



Orman Yangınları ile Mücadelede Optimum Yol Güzergahının Network 2001 Programı ile Belirlenmesi

Abdullah E. AKAY^{1,*}, Tuba GESÖĞLU¹, Neşe GÜLCİ¹

¹ KSÜ, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş
*İletişim yazarı: akay@ksu.edu.tr

Özet

Orman yangınları, tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de ormanların sürekliliğini tehlikeye sokan etkenlerin başında gelmektedir. Orman yangınları ile etkin mücadelede yangın söndürme aktivitelerinin zamanında başlatılması ve özellikle arazöz ve yer ekibinin yangın sahasına en kısa sürede ulaşması büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, yangın alanlarına en kısa sürede ulaşımı sağlayacak optimum yol güzergahı belirlenmesi amacıyla Network 2001 programı kullanılmıştır. Çalışma alanı olarak Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı, Kahramanmaraş Merkez Orman İşletme Müdürlüğü sınırlarındaki Suçatı Orman İşletme Şefliği seçilmiştir. Çalışma alanı I. dereceden yangına hassas bir bölgedir. Çalışma kapsamında, alanda son 10 yılda meydana gelen orman yangınlarından dokuz potansiyel yangın alanı olarak seçilmiş ve çalışma alanı sınırı içerisinde bulunan ilk müdahale ekibinin bu alanlara en kısa sürede ulaşımını sağlayan optimum güzergahlar belirlenmiştir. Sonuçlara göre, mevcut ilk müdahale ekibi potansiyel yangın alanlarından altısına kritik müdahale süresi (20 dakika) içerisinde ulaşabilmekte, diğer üç alana ise kritik müdahale süresi içerisinde ulaşamamaktadır. Çalışma alanı içerisinde bulunan ilk müdahale ekibinin genel olarak uygun bir konumda olduğu belirlenmiştir. Kritik müdahale süresi içerisinde ulaşılabilen alanlara vaktinde ulaşımı sağlayabilmek için ise alanda mevcut yol ağlarının geliştirilmesi ve aynı zamanda yol standartları yükseltilerek ortalama ulaşım hızının artırılması gibi alternatifler değerlendirilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Orman yangınları, Kritik müdahale süresi, Yol ağı, Optimum güzergah, Network 2001

Using Network 2001 for Determining Optimum Route in Fighting Against Forest Fires

Abstract

Forest fire is one of the most important factors that threaten sustainability of the forests in Turkey as it is in the whole world. Initiating fire fighting activities on time, especially arrival of fire trucks and ground team onto fire areas in critical response time, is crucial for effective fighting against forest fires. In this study, Network 2001 program was used to determine optimum route that minimize arrival time to forest fires. Suçatı Forest Enterprise Chief within the border of Kahramanmaraş Forest Enterprise Directorate was selected as the study area. The study area is sensitive to forest fires at the first degree. In the concept of the study, nine of the forest fires occurred in the study area in the last decade were considered as potential fires and then optimum routes that minimize the arrival time of the fire fighting team to these fires were determined. The results indicated that fire fighting team reached six of the potential forest fires within the critical response time (20 minutes), while they could not reach other three fires on time. It was found that fire fighting team within the study area was located in an appropriate place in general. In order to reach all of the fire areas within the critical response time existing road density should be increased and road standards should be improved.

Keywords: Forest fires, Critical response time, Road network, optimum route, Network 2001

1. GİRİŞ

Ülkemiz Akdeniz iklim kuşağında yer alması nedeniyle her yıl büyük ölçüde orman yangınları ile karşı karşıya kalmaktadır (Bekereci&Erkan, 2004). Ülkemizdeki orman yangınlarının % 90'ı Marmara bölgesinden başlayarak Akdeniz bölgesinin doğusuna kadar olan bölgede meydana gelmektedir. Genel olarak bakıldığında ise orman varlığımızın yarısından fazlası yangına hassas olan alanlarda yayılım göstermektedir.

