



Yangın Gözetleme Kuleleri Konumlarının Uygunluğunun Değerlendirilmesi (İlgaz Orman İşletme Müdürlüğü Örneği)

Uğur Melih KUDU¹, Ender BUĞDAY^{2*}

¹ Ankara Orman Bölge Müdürlüğü, İlgaz Orman İşletme Müdürlüğü, 18400, ÇANKIRI

^{2*} Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 18200, ÇANKIRI

Öz

Ormanların korunmasına hizmet eden birçok birim bulunmaktadır. Bunlardan yaygın olarak kullanılan tesislerden biri yangın gözetleme kuleleri (YGK) dir. YGK yangının henüz başlama evresinde erken bilgi vermesi sebebiyle çok etkilidir. YGK lokasyonları itibarıyla sorumluluk alanına hâkim olmak ve azami seviyede alanı görmek üzere inşa edilmektedir. Bu sebeple, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yardımıyla önceden belirlenmiş kriterler ışığında YGK yapımından önce ihtiyaçlar seviyelerine göre bir hiyerarşik sıralama veya gruplamayla önceliklere göre belirlenmeli ve en fazla alanı görebilecek şekilde lokasyonlar tespit edilmelidir. Bu yürütülen yöntem, mevcut olan YGK lokasyonlarının da ortaya konması amaçlı olarak ayrıca kullanılabilir bir yaklaşımdır.

Bu çalışmada, öncelikle YGK lokasyonlarından görebilen alanlar CBS yardımıyla tespit edilerek YGK etkinliği değerlendirilmiştir. Sonra, YGK ihtiyacı olabilecek alanları tespit etmek amacıyla; ormanlık alanlar, yollara olan mesafe ve yükseklik kriterlerine göre ağırlıklı çoklu kriter analizi yapılmış ve sonuç olarak ihtiyaç seviyeleri üç grupta (düşük, orta ve yüksek) haritalandırılarak ifade edilmiştir. Çalışma alanı sınırları (toplam 205,258.4 ha) içerisinde 86,785.6 ha (%42) alanın görülebildiği, 118,472.8 ha (%58) alanın ise YGK'lar tarafından görülemediği tespit edilmiştir. Çalışma alanında ihtiyaç seviyelerine göre yapılan analizde Karakaya YGK lokasyonunun değişmesi durumunda daha çok alanın görülebileceğinden hareketle simülasyon yapılmıştır. Simülasyon sonucunda en uygun lokasyonun, Karakaya YGK lokasyonunun 2,089 m yükseltiden kuzeybatı istikametine 1,028 m uzaklıkta yer alan ve 2,138 m yükseltiye taşınması halinde %44 (90,666.3 ha) oranında görülebilen alana isabet ettiği tespit edilmiştir. Günümüzde CBS tekniklerinin ve yazılımlarının yaygınlaşması sayesinde daha verimli, tutarlı ve kısa sürede sonuçlar elde edilebilmektedir. Ormanlık koruma faaliyetlerinde yapılacak planlama çalışmalarında, belirlenen hedeflere en uygun şekilde hizmet edecek YGK lokasyon tespitinde CBS imkanlarından pratik bir şekilde faydalanılabileceği ve bu çalışmada benimsenen kriter ve yaklaşımların uygulanabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Görünürlük analizi, orman yangını, yangın gözetleme kulesi, İlgaz.

Evaluation of the Suitability of Fire Lookout Tower Locations (İlgaz Forest Management Directorate Sample)

Abstract

As a result of forest fires, people, all living things in the forest and ecosystems are affected negatively. The protection of forests in order to minimize the level of negative impact is critically important. There are many units serving the protection of forests. One of the most widely used facilities is the fire lookout towers (FLT). FLT is very effective since it provides early information in the starting phase of fire. FLT is built to control the area of responsibility and to see the maximum level of area. For this reason, Geographic Information Systems (GIS) should be determined according to priorities with a hierarchical sorting or grouping according to the needs level prior to the production of FLT in the light of predetermined criteria and locations should be determined so that they can see the most areas. This method is an approach that can be used to reveal the existing FLT locations.

In this study, the areas that can be seen from the FLT locations were determined with the help of GIS and the activity of the FLT was evaluated. Then, in order to identify areas where the FLT need; The forests were weighted according to the distance and altitude of roads, and as a result the need levels were expressed in three groups (low, medium and high). It was determined that 86,785.6 ha (42%) area could be visible within the study area boundaries (a total of 205,258.4 ha) and the area of 118,472.8 ha (58%) could not be invisible by FLT's. In the analysis made

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author):

Ender BUĞDAY (Dr.); Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 18200, Çankırı-Türkiye. Tel: +90 (376) 212 2757, Fax: +90 (376) 213 6983, E-mail: enthere@gmail.com ORCID: 0000-0002-3054-1516

Geliş (Received) : 28.03.2019
Kabul (Accepted) : 26.07.2019
Basım (Published) : 15.08.2019



according to the level of needs in the study area, the simulation was made based on the fact that more areas could be seen in case Karakaya FLT location changed. As a result of the simulation, it was determined that the most suitable location, Karakaya FLT location, which is located at 1,028 m distance from the 2,089 m elevation in the northwest direction and it can be seen at a rate of 44% (90,666.3 ha) if it is moved to 2,138 m elevation. Today, thanks to the expansion of GIS software techniques and more efficient, and consistent results can be obtained quickly. In the planning studies to be carried out in forest protection activities, it is considered that GIS facilities can be utilized in a practical way in the determination of FLT location that will serve the determined targets in the best way and the criteria and approaches adopted in this study can be applied.

