

YANMIŞ ALANLARIN UZAKTAN ALGILAMA İLE TESPİTİ VE ARAZİ ÖRTÜSÜ SINIFLARI İLE KARŞILAŞTIRILMASI, MUĞLA/MARMARİS ÖRNEĞİ

Delfin GÜNAY ERCAN¹, Mehmet UYGUNOL²,

¹Delfin Günay Ercan, Muğla Büyükşehir Belediyesi Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı Coğrafi Bilgi Sistemleri Şube Müdürlüğü, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Şehir ve Bölge Planlama Doktora Öğrencisi, 48000, Muğla, delfingunay@mugla.bel.tr

²Mehmet Uygunol, Muğla Büyükşehir Belediyesi Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı Coğrafi Bilgi Sistemleri Şube Müdürlüğü, 48000, Muğla, mehmetuygunol@mugla.bel.tr

ÖZET

Ülkemizde 2021-2022 yıllarında büyük çapta etkiye sahip olan orman yangınları meydana gelmiştir. Muğla da bu yangınlardan başlıca etkilenen illerdedir. Yangından etkilenen alanların büyük kısmı orman alanlarında yer almaktadır. Muğla'da yer alan orman alanlarının flora zenginliği, yangından etkilenen orman alanlarındaki arazi örtüsü sınıfları ile tekrar ele alınarak bu çalışma bağlamında karşılaştırılmıştır. Yangın şiddeti ile bitki çeşitliliği arasındaki ilişkinin gözlemlenebilmesi açısından Muğla Büyükşehir Belediyesi Coğrafi Bilgi Sistemleri Şube Müdürlüğü tarafından gerçekleştirilmiş çalışmanın derlenmesi ile oluşturulmuştur.

Bu çalışmada en son yaşanan 2022 Marmaris/Bördübet Orman Yangını ele alınmıştır. Yanan alanın tespiti ve yangının şiddetinin ölçülebilmesi için öncelikle Avrupa Uzay Ajansı'nın (ESA) geliştirdiği ve işlettiği Sentinel-2 gözlem aracından elde edilen yangın öncesi ve yangın sonrası görüntüleri kullanılmıştır. Ardından 2018 yılında gerçekleştirilen arazi örtüsü sınıflarının CORINE Projesi ile elde edilen sayısal verileri ile yanan alan coğrafi bilgi sistemleri araçları ile kesiştirilip bir arada incelenmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda 4453.68 Ha alanın etkilendiği ve bunun da %50'sinin orta yüksek ve yüksek yanma özelliği gösterdiği ölçülmüştür. 1757.5 ha (%39) iğne yapraklı orman sahası, 1718.6 ha (%39) bitki değişim alanları ve 525.2 ha (%12) sklerofil bitki örtüsü yanmıştır. Bu veriler ile yanma şiddeti karşılaştırıldığında ise yüksek ve çok yüksek yanma özelliğini iğne yapraklı ormanların gösterdiği ortaya çıkmıştır.

Anahtar Sözcükler: Arazi örtüsü sınıfları, coğrafi bilgi sistemleri, uzaktan algılama, yanan alan tespiti, yanma şiddeti.

ABSTRACT

DETECTION OF BURNED AREAS BY REMOTE SENSING AND COMPARISON WITH LAND COVER CLASSES, MUĞLA EXAMPLE

In our country, forest fires occurred in 2021-2022, which had a large-scale effect. Muğla is one of the provinces affected by these fires. Most of the areas affected by the fire are located in forested areas. Within the scope of this study, areas in Muğla were compared with the land cover classes affected by the fire according to the severity of burns. It was created by compiling the study done by Muğla Metropolitan Municipality Geographical Information Systems Branch in order to observe the relationship between fire severity and plant diversity.

In this study, the most recent 2022 Marmaris/Bördübet Forest Fire was discussed. Firstly, pre-fire and post-fire images obtained from the Sentinel-2 observation vehicle developed and operated by the European Space Agency (ESA) were used to detect the burned area and measure the severity of the fire. Then, the numerical data of the land cover classes obtained with the CORINE Project carried out in 2018 were intersected with the fire area. Finally, the areas found were calculated by classification with geographic information systems tools. In line with the data obtained, it was measured that 4453.68 Ha area was affected and 50% showed medium high and high combustion characteristics. 1757.5 Ha (39%) coniferous forest area, 1718.6 Ha (39%) plant exchange area and 525.2 Ha (12%) sclerophyll vegetation were burned. When these data are compared with the burning intensity, it has been revealed that coniferous forests show high and very high burning characteristics.

Keywords: land cover classes, geographic information systems, remote sensing, burning area detection, burn severity.