Ülkemizin de içinde bulunduğu alan iklim kuşağı ve sahip olduğu vejetasyon örtüsü itibariyle küresel ısınmadan kaynaklanan iklim değişiklerinin etkisini gösterdiği bir coğrafyadır (OMO, 2008). Yaklaşık %95'inin insan kaynaklı olduğu tahmin edilen orman yangınları, orman varlığımızı ciddi boyutta tahrip etmekte, orman kaynaklarının sürdürülebilirliğine etki etmekte ve vejetasyon üzerinde önemli biyolojik ve ekolojik zararlara yol açmaktadır (Bilici, 2008).

Yangınları kontrol altına almak ve söndürülmek için gerekli araç-gereç ve malzemeler ile donatılmış işçi grupları ilk müdahale ekibi olarak tanımlanır (OGM, 1995). Orman yangınları ile etkin mücadele için ilk müdahale ekiplerinin ormanların yangın hassasiyet sınıflarına bağlı olarak kritik müdahale süresi içinde yangın alanlarına ulaşabilmeleri gerekmektedir. Bazı kısıtlayıcı faktörlerde dikkate alınarak, alternatif güzergahlar arasında en kısa sürede ulaşımaya sahip optimum güzergahın belirlenmesini öngören bu tip problemlerin çözümünde bilgisayar destekli metotlar (ağ analizi, doğrusal programlama, sezgisel yöntemler) kullanılmaktadır (Akay ve ark., 2006).

Optimum güzergahın belirlenmesini gerektiren ulaşım problemlerinin çözümünde ağ analizi yöntemi yaygın olarak kullanılmaktadır. Ağ analizi yönteminde, linkler (arc) ve linklerin kesiştiği düğüm noktaları (node) bir ağ sistemi oluşturmaktadır (Akay ve ark., 2006). Sessions ve ark. (2001)'nin geliştirdiği algoritmayı temel alarak Chung ve Sessions (2001) tarafından üretilen Network 2001 programı üretim planlaması ve transport problemlerinde toplam maliyetin minimize edilmesi amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Ağ sisteminde yer alan her bir güzergah üzerindeki değer akışı maliyeti temsil etmektedir.

Akay ve ark. (2009), potansiyel yangın sahalarına farklı yangın hareket merkezlerinden en kısa sürede ulaşımı sağlayacak optimum güzergahların belirlenmesi amacı ile ağ analizi yöntemini temel alan CBS tabanlı bir karar destekleme sistemi uygulaması gerçekleştirmişlerdir. Uygulamada ArcGIS yazılımı altında Ağ Analist (Network Analyst) modülü kullanılmıştır.

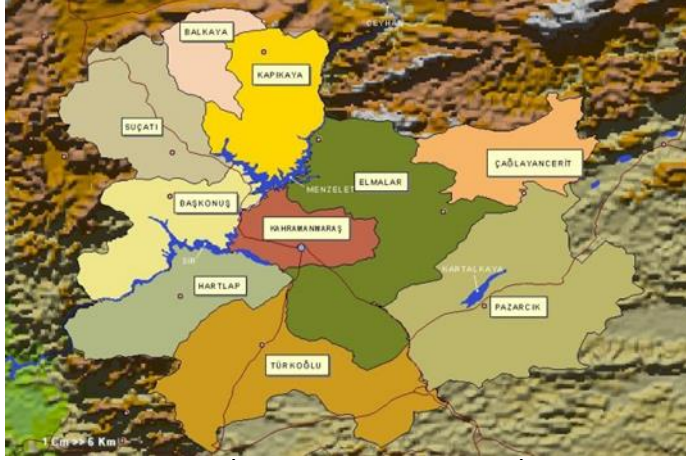
Varol ve ark.'nın 2010 yılında gerçekleştirdikleri bir çalışmada Yenihan Orman İşletme Şefliğinde yangın çıkan alanlara en hızlı ulaşımı sağlayacak olan güzergahların belirlenmesi hedeflenmiştir. Çalışmalarında, her bir yol parçası belirlenen parametreleri (mesafe, zaman, maliyet gibi) minimize eden yol kısımlarının bulunması ile network analizi yöntemi kullanılarak en kısa yol belirlenmiştir.