Keywords: Viewshed analysis, forest fire, fire lookout tower, Ilgaz.

***Sorumlu Yazar (Corresponding Author):**

Ender BUĞDAY (Dr.); Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 18200, Çankırı-Türkiye. Tel: +90 (376) 212 2757, Fax: +90 (376) 213 6983, E-mail: enthere@gmail.com ORCID: 0000-0002-3054-1516

Geliş (Received) : 28.03.2019
Kabul (Accepted) : 26.07.2019
Basım (Published) : 15.08.2019

1. Giriş

Orman yangınları, doğal kaynaklar üzerinde olumsuz etkileri bulunan ve çoğunlukla insanların sebep olduğu bir felakettir (Küçükosmanoğlu 1994). Ormanların korunması açısından orman yangınları ile mücadele büyük önem taşımaktadır (Mol 1993). Özellikle yangın yayılmadan önce henüz başlangıç aşamasında yapılacak müdahale çok kritik olmaktadır. Bu amaçla çeşitli tesis ve yapılar kullanılmaktadır. Orman yangınlarının önlenmesi amacıyla inşa edilen yaygın tesislerden biri yangın gözetleme kuleleri (YGK)'dir. Bu tesisler, çeşitli faktörler (ulaşım kolaylığı, görüş mesafesi, yakın YGK'lara uzaklık vb.) göz önünde bulundurularak inşa edilmektedir (Anonim 1995, Bilici 2009, Küçük vd. 2017).

Orman yangınlarına erken müdahalede, yangının başlangıç aşamasında gözlem yapabilmek için doğru konumlandırılmış ve alana hâkim YGK lokasyonlarına ihtiyaç vardır. Ayrıca daha önce inşa edilmiş YGK'ların etkinliğinin ortaya konması ve görünürlük analizlerinin yapılarak ihtiyaca cevap verebilme veya amaca hizmet etme oranlarının ölçülmesi gerekmektedir (Martel 2007, Akay vd. 2011). Bu amaçla, önce mevcut orman yangın kulelerinin görünürlük analizi ile etkinliğinin ortaya konması, sonrasında ise YGK lokasyonların analiz edilerek yangın durumunda en kısa sürede müdahale için mevcut YGK lokasyonlarına yardımcı yeni lokasyonların belirlenmesine ihtiyaç duyulmaktadır (Varol vd. 2010, Kudu 2019).

Türkiye'de orman yangınları ile mücadele süreci; orman varlığının alansal dağılımı, ormana ulaşım için kullanılacak tüm yollar (karayolu, köy yolu ve orman yolu), mevcut yangın emniyet yolları ve yangın emniyet şeritleri, aktif su temini alanları, yangına ilk müdahale merkezlerinin lokasyonları ve mevcut YGK gibi unsurlardan oluşan bir bütün olarak değerlendirilmektedir (Anonim 1995). YGK ihtiyaç seviyelerinin belirlenmesi ve ihtiyaç duyulan alanlara YGK tesisinin yapımında daha etkili karar verilebilmesi için hem zaman hem de maliyet açısından son derece önemlidir. Planlama aşamasında Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) pratik bir platform olarak bu tür amaçlara hizmet etmektedir (Kudu 2019).

