KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEODEZİ VE JEOİNFORMASYON MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MUĞLA YÖRESİNDE MEYDANA GELEN ORMAN YANGINLARININ KONUMSAL İSTATİSTİK ANALİZİ VE RİSK HARİTALARININ OLUŞTURULMASI

BERKAY GAYIR

KOCAELİ 2019

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEODEZİ VE JEOİNFORMASYON MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MUĞLA YÖRESİNDE MEYDANA GELEN ORMAN YANGINLARININ KONUMSAL İSTATİSTİK ANALİZİ VE RİSK HARİTALARININ OLUŞTURULMASI

BERKAY GAYIR

Doç. Dr. Ozan ARSLAN Danışman,	Kocaeli Üniversitesi	.....
Doç. Dr. TANER ÜSTÜNTAŞ Jüri Üyesi,	Kocaeli Üniversitesi	.....
Doç. Dr. Bahadır ERGÜN Jüri Üyesi,	Gebze Teknik Üniversitesi	.....



Tezin Savunulduğu Tarih: 08.07.2019

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasında, 2011-2015 yılları arasında gerçekleşen orman yangınlarının konumsal istatistik analizleri ile risk denklemleri oluşturulmaya çalışılmıştır.

Tez çalışmamda desteğini esirgemeyen, çalışmalarıma yön veren, bana güvenen ve yüreklendiren danışmanım Doç.Dr. Ozan ARSLAN'a sonsuz şükranlarımı sunarım.

Hayatım boyunca bana güç veren en büyük destekçilerim, her aşamada sıkıntılarımı ve mutluluklarımı paylaşan değerli annem, babam, canım kardeşime ve hayatımın bundan sonrasında yanımda olacak sevgili eşime, çocuklarımın annesine teşekkürlerimi sunarım.

Temmuz– 2019 Berkay GAYIR

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR i
İÇİNDEKİLER ii
ŞEKİLLER DİZİNİ iv
TABLOLAR DİZİNİ v
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ vi
ÖZET viii
ABSTRACT ix
GİRİŞ 1
1. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ 4
2. MEKANSAL (KONUMSAL) İSTATİSTİK 8
2.1. Nokta Örüntü Analizleri 8
2.1.1. Kuadrat analizi 9
2.1.2. En yakın komşuluk analizi 11
2.1.3. Ripley'in K fonksiyonu 12
2.2. Mekansal Korelasyon 15
2.2.1. Global mekansal otokorelasyon 15
2.2.2. Yerel Mekansal Otokorelasyon 17
3. REGRESYON ANALİZLERİ 20
3.1. Sıradan En Küçük Kareler Regresyonu 22
3.2. Coğrafik Ağırlıklandırılmış Regresyon 24
3.2.1. Gauss ağırlık modeli 26
3.2.2. Bisquare ağırlık modeli 26
3.3. Regresyon Analizi İle Risk Denklemlerinin Oluşturulması 26
4. ORMAN YANGINLARI 28
4.1. Orman Yangınları Türleri 28
4.1.1. Yanıcı malzemeye göre orman yangınları 28
4.1.2. Çıkış türlerine göre orman yangınları 29
4.2. Ülkemizde Orman Ve Orman Yangınları 29
5. UYGULAMA 31
5.1. Çalışma Alanı Hakkında Genel Bilgiler 31
5.1.1. Nüfus ve coğrafya 32
5.2. Orman Yangınları Veri Seti 33
5.3. Mekansal İstatistik 39
5.3.1. Kuadrat analizi 39
5.3.2. Ortalama En Yakın Komşu Analizi 40
5.3.3. Ripley'in K Fonksiyonu 41
5.3.4. Moran I Endeksi analizi 41
5.3.5. Getis Ord G* İstatistiği 42
5.3.6. Anselin Yerel Moran I Analizi 42
5.4. Regresyon Analizleri 42
5.4.1. Sıradan en küçük kareler regresyonu 44
5.4.2. Coğrafik ağırlıklandırılmış regresyon 45
6. SONUÇ VE ÖNERİLER 46

KAYNAKLAR.....52
EKLER.....55
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER.....84
ÖZGEÇMİŞ.....85

