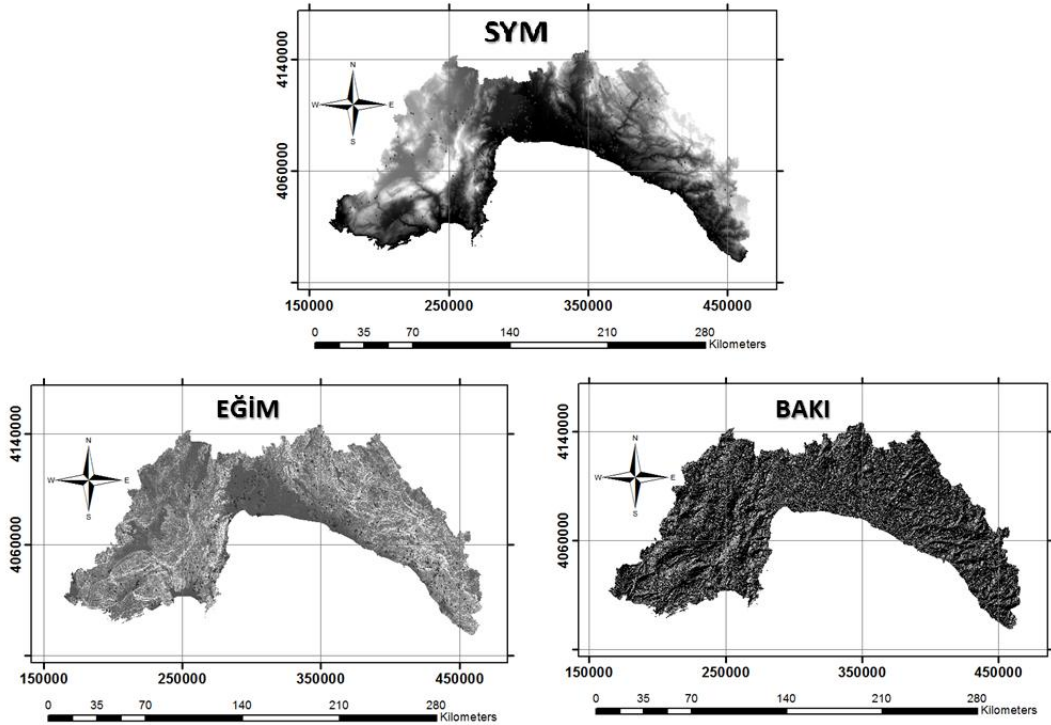
Son yıllarda kullanımı giderek artan, ister noktasal, ister alansal ve isterse de hacimsel olsun yerküre üzerinde konumlandırılan her türlü obje ve/veya olgunun benzer veya ilişkide bulunduğu diğer obje ve/veya olgularla olan etkileşimini birlikte analiz olanağı sağlayan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), orman yangını araştırma ve çalışmalarında da etkin ve uygulanabilir sonuçlar elde etmede büyük avantajlar sağlamaktadır (Sharma vd., 2009: 2). CBS destekli bir orman yangını karar destek sistemi sayesinde, yangınların önceden tahmin edilmesi, modellenmesi, yangın oluşumunun izlenmesi, söndürme çalışmalarının organize edilmesi, yangın sonrası oluşan hasarın belirlenmesi ve hatta önlenmesini hedefleyen çalışmalarda ucuz, hızlı ve doğruluk oranı yüksek analizlerin yapılmasına olanak sağlanabilmektedir (Erten vd., 2005). Bir ormanlık alanda yangının başlayabilmesi için birçok faktörün bir araya gelerek uygun şartların oluşmasının gerekli olduğu yukarıda bahsedilmiştir. CBS, coğrafi olarak değişken değerlere sahip olan çok sayıda yangın oluşturucu faktörün birlikte değerlendirilmesinde ve yine coğrafi duruma göre değişken olan bu faktörlerin denetimi altında

gelişen olay ve olguların analiz edilmesinde büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Bu çalışmada Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak, Antalya Bölgesindeki coğrafi koşullar, ortam nispi nem oranı, hava sıcaklığı ve rüzgar etkisinin birlikte değerlendirildiği bir ortam oluşturulmuş ve çıkmış yangınlar bağlamında risk alanları bu faktörler dikkate alınarak analiz edilmiştir. Böylece, yangın çıkışında en etkin lokasyonel risk faktörlerinin hangileri olduğu belirlenmeye çalışılmıştır.

