

Factores que Afectan a los Incendios Forestales en las Provincias Forestales de Serik y Taşagıl (SW Anatolia, Turquía)¹

Ufuk Coşgun², Armando González-Cabán³

Resumen

Este estudio se realizó para determinar los factores causantes de los incendios forestales en las provincias de Serik y Taşagıl del Directorio Forestal Regional de Anatolia, Turquía. Las 78 aldeas forestales en las provincias forestales vecinas fueron escenario del incendio forestal más grande (15,000 hectáreas) en la historia de Turquía. El área se caracteriza por tener una alta frecuencia de incendios forestales.

Para el estudio usamos 21 características forestales relacionadas, 22 factores socioeconómicos, el número de incendios forestales y dos índices diferentes derivados de factores climáticos para el periodo 1998-2010. Auscultando diferentes bases de datos a nivel local, regional y nacional conseguimos la información sobre los factores socioeconómicos. Seleccionamos 45 factores de las 78 aldeas forestales y las usamos en el análisis. Para determinar los grupos de factores más importantes afectando la ocurrencia de incendios en la región usamos múltiples técnicas de análisis numérico como análisis de factores, análisis de agrupamiento y análisis de regresión múltiple. Aplicamos análisis separados para las provincias forestales de Taşagıl y Serik.

Los resultados muestran que para la provincia forestal de Taşagıl cuatro grupos, incluyendo 11 variables, tienen el mayor poder explicativo, y explican el 85% de la varianza total. De igual forma, para la provincia forestal de Serik cuatro grupos conteniendo 14 variables explican el 87% de la varianza total. Los grupos de factores para las provincias forestales de Taşagıl y Serik se usaron para clasificarlos por la carga de incendios forestales lo que puede ser una herramienta útil para el manejo del fuego en la región.

Palabras claves: Factores socioeconomicos, factores sociales-peligro de incendios, funciones de correlación, manejo forestal.

¹ Una versión abreviada de este trabajo se presentó en el Quinto Simposio Internacional sobre Políticas, Planificación y Economía de Incendios Forestales: Servicios Ambientales e Incendios Forestales, 14-18 de noviembre de 2016, Tegucigalpa, Honduras.

² Associate Professor, Forest Faculty, Karabuk University, Karabuk, Turkey.

³ Research Economist, Urban Ecosystem and System Dynamics Program, Pacific Southwest Research Station, USDA Forest Service, 4955 Canyon Crest Dr., Riverside, CA 92057 USA

Introducción

Los bosques de Turquía forman parte de los Bosques Mediterráneos, y los bosques Turcos en las Regiones Mediterráneas y Egeas tienen muchas similitudes ecológicas con los bosques mediterráneos. Sin embargo, la estructura física y su posición geográfica son bien diferentes a otros países que tienen un cinturón de bosque mediterráneo. Esta diferencia se manifiesta en su diversidad biológica. Además, la estructura socioeconómica de Turquía difiere de la de los otros países mediterráneos. El Ministerio de Asuntos Forestales y del Agua administra los bosques en Turquía. La unidad más grande de manejo es el Directorado General Forestal (DGF) cuya misión es el manejo, protección y desarrollo de las 21.3 millones de hectáreas forestales en Turquía. A nivel nacional el DGF trabaja con 27 “Directorados Generales Forestales” equivalentes regionales. Durante el periodo de 1937 a 2010 se contabilizaron en Turquía 86,769 incendios forestales que afectaron más de 1.6 millones de hectáreas.

En las regiones Mediterráneas y Egeas hay un total de 10 “Directorados Generales Forestales”. De toda el área afectada por incendios forestales entre 2000 al 2009, el 81% ocurrió en los 10 Directorados Generales Forestales en las primeras 10 áreas. Cuando estas áreas se clasifican por el área de incendio afectada, la mayor parte de ellas están en el Directorado General Forestal de Antalya. Las primeras 10 áreas son responsables por 63.35% del total de incendios ocurridos en el periodo del 2000 al 2010. El Directorado General Forestal de Antalya es el segundo en número de incendios forestales.

El sistema de combate de incendios en Turquía trabaja principalmente en actividades pos-incendios. Como resultado la mayoría de los recursos de combate se usan en actividades de extinción pos-incendios. Los DGFs, que manejan efectivamente los incendios forestales, pueden desarrollar un plan de acción manteniendo sus equipos esperando en un lugar fijo en caso que surja algún incendio forestal (después de recibir notificación de la ocurrencia de un incendio) y tomar acción ((Sistema Pasivo de Defensa) (Akkas et al. 2008).

El enfoque de los DGFs hacia las medidas de prevención es el siguiente: “... En Turquía el 91% de los incendios forestales son de causa antropogénica. Por lo tanto, la base de todas las medidas preventivas es la educación social. Se debe realizar estudios necesarios para aumentar la sensibilización en las universidades, escuelas secundarias, escuelas primarias, aldeas, ciudades, aldeas de verano y lugares religiosos; y entre los trabajadores de los sectores de turismo y acampar (Doğan, 2009).

“... El hecho de que las causas de los incendios forestales en Turquía son antropogénicas demuestra la importancia de realizar estudios socioeconómicos sobre las comunidades. Por lo tanto, resulta más lógico en un país donde el 91% de los

incendios son de origen antropogénico, comenzar con urgencia a estudiar los factores sociales del peligro de incendios en base a variables socioeconómicas en vez de financiar esfuerzos para desarrollar un sistema de evaluación de riesgo asociado a variables naturales como sustancias inflamables y condiciones meteorológicas”. (Akkaş et al., 2008).

