

## RÜZGÂR HIZI VE YANGIN ŞEKLİ

Yrd. Doç. Dr. R. Tamer ÖYMEN<sup>1</sup>

### Kısa Özet

Düzensiz bir görünüme sahip olan orman yangınları genel hatları itibariyle kabaca bir elipse benzer. Yapılan araştırmalar yangın şeklini en iyi birleşik iki yarıelipsin belirlediğini göstermektedir. Basit elips de oldukça yaklaşık olarak yangın alanını temsil etmektedir.

Orman yangınlarında elips eksenlerinin boyutları büyük ölçüde rüzgâr tarafından belirlenmektedir. Rüzgâr hızının «O» olması halinde teorik olarak dairesel görünümlü olan yangın, rüzgâr hızının artmasına paralel olarak dar ve uzun eliptik bir görünüm kazanmaktadır. Bu nedenle, orman yangınlarında yangın davranışlarını tahmine yönelik kantitatif yaklaşımlar için rüzgâr hızı önemli bir değişken niteliği taşımaktadır. Rüzgâr hızı, deneysel ve matematiksel olarak geliştirilen eşitliklerde kullanılarak yangın alanı boyutları yaklaşık olarak saptanabilmektedir.

### G İ R İ Ş

Orman yangınları hemen başlangıçta dairesel şekilli olmalarına karşın, daha sonra rüzgâr, eğim ve diğer çevresel etkenler nedeniyle eliptik bir şekil alır (Curry ve Fons 1938, Hawley ve Stickel 1948, Pirsko 1961, McArthur 1966, Peet 1967, Brown ve Davis 1973, Albini ve diğerleri 1978). McArthur, rüzgâr hızı arttıkça yangın alanının daha dar ve uzun bir görünüm aldığını belirtmektedir.

Genelde yangın şeklini belirleyen etkenlerin en önemlisi rüzgârdır. Yangının yayılma hızı, alan ve çevre değerlerine ait tahminler için geliştirilen eşitliklerde çoğunlukla rüzgâr hızı esas değişken olarak alınmaktadır. (Öymen 1986).

#### Rüzgâr Hızı :

Orman tepe örtüsünün altında rüzgâr, çeşitli araştırmacılara göre (Fons 1940, Geiger 1966, Shaw 1977) zemine kadar sabit hıza sahiptir. Ağaç tacı, tepeden en alttaki canlı yapıtlara kadar hava akımını engelleyici bir etki yaratır. Albini ve Baughman (1979) rüzgâr

<sup>1</sup> I.Ü. Orman Fakültesi, Orman Entomolojisi ve Koruma Anabilim Dalı.

hızını tahmin etmek için yaptıkları çalışmalar sonucu meşcere tepe örtüsü seviyesinde, tepe örtüsü altında ve tepe örtüsünün 6 m üstündeki rüzgâr hızları arasında oransal eşitlikler geliştirmişlerdir.

$$\frac{U_c}{U_{H}} = \frac{0,555}{\sqrt{fH}}$$

$U_c$  = Tepe örtüsü altında rüzgâr hızı, m/sn

$U_{H}$  = Tepe örtüsü üstünde rüzgâr hızı, m/sn

$f$  = Ağaç tacı hacim faktörü

$H$  = Ağaç yüksekliği, m

Ağaç tacı hacim faktörü, ağaçların genel karakteri ve kapalılık durumuna göre Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1  
Ağaç tacı hacim faktörü (f)

Meşcere kapalılığı	Gölgeye dayanıklı ağaç türleri		Gölgeye dayanıklı olmayan ağaç türleri	
	Genç	Olgun	Genç	Olgun
Kapalı	32	24	16	8
Açık	9	7	7	5

$U_c$  ağaç tepesinden zemine kadar uygulanabildiğinden alev orta yüksekliğindeki rüzgâr hızı olarak alınabilir. Genellikle alev orta yüksekliğindeki rüzgâr hızı ( $U_c$ ), meşcere tepe örtüsünün 6 m üstündeki rüzgâr hızına ( $U_{6+H}$ ) dayanılarak hesaplandığından Albini ve Baughman geliştirdikleri bir eşitlikle bu iki rüzgâr hızının oransal değerini logaritmik rüzgâr profili eşitliğinden yararlanarak belirlemişlerdir.