Bu çalışmada, Network 2001 programı kullanılarak yangın sahasına en hızlı ulaşımı sağlayacak optimum güzergahın belirlenmesi amaçlanmıştır. Tez kapsamında, Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı Kahramanmaraş Merkez Orman İşletme Müdürlüğü sınırlarındaki Suçatı Orman İşletme Şefliği uygulama alanı olarak seçilmiştir

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma Alanı

Çalışma alanı olarak Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı, Kahramanmaraş Merkez Orman İşletme Müdürlüğü sınırlarındaki Suçatı Orman İşletme Şefliği seçilmiştir (Şekil 1). Çalışma alanı yangın hassasiyeti bakımında I. Dereceden hassastır.



Şekil 1. Kahramanmaraş Orman İşletme Müdürlüğündeki İşletme Şefliklerinin dağılımı

Çalışma alanı olan Suçatı orman işletme şefliğinin alanı 57452 ha'dır. Orman İşletme Şefliği sınırlarında bulunan İlk Müdahale Ekibi, Kahramanmaraş'ın 48 km kuzeybatısında yer almaktadır. Coğrafi konumu, 37° 47' 13" kuzey enlemi ile 36° 41' 12" doğu boylamı olan ilk müdahale ekibinin ortalama rakımı 695 m'dir. Suçatı İlk Müdahale Ekibi'nde, 2 adet arazöz, 4 adet su tankeri ve 20 yangın söndürme işçisi bulunmaktadır.

Veri Tabanı

Çalışmada ArcGIS 10 yazılımı kullanılarak çeşitli sayısal veri katmanlarından oluşan bir veri tabanı geliştirilmiştir. Bu kapsamda, 1/25000 ölçekli topografik haritalar, yangın hassasiyet haritası, ilk müdahale ekiplerinin koordinatları ve geçmişte meydana gelmiş orman yangınlarına ait bilgiler kullanılmıştır. CBS veri tabanı dahilinde yol ağı haritası ve potansiyel yangın alanları haritası geliştirilmiştir.

Yol ağı haritası çalışma alanına ait sayısallaştırılan topografik haritalar temel alınarak hazırlanmıştır. Bu amaçla, ArcGIS 10 programının "ArcCatalog" modülünde çoklu çizgi (polyline) veri yapısında yol veri katmanı üretilmiştir. Daha sonra, yol veri katmanı "ArcMap" modülü altında açılmış ve sayısal topografik haritalar üzerinde Düzenleyici (Editor) aracı kullanılarak yol ağları sayısallaştırılmıştır.

Yangın alanına en kısa sürede ulaşımı sağlayacak optimum güzergahın belirlenebilmesi için ilk olarak kullanılacak ulaşım aracının (ilk müdahale ekibini taşıyan arazözler) her bir yol seksiyonu üzerinde sarf edeceği ortalama ulaşım süresi belirlenmelidir. Ulaşım süresi yolun uzunluğuna ve aracın ortalama hızına bağlı olarak hesaplanabilmektedir. Ortalama araç hızı ise yolun tipine ve durumuna bağlı olarak değişmektedir. Bu nedenle, yol veri katmanı Öznitelik Tablosu'nda (Attribute Table) her bir yol seksiyonu için uzunluk (km), yol tipi, yol

II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu

durumu (iyi, orta ve kötü), araç hızı (km/saat) ve ulaşım süresi (dakika) başlıklı öznitelik alanları oluşturulmuştur.

Öznitelik Tablosu'nda Geometri Hesapla (Calculate Geometry) aracı kullanılarak yol uzunlukları bulunmuştur. Çalışma alanına ait topografik haritalardaki güncel bilgilere bağlı olarak yol tipleri üç grup (asfalt kaplama yol, stabilize yol ve orman yolu) altında sınıflandırılmıştır. Yol durumları arazi çalışmalarına ve ilgili İşletme Şefliklerinden temin edilen bilgilere bağlı olarak belirlenmiştir. Daha sonra, yolun tipi ve durumuna göre her yol seksiyonu için ortalama araç hızı belirlenmiştir (Erdaş, 1997; Bilici, 2008; TDŞM, 2010) (Tablo 1).