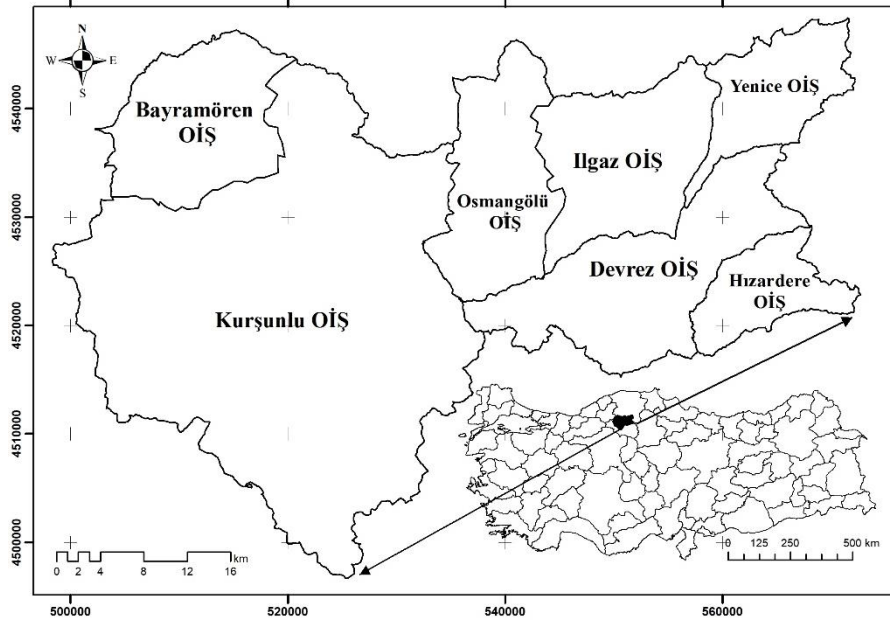
Orman yangınlarıyla mücadelede; CBS kullanılarak yangın tehlike oranlarını tespit etmek (Bilgili vd. 2001), orman yangınlarını risk analiziyle ortaya koymak (Varela vd. 2003, Çekmek 2018), optimum yangın gözetleme noktalarını belirlemek (Korkmaz 2004, Bao vd. 2015), orman yangını önleme ve yönetim sistemi oluşturmak (Elmas ve Sönmez 2008, Varol vd. 2010), yangın risk bölgesini haritalamak (Korale vd. 2009), yangına hassas bölgeleri belirlemek (Bahadır 2010), YGK dağılımlarının etkinliğini ortaya koymak (Pompa-Garcia vd. 2010), yangın duyarlılık analizi yapmak (Özşahin 2014), yangın gözetleme kulelerinin görülebilirlik analizini yapmak (Asri vd. 2015, Küçük vd. 2017) gibi geniş bir yelpazede çalışmalar yürütülmüştür.

Bu çalışmanın amacı, çeşitli nedenlerden dolayı (tahribat, doğal afetler, kaçakçılık vb.) sürekli tehdit altında olan orman varlığının daha etkin korunmasına yönelik olarak YGK lokasyonlarının belirli bir sorumluluk alanında değerlendirilmesi ve YGK lokasyonlarının ve görüş mesafelerinin CBS teknikleri kullanılarak uygunluğunun denetlenerek uygulayıcılara yönelik pratik bir bakış açısı oluşturulmasıdır. YGK ihtiyacı ve buna ilişkin YGK ihtiyaç seviyeleri etkin olarak ortaya konulabileceğinden uygulamada önemli bir araç olabileceği düşünülmektedir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Çalışma alanı 41°01'12" - 40°50'06" kuzey enlemleri ve 33°28'17" - 33°42'56" doğu boylamları arasında yer almaktadır. Çalışma, 205,258.4 ha'lık bir alanı kaplayan Ankara Bölge Müdürlüğü'ne bağlı Çankırı İli Ilgaz Orman İşletme Müdürlüğü sorumluluk sahasında yürütülmüştür (Şekil 1).



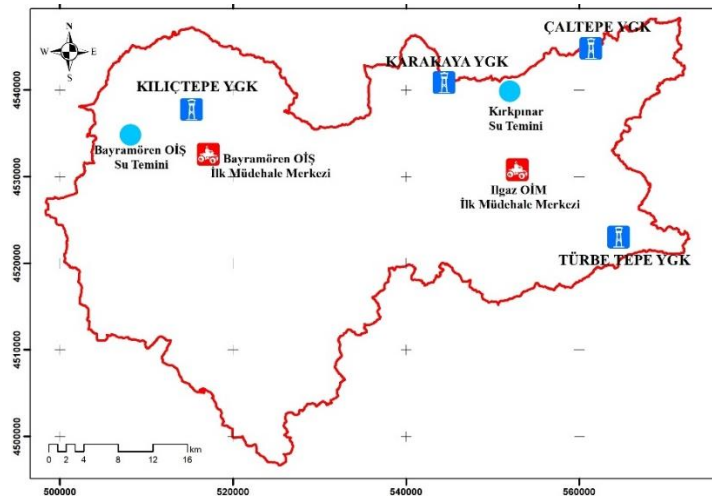
Şekil 1. Çalışma alanının konumu.

Son on yılda (2008-2017), Orman Genel Müdürlüğü, Ankara OBM ve Iğaz OİM’ce müdahale edilen yangın alanı miktarları Tablo 1’de verilmiştir (OGM, 2017).

Tablo 1. OGM, Ankara OBM ve Iğaz OİM’ce müdahale edilen yangın alanları.