Varios estudios internacionales y nacionales sobre el tema se han realizado. En Portugal, en su estudio sobre la relación entre los incendios forestales y parámetros socioeconómicos y agroforestería, Almeida y Moura (1992), recogieron información sobre agroforestería y parámetros socioeconómicos relacionados a incendios forestales en 274 unidades rurales. Utilizando un análisis de componentes principales y calificación identificaron 8 grupos de asentamientos en el área. El estudio identificó información y parámetros efectivos en cada grupo como punto de partida para la prevención de incendios.

En el 1986, Almeida et al., identificó 3 grandes grupos (humano, ganado y ocupaciones agrícolas) que creían asociadas con los incendios forestales. Las variables seleccionadas fueron reorganizadas para las áreas de asentamientos humanos con condiciones homogéneas de zonificación por que el área tenía una estructura socioeconómica muy heterogénea. Se desarrolló una matriz de datos basada en las 274 unidades y las 27 variables. La base de datos se analizó para identificar si había inter relaciones.

Kallidromitou et al. (1999), definió factores socioeconómicos y tipos y número de incendios forestales en su estudio sobre “manejo incendios forestal y sistema de protección de incendio”. La causa principal de los incendios forestales en muchas regiones Mediterráneas son los factores socioeconómicos; estos son los elementos básicos de la clasificación de causas. Para caracterizar la predicción del número de incendios en una unidad de área, y los factores causándolos se necesita la aplicación del Modelo de Riesgo Socioeconómico (SER en inglés). Considerando los factores de riesgo se formularon las clases de análisis apropiadas. Se usaron dos métodos diferentes. Para el modelo socioeconómico se identificó cinco factores específicos analizando información de 4 áreas forestales y medidas cualitativas. El modelo SER usa 156 variables de riesgo. Las áreas de estudio se clasificaron de acuerdo a 10 características principales (Forestal, Ganado, Agricultura, Uso de la Tierra, Estructura Demográfica, etc.) y 48 subgrupos.

En nuestro estudio, los factores socioeconómicos afectando los incendios forestales se determinaron mediante un análisis de factores de 45 variables socioeconómicas. Basado en las mismas 45 variables se realizó el agrupamiento de las aldeas a nivel provincial y regional mediante el análisis de clúster. La clasificación de los incendios forestales para el periodo del 1998 al 2010 se hizo de acuerdo a su número; y las funciones de relación entre los factores socioeconómicos y los

incendios forestales se desarrollaron mediante análisis de regresión múltiple, incluyendo el método de regresión gradual.

En las áreas de trabajo de los DMF de Taşağıl y Serik se clasificaron las aldeas en base a la distribución de incendios forestales entre 1979 y 2010. Los grupos de factores están compuestos por variables socioeconómicas efectivas en explicar la ocurrencia de incendios forestales. Las aldeas forestales fueron también clasificadas de acuerdo a los grupos de factores. Las aldeas forestales con el mayor número de incendios forestales se comportaban igual que la clasificación de las causas socioeconómicas de los incendios forestales. Por tal razón llamamos estos factores “factores sociales de riesgo de incendios”.

La “función de correlación de razones socioeconómicas-incendio” se determinó entre los incendios forestales de las aldeas forestales en las áreas de trabajo de los DMF de Taşağıl y Serik y las razones socioeconómicas. En este estudio observamos que en las aldeas con el mayor número de incendios para el periodo de 1979 al 2010 se comportan igual que las aldeas clasificadas en la primera posición de acuerdo a las variables usadas en la presente función.

Metodos y Materiales

La información para este estudio son datos estadísticos sobre los incendios forestales ocurridos en el DGF de Antalya, Turquía. La información socioeconómica provino del Instituto de Estadísticas de Turquía (TUIK) y de fuentes del Distrito Gubernamental de Serik como el Directorado del Distrito Agrícola, y el Directorado de Manejo Forestal; y del Distrito Gubernamental de Manavgat, donde el pueblo de Taşağıl está, el Directorado del Distrito Agrícola de Manavgat, Directorado del Manejo Forestal de Taşağıl y registros de Directorado Forestal Regional de Antalya.

Tabla 1—Número de aldeas forestales y Directorado de empresas forestales muestradas

Pueblos/Empresas Forestales	Número de aldeas
Manavgat/Taşağıl	26
Serik	52
Tolam	78

Se estudiaron como posibles variables el número de incendios forestales en aldeas asociadas al Directorado de Manejo Forestal de Serik and Taşağıl y algunas

características socioeconómicas de la gente viviendo en estas aldeas. En la Tabla 1 se presenta la distribución de aldeas examinadas en el Directorado de Manejo Forestal de Serik and Taşağıl. Se evaluaron las variables socioeconómicas de las 78 aldeas obtenidas del Directorado de Manejo Forestal de ambos pueblos y la distribución de incendios forestales ocurrida en estas aldeas entre el 1998 y el 2010. Utilizamos un método de escaneo de fuente para recoger la información de instituciones y organizaciones asociadas. También se evaluaron artículos sobre factores socioeconómicos. Los factores socioeconómicos contribuyendo a los incendios forestales en Serik y Taşağıl en los DMF incluyen 45 variables clasificadas de acuerdo al objetivo del asunto principal (Tabla 2).

Tabla 2—Distribución General de las Variables Socioeconómicas

Variables	Número
Area Forestal	21
Población y Nivel de Educación	7
Agricultura y Ganaderia	6
Estatus de Empleo	3
Çalışan Nüfusun Is Kollarına Dağılımı	5
Número de Incendios Forestales (1998-2010)	1
Indice de Incendios Forestales	2
Total	45

Los datos se evaluaron en dos etapas. En la primera etapa los datos del DFG de Antalya y los DMF de Serik y Taşağıl se evaluaron con medidas estadísticas básicas como totales, promedios y porcentajes. En la segunda etapa usamos múltiples métodos de análisis numérico para evaluar los datos socioeconómicos de ambos DMF.