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. 1826 yılında Charles Duplin tarafından yapılan Carte figurative de l'instruction populaire de la France 5
Şekil 1.2. 1854 Yılında Jon Snow tarafından yapılan harita 6
Şekil 2.1. Kümelenme dağılımının görünümü 8
Şekil 2.2. i Noktasından alınınan toplam uzaklık(D) ve segment uzaklığı(d) 13
Şekil 2.3. Ripley'in K Fonksiyonuna ilişkin L(d)-d grafiğinin yorumlanması 14
Şekil 3.1. Değişkenler arası muhtemel korelasyon durumları 21
Şekil 3.2. Değişkenlerin regresyon eğrisine uzaklıklarına göre korelasyon ilişkisi 21
Şekil 4.1. Yangın üçgeni 28
Şekil 5.1. Türkiye Orman Bölge Müdürlükleri ile Muğla Orman Bölge ve İşletme Müdürlüklerini gösterir şekil 32
Şekil 5.2. Orman yangınları veri setine ait veri giriş ekranından görüntüler 34
Şekil 5.3. Yangın veri setinden görünüm 35
Şekil 5.4. Yangınların yıllara göre sayılarının dağılımı 36
Şekil 5.5. Yıllara göre yangınların dağılımı 37
Şekil 5.6. Yangınların nedenlerine göre konumsal dağılımı 38
Şekil 5.7. Yangınlara ait kuadrat analizi haritası 39
Şekil 5.8. Mahalli rüzgar adlarına göre yönlerini gösterir şekil 40

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 3.1. Coğrafik ağırlıklandırılmış regresyon modelleri 25
Tablo 5.1 285 Sayılı tebliğe göre yangınların nedenleri.....37
Tablo 5.2. Kuadrat analizi sonuçları.....40
Tablo 5.3. Ortalama en yakın komşu analizi sonuçları.....40
Tablo 5.4. Moran I Endeksi analizi sonuçları 41
Tablo 5.5. Ağaç türlerini gösterir tablo.....44
Tablo 5.6. Coğrafik ağırlıklandırılmış regresyon hesabına ait istatistik tablo 45

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

°C	:	Santigrat Derece
K	:	Kuadrat alanı, (m^2)
A	:	Toplam çalışma alanı büyüklüğü, (m^2)
n	:	Nokta gözlem sayısı
k	:	Kuadrat karesinin kenarı
r_k	:	Kuadrat satır sayısı
c_k	:	Kuadrat sütun sayısı
m	:	Toplam kuadrat sayısı
k_w	:	Kuadrat karesinin eni
k_h	:	Kuadrat karesinin boyu
λ	:	Gözlemlenen veri için kuadrat başına düşen nokta sayısı
s^2	:	Kuadrat analizinde nokta veri için varyans
x_i	:	i sıradaki kuadrattaki nokta sayısıdır
v	:	varyans
o	:	ortalama
t	:	t istatistik değeri
df	:	Serbestlik derecesi
$\bar{D}_O$	:	Gözlemlenen en yakın noktaya ortalama uzaklığı, (m)
d_i	:	i noktasının kendisine en yakın noktaya olan doğrusal uzaklığı, (m)
n	:	Toplam nokta sayısı
$\bar{D}_E$	:	Beklenen en yakın komşuya uzaklık, (m)
ANN	:	En yakın komşuluk oranı
Z	:	Z istatistik değeri
SE_d	:	Gözlemlenen uzaklıklar için standart hata
D	:	Toplam uzaklık
g	:	Segment sayısı
W(i,j)	:	Ağırlık fonksiyonu
x_i	:	*i* noktasına ait değişken değerini
x_j	:	*j* noktasına ait değişken değerini
$\bar{x}$	:	Değişkene ait ortalama değeri
S_0	:	Örneklem için mekânsal ağırlıklar toplamını belirtir
E(I)	:	Moran I endeksi değeri, beklenen endeks değeri
V(I)	:	Varyans değeri
G_i*	:	Getis-Ord yerel istatistiği
I_i	:	Anselin Yerel Moran I İstatistiği
β_n	:	Bağımsız değişken kat sayısı
X_n	:	Bağımsız değişkenin değeri
y	:	Bağımlı değişkenin değeri
ε	:	Modelin artık değeri
cm	:	Santimetre
mm	:	Milimetre
m	:	Metre
m^2	:	Metrekare

Kısaltmalar

AICc	:	Akaike Bilgi Kriteri
CBS	:	Coğrafi Bilgi Sistemleri
FAO	:	Food and Agriculture Organization of the United Nations
GISCO	:	Coğrafi Bilgi Sistemleri Komisyonu
GWR	:	Geographiclly Weighted Regression
OGM	:	Orman Genel Müdürlüğü
OLS	:	Ordinary Least Squares
VIF	:	Variance İnflation Factor