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Toplam	Ortalama
OGM	29,749	4,679	3,317	3,612	10,454	11,456	3,117	3,219	9,156	11,993	90,752	9,075.2
Ankara OBM	40	84	56	72	113	233	46	43	413.9	92.38	1193.25	119.25
Iğaz OİM	1.4	0.03	3.74	5.29	12.4	4.26	0.53	0.5	3.97	9.03	41.2	4.12

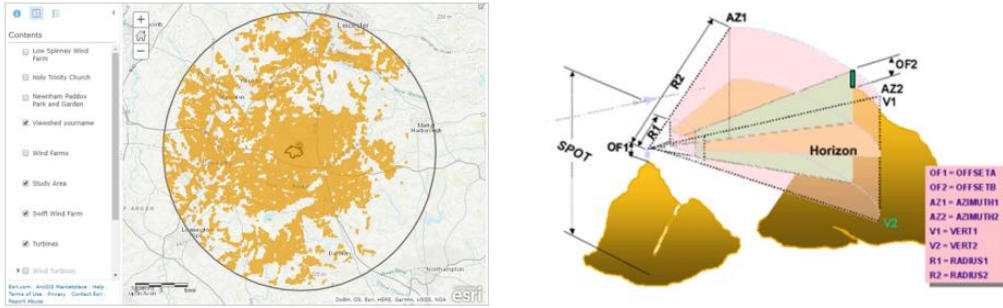
Çalışma alanında yangın sezonunda aktif olarak kullanılan Kılıçtepe, Karakaya, Çaltepe ve Türbe Tepe isimli toplam dört adet yangın gözetleme kulesi bulunmaktadır. Yangın sezonu boyunca yangınlara müdahalede kullanılmak üzere iki adet su temini alanı, Bayramören Orman İşletme Şefliği (OİŞ) ve Iğaz OİŞ sorumluluk sahasında yer almaktadır. Ayrıca yangına ilk müdahale için iki adet İlk Müdahale Merkezi (İMM) bulunmaktadır (Şekil 2). Kılıçtepe YGK ve Çaltepe YGK 7 m, Karakaya YGK ve Türbe Tepe YGK ise 6 m gözlem yüksekliğine sahiptir.



Şekil 2. Çalışma alanında yer alan YGK ve diğer yangın birimleri.

2.2. Metot

Çalışma alanı sınırlarını içeren 12,5 m x 12,5 m çözünürlüklü Digital Elevation Model (DEM) verisi United States Geological Survey (USGS) web sitesinden ücretsiz olarak indirilerek yükselti basamakları elde edilmiştir. Yangınla mücadele amacıyla kullanılan su temini alanları, yangına ilk müdahale merkezleri ve YGK lokasyonları aynı veri tabanına tanımlanmıştır. YGK'ların birbirlerine olan mesafeleri bu veri tabanında yer alan lokasyonlara göre hesaplanmıştır. Ilgaz OİM'ye ait orman varlığına ilişkin bilgiler amenajman planına ait veri tabanından faydalanılarak oluşturulmuştur. YGK lokasyonları belirlenerek ArcGIS 10.3 ortamına aktarılmıştır. YGK lokasyonları ve gözlem yüksekliklerinden hareketle Görünürlük analizi (Jones, 2006) için ilgili yazılımda yer alan Viewshed Analysis modülünden faydalanılmıştır (Şekil 3). Görünürlük analizi, görünen ve görünmeyen yerlerin analizinin yapılmasını sağlayan, bu çalışmada sorumluluk sahasındaki yangın kulelerinin nereleri görüp görmediğini üç boyutlu olarak hesaplayan bir araçtır (Wang et al., 2015).

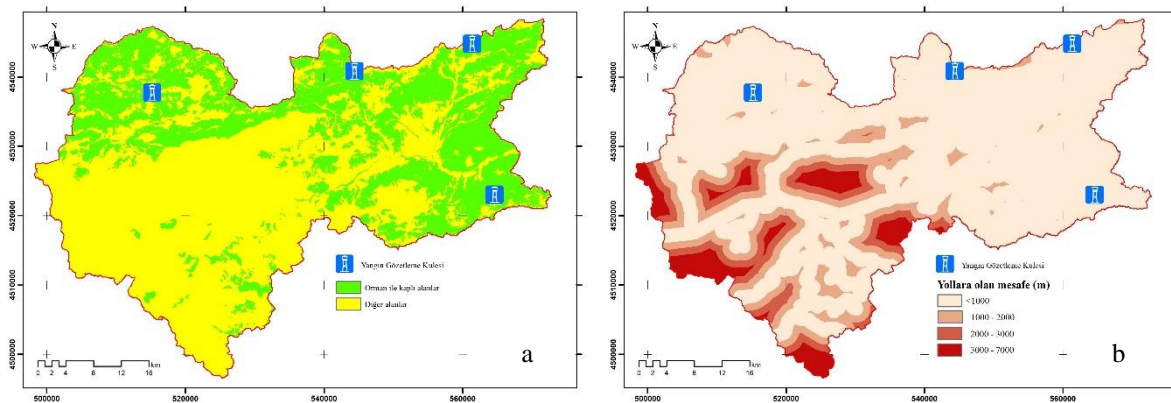


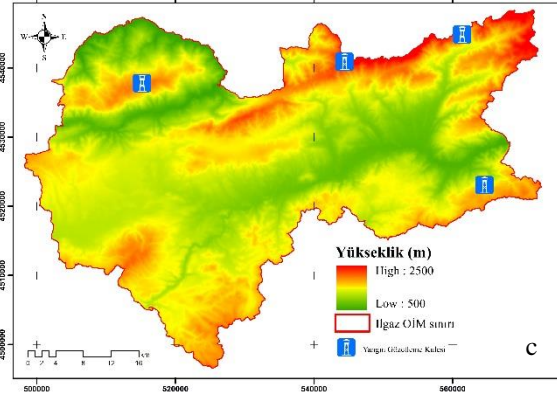
Şekil 3. Görünürlük analizi.