Usando análisis de factores, análisis de clúster y análisis de regresión múltiple se examinó la relación entre el número de incendios forestales ocurridos en las aldeas forestales y la estructura de la población de las aldeas (Anonym 2012). Nos dimos cuenta que en el análisis de factores para el primer grupo muchas variables entraron en el mismo grupo de factores. Con la intención de identificar las variables más efectivas, en el primer grupo tomamos en consideración aquellas variables con un factor de ponderación de 0.8 o más.

Luego usando el método de varianza mínima de agrupamiento (WARD en inglés) (Murtagh and Legendre 2011) examinamos el agrupamiento de los asentamientos. Esto reveló como los asentamientos se agrupan de acuerdo a las variables socioeconómicas seleccionadas. El agrupamiento de las aldeas fue monitoreado a nivel distrital y regional usando el análisis de clúster de acuerdo a las

45 variables socioeconómicas. Usamos el análisis de regresión múltiple para examinar la relación entre las 45 variables socioeconómicas por distrito y el número de incendios ocurridos en el periodo de 1998 al 2008. Las relaciones funcionales entre las variables socioeconómicas seleccionadas y los incendios forestales fueron identificadas mediante análisis de regresión múltiple y de regresión gradual.

Discusión and Resultados

Incendios Forestales en el Directorado Regional de Incendios Forestales de Antalya

Más de 6,000 incendios forestales ocurridos en el Directorado Regional de Incendios Forestales (DRIF) de Antalya entre 1979 al 2011, afectaron 56,243 hectáreas (Anonym a, 2011), (Table 3). De ese total, un poco más del 57% ocurrieron en los Directorado de Manejo Forestal (DMF) de Serik y Taşşagıl. Para este periodo la cantidad de área más afectada (35%) fue en el DMF de Taşşagıl, seguido del DMF de Serik (22%) (Anonym a, 2011). Cuando los DMF son clasificados de acuerdo al número de incendios el de Serik es el segundo y el de Taşşagıl es el quinto (Tabla 3).

El asentamiento de Etler en el DMF de Serik reportó el mayor número de incendios (12%), seguido por Yumaklar (11), y las aldeas de Akbaş y Alacami (7%) (Tabla 4) (Coşgun et al. 2010). En el DMF de Taşşagıl el asentamiento con mayor número de incendios fue la aldea de Sağırin (13%), seguida por las aldeas de Çardak (11%), Bozyaka, Karabük (9%), y Altınkaya (8%) (Table 5) (Coşgun et al. 2010).

Tabla 3—Área de incendios forestal en las Empresas Forestales del 1979 al 2011

Empresas Forestales	Número de incendios	Área Total
Aksek	363	727.29
Alanya	692	3098.65
Antalya	1255	5869.57
Elmalı	35	153.49
Finike	162	1042.45
Gazipaşa	385	1345.20
Gündoğmuş	346	1976.91
Kaş	578	2971.79
Korkuteli	78	117.78
Kumluca	372	3176.10
Manavgat	721	3688.31
Serik	908	12460.96
Taşşagıl	591	19619.71
Total	6486	56248.21

Tabla 4—Distribución de los incendios forestales ocurridos en el Área de Distribution Alojamiento de las Empresas Forestales en el Directorado de Tierras de Serik (1998–2008)

Nombre de Aldea	1	5	20	50	200	500	500+	Total
Akbas	14	4	1	2	2	1	1	5
Akcapınar	1							1
Alacamı	22	1			1			24
Asagioba	2	2						4
Belek	9	3						12
Bilginler	11		1					12
Bozdogan	9	3						12
Bucak		4						4
Bugus	5	1		1		1		8
Catallar	6	1						7
Demirciler	4	2						6
Deniztepesi	5	2						7
Etler	38	5						43
Gebiz	15	3	1	1				20
Gokcepinar	19		1					20
Haciosmanlar	1							1
Hasdumen	7	3						10
Hasgebe	8	1	1					10
Haskızılören	3							3
Kadriye	7	1						8
Kayadibi	3							3
Kırbas	13	3						16
Kozan	14	4						18
Kumkoy	16	1	1	1				19
Sariabalı	7	4						11
Serik	1							1
Tekke	1							1
Tonguclu	11							11
Yesilvadi	3							3
Yesilyurt	3		1					4
Yumaklar	37	4	1					42
Zırlankaya	1							1
Total	296	52	8	5	3	2	1	367

Tabla 5— Distribución de los incendios forestales ocurridos en el Área de Distribution Alojamiento de las Empresas Forestales en el Directorado de Tierras de Taşagıl (1998–2008)

Nombre de Aldea	1	5	20	50	200	500	500+	Total
Altinkaya	13	3	1					17
Ballıbucak	7	2						9
Bereket		1	1					2
Beydığın	7	5	1					13
Bozyaka	11	6					1	18
Burmahan	6						1	7
Cakıs	1							1
Cardak	17	5	2					24
Cavuskoy	1							1
Degirmenozu		2						2
Demirciler	1	1						2
Denizkent	1	1						2
Duzagac	3	2						5
Gaziler	1	1						2
Gundogdu	5	1						6
Hocalar	5	1	1					7
Karabucak	1	4						5
Karabuk	15	3						18
Kırkavak	3	2						5
Kısalar	1							1
Kızıldag	4	5	1					10
Sagırın	18	7	1				1	27
Salur	1							1
Tasagıl	8	2	1	1				12
Yavrudogan	7	2						9
Yesilbag	1		1			1		3
Yesilvadi	1							1
Total	139	56	10	1		1	3	210

Factores Socioeconómicos Relacionados con los Incendios en los Directorados de Manejo Forestal Socioeconomic

Usando el método de análisis de factores determinamos la relación entre el número de incendios y los factores socioeconómicos en el DMF de Taşagıl (Tablas 6, 7 y 8).