MUĞLA YÖRESİNDE MEYDANA GELEN ORMAN YANGINLARININ KONUMSAL İSTATİSTİK ANALİZİ VE RİSK HARİTALARININ OLUŞTURULMASI

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, 2011-2015 yılları arasında Muğla orman bölgesinde gerçekleşen orman yangınlarının konumsal istatistik analizi ve risk haritaları oluşturulmaya çalışılmasıdır.
Ülkemiz, orman bakımından orta zenginlikte ülkeler arasında yer alan bir orta kuşak ülkesidir. İklim olarak Akdeniz İklim kuşağında yer almaktadır. Yüz ölçümünün üçte birini ormanlar oluşturmaktadır. Orman yangınları, ormanda veya orman dışında başlayarak özellikle ormana zarar veren, zararı ağaçlarla sınırlı olmayıp, ekosisteme, insanlara ve hayvanlara zarar veren doğal afetlerdendir. Ülkemizde orman yangınları konusunda en çok zararı gören ve konumu dolayısıyla tehlike altında olan ülkelerdendir. Orman yangıları konusunda hükümet önleyici ve engelleyici tedbirler almakta ve bu konuda çalışmalar yapmaktadır. Orman yangınlarını engelleyici çalışmalar arasında, çıkmış olan yangınların konum ve nitelik bakımından incelenip varılan sonuçlara göre önlem alınması sayılabilir. Bu çalışmada orman yangınlarının çıkış konumları dikkate alınarak, öncelikle yangınlar arasında kümelenme çalışması/örüntü araştırması yapılmıştır. Kümelenme çalışması öncelikle kuadrat analizi, Ripley'in K Fonksiyon testi, Ortalama En yakın Komşuluk Analizleri kullanılarak konumlarına göre, daha sonra öznitelik verileri de araştırmaya dahil edilerek global ve yerel mekânsal otokorelasyon teknikleri - Getis Ord G*, Moran I, Anselin Yerel Moran I- kullanılarak örüntü analizleri yapılmıştır. Regresyon çalışmaları ile risk parametrelirine ulaşılmaya çalışılmıştır. Bu kapsamda yangınları etkileyebilecek kat sayılar belirlenmiş ve en küçük kareler regresyonu (Ordinary Least Square (OLS) Regression) ve coğrafik olarak ağırlıklandırılmış regresyon (Geographically Weighted Regression (GWR)) modelleri kullanılmıştır. Uygulanan modellerin doğrulukları irdelenerek, modellerin doğruluğu test edilmiştir. Elde edilen modeller anlamlılık oranlarına göre yapılacak çalışmalarda altlık teşkil edebilecektir. Ayrıca önleyici tedbirlerin alınması konusunda devlete katkıda bulunarak, yapılacak proje ve planlamaların bütçesinin azalmasını sağlayabilecektir.

Anahtar Kelimeler: GWR, Konumsal İstatistik, Orman Yangını, OLS, Regresyon.

SPATİAL STATISTICAL ANALYSIS FOREST FIRE IN MUĞLA FOREST REGION AND CREATING RISK MAPS

ABSTRACT

The aim of this study is to investigate the spatial statistical analysis of forest fires in Muğla forest region and to create risk maps between the years 2011-2015.

Our country is a middle generation country which is one of the countries with forest richness, located in the Mediterranean climate zone. Forests constitute one third of the face measurement. Forest fires are one of the natural disasters that start outside the forest or forest and damage the forest and damage the ecosystem, people and animals. In our country, forest fires are one of the countries that have the most damage and are in danger due to its location.

Each year, countries allocate large budgets to combat forest fires. In developed and developing countries, the forestry administrations of the countries conduct studies, while in the underdeveloped countries, international funds are being worked. The government takes preventive and preventive measures on forest fires and works on this issue.

Among the studies that prevent forest fires, the results of the fires that have been examined are examined in terms of location and quality and taking measures according to the results. In this study, clustering study / pattern research was conducted among the fires by considering the exit locations of forest fires. The clustering study was carried out by using the quadrature analysis, Ripley's K Function test, Average Nearest Neighborhood Analysis, and then by taking the attribute data into the research. Global and local spatial autocorrelation techniques - Getis Ord G*, Moran I, Anselin's pattern analyzes were performed. Risk parameters were tried to be reached by regression studies. In this context, coefficient that could affect fires was determined and the ordinary least squares regression(OLS) and Geographically Weighted Regression (GWR) models were used. The accuracy of the models was examined and the accuracy of the models was tested. The models obtained will be the basis for the studies to be performed according to the significance ratios. In addition, by contributing to the state to take preventive measures, the budget of the projects and plans will be reduced.

Keywords: GWR, Spatial Statistics, Forest Fire, OLS, Regression.

GİRİŞ

Doğada meydana gelen en yıkıcı olaylara doğal afetler denir. Orman yangını en hızlı hareket eden ve en amansız doğal afetlerdendir. Bu afet çalılık ve ormanlık arazilerde meydana gelen küçük bir ateş şeklinde başlayıp hızla büyük ve tehlikeli yangınlara dönüşebilen, sıcaklıkları 800°C erişebilen çok güçlü yangınlardır[1].