1. GİRİŞ

2021 ve 2022 yıllarında Muğla'da meydana gelen orman yangınları ile iklim değişikliğinin çevresel etkilerinin doğrudan fark edilebilir olduğu söylenebilmektedir. 2050 ve 2100 yılları için projekte edilen ve senaryolarla ortaya konan çalışma da Türkiye'nin uzun yangın sezonlarına ve yangın riski taşıyan süreçlere maruz kalacağını açıklamaktadır (Ertuğrul, 2019). Şimdiden etkilerinin görüldüğü ve orman ekosisteminin bu denli fazla olduğu Muğla ili için, 2 senede (2021 yılı temmuz-ağustos ayları ve 2022 yılı haziran ayı) yaklaşık olarak 60 bin hektar alanın yangından etkilendiği ölçülmüştür. Marmaris/Bördübet yangını hem bulunduğu mevki hem de koruma sahaları içerisindeki yeri bakımından büyük önem taşımaktadır.



Şekil 1. Yangından Etkilenen Alanın Çevresi ile Birlikte Gösterimi

Yangından etkilenmiş olan alanların Sentinel-2 gözlem aracı ile yangından önce ve yangından sonra alınmış görüntüleri kullanılarak ölçülmesi ve yanık şiddetinin alan bazında incelenmesi gerçekleştirilmiştir. Etkilenen alanda yanık şiddeti ile arazi örtüsü sınıflarının mekânsal olarak birlikte değerlendirilmesi gerçekleştirilmiştir. CORINE Projesi kapsamında 2018 yılında gerçekleştirilen arazi örtüsü sınıflarının sayısal verisi coğrafi bilgi sistemleri araçları kullanılmıştır. Bilgi teknolojilerinin yangın öncesi ve yangın sonrasındaki önemi çalışma kapsamında hem girdi, hem uygulama, hem de sonuç olarak vurgulanması gereken bir noktada yer almaktadır.

2. UYGULAMA

2.1 Orman Yangını Alanında Yanma Şiddetinin Uzaktan Algılama ile Belirlenmesi

Bu bölümde yangının hasarının tespiti için Sentinel-2 uydusu tarafından kaydedilmiş olan yangın öncesi ve yangın sonrası görüntülerinden belirli bantlar kullanılarak yapılan analiz açıklanmaktadır. Avrupa Uzay Ajansının 2015 yılından beri veri toplamak üzere gönderdiği Sentinel-2 uydularından elde edilen görüntülerden, 20 metre çözünürlüğe sahip olan spektral bantlar kullanılarak araştırmaya başlanmıştır. Yangından önce çekilmiş uydu görüntüleri ile yangından hemen sonra çekilmiş uydu görüntüleri alınmıştır. Bu durum sağlıklı bir ölçüm yapabilmek için önemlidir. Polat ve Kaya'nın (2021) belirttiği gibi zaman farkının kısa olması ile kızılötesi bölgede düşük yansımaların; kısa dalga bölgesinde de yüksek yansımaların spektral tepkileri arasındaki fark netleşmektedir. Görüntülerin alındığı tarihte bulut olmadığı için maskeleyme çalışması bu çalışmada yapılmamıştır.

Çizelge 1. Sentinel-2 uydularından alınan yangın öncesi ve yangın sonrası verilerinin tablo gösterimi

Olgu	Görüntüleme Tarihi	Kullanılan Verilerin Bulunduğu Dosya
Yangın Öncesi Görüntü	18.06.2022	S2B_MSIL1C_20220618T084559_N0400_R107_T35 SNA_20220618T093058
Yangın Sonrası Görüntü	28.06.2022	S2B_MSIL1C_20220628T084609_N0400_R107_T35 SNA_20220628T093149



Şekil 2. Yangın öncesi görüntü



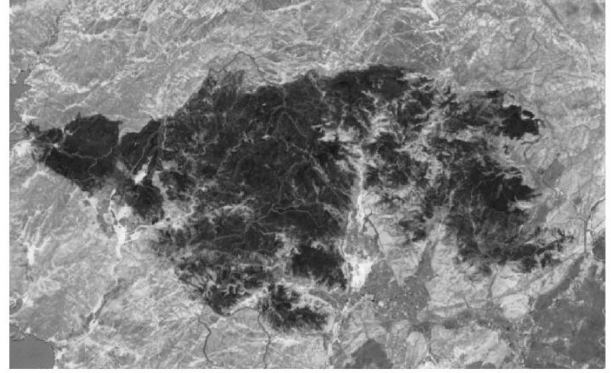
Şekil 3. Yangın sonrası görüntü

Bu kapsamda öncelikle atmosferik düzeltme (TOA correction) yapılmıştır. İki görüntü arasındaki “Normalized Burn Ratio (NBR)” yani “normalize edilmiş yangın oranı” adı verilen bir indeks kullanılmaktadır. Bu indeks ile yangın alanının bulunması, yanmamış alandan ayrılması ve yangının sebep olduğu değişimin ve etki seviyesinin ölçülmesi sağlanmaktadır (Lutes, vd., 2006). Bu uygulamada yangın öncesi ve sonrası için Sentinel-2’nin NIR (B8A) ve SWIR (B12) bantları aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır. Bu işlem hem yangın öncesi görüntü, hem de yangın sonrası görüntü için ayrı ayrı işleme sokulmuştur. Kullanılan coğrafi bilgi sistemleri programı bu işlemleri her hücre için yaparak yangın öncesi NBR görüntüsü (**Şekil 4**) ve yangın sonrası NBR görüntüsü (**Şekil 5**) oluşturmuştur.