Se usó el test KMO (Kaiser 1974, Cemi and Kaiser 1977) (Tabla 6) para determinar cuan robustas eran las variables usadas en el análisis de factores. La matriz de variables demostró 4 factores con un alto poder explicativo de 84.7% (Tabla 7).

Tabla 6—Test de KMO y Bartlett de Análisis de Facotes para el Directorado de Manejo Forestal de Taşagıl

Test KMO y Bartlett			
Medida de Adecuación de la muestra Kaiser-Meyer-Olkin.			0.565
Test de Esfericidad de Bartlett	Chi-Square Approx.		206.414
	df		55
	Sig.		0.000

Tabla 7—Varianza Total Explicada por el análisis de Factores para el Directorado de Manejo Forestal de Taşagıl

Varianza Total Explicada									
Componente	Valores Eigen iniciales			Cargas de Extracción de la Suma de los Cuadrados			Carga de la Rotación de la Suma de los Cuadrados		
	Total	%	Cumulativo	Total	%	Cumulativo	Total	%	Cumulativo
		Varianza	%		Varianza	%		Varianza	%
1	3,735	33.95	33.95	3,735	33.95	33.95	3,166	28.78	28.78
2	2,400	21.82	55.77	2,400	21.82	55.77	2,306	20.97	49.748
3	1,877	17.07	72.84	1,877	17.07	72.84	2,033	18.48	68.228
4	1,306	11.87	84.71	1,306	11.87	84.71	1,814	16.49	84.71

Tabla 8—Matriz de Componentes Rotada del Análisis de Factores para el Directorado de Manejo Forestal de Taşagıl

Matriz de Componentes Rotada				
Variables	Componente			
	1	2	3	4
KPL3	0.887			
BNT3	0.867			
GLSMCGC	0.928			
M4	0.844			
ILKMZN		-0.856		
INSTSNY		0.902		
HBNUF		0.764		
KPL1			0.949	
GLSMCGA			0.971	
M3				0.888
HBKBHS				0.905

El análisis demostró que hay diferentes variables en los cuatro factores (Tabla 8). Entre las variables explicando la relación entre los factores socioeconómicos y los incendios forestales están la proximidad al bosque, lugar (lugar de crecimiento, fortaleza de clase de productividad), estructura de edad del rodal, y clase de peligro de incendios. A este factor lo podemos llamar “calificador de áreas forestales de Calidad-Alto-Valor”. El segundo factor incluye variables como graduados de escuela-primaria, población trabajando en el sector de construcción, y personal por hogar. A este factor lo podemos llamar el “factor educación y empleo”. El tercer factor, llamado calificador de áreas forestales valor-bajo” e incluye las variables estructura de edad y densidad (cerrado) del bosque. El cuarto factor, llamado “agricultura de cabras y ovejas con áreas forestales de bajo-riesgo” incluye las variables peligro de incendios forestales y la presencia de ganadería menor por hogar (cabras y ovejas). En esta clasificación las aldeas se dividen en dos clases (Figura 1). En el segundo grupo hay dos aldeas que tienen el menor número de incendios forestales. En el primer grupo están las aldeas de Beydiğın, Karabucak, Karabük, Sağırin y Bozyaka; las cuales están en el rango más alto en el número de incendios

* * * H I E R A R C H I C A L
C L U S T E R A N A L Y S I S * * * * *

Dendograma usando el Método de Ward

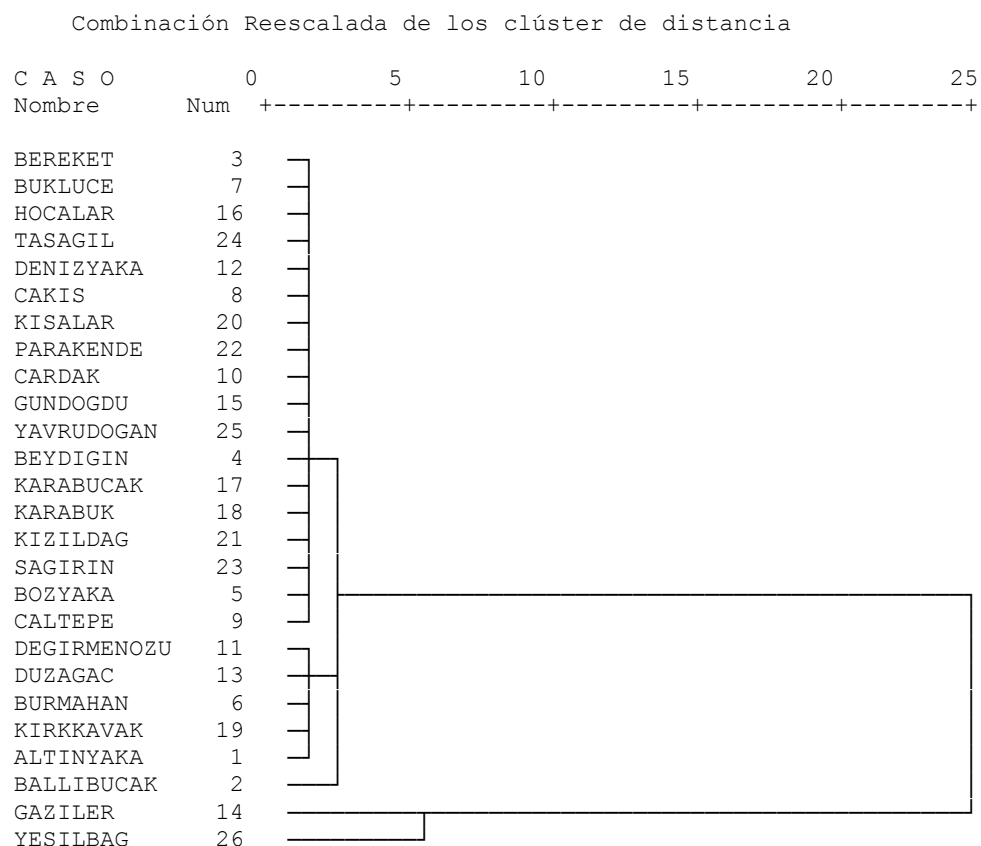


Figura 1—Clasificación de Aldeas forestales de Acuerdo a los Factores Socioeconómicos para el Directorado de Manejo Forestal de Taşagıl