$$\frac{U_c}{U_{6+H}} = \frac{0,555}{\sqrt{fH} \ln [(20 + 0,36H) / 0,13H]}$$

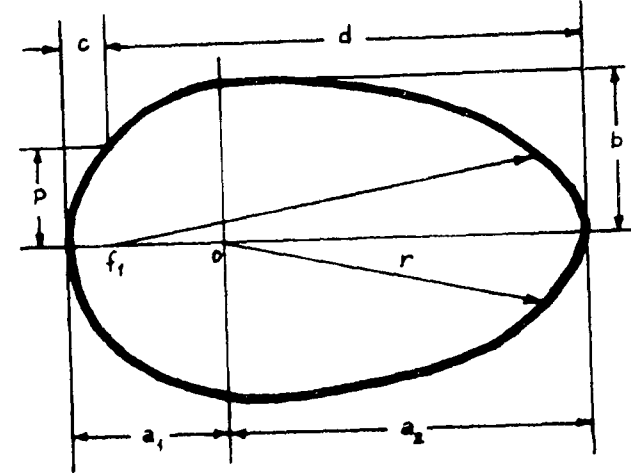
Yukarıdaki eşitliğe göre bulunan  $U_c/U_{6+H}$  oranından  $U_c$  kolaylıkla hesaplanabilir.

#### Yangın Şekli :

Açık alanlardaki yangın şekilleri detaylı olarak ele alınırsa genellikle çok düzensizdir. Ancak kabaca göz önüne alındığında, özellikle rüzgârla gelişen yangınlarda genel şekil

bir elipse benzer. Yapılan gözlemlere göre yangın şeklini en iyi birleşik iki yarı elips belirlemektedir. Burada, iki yarı elips ve basit elips şekillerine göre yanan alanların yüzey ve çevresel değerlerini hesaplamaya olanak verecek rüzgâr hızı değişkenine bağlı veriler açıklanacaktır.

Yangın şeklini en iyi belirleyen iki yarı elipsden oluşan şekildir. Alan ve çevre değerlerinin hesaplanmasında kullanılacak iki yarı elips modeline ait boyutlar Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Birleşik iki yarıelipse ait boyutlar.

Şekil 1'de

$f_1$  = Yangın başlangıç noktası (odak)

$a_1$  = Yangın gerisindeki yarıelipse ait büyük eksen

$a_2$  = Yangın ilerisindeki yarıelipse ait büyük eksen

$b$  = Ortak yarı eksen, yan yangını maksimum yayılma mesafesi

$c$  = Arka yangın yayılma mesafesi

$p$  =  $f_1$ 'de yan yangını yayılma mesafesi

$d$  = Ön yangının  $f_1$ 'den itibaren ulaştığı maksimum mesafe olarak belirtilmiştir.

Rüzgâr hızının fonksiyonu ve ileri doğru yayılma mesafesinin ( $d$ ) oranları olarak aşağıdaki boyutlara ait eşitlikler, logaritma alınarak doğrusal hale getirilen regresyonların en küçük kareler yöntemi ile katsayılarının belirlenmesiyle bulunmuştur.

$$\begin{aligned}
 c &= 0.492 \text{ Exp } (-0.2969U) \\
 p &= 0.542 \text{ Exp } (-0.2386U) \\
 a_1 &= 2.502 \text{ Exp } (141.6U) - 0.30 \\
 a_2 &= 1 + c - a_1 \\
 b &= 0.534 \text{ Exp } (-0.1864U)
 \end{aligned}$$

Bu eşitlikler birleşik iki yarıelips görünümü yangın şeklinin önemli boyutlarını verir. Bu boyutlar, yangının ileri doğru yayılma mesafesi (d) ile birlikte kullanılırsa yangının daha sonraki aşamalarda gelişimini tahmin edebiliriz.