$$NBR = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR} \quad (1)$$



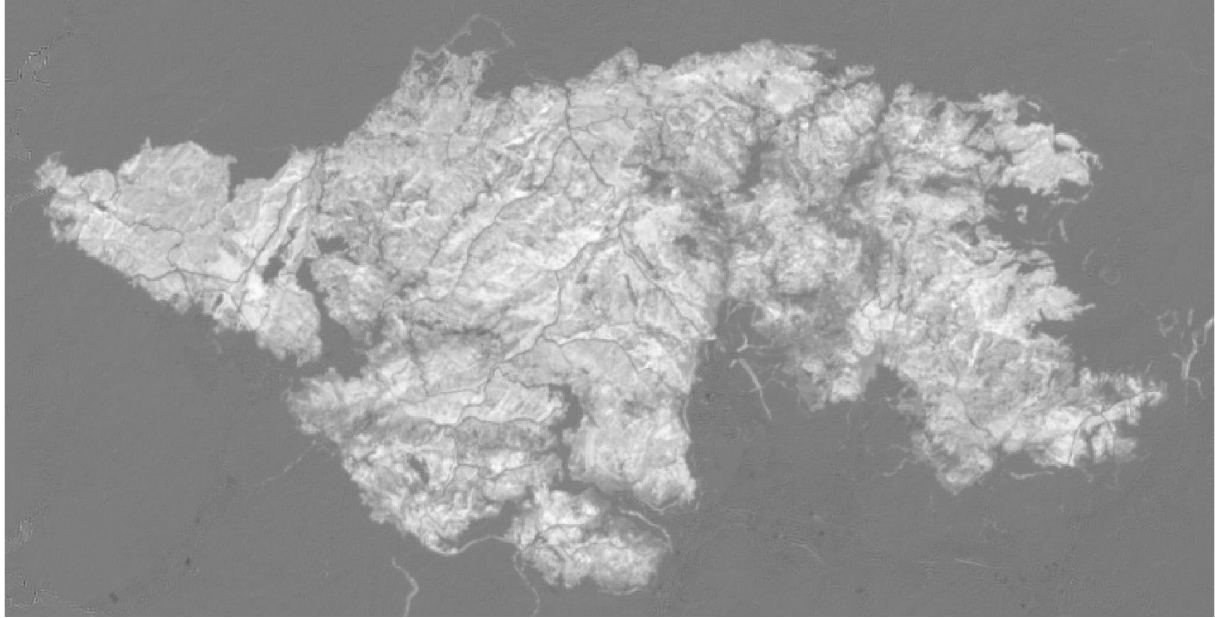
Şekil 4. Yangın öncesi NBR görüntüsü (pre NBR)



Şekil 5. Yangın sonrası NBR görüntüsü (post NBR)

Yapılan hesaplama işlemi sonrasında yangın öncesi NBR değeri ile yangın sonrası NBR değerleri farkı; yanma şiddetini ortaya koymaktadır. Normalize edilmiş yangın oranları değişimi (dNBR) hesaplandıktan sonra tiff formatlı bir dosya olarak program tarafından kaydedilmektedir (**Şekil 6**). Bunun sonucunda yanmış alana doğrudan erişilmiştir.