En el Segundo subgrupo las aldeas de Burmahan, Kırkkavak, y Ballıbucak (excepto la aldea de Altınkaya) tienen una clasificación mediana en base al número de incendios. Los resultados, usando un análisis de regresión múltiple, entre los factores socioeconómicos y los incendios forestales para el DMF de Taşagıl son consistentes; y la relación entre variables tiene un alto grado de R^2 (Tabla 9). El análisis de varianza entre los factores socioeconómicos e incendios forestales demostró la significancia estadística de los coeficientes y las variables explicando la ecuación (Tabla 10).

Tabla 9—Resumen del Modelo de Regresión de la Relación entre los Incendios Forestales y los Factores Socioeconómicos del Directorado de Manejo Forestal de Taşagıl

Resumen del Modelo									
R	R ²	R ² Ajustada	Error Estd.	Estadísticas de Cambio				Sig. cambio en F	Durbin- Watson
				Cambio en R ²	Cambio en F	df1	df2		
0.878 ^d	0.772	0.728	4.753	0.154	14.202	1	21	0.001	1.679

Tabla 10—Análisis de Regresión Anova de la Relación entre los Incendios Forestales y los Factores Socioeconómicos del Directorado de Manejo Forestal de Taşagıl

ANOVA					
Modelo	Suma de Cuadrados	df	Promedio cuadrado	F	Sig.
Regresión	1604.01	4	401.00	17.75	0.000
Residual	474.50	21	22.60		
Total	2078.50	25			

La ecuación que describe la relación entre los incendios forestales y los factores socioeconómicos del Directorado de Manejo Forestal de Taşagıl para los años del 1979 al 2011 es:

$$Y = -63.019 + 0.274 \text{ KPL1} - 0.211 \text{ HBTARALN} + 3.143 \text{ SIINDSK} + 0.642 \text{ GLSMSGD (Table 11).}$$

Tabla 11— Coeficientes del Análisis de Regresión Anova de la Relación entre los Incendios Forestales y los Factores Socioeconómicos del Directorado de Manejo Forestal de Taşagıl

Modelo	Coeficientes				
	No Estándarizados		Estandarizados		Sig.
	Beta	Error Estd.	Beta	T	
Constant	-63.019	15.769		-3.996	0.001
KPL1	0.274	0.070	0.42	3.886	0.001
HBTARALN	-0.211	0.052	-0.499	-4.094	0.001
SIINDKS	3.143	0.703	0.626	4.471	0.000
GLSMCGD	0.642	0.170	0.513	3.769	0.001

Relación entre los Incendios Forestales y los Factores Socioeconómicos del Directorado de Manejo Forestal de Serik

Se uso el Análisis de Factores para determinar la relación entre los Incendios Forestales y los factores socioeconómicos del Directorado de Manejo Forestal de Serik (Tablas 12, 13, y 14). Usamos el test KMO para comprobar la robustez del de las variables usadas en el Análisis de Factores (Tabla 12).

Tabla 12—Test KMO y Bartlett del Analisis de Factores para el Directorado de Manejo Forestal de Serik

Medida de Adecuación de la Muestra Kaiser-Meyer-Olkin			0.670
Test de Esfericidad Bartlett's	Chi-Square Aprox.		757.329
	Df		91
	Sig.		0.000

Cuatro factores de la matriz de variables obtenida tienen un alto poder explicativo (86.7%) (Tabla 13).

Tabla 13—Varianza Total Explicada en el Análisis de Factores para el Directorado de Manejo forestal de Serik

Varianza Total Explicada									
Componente	Valores Eigen iniciales			Cargas de Extracción de la Suma de los Cuadrados			Carga de Rotación de la Suma de los Cuadrados		
	Total	% Varianza	Cumulativo %	Total	% Varianza	Cumulativo %	Total	% Varianza	Cumulativo %
1	4,748	33.916	33.916	4,748	33.916	33.916	4,471	31.932	31.932
2	3,360	24.002	57.919	3,360	24.002	57.919	2,963	21.166	53.098
3	2,494	17.813	75.732	2,494	17.813	75.732	2,837	20.268	73.366
4	1,530	10.926	86.658	1,530	10.926	86.658	1,861	13.292	86.658

En los cuatro factoes hay diferentes variables (Tabla 14). En el primer factor entre las variables socioeconómicas y los incendios foresales están las variables del estado de empleo de acuerdo a la población y el sector. A este factor lo llamamos el factor “sectores de empleo y población”. El segundo factor, llamado “bosques de coníferas mixtas y dañados de baja-calidad” incluye variables de áreas con sitios dañados, bosques de coníferas mixtas, y áreas de bajo riesgo de incendios forestales.

El tercer factor llamado “áreas forestales calificadas juvenes y población con baja escolaridad” incluye las variables densidad (cierre) del rodal y periodo de

desarrollo del rodal, bosques con riesgo de incendios forestales mediano, y población. El cuarto factor llamado “bosques dañados de alto riesgo” incluye las variables bosques de alto riesgo de incendios forestales y áreas con bosques dañados.