Tablo 1. Yol tipi ve yol durumu için ortalama araç hızları (km/saat)

Yol Tipi	Yol Durumu		
	İyi	Orta	Kötü
Asfalt	60	50	40
Stabilize	50	40	30
Orman Yolu	30	25	20

Son olarak, her bir seksiyon için ulaşım süresi Öznitelik Tablosu'nda Alan Hesaplayıcı (Field Calculator) aracı kullanılarak aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanmıştır:

t_i : i seksiyonu için toplam ulaşım süresi (dakika)

l_i : i seksiyonunun uzunluğu (km)

v_i : i seksiyonu için ortalama araç hızı (km/saat)

60 : Ulaşım süresinin saatten dakikaya çevrilmesi için kullanılmıştır.

Çalışma kapsamında geliştirilecek olası bir orman yangınına en kısa sürede ulaşılabilecek optimum yol güzergahının belirlenebilmesi gerekmektedir. Bu amaçla, Orman İşletme Müdürlükleri kaynaklarından yararlanılarak çalışma alanı sınırlarında son 10 yılda meydana gelmiş olan 9 adet orman yangın alanı seçilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Son 10 yılda meydana gelen orman yangınları

Yangın	Çıkış tarihi	Bölme	Çıkış saati	Devam süresi (sa)	Alan (ha)	Türü	Nedeni
1	Mayıs 2005	617	13.20	3.40	0,10	Örtü	İhmal-Dikkatsizlik
2	Temmuz 2006	560	18.00	48	3,00	Tepe	İhmal-Dikkatsizlik
3	Temmuz 2007	589	12.30	6.30	2,10	Örtü	İhmal-Dikkatsizlik
4	Temmuz 2008	660	18.30	21	3,00	Örtü	Yıldırım
5	Ağustos 2009	289	11.00	6.30	0,40	Örtü	İhmal-Dikkatsizlik
6	Ekim 2009	363	18.00	44	1,50	Örtü-Tepe	İhmal-Dikkatsizlik
7	Temmuz 2010	530	13.10	2.50	1,00	Örtü	İhmal-Dikkatsizlik
8	Eylül 2011	146	10.00	1	0,05	Örtü	İhmal-Dikkatsizlik
9	Ağustos 2012	293	14.09	3.45	0,10	Örtü	Bilinmiyor

NETWORK 2001 Programının Kullanılması

NETWORK 2001 programı “Link Editor” veri tablosundaki “From Node Label” sütununa yolun başlangıç noktasının numarası, “To Node Label” sütununa başlangıç noktası yazılan yolun bitiş noktasının numarası ve “Variable Cost” sütununa ise başlangıç ve bitiş noktaları yazılan yol ağları veri katmanının öznetelik tablosundan alınan her bir yolun ulaşım süresine ait bilgiler manüel olarak yazılmıştır. Çalışma alanındaki bütün yolların başlangıç, bitiş ve ulaşım sürelerinin yanı sıra çalışma alanındaki ekibin bulunduğu nokta “From Node Label” sütununa ekibe en yakın olan yolun başlangıç noktasının numarası “To Node Label” sütununa ve ekibin yola ulaşım süresi “Variable Cost” sütununa yazılmıştır. Çalışmanın amacı olan yangın alanına ulaşım için de yangın alanına en yakın yolun bitiş noktası numarası “From Node Label” sütununa, yangın alanının başlangıç noktası “To Node Label” sütununa ve yoldan yangına ulaşmak için geçen süre ise “Variable Cost” sütununa yazılarak programa yüklenmiştir (Şekil 2). “Sale Editor” veri tablosundaki “Entry node” sütununa çalışma alanındaki ekip numarasını, “Destination Node” sütununa ise her bir yangın alanının numaraları ve “Timber Volume” sütununa ise 1 rakamı yazılarak programa yüklenmiştir (Şekil 3).

Line	From node label	To node label	Variable cost (\$/unit/link)	Fixed cost (\$/link)	Index
1	1	2	5.80	0.00	0.00
2	2	3	0.05	0.00	0.00
3	2	4	0.25	0.00	0.00
4	4	5	0.14	0.00	0.00
5	5	6	0.17	0.00	0.00
6	5	7	0.15	0.00	0.00
7	4	8	0.41	0.00	0.00
8	8	9	9.02	0.00	0.00
9	10	11	8.30	0.00	0.00
10	11	12	0.10	0.00	0.00
11	12	13	0.20	0.00	0.00
12	13	14	1.36	0.00	0.00
13	13	15	0.60	0.00	0.00
14	15	16	1.06	0.00	0.00
15	15	17	0.66	0.00	0.00
16	17	18	0.17	0.00	0.00
17	17	19	0.10	0.00	0.00