$$dNBR = (Pre\ NBR - Post\ NBR) \quad (2)$$



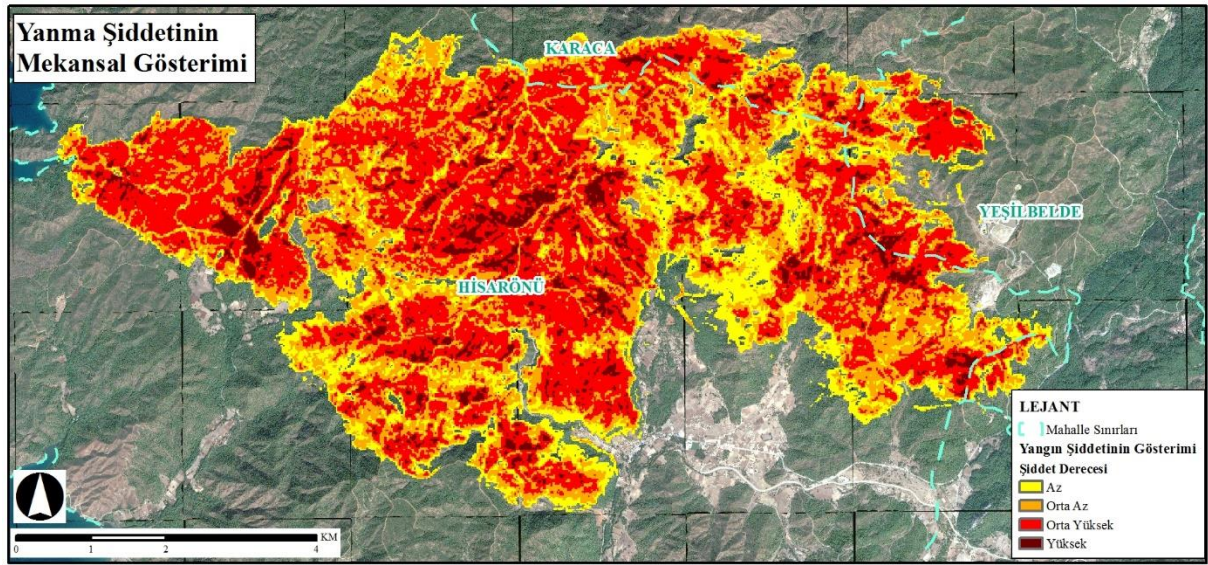
Şekil 6. Normalize edilmiş yangın oranları değişimi (dNBR) görüntüsü

Yangından Etkilenme alanı kırpılarak görüntü, ihtiyaç duyulmayan kısımlarından ayrılmıştır. Daha sonra USGS (Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırmaları Kurumu) standartlarına göre (**Çizelge 2**) tekrar sınıflandırması yapıp, yangın şiddeti verilerine ulaşılmış ve harita gösterimi gerçekleştirilmiştir (**Şekil 7**).

Çizelge 2. dNBR değerlerinin USGS standartlarına göre tekrar sınıflandırılması

Yanık Şiddet Seviyesi	dNBR Değeri (ölçekli)	Yeni Sınıflandırma Değeri
Yangın sonrası yeniden yeşillenmiş alan (yüksek)	(-500) – (-251)	-2
Yangın sonrası yeniden yeşillenmiş alan (düşük)	(-250) – (-101)	-1
Yanmamış alan	(-100) – (99)	0
Az şiddetli yanan alan	(100) – (269)	1
Orta-az şiddetli yanan alan	(270) – (439)	2
Orta-yüksek şiddetli yanan alan	(440) – (689)	3
Yüksek şiddetli yanan alan	(660) – (1300)	4

Bu analiz sonucu raporlanarak, 801.72 hektar az; 1416.44 hektar orta az; 1930.48 hektar orta yüksek; 305.04 hektar yüksek şiddetli yanma sayısal değerlerine ulaşılmıştır. Raporlama sadece yeni yanan alan üzerinden gerçekleştirilmiş olup, diğer değerler haritalandırılmamıştır (**Şekil 7**).



Şekil 7. USGS standartlarına göre sınıflandırılmış dNBR görüntüsünün yanık şiddetine göre sınıflandırılarak gösterimi

2.2 Orman Yangını Alanında Arazi Örtüsü Sınıflarının Bulunması

Marmaris/Bördübet mevkiinde meydana gelen yangın alanı, 15.05.2020 tarihinde Yaban Hayatı Geliştirme Sahası olarak ilan edilen alanla da büyük ölçüde çakışmaktadır (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2022). Bilindiği üzere bu tip hassas alanların, ekolojik ağlar ve habitat bağlantıları ile birlikte değerlendirilmesi, nesli tehlike altında bulunan bitki ve hayvan türlerinin yine bu çevre içinde korunması gerekmektedir (Tülek ve Atik, 2013). Yangın alanı Hisarönü tarafında, Marmaris Milli Park Sınırı ile de kesişmektedir. Alanın batısında ise Özel Çevre Koruma Bölgesi yer almaktadır. Biyotop özellikleri bakımından bu derece hassas bir noktada bulunan yanan alan, arazi örtüsü sınıfları ile bir arada bu bölüm içerisinde incelenmiştir.