Tabla 14— Matriz de Componentes Rotada del Análisis de Factores para el Directorado de Manejo Forestal de Serik

Matriz de Componentes Rotados				
Variables	Componentes			
	1	2	3	4
HBACNP	0.939			
HBNUF	0.937			
TARORMISTHDM	-0.899			
INSTSNY	0.869			
TICLKNTOTEL	0.898			
BNT4		0.964		
M5		0.960		
IBRKAR		0.886		
KPL3			0.922	
GLSMCGB			0.850	
OKBLMYN			0.583	
M3			0.907	
BZK				0.932
M1				0.963

El análisis de las variables socioeconómicas y el número de incendios indicó dos clasificaciones (Figura 2). Las aldeas en la primera clase son grandes, e inclusive algunas se convirtieron en pueblos, incluyendo a Belkız, Kadriye, Çandır, Karadayı, Abdurrahmanlar, Boğazkent, Kocayatak, and Belek. La falta de datos no nos permitió determinar el número de incendios en las aldeas de esta clase. Solamente dos aldeas en este grupo tuvieron el menor número de incendios. La aldea de Belek está en el medio de la clasificación del número de incendios forestales. Excluyendo la aldea de Belek este grupo se convierte en pueblos y se categorizó como una subclase o subgrupo. Es igualmente interesante que no ocurrieran incendios forestales en la mayoría de estas aldeas. Por lo tanto, las variables son consistentes en términos de las variables socioeconómicas y número de incendios forestales para los años del 1979 al 2011.

Las aldeas en el segundo grupo son más complicadas (Figura 2). Los resultados demuestran que estas aldeas están divididas en otros dos subgrupos compuestos por aldeas con un número de incendios forestales medio y alto. La ecuación de la regression multiple entre las variables socioeconómicas y el número de incendios forestales para el DMF de Serik es consistente; y la relación entre las variables tiene un coeficiente de determinación (R^2) de 0.53% (Tabla 16). Un Análisis de Varianza entre las variables socioeconómicas y el número de incendios forestales indicó que

los coeficientes de las variables explicativas de la ecuación son estadísticamente significativas (Tabla 17).

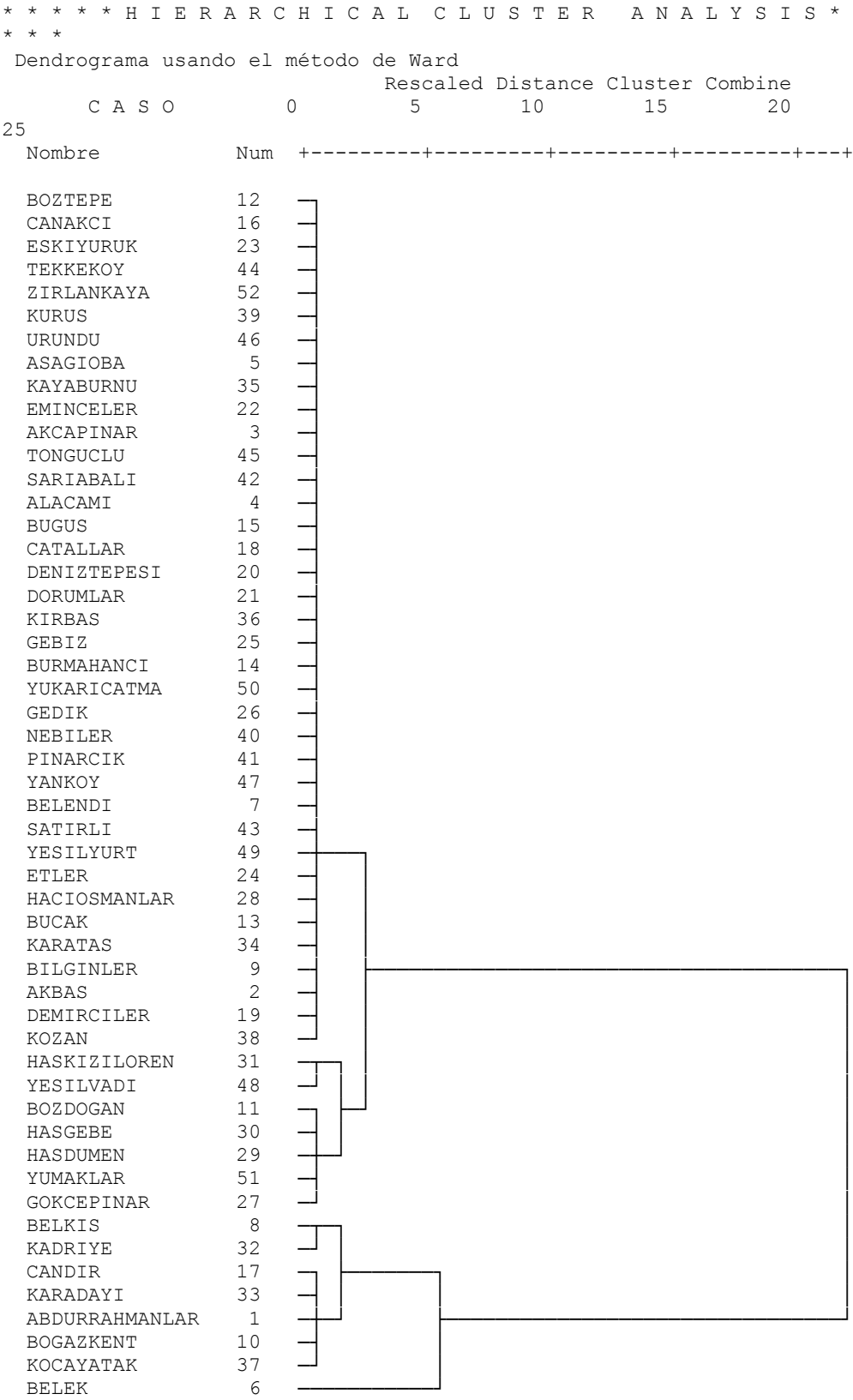


Figura 2—Clasificación de Aldeas Forestales de Acuerdo a los Factores Socioeconómicos para el Directorado de Manejo Forestal de Serik.