Görünürlük analizi sonrasında YGK birimlerinin etkin olarak gördüğü alanlar tespit edilmiştir. Görünürlüğü artırabilmek için seçilecek kriterlere bağlı olarak önceliklerin (düşük, orta, yüksek vb.) ortaya konması gerekmektedir. Bu amaçla ArcGIS ortamında Ağırlıklı Çakıştırma (Weighted Overlay) (URL 1, 2018) (Şekil 4) işlemi yapılarak öncelikli alanlar gruplandırılarak tespit edilmiştir. Bu gruplandırma işleminde; orman bulunan ve bulunmayan alanlar (Şekil 5a), YGK lokasyonlarından yollara olan mesafeler (Şekil 5b) ve çalışma alanına ait yükseklik (Şekil 5c) kriterlerine bağlı olarak eşit oranda (%33) ağırlıklı çakıştırma yapılmıştır.

2	2	3	3	3	2	=	2	2	3
2	1	1	1	3	1		2	2	1
1	2	2	2	1	1		1	2	2
InRas1 (Influence 75%)			InRas2 (Influence 25%)				OutRas		

Şekil 4. Ağırlıklı çakıştırma yaklaşımı (weighted overlay).

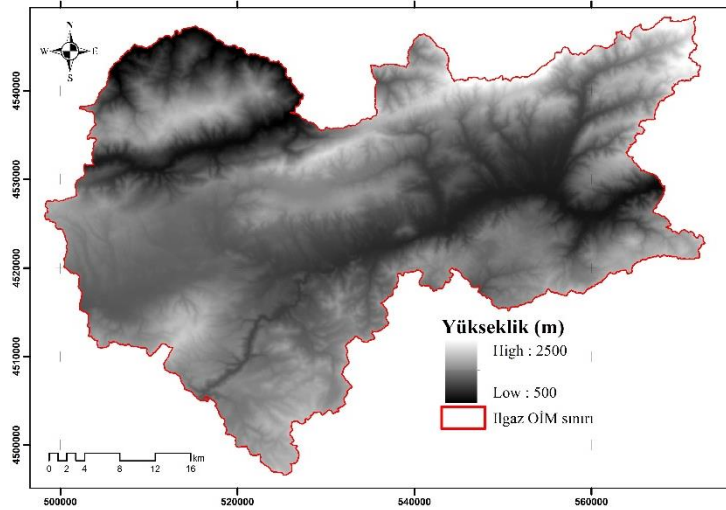




Şekil 5. a) Ormanlık olan ve olmayan alanlar b) YGK - yollara olan mesafeler c) Yükseklik.

3. Bulgular ve Tartışma

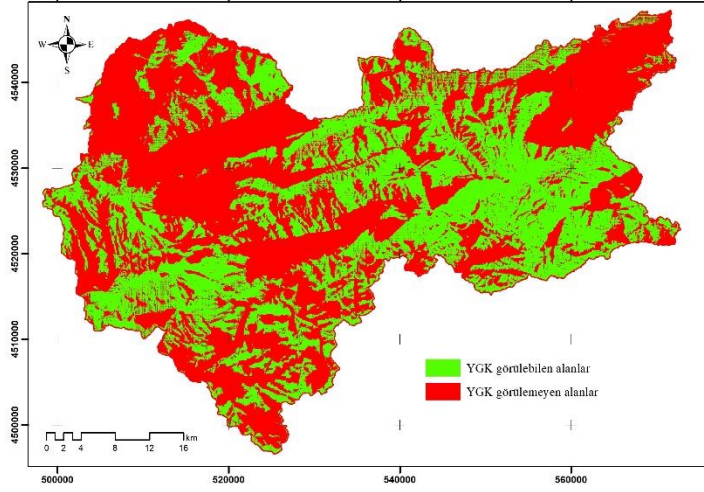
Çalışma alanına ait Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) oluşturulmuştur. Çalışma alanına ait SYM Şekil 6'da verilmiştir. Bu model verisine göre, çalışma alanının ortalama yüksekliği 1,320 m, en düşük noktası 535 m, en yüksek noktası 2,535 m olarak hesaplanmıştır.