#### 4. MATERYAL VE METOT

##### 4.1. Materyal

Bu çalışmada orman yangını risk alanlarının belirlenmesi ve topografya, nem oranı, hava sıcaklığı ve rüzgar gibi yangında etkin olan faktörlerin hangi değerlerinin ve lokasyonel olarak hangi faktörlerin yüksek risk oluşturulduğunun tespiti için sahaya ait orman işletme birimleri tarafından kaydedilmiş yüksekli, hava sıcaklığı, nem oranı ve rüzgar bilgilerinden faydalanılmıştır. Aster'den elde edilen sayısal yükselti modeli yangının çıktığı konumdaki topografya, eğim ve bakı değerlerinin belirlenmesinde kullanılmıştır (Şekil 4). Bitki örtüsüne ait veriler ise orman işletme şefliklerine ait meşcere haritalarından elde edilmiştir. Verilerin analizi, modellenmesi ve sonuç haritaların üretimi ise ArcGIS programında gerçekleştirilmiştir.

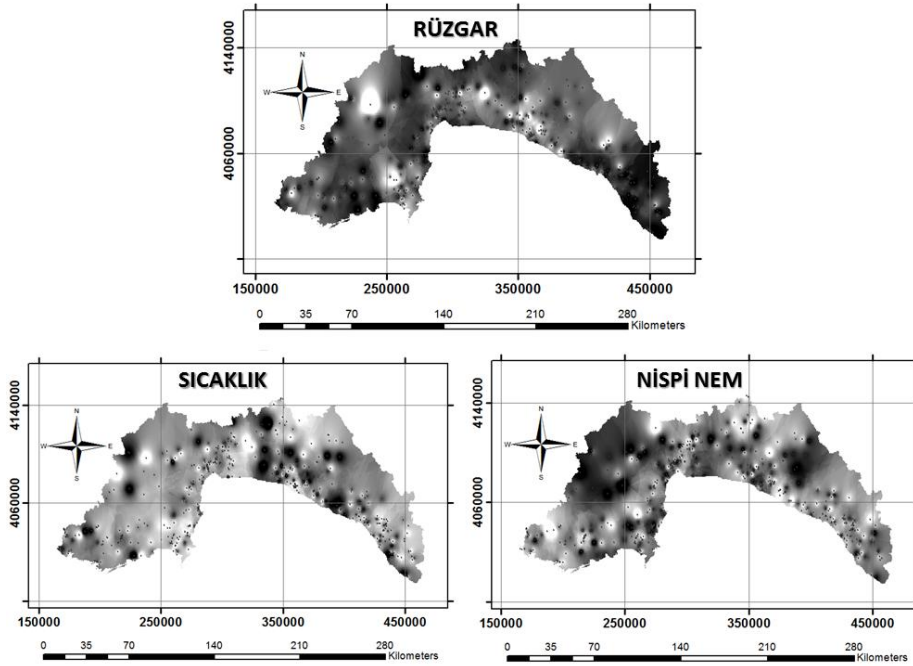


Şekil 4. Antalya Bölgesi SYM, Eğim ve Bakı Haritaları

##### 4.2. Metot

Bir ormanlık alanda yangının başlayabilmesi için bazı coğrafi şartların bir araya gelerek uygun koşullar oluşturması gerektiği belirtilmişti. Bu çalışmada; Antalya Orman Bölgesi kapsamındaki ormanlık alanlarda çıkmış yangınların bulunduğu lokasyonlardaki yükseklik, eğim, bakı, nem oranı, rüzgar ve hava sıcaklığı koşulları CBS ortamında değerlendirilerek yangın riski oluşturan koşulların birbirleri ile olan ilişkileri ortaya konmaya çalışılmıştır. CBS ortamında kurulan bu tür çok değişkenli modeller, farklı sayıdaki değişken arasındaki ilişkileri bir arada incele ve analiz etmede çok faydalı olmaktadır. Bu teknikler, ekolojik problemlerin özelliklerini analiz etme, oluşumlarını anlama, bu problemlere