Dünyada ve ülkemizde orman alanlarının azalması günümüz insanlığının karşı karşıya kaldığı en büyük sorunlarındandır. Sadece orman ve orman ekosisteminde yaşayan canlıları değil geçmişte birçok toplu ölümlerin gerçekleştiği de göz önüne alındığında, insanlık içinde tehdit oluşturduğu görülmektedir. 1936 yılında Rusya'da meydana gelen Kurşa-2 Yangınında 1200 kişi [2], 2009 da Avustralya'da meydana gelen Black Saturdays (Kara Cumartesi) yangınında 173 kişi hayatını kaybetmiştir[3]. İnsanlığın medeniyete ulaşmasının yolunu açan ateş, orman yangınına dönüşerek adeta insanlığı tehdit etmektedir. Ayrıca bu durum 21. Yüzyıl teknolojisine sahip insanlığın engelleyemediği en büyük sorunlardan biridir. Yıldan yıla çeşitli önleyici ve engelleyici tedbirler alınarak azaltılmak istense de tamamen engellenememektedir.

Her yıl ülkeler orman yangınlarıyla mücadele için büyük bütçeler ayırmaktadır. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde, ülkelerin orman idareleri çalışmalar yaparken, gelişmemiş ülkelerde ise uluslararası fonlarla çalışmalar yapılmaktadır. Bu fonlarla kimi koruma ve yaşatma amaçlı eylem planları oluşturulurken, kimi ülkelerde de yangına müdahale alt yapısı geliştirilme amaçlı fonlama sağlamaktadır. Bu da göstermektedir ki orman yangınları insanlığın büyük bir sorunu olarak bir kez daha öne çıkmaktadır.

Ülkemiz yüz ölçümü bakımından yaklaşık üçte biri orman olarak kabul edilmektedir[4]. Tanzimat fermanı ile devletin sistemli ormancılığa ilk adımını atmasından beri, ülkemizde ormancılık, Orman Genel Müdürlüğü tekelinde büyümekte ve gelişimini sürdürmektedir. Planlı ormancılıkta; ormanlara en kısa sürede, en iyi şekilde ve en verimli olarak yönetmek ana ilkelerdendir. Bu ana ilke

ışığında ülkemiz orman bölümlenmesi olarak 28 Orman Bölge Müdürlüğü, bunlara bağlı 246 Orman İşletme Müdürlüğü ve 1425 Orman İşletme şefliğinden oluşmaktadır[5]. Orman yangınları bakımından da Orman Genel Müdürlüğü ülkemizde orman yangınları ile mücadelede ülke stratejisini belirleyen kurum olarak karşımıza çıkmaktadır. Orman yangınlarına karşı önleme, söndürme ve rehabilite çalışmalarını Orman Genel Müdürlüğü yürütmektedir.

Orman yangınları çoğunlukla tropikal kuşağın kuzey ve güneyinde uzanan iki kuşakta meydana gelir. Yangınlar iklim olarak ta Akdeniz İklim Kuşağında daha çok karşımıza çıkmaktadır[1]. Ülkemiz matematik konumu dolayısıyla bu iki şartı da sağlamaktadır. Orman Genel Müdürlüğü bu durumları göz önüne alarak ülkemizde yangın çalışmalarını yürütmektedir. Akdeniz ikliminin görüldüğü Ege ve Akdeniz bölgeleri Orman Genel Müdürlüğü tarafından 1. Derece yangın hassasiyetli bölge olarak belirlenmiş bölgelerdir[6].

Bütün bu bilgiler ışığında orman yangınlarının engellenmesi tüm dünya ve ülkemiz için olmazsa olmaz şartlardan biridir. Bugünkü ulaştığımız teknoloji ile engelleme çalışmaları birlikte değerlendirildiğinde önleyici tedbirlerin işe yarayabildiği, tamamen engellenemese bile tahribatın ve yangınların azaldığı görülmüştür.