Tabla 16—Resumen del Modelo de Regresión de la Relación entre los Incendios Forestales y los Factores Socioeconómicos del Directorado de Manejo Forestal de Serik

Resumen del Modelo									
R	R²	R² Ajustada	Error Estd.	Estadísticas de Cambio				Sig. cambio en F	Durbin- Watson
				Cambio en R²	Cambio en F	df1	df2		
0.730 ^e	0.532	0.482	7.218	0.053	5.234	1	46	0.027	1.77

Tabla 17—Análisis de Regresión Anova de la Relación entre los Incendios Forestales y los Factores Socioeconómicos del Directorado de Manejo Forestal de Serik

ANOVA					
Modelo	Suma de Cuadrados	df	Promedio Cuadrado	F	Sig.
Regresión	2727.873	5	545.575	10.472	0.000
Residual	2396.435	46	52.096		
Total	5124.308	51			

Tabla 18— Coeficientes del Análisis de Regresión Anova de la Relación entre los Incendios Forestales y los Factores Socioeconómicos del Directorado de Manejo Forestal de Serik

Coeficientes					
Modelo	Coeficientes no Estándarizados		Coeficientes Estándarizados		Sig.
	B	Error Estd.	Beta	t	
(Constante)	89.889	21.670		4.148	0.000
BNT3	0.368	0.147	0.283	2.511	0.016
SIINDKS	-3.723	0.915	-0.527	-4.07	0.000
BNMINDKS	-0.018	0.006	-0.412	-3.308	0.002
GLSMCGA	0.207	0.083	0.269	2.505	0.016
ISSIZ	1.560	0.682	0.236	2.288	0.027

La siguiente ecuación (Tabla 18) describe la relación entre los factores socioeconómicos y los incendios forestales en el DMF de Serik para los años del 1979 al 2011:

$$Y = 89.889 + 0.368 \text{ BNT3} - 3.723 \text{ SIINDKS} - 0.018 \text{ BNMIDKS} + 0.207 \text{ GLSMSCGA} + 1.560 \text{ ISSIZ}$$

Se usó un análisis de regression multiple para evaluar la relación entre los factores socioeconómicos y los incendios forestales. Esta es una etapa importante. En este estudio se determinó la función “relación razones socioeconómicas-incendios” entre los incendios forestales y las variables socioeconómicas para las aldeas localizadas en el área de trabajo del DMF de Taşagıl.

Los resultados demuestran que el número de incendios es proporcional al área forestal cerrada, indirectamente proporcional con el área agrícola por hogar, en proporción directa con la variable índice de temperatura, y en proporción directa con los bosques compuestos por rodales de edad “D”.

Se observan hallazgos interesantes cuando clasificamos las aldeas en base a las variables proporcionales indirectas y cuando observamos las primeras 5 aldeas para cada una de las variables en el DMG de Taşagıl. Vemos que en el DMF de Taşagıl, la comparación demuestra que la mayoría de las aldeas tienen un alto número de incendios forestales (tabla 19).

Tabla 19—Clasificación de las Aldeas Forestales de Acuerdo a la Función de la Relación entre los Factores socioeconómicos y los Incendios forestales en el Directorado de Manejo forestal de Taşagıl.

ALDEAS	KPLI	ALDEAS	HBTARALN	ALDEAS	SHNDKS	ALDEAS	GLSMCGD
YAVRUDOGAN	53.88	BALLIBUCAK	6.25	BOZYAKA	24.70	ALTINYAKA	33.58
CARDAK	49.70	KIRKKAVAK	8.55	CARDAK	24.64	KARABUK	15.59
HOCALAR	36.52	BOZYAKA	9.87	BEYDIGIN	24.61	BALLIBUCAK	12.91
TASAGIL	32.37	DUZAGAC	9.97	KARABUK	24.61	GAZILER	11.88
ALTINYAKA	25.98	BEYDIGIN	11.42	TASAGIL	24.60	CALTEPE	11.82

Se usó un análisis de regression multiple para evaluar la relación entre los factores socioeconómicos y los incendios forestales. La “función de relación entre las variables socioeconómicas y los incendios forestales” se estimó para las aldeas en el DMF de Serik. Los resultados demuestran que el número de incendios esta en proporción directa a la tercera clase de sitios de áreas forestales, en proporción indirecta al índice de temperatura y a las variables del índice de humedad relativa; y en proporción directa de los rodales de bosques de edad “A” y niveles locales de empleo.

Al comparar la clasificación de la “función de las razones socioeconómicas-incendios” en el DMF de Serik con el número de incendios en las aldeas, se comprueba que las aldeas con el mayor número de incendios aparecen en la clasificación (Tabla 20).

Tabla 20—Clasificación de las Aldeas Forestales de Acuerdo a la Función de la Relación entre los Factores socioeconómicos y los Incendios forestales en el Directorado de Manejo forestal de Serik.