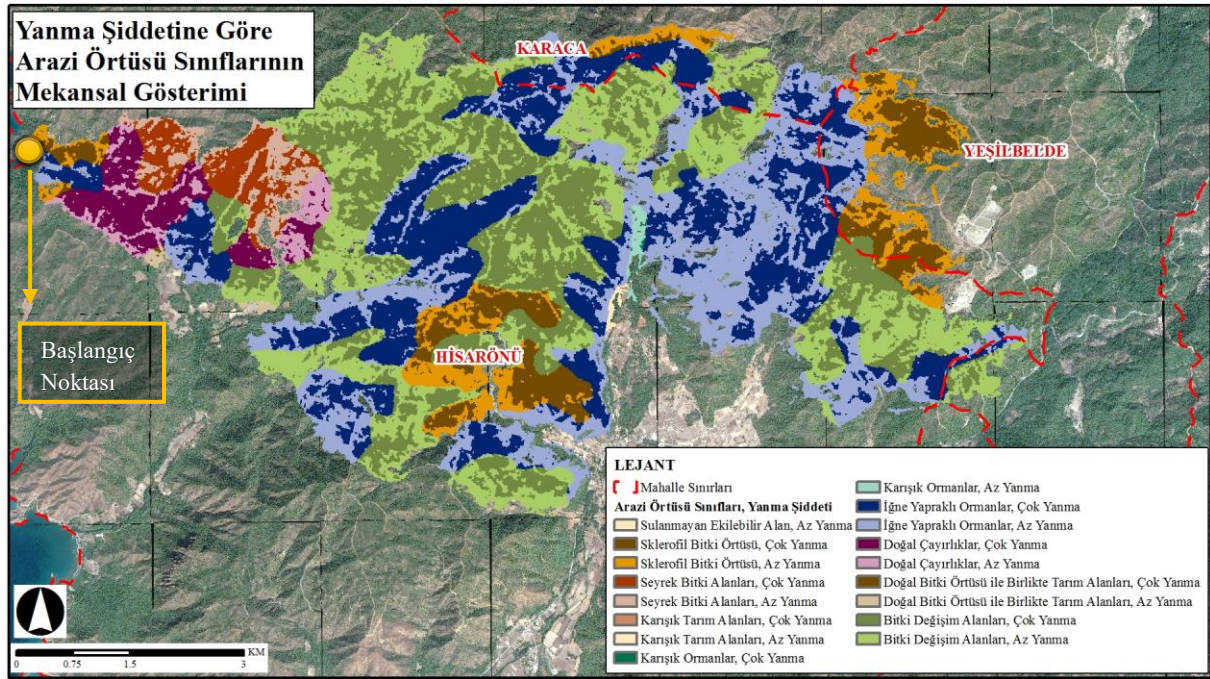
Çalışmanın arazi örtüsü sınıfları bağlamında değerlendirilebilmesi için Copernicus Arazi Gözlem Hizmetleri (Copernicus Land Monitoring Service) tarafından en son gerçekleştirilmiş olan 2018 yılı CORINE verisi kullanılmıştır. CORINE verisi Çevre ve Güvenlik İçin Küresel İzleme Ağı (GMES) tarafından üretilen bir proje olarak gösterilmektedir. Sulak alanlarda yaşanan değişimler, orman yangınları ile değişen örtü, tarımsal faaliyetlerin yoğunlaştığı hassas alanlar, turizmin doğaya etkisi, tarımsal alanlardaki flora ve fauna değişimleri ve biyotoplardaki türlerde yaşanan değişimlerin incelenebilmesi amacıyla böyle bir projeye başlanılmıştır. Genel anlamda amaç; güncellik esasında çevresel durumun niceliksel bir şekilde sunulabilmesi, raporlanabilmesi, üzerine çevre politikalarının oluşturulabilmesi ile daha kısa sürede ve daha etkin bir şekilde müdahale edilebilmesi olarak gösterilmektedir (Çivi vd., 2009).

CLC üst klasmanında ise orman alanı olarak üç alt kod yer almaktadır. Bunlar: 311 kodu ile geniş yapraklı ormanlar, 312 kodu ile iğne yapraklı ormanlar ve 313 kodu ile karışık ormanlar yer almaktadır (Gülçin, 2020). Yangından etkilenen alanın içerisinde ise geniş yapraklı orman alanı bulunmamaktadır. Alandaki baskın orman tipi iğne yapraklı ormanlardan oluştuğu **Çizelge 3**'te görülebilmektedir.