çözümler üretme ve karşı tedbir alma açısından büyük avantajlar sağlarlar (Küçükönder ve Karabulut, 2007: 58). Bu kapsamda yangın sahasındaki topografya, rüzgar, nem, sıcaklık ve coğrafi konum ilintili yükseklik, bakı ve eğim gibi orman yangınları üzerinde etkili olan faktörler CBS ortamında kurulan modeller aracılığıyla birlikte analiz edilip değerlendirilmiştir.

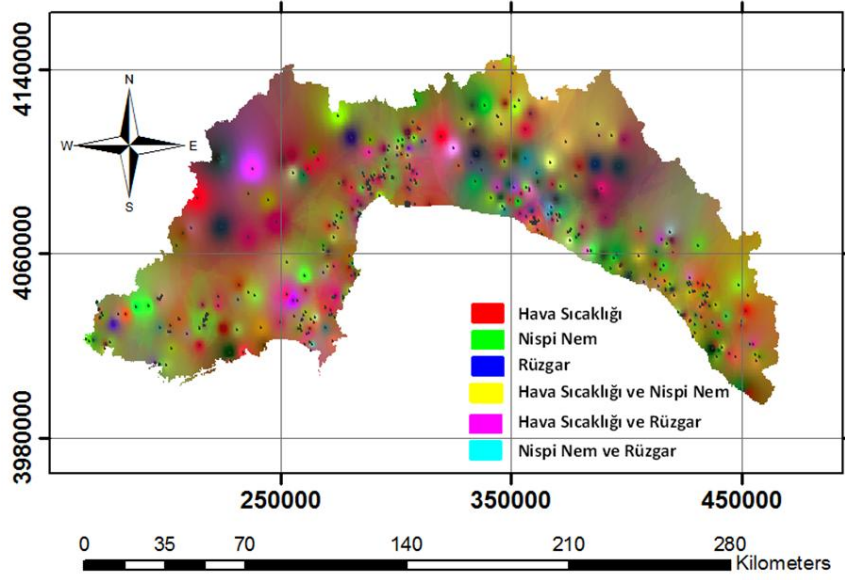


**Şekil 5.** Antalya Bölgesi Orman Yangınları rüzgar, hava sıcaklığı ve nispi nem dağılımları.

Antalya Orman Bölge Müdürlüğü'nden elde edilen veriler öncelikle, dikkatli ve uzun süren bir veri filtreleme ve düzeltme aşamasından geçirilmiştir. Filtrelenen veriler CBS yazılım ortamına aktararak, sıcaklık, nispi nem, rüzgâr ve yükseklik katmanları halinde değerlendirmeye alınmıştır. Bu aşamada noktasal veri formatındaki sıcaklık, nispi nem ve rüzgâr verileri raster formata dönüştürülmüştür. Bu raster veriler, en yüksek sıcaklık, rüzgâr ve en düşük nem değerleri için en parlak gri tondan başlayan ve yine en düşük sıcaklık, rüzgâr ve en yüksek nispi nem değerleri için de siyah tonla sonuçlanan gri ton görüntüler şeklinde elde edilmişlerdir (Şekil 5). Bu üç faktör için oluşturulan gri ton raster görüntüler birleştirilerek RGB renkli görüntü elde edilmiştir. Bu renkli RGB görüntü üzerinden özellikle sıcaklık, rüzgar ve nem faktörleri arasındaki etkileşim analiz edilmiş, çıkmış yangın ilişkili risk haritası oluşturulmuştur (Şekil 6). Üretilen bu RGB görüntü ayrıca, elde mevcut olan Antalya Bölgesi SYM (DEM) üzerine giydirilmiş. Böylece, yükseklik, eğim ve bakı gibi topografik durumlarda göz önünde bulundurulurken, 6 faktörün birlikte değerlendirilme imkanı oluşturulmuş ve hangi bölgelerde hangi faktörlerin daha yüksek bir yangın riski oluşturduğu ortaya konmaya çalışılmıştır.