Şekil 2. Potansiyel yangın alanları için “Link” veri tablosu penceresi

Line	Entry node	Destination node	Timber volume (units)	Harvest year
1	e1	y363	1.00	0
2	e1	y617	1.00	0
3	e1	y660	1.00	0
4	e1	y589	1.00	0
5	e1	y560	1.00	0
6	e1	y530	1.00	0
7	e1	y289	1.00	0
8	e1	y293	1.00	0
9	e1	y146	1.00	0

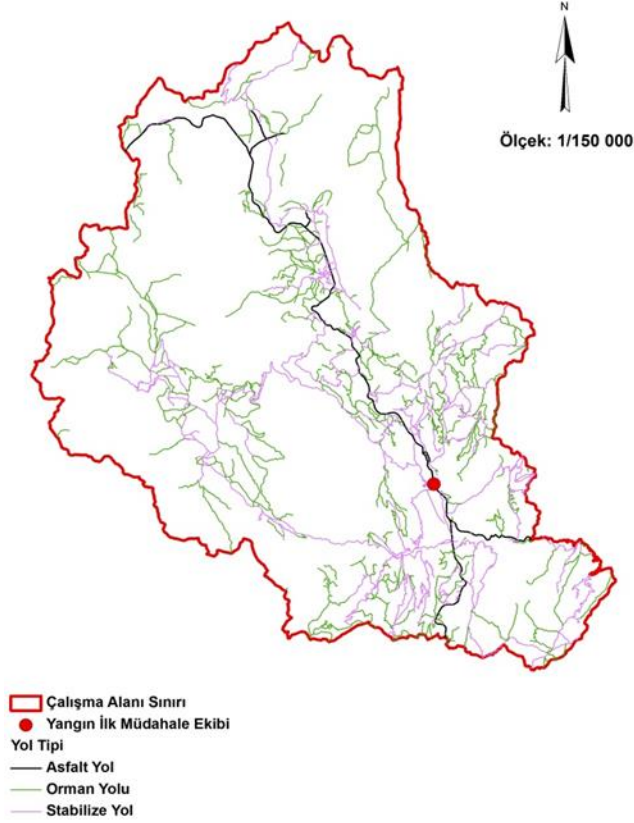
Şekil 3. Potansiyel yangın alanları için “Sale” veri tablosu penceresi

3. BULGULAR

Yol Ağları Veri Katmanı

Elde edilen sonuçlara göre çalışma alanında yer alan toplam yol ağı uzunluğu 866,36 km olarak hesaplanmıştır (Şekil 4). Bu yolların büyük bir bölümü orman yolu (%51,44) olup, bunu stabilize yol (%42,37) ve asfalt kaplama yol (%6,19) takip etmektedir (Tablo 3). Yolların %58,47’si iyi, %38,5’i orta ve %2,85’i kötü olarak sınıflandırılmıştır. Asfalt kaplama yolların tamamının trafik akışı bakımından iyi durumda olduğu kabul edilmiştir. Stabilize

yollar dikkate alındığında, yolların yarısından fazlasının iyi durumda (%71,8) olduğu, %26,5'inin orta ve geriye kalan yolların kötü durumunda (%1,7) olduğu tespit edilmiştir. Orman yollarında ise yolların %42,48'inin iyi, %53,33'ünün orta ve %4,17'sinin durumunun kötü olduğu belirlenmiştir.