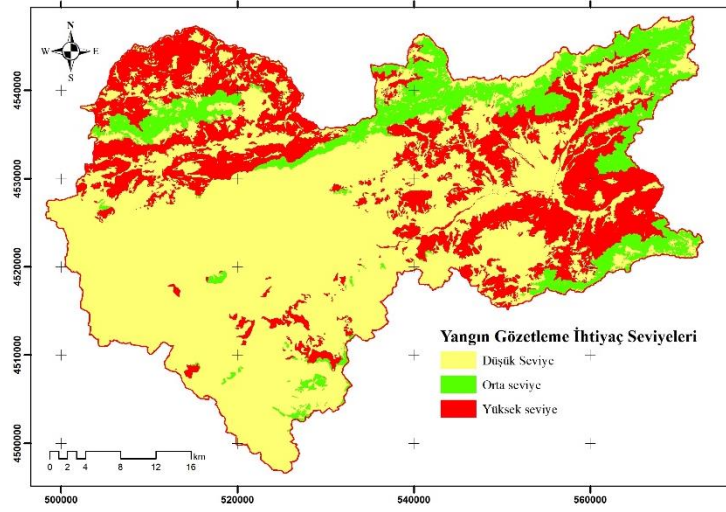
Şekil 6. Çalışma alanına ait sayısal yükseklik modeli.

Görünürlük analizi sonucunda 86,780.6 ha alanın YGK lokasyonlarından görülebildiği, 118,464.8 ha alanın ise görülemediği analiz sonucunda tespit edilmiştir (Şekil 7).

Ağırlıklı çakıştırma analizi kullanılan üç faktör eşit olarak ele alınmış (%33) ve puanlama tercihleri üçlü gruplama şeklinde (1,2 ve 3 puan) yürütülmüştür. Orman varlığının olması 3 puan orman varlığının bulunmaması 1 puan olacak şekilde, yollara olan mesafe arttıkça puanın arttığı bir anlayış tercih edilmiş ve 1000 m den düşük alanlar en düşük puan olan 1 ve mesafesi 3000-7000 m olan alanlar en yüksek puan seçilerek (3 puan) ağırlıklı çakıştırma tamamlanmıştır. Bu hesaplamalar sonucunda bundan sonraki süreçte yangına müdahale amaçlı ihtiyaç duyulabilecek alanlar YGK ihtiyacı düşük, orta ve yüksek öncelikli alanlar olarak Şekil 4'te verilen haritada ifade edilmiştir.

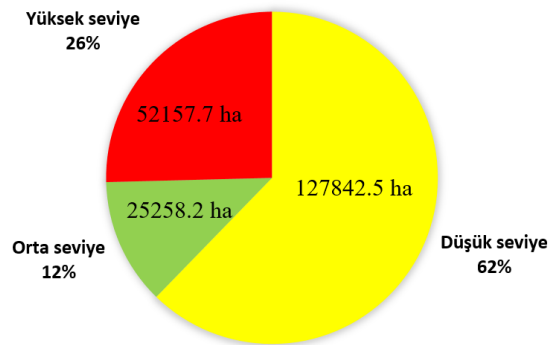


Şekil 7. Ilgaz OİM görünürlük analizi.



Şekil 8. Ilgaz OİM YGK ihtiyaç seviyeleri.

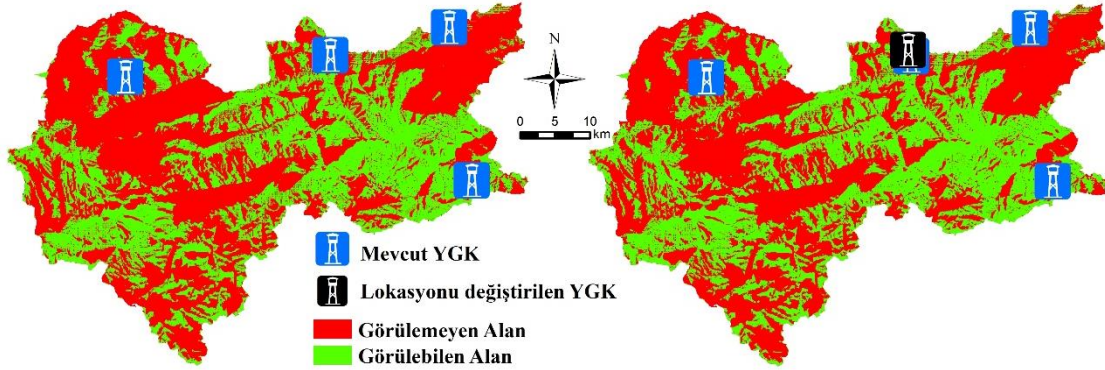
Analizler sonucunda düşük, orta ve yüksek YGK ihtiyaç seviyelerinin alansal dağılımları Şekil 9'da verilmiştir. Buna göre 127,842.5 ha alanın (%62) düşük ihtiyaç seviyesinde olduğu, 25,258.2 ha alanın (%12) orta ihtiyaç seviyesi ve 52,157.7 ha alanın da (%26) yüksek ihtiyaç seviyesinde olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 9. YGK ihtiyaç seviyelerine ait alansal dağılım.