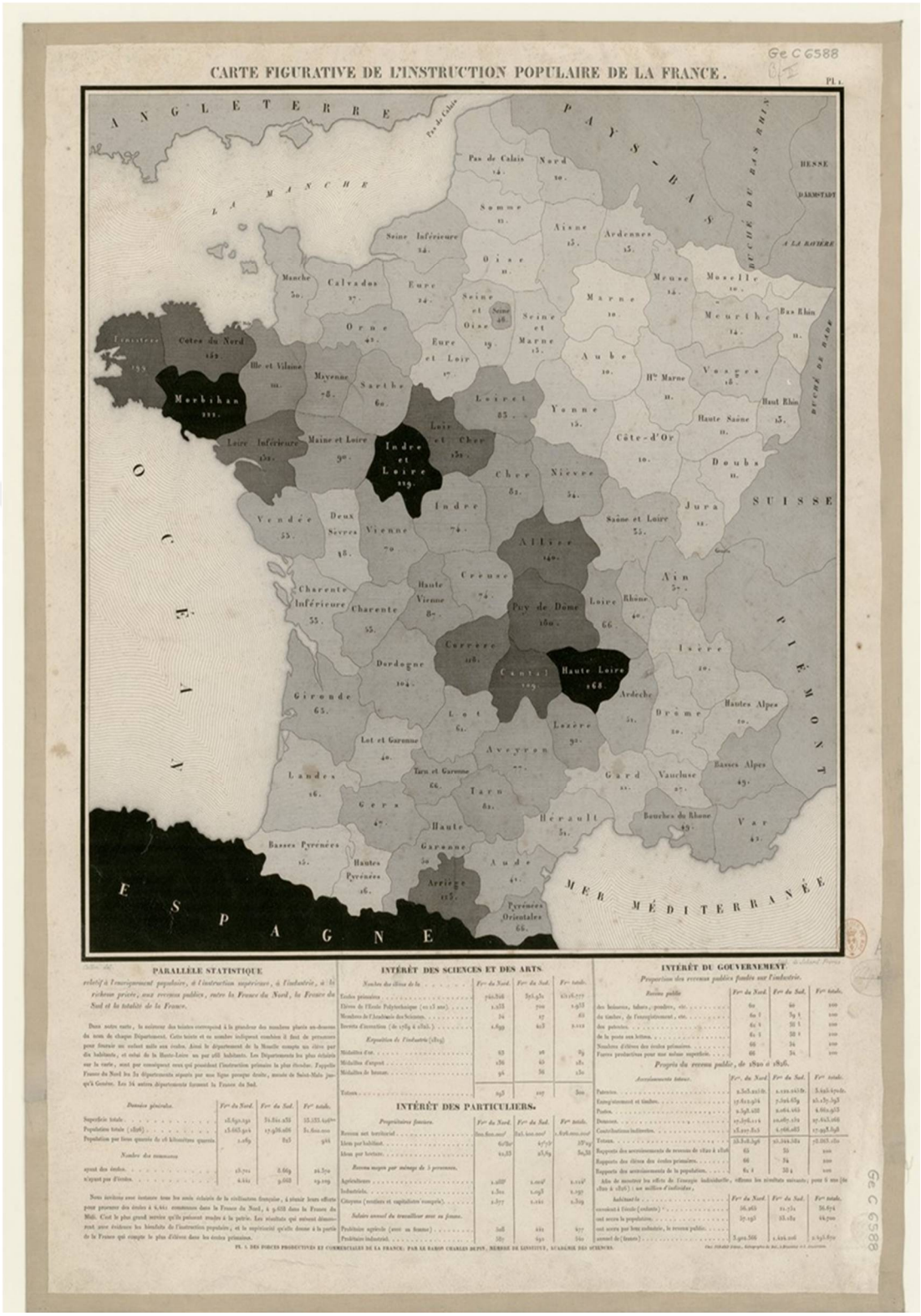
Coğrafi Bilgi Sitemleri ile araziden koordinatlarıyla beraber toplanan veriler birlikte değerlendirilmekte ve grafik ekranla aynı anda istatistiki çıkarımlar yapılabilmektedir. Böylece tahmin ve risk çalışmaları kolaylaşmıştır. Günümüzde yangından önce, yangın anında ve sonrasında toplanan veriler bu programlar yardımıyla değerlendirilerek üst düzey çıkarımlar yapılabilmektedir.

Bu tez çalışmasında 1977-2016 yılları arasında kayıtlı olarak toplam 10742 adet, yıl başına ortalama 269 adet yangının rapor edildiği, "1. Derece Yangın Hassasiyetli" bölge olarak belirlenen Muğla Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisinde 2011-2015 yılları arasında nedeni, konumu, zararı, zamanı, ağaç türü, yangın tipi gibi özellikleri kayıt altına alınan toplam 1618 adet orman yangını verileriyle risk çıkarım haritası yapılmıştır[6]. Öncelikle yangınlar arasındaki mekânsal ilişkiler kuadrat analizi, Ripley'in K Fonksiyon testi, Ortalama En yakın Komşuluk Analizi, Getis Ord G*, Moran I, Anselin Yerel Moran I teknikleriyle yangınlardan konumsal istatistiki çıkarımlar yapılmıştır. Ayrıca elimizdeki yangın verileri ile yangınları

etkileyebilecek faktörler belirlenerek aralarındaki korelasyon araştırması ve yangınları tek bir denklemle açıklamak için regresyon analizi çalışması yapılmıştır.

1. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ

Sürekli gelişen dünyada insanın çevresini yorumlayabilmesi hep bir sorun olmuştur. Yorumlanacak verilerin çıkarılması, düzenlenmesi, yorumlanacak hale getirilmesi ve sonucun görselleştirilmesi Coğrafi Bilgi Sistemlerinin doğmasını ve gelişmesini sağlayan başlıca etkenlerdir. 20. yüzyıl coğrafi bilgi sitemlerinin tam anlamıyla keşfedilip, gelişme çağı olarak anılsa da 19. Yüzyıl da yapılan tematik haritalar bu bilimin bilinen ilk mihenk taşı olarak karşımıza çıkmaktadır. Şekil 1.1'de 1826 yılında Charles Duplin tarafından yapılan "Carte figurative de l'instruction populaire de la France" (Fransanın popüler eğitiminin figüratif haritası) adlı harita tarihte yapılan ilk tematik harita olarak karşımıza çıkmaktadır. Sonrasında Adriano Balbi ve André-Michel Guerry tarafından yapılan "Statistique comparée de l'état de l'instruction et du nombre des crimes dans les divers Arrondissements des Académies et des Cours Royales de France (Fransa'daki Akademilerin ve Kraliyet Mahkemelerinin çeşitli bölgelerindeki eğitim durumu ve suç sayısının karşılaştırmalı istatistikleri)" haritası konumsal analiz ve istatistik tekniklerinin uygulamaya başladığını göstermektedir[7]. 1854 yılında John Snow tarafından yapılan 19 Ağustos ile 30 Eylül 1854 tarihlerinde Londra meydana gelen Kolera salgınında ölen insanların evlerinin ve su kuyularının konumlarını kullanarak ürettiği Şekil 1.2'de görülen harita ilk CBS uygulaması olarak literatüre geçmiştir. Üretilen bu harita ile sorunlu olduğu düşünülen su kuyusu kapatılmış ve salgın sonlanmıştır[8].



Şekil 1.1. 1826 yılında Charles Duplin tarafından yapılan Carte figurative de l'instruction populaire de la France



Şekil 1.2. 1854 Yılında Jon Snow tarafından yapılan harita

Sonraki yıllarda veri üretme ve renklendirme tekniği ile birçok harita yapıldı. Bilgisayar çağının gelişmesi, CBS nin diğer mühendislik ve bilim dallarının içine girmesi CBS de yapılacak iş ve işlemlerinin sınırını hayal gücüne çıkarmıştır. Bilgisayarlı çağlarda CBS yi geliştirerek ülkesel bazda ilk çalışmayı yapan ve CBS'nin babası sayılan Roger Tomlinson Kanada'nın günümüzde de kullandığı coğrafi veri tabanını 1960'lı yıllarda bilgisayara ortamında yaptı. Sonrasında gelişen teknoloji, yapılan yazılımlar, ülkelerin ihtiyaçları CBS'yi hızlı yükselen bir trend haline getirdi.

Yapılan çalışmalar ve CBS'nin gelişimi dikkate alınığında CBS'nin tek bir tanımı olmayacaktır. Bu kapsamda Tomlinson CBS'yi "Konumsal analiz tekniği kullanan birçok alan ile bilgi işleme teknolojisi arasındaki ortak platform" olarak[9]

tanımlarken, Clark “konumsal verinin toplanması, depolanması, erişimi, analizi ve görselleştirilmesi için tasarlanmış bir bilgisayarlı veritabnı sistemidir.” Olarak tanımlamıştır. Avrupa birliğine bağlı komisyonlara hizmet veren GISCO’ya göre CBS, “hertürlü jeo-referanslı veriyi depolamak, işlemek, analiz etmek, yönetmek ve verileri sunmak için tasarlanmış bir bilgi sistemidir.”[9] [10].