İki yarıelips görünümü şeklin alanı ve çevre uzunluğu aşağıdaki eşitliklerle bulunabilir.

$$\text{Alan} = \frac{\pi b d^2}{2} (a_1 + a_2) \quad (\text{m}^2)$$

$$\text{Çevre} = \frac{\pi k_1 d}{2} (a_1 + b) + \frac{\pi k_2 d}{2} (a_2 + b) \quad (\text{m})$$

$$k_n = 1 + \frac{M_n^2}{4} + \frac{M_n^4}{64} + \frac{M_n^6}{256} \dots \dots \dots (\text{Bauneister 1958})$$

$$M_n = (a_n - b) / (a_n + b)$$

Yukarıdaki  $k_n$  eşitliği,  $M_n^2$  den sonraki terimler dikkate alınmadan % 1 hata ile,

$$k_n = 1 + \frac{M_n^2}{4} \quad \text{şeklinde yazılabilir.}$$

Yangın şeklinin grafik olarak gösterilmesi için büyük ve küçük eksenlerin kesişme noktası (0) orijin olarak kullanılarak çevre belirlenir. Çevre üzerinde herhangi bir nokta :

$\text{Cos } \theta \geq 0$ , a pozitif bir değer ise,

$$x = (a_2 \text{Cos } \theta) d$$

$$y = (b \text{ Sin } \theta) d$$

$\text{Cos } \theta < 0$ , a negatif bir değer ise,

$$x = (a_1 \text{Cos } \theta) d$$

$$y = (b \text{ Sin } \theta) d$$

şeklinde belirlenir. Burada  $\theta$  yangın ilerleme yönü ile orijin noktası «0» daki açılma de-

ğerdir. Yangının  $(c-a_1)$  olarak ifade edilen başlangıç noktası arka yangını içeren elipsin odak noktasıdır.

Yukarıdaki eşitliklerle yanan alanı ve çevresini hesaplamak mümkündür. Sadece alev yarı yüksekliğindeki rüzgâr hızı ve yangının ileri doğru yayılma hızının bilinmesi yeterlidir.

Yangın alanı basit elips şeklinde düşünülürse, alan ve çevre değerleri için gerekli eşitlikler şunlardır :

$$\text{Alan} = \pi ab \quad (\text{m}^2)$$

$$\text{Çevre} = (a + b) k\pi \quad (\text{m})$$

a = Büyük eksenin yarıları

b = Küçük eksenin yarıları

$$k = 1 + \frac{M_n^2}{4} + \frac{M_n^4}{64} + \frac{M_n^6}{256}$$

$$M_n = (a_n - b) / (a_n + b)$$

Yukarıdaki alan eşitliğinden b'yi belirleyip çevre eşitliğinde yerine koyarsak,

$$\pi k a^2 - a\text{Ç} + kA = 0 \quad \text{olur.}$$

Buradan a ve b eksenlerine ait eşitlikler,

$$a = \frac{\text{Ç}}{2\pi k} + \frac{\sqrt{\text{Ç}^2 - 4\pi k^2 A}}{2\pi k}$$

$$b = \frac{\text{Ç}}{2\pi k} - \frac{\sqrt{\text{Ç}^2 - 4\pi k^2 A}}{2\pi k} \quad \text{olarak bulunur.}$$

Basit elipse ait alan değerinin elipsin büyük ve küçük eksenlerinin birbirine oranına dayanarak saptanması yönünde çeşitli araştırmalar yapılmıştır. McArthur (1966) matematik ve deneysel olarak aşağıdaki ifadeleri ortaya koymuştur.