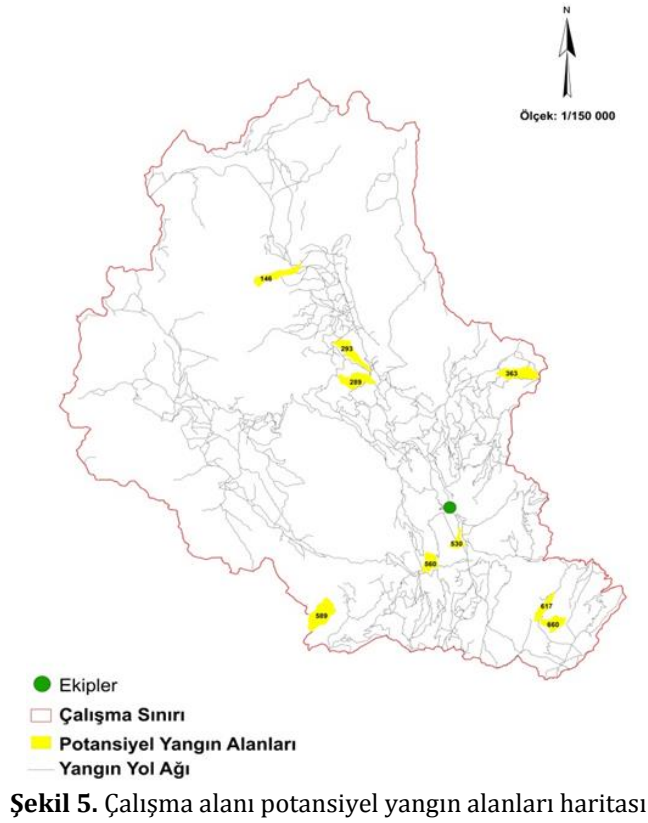
Şekil 4. Çalışma alanı yol tipi haritası

Tablo 3. Çalışma alanında bulunan yolların uzunluk bilgileri

Yol Tipi	Toplam Uzunluk (km)	Yol Durumuna Göre Uzunluk (km)		
		İyi	Orta	Kötü
Asfalt	53,63	53,63	-	-
Stabilize	367,09	263,47	97,38	6,24
Orman Yolu	445,64	189,33	237,69	18,62
Toplam	866,36	506,44	335,07	24,86

Potansiyel Yangın Alanları Veri Katmanı

Çalışma kapsamında geliştirilecek olası bir orman yangınına en kısa sürede ulaşılacak optimum yol güzergahının test edilebilmesi için son 10 yılda meydana gelen 9 adet orman yangını Şekil 5'de yer almaktadır.



Network 2001 Program Bulguları

Çalışma alanının tamamı birinci dereceden yangına hassas olarak tespit edilmiştir. Çalışma alanının da son on yıl içerisinde meydana gelen yangın alanları potansiyel yangın alanları olarak seçilmiştir. Çalışma alanı içerisindeki daimi ilk müdahale ekibinden, potansiyel yangın alanlarına en kısa sürede ulaşımı sağlayacak optimum yol güzergahı belirlenmiştir. Tablo 4’de ilk müdahale ekibinin potansiyel yangın alanlarına ulaşım süreleri verilmiştir. Elde edilen verilere göre ilk müdahale ekibinin potansiyel yangın alanlarının 6’sına 20 dakika olan kritik müdahale süresi içerisinde ulaşıldığı ve diğer 3 alana ise 20 dakikadan fazla sürede ulaşıldığı belirlenmiştir. İlk müdahale ekibinin yangın alanlarına zamanında ulaşılmasında, yol durumunun genel olarak iyi olması, ulaşımı sağlayan yol ağlarının yeterli olması ve ilk müdahale ekibinin çalışma alanına hakim bir yerde kurulmuş olması etkili olmuştur.

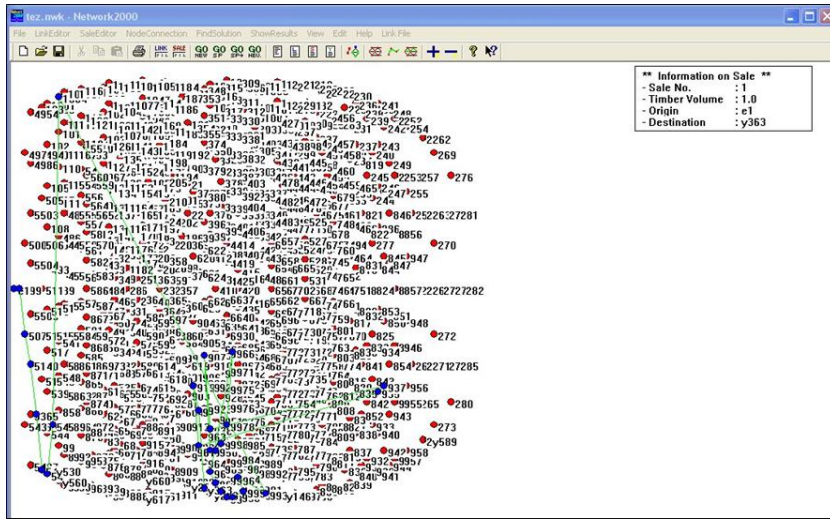
Tablo 4. Potansiyel yangın alanları ulaşım süresi