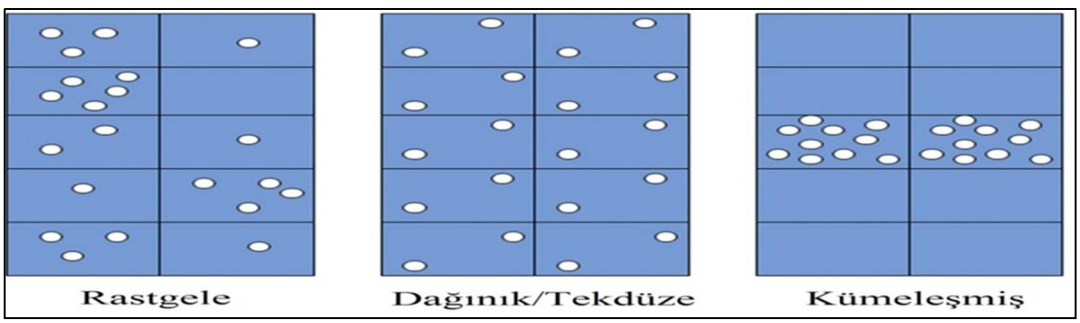
2. MEKANSAL (KONUMSAL) İSTATİSTİK

İstatistik, daha etkin karar verebilmek için sayısal verilerin toplanması, düzenlenmesi, sunumu, incelenmesi ve yorumlanmasıdır. Bu bilim dalının temel görevi bir kitle teşkil eden objelerde mevcut ortak özelliklerdeki değişkenliğin incelenmesinden yararlanarak kitle hakkında bilgi çıkarmaktır. Konumsal istatistik veya konumsal analiz tekniğinde ise verilere ait niteliksek veya niceliksel ölçüm değerlerinin yanı sıra nesnelere ait koordinat bilgileri de çalışmaya dahil edilir. Yapılacak istatistik çıkarımlar ile verilerin arasındaki ilişkilerde, mesafelerin ortaya atılan soru ya da hipotezin çözümüne etkileri araştırılır.

Konumsal istatistiğin gelişmesiyle beraber çalışma yapılan alanda örüntü arayışı suç analizi, kaza analizi, afet analizi, şehir planlama, kentsel tasarım ve kent coğrafyası gibi bir çok disiplinde çalışma alanı olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle sadece verilerin konumlarını kullanılarak yapılan kümeleşme çalışması veya mekânsal dağılımın ölçülmesi bu çalışmaların ilk ayağını oluşturmaktadır.

2.1. Nokta Örüntü Analizleri

Nokta örüntü analizlerinin en önemli konularından birisi mekânsal dağılımın ya da mekânsal kümeleşmenin ölçülmesidir. Bu alana ilişkin tekniklerde hedef, nokta veri deseninin ya da dağılımının üç farklı mekânsal dağılımdan hangisine ait olduğunun ortaya konmasıdır[11]. Kümeleşmiş(clustered), raslantısal(random) ve dağınık veya tekdüze (dispersed/uniform). Şekil 2.1 de dağılımlara ait görüntü verilmektedir.



Şekil 2.1. Kümelenme dağılımının görünümü

2.1.1. Kuadrat analizi

Kuadrat analizi nokta verinin mekânsal dağılımının incelenmesi amacı ile geliştirilmiş bir tekniktir. Teknik, çalışma alanının eşit büyüklükteki alanlara –bu alanlar kuadrat olarak adlandırılır- bölünmesine ve her kuadrat içinde bulunan nokta sayısının dağılımının, teorik ya da kurgusal dağılımlar ile karşılaştırılmasına dayanır.

Kuadrat analizinin ilk aşaması çalışma alanının eş büyüklükteki alanlara bölünmesidir. Bu alanlar yaygınlıkla kare ya da dikdörtgen formda olabildiği gibi daire, beşgen veya altıgen gibi geometrik şekillerde olabilir.

$$K=2A\ /n \tag{2.1}$$

formülü ile belirlenir. Burada K, kuadrat alanı; A, toplam çalışma alanı büyüklüğü; n nokta gözlem sayısıdır. Bu durumda, kuadrat formunun kareye yakın olması durumunda karenin bir kenarı, k;

$$k=\sqrt{(K)} \tag{2.2}$$

$$r_k=\frac{en}{k} \qquad c_k=\frac{boy}{k} \tag{2.3}$$

Toplam kuadrat sayısı m olarak gösterilmek üzere rkxck kadar kuadrat oluşur. Oluşan kuadratların boyutları da aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$k_w=\frac{boy}{c_k} \qquad k_h=\frac{en}{r_k} \tag{2.4}$$

Kuadrat analizindeki amacımız; kuadratların içinde bulunan nokta sayılarına göre noktasal örüntünün kümeleşmiş, rastlantısal veya dağınık/tekdüze olup olmadığının araştırılması olduğundan, yapılacak istatistik analiz ile elde edilen frekans dağılımı bilinen matematiksel bir fonksiyona bağlı olmadan; varyansın ortalama ile oranlanmasıyla elde edilecek sonuçların yorumlanmasıyla sonuca ulaşılır.

Bu teknik ile Poisson dağılımının önemli özelliği olan "varyans ve ortalama birbirine eşittir." İlkesine dayanır.