$l/w$  oranı  $< 7$  için ( $l$  = uzunluk,  $w$  = genişlik)

$$\text{Alan} = 4.74 (l/w)^{4.638}$$

$l/w$  oranı  $> 7$  için

$$\text{Alan} = 1.62 \times 10^{-4} (l/w)^{6.285}$$

Bu formüllerde yer alan  $l/w$  oranı Şekil 1'e göre.

$$l/w = (d + c) / 2b$$

şeklinde ifade edilebilir. c ve b, d'nin oranları olarak düşünülürse bu formül,

$$l/w = (1 + c)2b \quad \text{olur.}$$

Bu formülde daha önce verilen  $c = 0.492 \text{ Exp } (-0.2969U)$  ve  $b = 0.534 \text{ Exp } (-0.1846U)$  değerlerini yerine koyar ve gerekli sadeleştirmeleri yaparsak,

$$l/w = 0.936 \text{ Exp } (0.1846U) + 0.461 \text{ Exp } (-0.1113U)$$

bulunur. ( $U = 0.50 \text{ m}$  veya alev orta yüksekliğinde rüzgâr hızı, m/sn).

Ayrıca Fons (1940), l/w oranı ile rüzgâr hızı arasında doğrusal bir ilişki bulmuş ve bunu aşağıdaki formülle ifade etmiştir.

$$l/w = (d + c)/2b = 1.0 + 0.8U$$

Yukarıda belirtilen formüllere göre bulunan l/w oranının 7'den büyük veya küçük değer taşımaya göre belirlenen McArthur eşitliklerinden birisi veya Fons formülünde 0.5 m yükseklik veya alev orta yüksekliğindeki rüzgâr hızı (U) kullanılarak elipse ait alan değeri hesaplanabilir.

#### KAYNAKLAR

- ALBINI, FRANK, A. 1976. *Estimating wildfire behavior and effects. Gen. Tech. Rep. INT-30. Ogden, UT., U.S. Dept. of Agric., Forest Service, Intermountain Forest and Range Exp. Station 92pp.*
- ALBINI, F.A. and BAUGHMAN, R.G. 1979. *Estimating windspeeds for predicting wildland fire behavior. Res. Pap. INT-221. Ogden, UT., U.S. Dept. of Agric. Forest Serv., Intermountain Forest and Range Exp. Station, 12pp.*
- ALBINI, F.A., KOROVIN, G.N. and GORAVAYA, E.H. 1978. *Mathematical analysis of forest fire suppression. Res. Pap. INT-207. Ogden, UT., U.S. Dept. of Agric. Forest Serv., Intermountain Forest and Range Exp. Station, 19pp.*
- BAUNEISTER, THEODORE 1958. *Mark's mechanical engineers handbook. 6th ed. New York, McGraw Hill Comp.*
- BROWN, A.A. and DAVIS, K.P. 1973. *Forest fire: control and use. 2nd ed. New York, McGraw Hill Comp., 686pp.*
- CURRY, J.R. and FONS, W.L. 1938. *Rate of spread of surface fires in the ponderosa pine type of California. J. Agric. Res. 57(4): 239 - 267.*
- FONS, WALLACE L. 1940. *Forest fuels progress report No: 6. California Forest and Range Experiment Station.*
- GEIGER, R. 1966. *The climate near the ground. Harvard Univ. Press. Cambridge, Mass., 611pp.*

HAWLEY, R.C. and STICKEL, P.W. 1948. *Forest protection. New York, John Wiley and Sons, Inc., 355pp.*

McARTHUR, A.G. 1966. *Weather and grassland fire behavior. Leaflet No. 100, P.D.C. 431.1 - 431.6. Canberra, Australia: Forest Research Institute, 21pp.*

OYMEN, R.T. 1986. *Yangın Davranışlarını Belirleyen Bazı Etkenler ve Kantitatif Yaklaşımlar (Baskıda).*

PEET, G.B. 1967. *The shape of wild fires in Jarrah forest. Austr. For., 31(2): 121-127.*

PIRSKO, ARTHUR R. 1961. *Alinement chart for perimeter increase of fires. Fire Control Notes 22 (1): 1-4.*

SHAW, R.H. 1977. *Secondary windspeed maxima inside plant canopies. J. Appl. Meteorol., 16(5): 514 - 521.*