Çalışmada elde edilen Ilgaz OİM görünürlük analizi sonucu ile Ilgaz OİM konumsal YGK ihtiyaç seviyeleri haritası birlikte değerlendirildiğinde 2089 m yüksekliğinde yer alan Karakaya YGK lokasyonunun CBS

ortamında lokasyonu değiştirildiğinde görüş alanının ne kadar değişeceğinin tespit edilmesi ihtiyacı doğmuştur. Bu nedenle Karakaya YGK lokasyonu daha hâkim olan 1028 m mesafede ve 2138 m yükseklikte bulunan kuzeybatı istikametine (UTM WGS84 36 N – X:543959 Y:4541740) konumlandırılması ile görülebilen alanın arttığı ve 86785.6 ha'dan 90666.3 ha değerine ulaştığı tespit edilmiştir (Şekil 10).



Şekil 10. Lokasyon değişikliği sonucu elde edilen Iğaz OİM görünülük analizi.

Genel alan üzerinde görülebilen alanların tespiti yanı sıra görülebilen orman alanı hesaba katıldığında mevcut YGK lokasyonları ile toplam görülebilen ormanlık alanın 32,760.5 ha olduğu, Karakaya YGK lokasyonunun değiştirilmesi sonrası ise 34,395.2 ha ormanlık alanın görülebildiği tespit edilmiştir. Çalışma alanında yer alan toplam dört yangın kulesinin gözlem yüksekliğinden görülebilen alanlar drone yardımıyla çekilmiş olup görüntüler Şekil 11'de verilmiştir.



Şekil 11. Çalışma alanında yer alan YGK ve bunlara ait görüntüler.

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma, orman yangınlarının önlenmesinde önemli rolü olan YGK ile ilgili olarak en uygun konumlarının seçiminde ve ihtiyaç seviyelerinin belirlenmesinde CBS ile entegre çalışan pratik bir analiz ve karar verme ortamının sunulması amacıyla yürütülmüştür. Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre, YGK'ların etkin olarak görebildiği alanlar CBS yardımıyla hesaplanmış ve çalışma alanı sınırlarının toplam 205,258.4 ha olduğu, bu alanın %42'sinin (86,785.6 ha) görülebildiği, kalan %58'inin (118,472.8 ha) ise mevcut YGK'lar tarafından hiçbir şekilde görülemediği tespit edilmiştir. Bu çalışmada Karakaya YGK lokasyonunun değişmesi durumunda daha çok alanın görülebileceğinden hareketle Karakaya YGK lokasyonunun 2089 m yükseltiden kuzeybatı istikametine 1028 m uzaklıkta yer alan ve 2138 m yükseltide bulunan lokasyona taşınması halinde görülebilen alanın % 44'e (90,666.3 ha) çıktığı ve görülemeyen alanın ise %56'ya (114,592.1 ha) yükseldiği tespit edilmiştir. Görülebilen ormanlık

alan açısından değerlendirildiğinde; toplam görülebilen ormanlık alanın 32,760.5 ha, Karakaya YGK lokasyonunun değiştirilmesi sonrası ise 34,395.2 ha olacağı belirlenmiştir.

CBS tekniklerinin ve yazılımlarının kullanımının yaygınlaşması ile bu tür çalışmalar daha da verimli, tutarlı ve kullanılan donanımına bağlı olarak çok daha kısa sürede sonuçlara ulaşılacağı açıktır. Varela vd. (2003), Çoban (2004), yaptıkları çalışmalara benzer şekilde bu çalışmadan da görülebileceği gibi; ormancılık koruma faaliyetlerinde yapılacak planlama çalışmalarında, belirlenen hedeflere ulaşmada büyük hizmet beklenen YGK birimlerinin konum tespitinde CBS imkanlarından kolaylıkla faydalanılabilir ve bu çalışmada benimsenen kriter ve yaklaşımlar uygulanabilir. Orman yangınlarının önlenmesinde önemli role sahip YGK'ların aynı Orman İşletme Müdürlüğü'nün kendi yönetiminde farklı projeler ile inşa edilebilmektedir. Tek tip veya birkaç tip YGK projesinin OGM tarafından benimsenmesi ve bundan sonra yaptırılacak olan YGK'larda bu projelerin içerisinden uygun olanının kullanılmasının daha faydalı olacağı düşünülmektedir. Bu çalışmanın yürütüldüğü alanda da benzer durum söz konusu olup bunun yanı sıra YGK'da görevli personelin proje hatalarından dolayı (iç merdiven, dış merdiven vs.) çalışma yerinde çeşitli sıkıntılar yaşadığı gözlem ve ikili görüşmelerle ayrıca tespit edilmiştir. Tek tip veya birkaç tip, daha güvenli ve ergonomik kullanım alanı standart YGK projelerinin belirlenmesi uygulamada birliğin tesis edilmesi açısından oldukça önemlidir.

YGK birimlerinin etkinliğinin ortaya konmasında bundan sonraki yapılacak çalışmalarda yeni metot ve yaklaşımlar ile tekrar ele alınarak değerlendirilmesi, YGK verimliliğinin ortaya konmasında çeşitliliği artıracak ve konunun daha farklı açılardan ele alınmasıyla zenginleşeceği düşünülmektedir.