Potansiyel Yangın Alanı	Yangına Ulaşım Süresi (dk)
1 (363 nolu bölme)	18,62
2 (617 nolu bölme)	24,56
3 (660 nolu bölme)	24,56
4 (589 nolu bölme)	22,09
5 (560 nolu bölme)	5,58
6 (530 nolu bölme)	3,91
7 (289 nolu bölme)	9,16
8 (293 nolu bölme)	10,61
9 (146 nolu bölme)	19,27

Örnek olarak, 363 nolu bölmedeki yangına ulaşım için geçen süre 18.62 dk olarak belirlenmiştir. Network 2001 programı tarafından üretilen çıktılarda bu yangına ulaşmak için izlenecek yol güzergahı rapor ve grafiksel olarak sırası ile Şekil 6 ve Şekil 7'de gösterilmiştir.

```
Sale Number : 1
* Route      : e1 -> 499 -> 507 -> 514 -> 515 -> 545 -> 546 -> 547 -> 1004 -> 993 -> 994 -> 999 -> 997 ->
995 -> 980 -> 988 -> 965 -> 966 -> 960 -> 959 -> 950 -> 949 -> 907 -> 938 -> 937 -> 935 ->
936 -> 919 -> 920 -> y363
* Volume    : 1.00
* Year      : 0
* Variable cost : 18.62 ( 18.62 $/unit )
* Fixed cost  : 0.00 ( 0.00 $/unit )
* Total cost  : 18.62 ( 18.62 $/unit )
```

Şekil 6. 363 nolu bölme için Network 2001 programının ürettiği optimum sonuç



Şekil 7. 363 nolu bölme için optimum çözümün grafiksel gösterimi

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, yangın alanlarına en kısa sürede ulaşımı sağlayacak optimum yol güzergahı belirlenmesi amacıyla Network 2001 programı kullanılmıştır. Çalışma kapsamında, son 10 yılda meydana gelen yangınların yerleri, potansiyel yangın alanı olarak seçilmiş çalışma alanı sınırı içerisinde bulunan ilk müdahale ekibinin yangınlara ulaşım süresi belirlenerek mevcut yol ağlarının tipi, durumu ve yeterliliği incelenmiştir. Belirlenen potansiyel yangın alanlarının tamamı (toplam 9 adet) I. dereceden yangına hassas bölgede yer almaktadır. Çalışmadan elde edilen önemli sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

Çalışma alanı içerisindeki yol ağının uzunluğu 866,36 km'dir. Mevcut yol ağının %6,19'unun asfalt yol, %42,37'sinin stabilize yol ve %51,44'ünün orman yolu olduğu belirlenmiştir. Çalışma alanındaki yol ağı standartlarının %58,47'si iyi, %38,5'i orta ve %2,85'i kötü durumda olduğu belirlenmiştir.

Çalışma alanı içerisinde son 10 yılda meydana gelen 9 adet orman yangını potansiyel yangın alanları olarak seçilmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre mevcut ilk müdahale ekibinin belirlenen potansiyel yangın alanlarından 6 tanesine 20 dakikalık kritik müdahale süresinde ulaştığı ve 3 tanesinin ise 20 dakikadan uzun bir sürede ulaşabildiği belirlenmiştir.

Çalışma alanı içerisinde bulunan ilk müdahale ekibi lokasyonu çalışma alanına uygun bir yerde kurulmuş olup genel olarak kritik müdahale süresi içerisinde potansiyel yangın alanlarına ulaşabileceği belirlenmiştir. Kritik müdahale süresi içerisinde ulaşılamayan yerlere ise vaktinde ulaşımı sağlayabilmek için yeni yol ağları geliştirilmelidir.