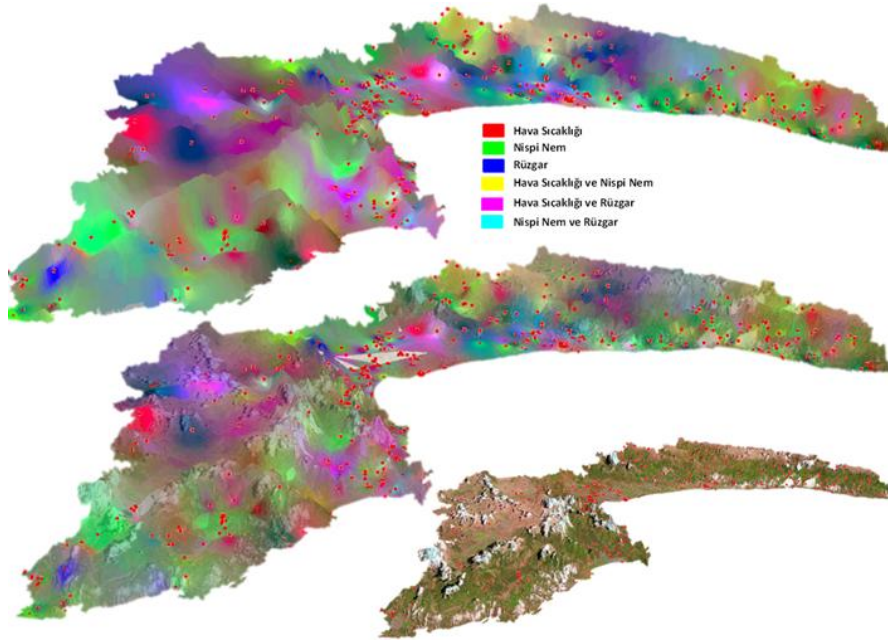
## 5. SONUÇLAR

Orman yangınları en önemli doğal servetlerimizden biri olan ormanlarımız için büyük tehdit oluşturmaktadır. Bu tehdittin kontrol altında tutulması, ormanların yok olmasının önüne geçilmesi, oluşması muhtemel zararların önlenmesi; risk oluşturan faktörlerin kontrol altında tutulabileceklerinin kontrol altında tutulmasını, doğal olarak oluşan veya kontrol edilemeyenlerin de izlenerek risk oluşturan değerlerinin tespit edilmesi ve buna göre gerekli tedbirlerin alınmasını gerektirir.



**Şekil 6.** Hava sıcaklığı, Nispi Nem ve Rüzgar'a göre RGB orman yangını riski haritası.

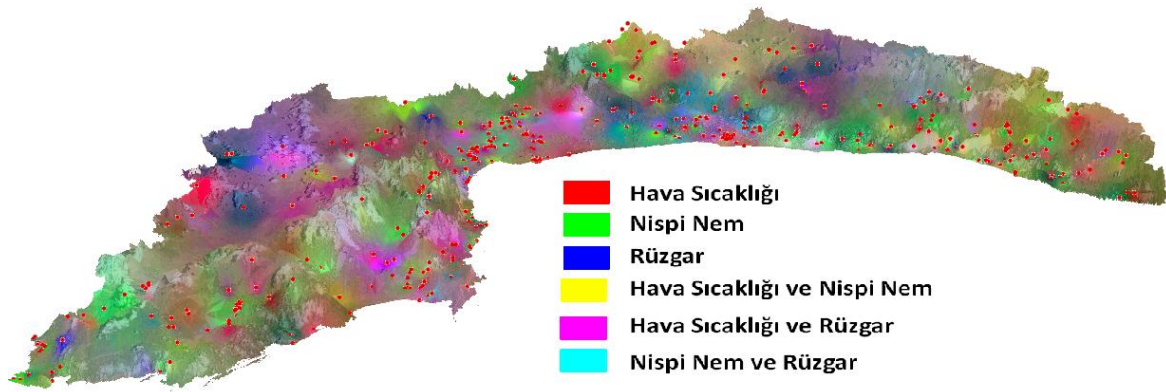
Bu çalışmada orman yangınlarının çıkışında ciddi risk oluşturan ve iklimsel faktörler olarak da ifade edilebilecek olan nispi nem, hava sıcaklığı ve rüzgar faktörlerine ait veriler çıkmış orman yangınlarına göre Antalya orman bölgesi örneğinde analiz edilmiştir. Şekil 6'da verilen ve bu üç faktörün konumsal dağılımlarına göre bir arada değerlendirilmelerine ve analizlerine olanak sağlayan renkli görüntü üzerinden bir değerlendirme yapıldığında ve renk kümelenmelerin görüntüdeki oluşumu dikkate alındığında, kırmızı rengin baskın olduğu lokasyonlarda yangının çıkmasında hava sıcaklığının, mavi rengin baskın olduğu konumlarda rüzgarın, yeşil rengin baskın olduğu yerlerde düşük nem oranının, sarımsı-kahverengi olarak beliren yerlerde hava sıcaklığı ve nispi nemin birlikte, morumsu rengin görüldüğü yerlerde ise hava sıcaklığı ve rüzgarın beraberce ve türkuaz rengin belirlediği alanlarda ise nispi nem ile rüzgarın birlikte etkin faktörü oluşturduğu ifade edilebilir.