ALDEAS	BNT3	ALDEAS	SINDKS	ALDEAS	GLSMCGA	ALDEAS	ISSIZ
ALACAMI	30.56	DEMIRCILER	20.03	BILGINLER	62.16	KADRIYE	6.28
DORUMLAR	28.20	BOZDOGAN	20.16	BUGUS	46.71	BELEK	4.66
BUGUS	26.45	YESILVADI	20.23	DENIZTEPESI	39.32	YESILVADI	3.11
GEBIZ	19.32	HASKIZILOREN	20.23	SARIABALI	32.07	TONGUCLU	1.57

Conclusiones

Hay varias dimensiones al estudio de los incendios forestales. La primera dimensión puede ser examinar la relación entre el número de incendios por año y el área quemada. Una segunda dimensión para entender los incendios forestales podría examinar los componentes de las causas del “triángulo del fuego” (material inflamable, oxígeno, y temperatura”, la relación entre los elementos climáticos, el número de incendios, y el área quemada. La última dimensión consiste de estudios de modelaje del contenido de las sustancias inflamables y su densidad, etc., lo cual añade una dimensión importante en el entendimiento de los incendios forestales. Pero, a nuestro entender, tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo, la dimensión más importante es entender la relación entre los factores socioeconómicos y el número de incendios y el área afectada.

En este estudio hicimos precisamente esto, evaluar la relación entre los factores socioeconómicos y el número de incendios. En la primera etapa determinamos las variables socioeconómicas relevantes para los incendios forestales. Usamos el Análisis de Factores para determinar las variables socioeconómicas incluidas en cada grupo. Estos factores son también efectivos en investigar la ocurrencia de incendios.

Usando estos factores, la clasificación de las aldeas en el área de estudio por el número de incendios ocurridos en el periodo de 1979 al 2011 demostró que los factores explican muy bien lo ocurrido durante el periodo. Por lo tanto, denominamos estos factores “**factores de riesgo incendio-sociales**”.

El Análisis de Clústers es un indicador importante ya que demuestra que las aldeas pueden agruparse de acuerdo a variables socioeconómicas. Este análisis metodológico puede usarse como uno complementario ya que permite apoyar la evaluación resultante del proceso del análisis de la relación entre las variables socioeconómicas e incendios forestales.

Un hallazgo importante de este trabajo es que el número de incendios esta relacionado en proporción directa a un área forestal cerrada, es indirectamente proporcional con el área agrícola por hogar, es directamente proporcional al índice de temperatura, y en proporción directa con bosques de rodales de edad “D”. De igual manera, al clasificar las aldeas de acuerdo a las variables en proporción indirecta y miramos las 5 aldeas principales de acuerdo a las variables en el DMG de Taşgöl vemos que la mayoría de estas aldeas tienen un número alto de incendios forestales.

Se estimó la “función de relación de razones socioeconómicas de incendios” entre las variables socioeconómicas y el número de incendios para las aldeas en el DMF de Serik. Los resultados demuestran que el número de incendios esta en proporción directa con los sitios de áreas forestales de la tercera clase, en proporción indirecta directa con las variables índice de humedad relativa e índice de temperatura; y proporción directa con los niveles de empleo y los bosques con rodales de edad “A”.

Al comparar la “función de relación de razones socioeconómicas-incendios” usada para clasificar las aldeas en el DMF de Serik con el número de incendios ocurridos en las aldeas vemos que las aldeas con un alto número de incendios se encuentran en esa clasificación.

La relación entre las variables socioeconómicas y los incendios forestales puede variar por región (Coşgun, et al. 2010). Es conocido que el valor de las variables es diferentes por región. La magnitud de sus efectos también varía según el análisis.

Estos resultados demuestran que las variables efectivas en una region no lo son necesariamente en otra. Es también normal encontrar que hay diferentes variables por region. Por lo tanto, se debe considerar evaluaciones diferentes para cada region.

Referencias

- Almeida A. M. F., Moura, P. V.** 1992. The Relationship of Forest Fires to Agro-Forestry and Socioeconomic Parameters in Portugal, *Journal of. Wildland Fire* 2(1): 3740, 1992, USA.
- Almeida, A. M. F., Moura P.V.** 1986 Fogos florestais em Portugal: correlaço com alguns indicadores agroflorestais, pecukios e demogr8ficos. 1Vongresso Florestal National, Lisboa, 1986.
- Akkaş V. A.** 2008. Büyük Orman Yangınlarının Meteorolojik Veriler Işığında İncelenmesi, Ege Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 36, İzmir.

- Cerny, C.A., Kaiser, H.F.** 1977. A study of a measure of sampling adequacy for factor-analytic correlation matrices. *Multivariate Behavioral Research*, 12(1), 43-47.
- Coşgn, U., Tolunay, A., Yolcu, H. İ., Orhan, K. H.** 2010. Antalya Orman Bölge Müdürlüğü Orman Yangınlarına Neden Olan Sosyo-Emkonomik Faktörlerin Belirlenmesi, Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 40, Antalya.
- Doğan, N.** 2009. Orman Yangın Yönetimi ve Yangın Silvikültürü, Ankara.
- Kallidromitou, D., Bonazountas, M., Petros P., Caballero, D.** 1999. Forest Fire Management & Fire Prevention System, 14th.ESRI European Users Conference Germany, 15-17th November.
- Murtagh, F., Legendre, P.** 2011. Ward's Hierarchical Clustering Method: Clustering Criterion and Agglomerative Algorithm. <https://arxiv.org/pdf/1111.6285.pdf> .Accessed October 2016.
- Oktik, N.,** 2001. Orman Yangınlarının Sosyo-Ekonomik ve Kültürel Nedenleri, Muğla Üniversitesi Yayın No: 16, Muğla.
- Anonymous,** 2013. Orman Genel Müdürlüğü Orman Yangınlarıyla Mücadele Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Anonymous,** 2016. Orman Genel Müdürlüğü ORKÖY Dairesi Başkanlığı, Anlara.
- Kaiser, H.** 1974. An index of factor simplicity. *Psychometrika* 39: 31–36.