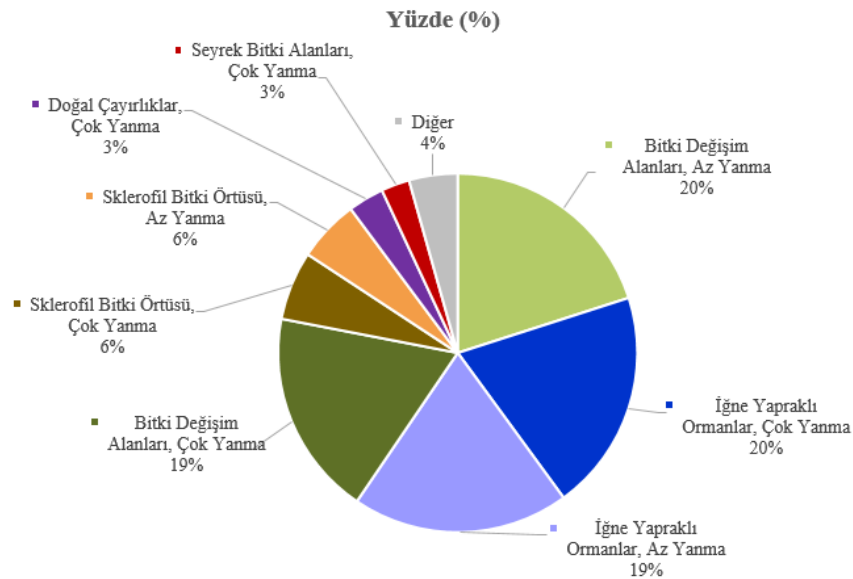
sonuç ilişkisinde değerlendirilmesi ile özetlenebilmektedir. Arazi Örtüsü bu konu üzerinde hem risk etmeni hem de yanık şiddetini etkileyen bir etmen olarak karşımıza çıkabilmektedir.

Orman yangınları terminolojisi sözlüğünde (Glossary of Wildland Fire Terminology) yanık şiddeti, toprak yüzeyindeki veya içindeki organik madde kaybının gösterilmesi olarak tanımlanmaktadır (NWCG, 2006). Dolayısıyla Keeley'in (2009) belirttiği gibi yanık şiddeti, yangın yoğunluğunun yanan alandaki ekosistemin işleyişini nasıl etkilediğini açıklar. Gözlenen etkiler genellikle bölge içinde ve farklı ekosistemler arasında farklılık gösterir. Bu durumda yanık şiddeti, yangın şiddetini göstermemektedir. Bu durum konu bütününde önemli bir fark oluşturmamaktadır. Fakat yanık şiddeti bir ekosistem tepkisi olarak asla ele alınmamalıdır.

Değerlendirme, dNBR indisi kullanılarak yangından etkilenen alanın tespit edilmesi ve bu alanın yanma şiddetlerine göre arazi örtüsü sınıfları ile karşılaştırılmasıyla gerçekleştirilmiştir (Şekil 9). Buna ek olarak yanık durumunun kıyaslanabilmesi amacıyla USGS standartlarında 1. ve 2. sınıftaki alanlar “az yanma”; 3. ve 4. sınıftaki alanlar da yanık şiddetine göre “çok yanma” olarak tekrar sınıflandırılmıştır.



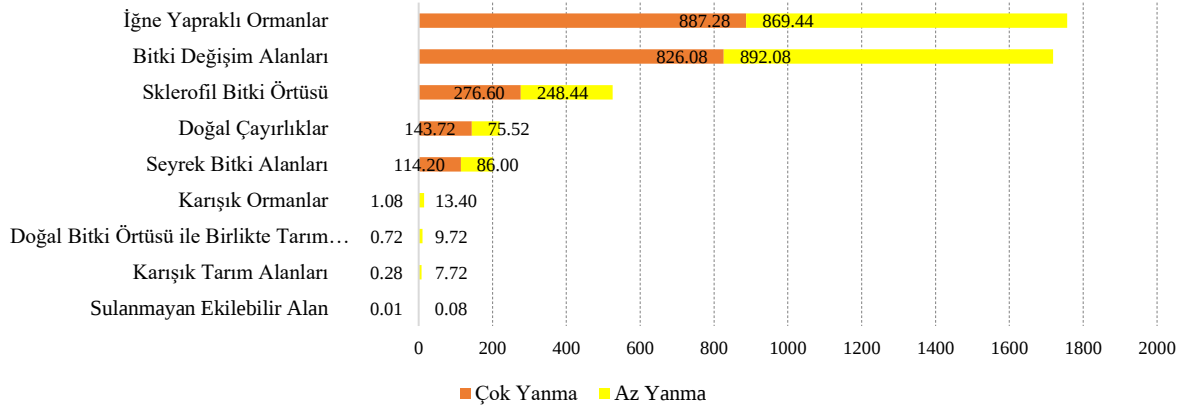
Şekil 9. Yanma şiddetine göre arazi örtüsü sınıflarının mekânsal gösterimi