Yazar Notu

Bu çalışma Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Dr. Öğr. Üyesi Ender BUĞDAY danışmanlığında yürütülmüş olan Uğur Melih KUDU'nun "Yangın Gözetleme Kuleleri Konumlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla Uygunluğunun Değerlendirilmesi (İlgaz Orman İşletme Müdürlüğü Örneği)" başlıklı, Yüksek Lisans tez çalışmasından türetilmiştir.

Kaynaklar

1. **Akay AE, Sivrikaya F, Yenilmez N, Taylan H (2011).** Yangın gözetleme kulelerinin lokasyonlarının CBS ortamında görünürlük analizi ile değerlendirilmesi. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, 24-26.
2. **Anonim (1995).** 285 Sayılı Tebliğ: Orman Yangınlarının Önlenmesi ve Söndürülmesinde Uygulama Esasları, syf 64, Ankara.
3. **Asri İ, Çorumluoğlu Ö, Özdemir E (2015).** Uydu verilerinden elde edilmiş sayısal yükseklik modeli ile CBS ortamında orman yangın gözetleme kulelerinin görülebilirlik analizi: İzmir örneği. TUFUAB VII. Teknik Sempozyumu. 358-363.
4. **Bahadır M (2010).** Türkiye'de (1998-2007) Görülen Orman Yangınlarının Yüzey ve Rakamsal Sorgulama Analizi. Nature Sciences, 5(3), 146-162.
5. **Bao S, Xiao N, Lai Z, Zhang H, Kim C (2015).** Optimizing Watchtower Locations for Forest Fire Monitoring Using Location Models. Fire Safety Journal, 71, 100-109.
6. **Bilgili E, Sağlam B, Başkent EZ (2001).** Yangın Amenajmanı Planlamalarında Yangın Tehlike Oranları ve Coğrafi Bilgi Sistemleri. KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, 4(2), 288-97.
7. **Bilici E (2009).** Orman yangın yolları ve şeritleri ile orman yol şebekelerinin entegrasyonu planlamaları ve uygulamaları üzerine bir araştırma (Gelibolu Milli Parkı örneği). Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University| İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 59(2), 85-102.
8. **Çekmek M (2018).** Vahşi Orman Yangınlarının Kanada Orman Yangın Hava İndeksi Yöntemi İle Analizi: Çanakkale Örneği. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü - Yüksek Lisans Tezi. s.127, Çanakkale.
9. **Elmas Ç, Sönmez Y (2008).** Veri Birleştirme Tabanlı Orman Yangını Önleme ve Yönetim Sistemi. Politeknik Dergisi, 11(2), 99-108.
10. **Korale P, Pade A, Varghese A, Joshi A (2009).** Mapping of forest fire risk zones and identification of suitable sites for fire watch towers using remote sensing and GIS. In ISRS Symposium on Advances in Geospatial technologies with special emphasis on sustainable rainfed Agriculture (pp. 17-19).
11. **Korkmaz M (2004).** Küme Örtüleme Modeli Kullanılarak Optimum Yangın Gözetleme Noktalarının Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 1, 37-49.
12. **Kudu UM (2019).** Yangın Gözetleme Kuleleri Konumlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla Uygunluğunun Değerlendirilmesi (İlgaz Orman İşletme Müdürlüğü Örneği). Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, s. 40. Çankırı.

13. **Küçük O, Topaloğlu O, Altunel AO, Çetin M (2017)**. Visibility Analysis of Fire Lookout Towers in the Boyabat State Forest Enterprise in Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 189(7), 329.
14. **Küçükosmanoğlu A (1994)**. Ülkemizde orman yangınları ve yangın sezonları. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University| İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 44(1-2), 121-128.
15. **Martell DL (2007)**. Forest fire management. In *Handbook of operations research in natural resources* (pp. 489-509). Springer, Boston, MA.
16. **Mol T (1993)**. Orman yangınları. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University (JFFIU)*, 43(3-4), 69-78.
17. **Özşahin E (2014)**. CBS ve AHS Kullanılarak Orman Yangını Duyarlılık Analizi: Antakya Orman İşletme Müdürlüğü Örneği. *Route Educational and Social Science Journal*, Volume 1(3), 50-71.
18. **Pompa-García M, Solís-Moreno R, Rodríguez-Téllez E, Pinedo-Álvarez A, Avila-Flores D, Hernández-Díaz C, Velasco-Bautista E (2010)**. Viewshed analysis for improving the effectiveness of watchtowers, in the north of Mexico. *Open Forest Science Journal*, 3, 17-22.
19. **Varela J, Arias JE, Sordo I, Tarela A (2003)**. Multicriteria decision analysis for forest fire risk assessment in Galicia, Spain. 4th International Workshop on Remote Sensing and GIS Applications to Forest Fire Management: Innovative Concepts and Methods in Fire Danger Estimation.
20. **Varol T, Özel HB, Macaroğlu K (2010)**. Network Analizinin Orman Yangınlarında Kullanım Olanakları (Yenihan Orman İşletme Şefliği Örnek Çalışması). III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 20-22.