**Şekil 7.** Orman yangını risk faktörlerinin dağılımının 3B model şeklinde gösterimi.



Çoklu kriterlerin birlikte değerlendirilmesine olanak sağlayan şekil 7'deki görüntüde en üstteki resim arazinin topografik yüksekliklerine göre 3. boyut kazandırılmış şekil 6'daki üç faktörlü (rüzgar, sıcaklık ve nem) risk dağılımını göstermektedir. Bu sayede üç faktörlü risk dağılımı analizi yerine arazi yüksekliği, arazinin bakı durumu ve eğimi faktörleri de yapılacak analizlere dahil edilebilmiştir. Şekil 7'de en alttaki görüntü ise; bölgeye ait, elde edilmiş LANDSAT görüntülerinin 1., 2. ve 3. nolu bant görüntülerinin kombinasyonu olan gerçek renkli RBG görüntülerin mozaiklenip kırıldıktan sonra, mevcut DEM'e giydirilmesiyle elde edilen 3. boyut kazandırılmış görüntüdür. Böylece bölge ormanlık alanlarının dağılımı hakkında bir bilgi vermenin yanı sıra bölgedeki topografik yapıyı da analizlere katma olanağı oluşturulmuştur. Şekil 7'deki ortadaki resim ise birinci resim ile alttaki resmin saydamlaştırılmış halinin birleştirilmesiyle elde edilmiş bir görüntüdür. Bu sayede orman yangını çıkışında etkin olan hava sıcaklığı, nispi nem ve rüzgâr faktörleri ile birlikte topografik yapıyı oluşturan yükseklik, bakı ve eğim parametreleri ve bunlara ek olarak bir de bölgedeki ormanlık alanların dağılımı da beraberce değerlendirilebilir hale getirilmiş olmaktadır. Böylece, ilgili yeryüzü parçasındaki konumsal dağılımına göre 7 farklı unsurun şekil 8'deki gibi tek bir görüntü üzerinde değerlendirilmesine olanak sağlanmıştır.