Şekil 10. Yanma şiddetine göre arazi örtüsü sınıflarının yüzdelik dağılımı

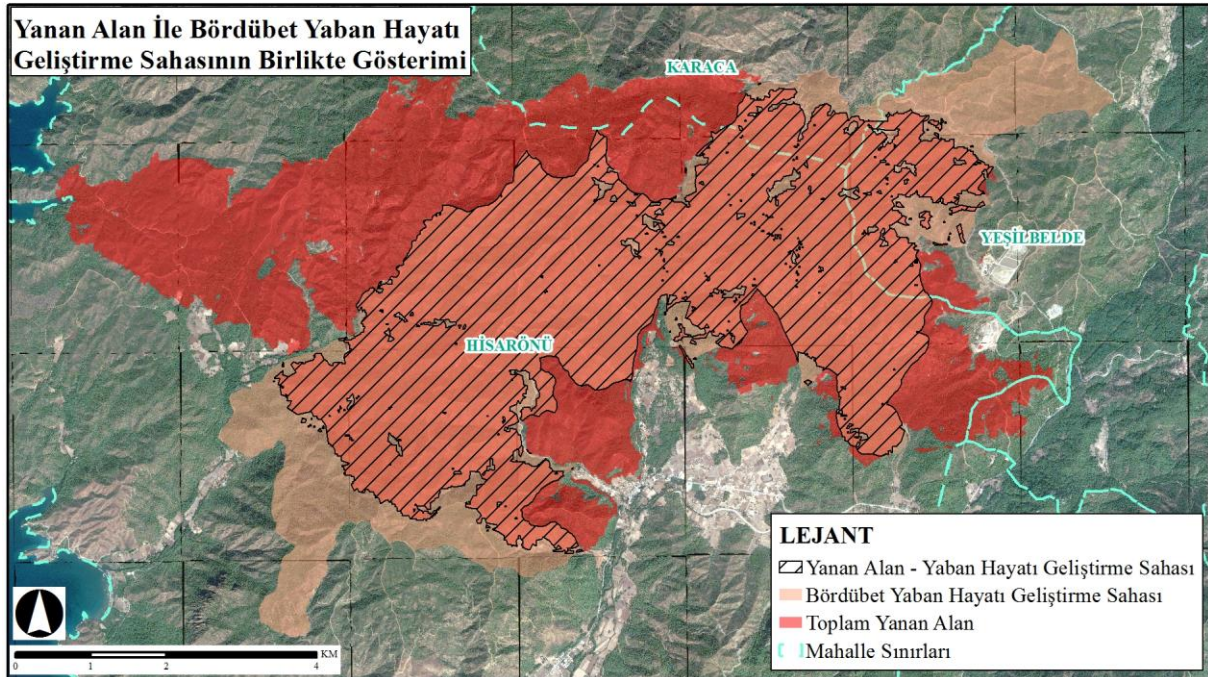
Çalışma sonucunda yanan alanın %20'sini (1756.7 ha) iğne yapraklı ormanlar oluştururken; bu alanın %51'lik kısmının (887.3 ha) çok yanma göstermektedir. Hemen ardından yanan alanın %19'luk kısmını bitki değişim alanlarının oluşturduğu; bu alanın %48'inin çok yanma gösterdiği tespit edilmiştir. Bitki değişim alanları içerdiği bitki çeşitleri bakımından, bünyesinde çam ve fundalık benzeri bitki topluluklarını barındırmaktadır. Kendi sınıfında değerlendirildiğinde az yanma özelliği gösteren arazi örtüsü alt sınıfları, doğal çayırliklar ve seyrek bitki alanları olarak bulunmuştur. Alanın batısında yer alan bu arazi örtüsü alt sınıfları, başlangıç noktasından orman alanlarına sıçramadan kontrol altına alınabilecek bir tampon oluşturmasına rağmen; rüzgâr şartları, havadan müdahalenin elverişli olmaması, yağış rejimleri, kuraklık gibi faktörlerin de etkisi ile yangın kısa sürede batıdan doğuya doğru hareketini gerçekleştirmiştir.

Yangından Etkilenen Alanın Arazi Örtüsü Sınıfları ve Yanma Şiddetine Göre Büyüklükleri (hektar)



Şekil 11. Yangından etkilenen alanın arazi örtüsü sınıflarına göre yanma şiddetleriyle büyüklüklerinin gösterimi

Yapılan araştırma ile Marmaris/Bördübet'te gerçekleşen yangının etki alanının, ekosistem bakımından hassas bir noktada yer alması tespitini ve arazi örtüsü sınıfları ile yanık şiddetlerinin bir arada değerlendirmesini içermektedir. Alanda yer alan Bördübet Yaban Hayatı Koruma Sahası'nın %73'ü (2501.8 ha) yanan alanın içerisinde kalmaktadır.



Şekil 12. Yanan Alan ile Yaban Hayatı Koruma Sahasının Kesiştiği Alanın Gösterimi

Yangın sadece kaybolan orman ve bitki örtüsünü değil, bu niş alanda yaşayan fauna; boz ayı, karakulak ve susamuru gibi hayvanları da etkilemiştir. Daha önce yanık şiddeti ve arazi örtüsü sınıfları bir arada ele alınmamış konulardandır. Bu çalışma toprak sıcaklığı, radyasyon değerleri, nemlilik değerleri, rüzgâr ve ağaç türlerinin yanıcılığı ile birlikte de

ele alınabilecek bir altyapı oluşturmaktadır. Yangın öncesi risk haritalarının yapılması ve yangın sonrası orman rehabilitasyonu için literatür açısından zengin bir başlangıç sağlayacağı düşünülmektedir.