Çalışma alanının I. Dereceden yangına hassas olması, bölgede yangın öncesinde, yangın esnasında ve yangın sonrasında alınması gereken koruyucu, önleyici ve engelleyici tedbirlerin ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Network 2001, daha çok üretim planlaması ve transport problemlerinde toplam maliyetin minimize edilmesi amacıyla kullanılmıştır. Orman yangınlarında ise optimum yol güzergahının belirlenerek en kısa sürede ulaşımı sağlamak amacı ile ülkemizde ilk kez kullanılmıştır.

Yenilenebilir doğal kaynakların başında gelen ormanlarımızın bugünün ve gelecek kuşakların ihtiyacını karşılayabilmesi ve aynı zamanda etkin bir şekilde korunabilmesi için sürdürülebilir ve optimum verimliliği sağlayacak modern yöntemlerle yönetilmesi gerekmektedir. Orman alanlarımızın sayısal veri tabanının geliştirilmesi ve özellikle mevcut yol ağlarının tamamının sayısallaştırılarak bilgisayar ortamına aktarılması durumunda Network 2001 programı kullanılarak daha hızlı ve etkili çözümler elde edilebilecektir. Türkiye genelinde uygulanabilecek ve böylece orman yangınlarına karşı daha hızlı ve etkili müdahale imkanı sağlanacaktır.

KAYNAKLAR

- Akay, A. E., Erdaş, O., Kardeş, İ. R., 2006. Sediment Üretimini En Aza İndiren Orman Yolu Güzergahının Seçiminde CBS ve Optimizasyon Tekniklerinin Kullanılması. 1.Uzaktan Algılama-CBS Çalıştayı, 27-29 Kasım, İTÜ, İstanbul.
- Akay, A.E. ve Şakar, D., 2009. Yangın Sahasına En Kısa Sürede Ulaşımı Sağlayan Optimum Güzergahın Belirlenmesinde CBS Tabanlı Karar Destekleme Sisteminin Kullanılması. TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi. 02-06 Kasım. İzmir.
- Bekerci, A., ve Erkan, A., 2004. 5 Nisan 2000 tarihinde Ülkemizde Meydana Gelen Orman Yangınlarının Meteorolojik Analizi. DMİ Yayınları. Yayın no: 2004/03. Ankara.
- Bilici, E., 2008. Orman Yangın Emniyet Yolları ve Şeritleri ile Orman Yol Şebekelerinin Entegrasyonu, Planlamaları ve Uygulamaları Üzerine Bir Araştırma. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. 134 s.
- Chung, W., and Sessions, J., 2001. NETWORK 2001 - Transportation Planning under Multiple Objectives. In: Proceedings, The International Mountain Logging and 11th Pacific Northwest Skyline Symposium, December 10-12, Seattle, WA, USA.
- Erdaş, O., 1997. Orman Yolları. Cilt I-II. K.T.Ü. Basımevi. Yayın No:187. Trabzon. 744s.
- OMO, 2008. Antalya Orman Bölge Müdürlüğü Serik ve Taşagül Orman İşletme Müdürlüklerinde 31 Temmuz 2008-04 Ağustos 2008 Tarihleri Arasında Çıkan Orman Yangınına İlişkin Orman Mühendisleri Odası Komisyon Raporu. http://www.ormuh.org.tr/attachments/-01_Antalya%20yan%20rap.pdf Erişim Tarihi: 15/05/2014.
- Sessions, J., Chung, W., Heinemann, H. R., 2001. New Algorithms for Solving Large Scale Harvesting and Transportation Problems Including Environmental Constraints. in Proc. of the FAO/ECE/ILO Workshop on New Trends in Wood Harvesting with Cable Systems for Sustainable Forest Management in Mountain Forests, June 18-24, Ossiach, Austria.
- TDŞM, 2010. Trafik Denetleme Şube Müdürlüğü, İstanbul. http://trfdenetleme.iem.gov.tr/asiri_hiz.aspx Erişim Tarihi: 15/05/2014.
- Varol, T., Özel, H. B., Macaroğlu, K., 2010. Network Analizinin Orman Yangınlarında Kullanım Olanakları (Yenihan Orman İşletme Şefliği Örnek Çalışması). III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi. 20-22 Mayıs, Artvin. Cilt: III. s: 1262-1269.