**Şekil 8.** Orman yangını risk analizi için yedi faktörün dağılımının 3B model şeklinde gösterimi.

Şekil 8'e bakıldığında, bölgedeki ormanların dağılımının yoğun olduğu güneye bakan dağ yamaçlarında ve gene sahile yakın düşük kotlu vadilerde yangın çıkışında en etkin olan faktörün görüntüde yeşil renkte beliren düşük nispi nem olduğu görülmektedir. Bu sonuç; yukarıda da zikredildiği gibi, özellikle yaz aylarında 12 saat gibi uzun süreli güneşlenmeye maruz kalan vadi tabanlarındaki sıcaklığın artarak orman yangını için yüksek risk oluşturduğu tezini doğrulamıştır. Bunlara ek olarak, sahile paralel uzana dağ yamaçları ile şekilden de takip edilebileceği gibi Antalya ilinin yer aldığı orta kısımdaki ovanın her iki kenarından içe doğru uzanan dağ yamaçlarında da yine yangın çıkışı açısından en önemli ve en baskın faktörün şekilde yeşil renkte beliren düşük nem söylenebilir. Şekildeki sarımtırak kahverengi renklerin de bu bölgelerde görülmesinden dolayı aynı bölgede yangın çıkışında ikincil derecede etkin olan faktörün ise hava sıcaklığı olduğu ifade edilebilir. Şekildeki morumsu, kırmızımsı, koyu pembe ve lacivert renkler ise sahile paralel olarak uzanan bu dağların arkasındaki yüksek düzlüklerde orman yangını çıkışında etkin faktörün artık nispi nem değil de özellikle hava sıcaklığı ve rüzgar olarak ortaya çıktığı söylenebilir. Şekil 8'deki görüntünün, oluşturulan üç boyutlu risk analiz modelinin sadece bir açıdan elde edilmiş perspektif görüntüsünü içerdiği ve üç boyutlu risk analiz modelinin yazılım ortamında, istenildiği gibi çevrilip, döndürülerek, büyütülüp küçültülerek istenilen konuma ait daha detaylı görüntüsü üzerinden değerlendirme yapılmasına olanak sağladığı gözden kaçırılmamalıdır.

Bu çalışmanın ilerleyen aşamaları için; uzaktan algılama tekniğinden faydalanarak orman bölgelerindeki türlerin, hatta orman yanıcı maddelerinin bu görüntüler üzerinden tespitinin gerçekleştirilmesi, bunlara ek olarak zamansal değişimlerin de tespit edilip dinamik olarak gösterildiği orman yangını risk harita ve 3B modellerinin oluşturulması planlanmakta olup orman yangınlarıyla mücadelede çok daha etkin sürdürülebilir bir karar destek sisteminin oluşturulması projelendirilmektedir. Burada uzaktan algılama olanaklarıyla donatılmış bir insansız hava aracının sisteme dahil edilmesiyle elde edilecek desteğin, bu tür konum bazlı bilgi, karar destek ve yönetim sistemleri için ümit vadeden, sürdürülebilir ciddi bir potansiyel oluşturacağı düşünülmektedir.

## 6. KAYNAKLAR

**Erten, E., Kurgun, V., ve 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-2005, Ankara.

**Fox III, L., and Stuart, D.** (1994). Detecting changes in forest condition following wildfire, using image processing and GIS. ACSM/ASPRS Annual Convention & Exposition, Baltimore, ACSM/ASPRS.

**Küçükosmanoğlu, A.,** (1994). Ülkemizde Orman Yangınları ve Yangın Sezonları, <http://www.orman.istanbul.edu.tr/journal/index.php/ormandergi/article/download/1398/1034>(Erişim: 25.12.2014).

**Küçükönder, M. ve Karabulut, M.** (2007). Çok Kriterli Analiz Yöntemi Kullanılarak Kahramanmaraş'ta Çöp Depolama Alanı Tespiti, Coğrafi Bilimler Dergisi, 5, (2), 55-76.

**Rulli, M.C. ve Rosso, R.,** (2007). Hydrologic response of upland catchments to wildfires, *Advances in Water Resources* 30 2072-2086.

**Sharma, D., Hoa, V., Cuong, V., Tuyen, T. ve Sharma, N.** (2009). Forest Fire Risk Zonation for Jammu District Forest Division Using Remote Sensing and GIS, 7th FIG Regional Conference-2009, Hanoi, Vietnam. OGM (Orman Genel Müdürlüğü) 2011. <http://www.ogm.gov.tr/>.

**Türkeş, M. ve Altan, G.,** (2012). Çanakkale'nin 2008 Yılı Büyük Orman Yangınlarının Meteorolojik ve Hidroklimatolojik Analizi, Coğrafi Bilimler Dergisi, CBD 10 (2), 195-218.

**Yıldız, O., Esen, D., Sargıncı, M. ve Toprak, B.,** (2010). Effects of forest fire on soil nutrients in Turkish pine (*Pinus brutia*, Ten) Ecosystems, *Journal of Environmental Biology*, 31, 11-13.