4. TEŞEKKÜR

Çalışmalar esnasında bizlere güvenen ve destekleyen Muğla Büyükşehir Belediyesi Başkanı Sayın Osman Gürün'e, Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığına ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Şube Müdürlüğü ailesine teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Bilgili, E., Küçük, Ö., Sağlam, B. ve Coşkun, K. A., 2021. Büyük Orman Yangınları: Sebepleri, Organizasyonu ve İdaresi. Kavzaoğlu, T. (Ed.), *Orman Yangınları: Sebepleri, Etkileri, İzlenmesi, Alınması Gereken Önlemler ve Rehabilitasyon Faaliyetleri*, 1. Basım, Ankara Basım Yayın Hizmetleri, Ankara. syf: 1-23.

Çivi, A., Akgündüz, E., Kalaycı, K., İnan, Ç., Sarıca, E., & Toru, E., 2009. CORINE (Coordination of Information on the Environment) projesi. *TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi*, 200, 02-06.

Ertuğrul, M., 2019. Future forest fire danger projections using global circulation models (GCM) in Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28(4), 3261-3269.

Ertuğrul, M., Kaya, L. G., 2021. Türkiye'nin Akdeniz İklim Kuşağı'nda Çıkan Orman Yangınlarının İncelenmesi ve Alınması Gereken Önlemler. Kavzaoğlu, T. (Ed.), *Orman Yangınları: Sebepleri, Etkileri, İzlenmesi, Alınması Gereken Önlemler ve Rehabilitasyon Faaliyetleri*, 1. Basım, Ankara Basım Yayın Hizmetleri, Ankara. syf: 201-217.

Gülçin, D., 2020. Orman Ekosisteminde Habitat Parçalanmasının Mekânsal ve Zamansal Değişiminin Analizi: Muğla Örneği. Kozlu, H. (Ed.), *Mimarlık Biliminde Akademik Çalışmalar*, Lyon, France. 241-262.

Keeley, J. E., 2009. Fire intensity, fire severity and burn severity: a brief review and suggested usage. *International journal of wildland fire*, 18(1), 116-126.

Lutes, D. C., Keane, R. E., Caratti, J. F., Key, C. H., Benson, N. C., Sutherland, S. ve Gangi, L. J., 2006. FIREMON: Fire effects monitoring and inventory system. *Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-164. Fort Collins, CO: US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 1 CD., 164.*

National Wildfire Coordinating Group, 2021. Glossary of wildland fire terminology. <https://datainventory.doi.gov/explorer/tbl/glossary.editor> [Erişim Tarihi: 12.10.2022]

Polat, N. ve Kaya, Y., 2021. Çok bantlı uydu görüntüleriyle orman yangınlarında hasar tespiti. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 23(1), 172-181.

Sommers, W. T., Coloff, S. G., ve Conard, S. G., 2011. *Fire history and climate change. Final Report to the Joint Fire Science Program for Project 09-2-01-9.* 220 sayfa.

Şatır, O. ve Berberoğlu, S., 2021. Geçmişten Günümüze Orman Yangınlarının Önlenmesinde Kullanılan Risk Haritalama Yaklaşımlarına Metodolojik Bir Bakış. Kavzaoğlu, T. (Ed.), *Orman Yangınları: Sebepleri, Etkileri, İzlenmesi, Alınması Gereken Önlemler ve Rehabilitasyon Faaliyetleri*, 1. Basım, Ankara Basım Yayın Hizmetleri, Ankara. syf: 137-164.

Tarım ve Orman Bakanlığı, 2018. <https://corine.tarimorman.gov.tr/corineportal/araziortususiniflari.html> [Erişim Tarihi: 06.07.2022].

Tarım ve Orman Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, 2022. Yaban Hayatı Geliştirme Sahaları. <https://www.tarimorman.gov.tr/DKMP/Belgeler/Korunan%20Alanlar%20Listesi/YHGS-WEB.pdf> [Erişim Tarihi: 13.10.2022].

Tülek, B. ve Atik, M., 2013. Doğa Korumada Ekolojik Ağlar; Habitat Bağlantıları ve Antalya Düzlerçamı Yaban Hayatı Geliştirme Sahası Örneğinde İncelenmesi. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, (1), 1-6.

Westerling, A.L., Hidalgo, H.G., Cayan, D.R., & Swetnam, T.W., 2006. Warming and earlier spring increase Western U.S. forest wildfire activity. *Science*, 313, 940-943.