λ, gözlemlenen veri için kuadrat başına düşen ortalama nokta sayısı ve n, toplam nokta gözlem sayısı ve m, toplam kuadrat sayısı olmak üzere hesaplanır.

$$\lambda = \frac{n}{m} \tag{2.5}$$

Kuadrat analizinde nokta veri için varyans, s^2 ise

$$s^2 = \frac{\sum_i^m (x_i - \lambda)^2}{m-1} \tag{2.6}$$

Formülü ile hesaplanır. Burada m kuadrat sayısını, x_i , i sıradaki kuadrattaki nokta sayısıdır. Bu durumda varyans/ ortalama oranı, v/o;

$$v/o = \frac{s^2}{m} \tag{2.7}$$

Olarak hesaplanır.

Hesaplanan varyans/Ortalama oranı, v/o, değerinin 1'e yakın olması gözlemlenen noktasal veri dağılımının rastlantısal olduğu, 0'a yakın olması dağınık/tekdüze dağılıma yakın olduğu ve 1 den oldukça yüksek bir değere sahip olması ise kümeleşmiş bir dağılıma sahip olduğu anlamına gelir.

Kuadrat analizinde yukarıdaki değerlendirmenin gözlemlenen değerler açısından istatistiki açıdan anlamlı olup olmadığını değerlendirmek için hipotez testi yapılabilir. Sıfır hipotezinin reddedildiği durumlarda verilerin rastlantısal olmadığı değerlendirilir. 1'den büyük olması durumunda kümeleşmiş, 1'den küçük olduğu durumda ise dağınık dağılıma yakın olduğu sonucuna varılır.

Sıfır hipotezinin sınanmasında t-istatistiği kullanılabilir. t değeri ve serbestlik derecesi df aşağıdaki şekilde hesaplanır[12] [13].

$$t = \frac{\left(\frac{s^2}{\lambda}\right) - 1}{\sqrt{2/(m-1)}} \qquad df = m-1 \tag{2.8}$$

2.1.2. En yakın komşuluk analizi

En yakın komşu analizinin Clark ve Evans(1954) tarafından ortaya konan orijinal formunda, gözlemlenen her noktanın kendisine en yakın olan noktaya olan doğrusal uzaklığı dikkate alınır.

En yakın komşu analizinde, her gözlemin kendisine en yakın gözlem tespit edilir ve tüm gözlemler için hesaplanan en kısa mesafelerin ortalaması alınarak, gözlemlenen en yakın noktaya ortalama uzaklığı $\bar{D}_O$ bulunur.

$$\bar{D}_O = \frac{\sum_{i=1}^{n} d_i}{n} \tag{2.9}$$

Burada d_i, i noktasının kendisine en yakın uzaklıktaki noktaya olan doğrusal uzaklığı; n ise toplam nokta sayısını ifade eder.

Burada beklenen en yakın komşuya uzaklık, $\bar{D}_E$ değeri;

$$\bar{D}_E = \frac{1}{2\sqrt{n/A}} \tag{2.10}$$

olarak hesaplanır. Burada, A noktaların bulunduğu toplam alanı ifade eder.

Gözlemlenen en yakın komşuya ortalama uzaklık, $\bar{D}_O$, beklenen en yakın komşuya uzaklık $\bar{D}_E$, değerine bölünerek ortalama en yakın komşuluk oranı ANN hesaplanarak bulunur.

$$ANN = \frac{\bar{D}_O}{\bar{D}_E} \tag{2.11}$$

ANN'nin 1'den büyük çıkması, mekânsal dağılımın dağınık olduğu şeklinde yorumlanır. 1'den küçük çıkması durumunda ise mekânsal dağılımın kümeleşme eğiliminde olduğu anlamına gelmektedir.1'e yakın olduğu durumda mekânsal verinin rastlantısal olduğu sonucuna varılır.

En yakın komşu analizinde, sıfır hipotezinin sınanmasında Z istatistiği kullanılabilir ve aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$Z=\frac{\bar{D}_O-\bar{D}_E}{SE_d} \quad (2.12)$$

Z istatistiğinin hesaplanmasında kullanılan payda değeri, gözlemlenen uzaklıklar için standart hata, SE_d, değeridir.

$$SE_d=\frac{0,26136}{\sqrt{n^2/A}} \quad (2.13)$$

Hesaplanan z-istatistiğinin istatistiksel açıdan anlamlı olup olmadığı hipotez testi ile sınanabilir. zα, α güven düzeyindeki z-istatistiği eşik değeridir. %95 güven düzeyi çift kuyruklu(normal dağılım) z-istatistiği eşik değerinin 1,960 olduğu görülmektedir.

$|z|\geq z_{(\alpha=0,05)}$ ise rastlantısal olmadığı, $|z|\leq z_{(\alpha=0,05)}$ ise rastgele dağılımda olduğu %95 düzeyinde anlamlı olduğu görülür[14].

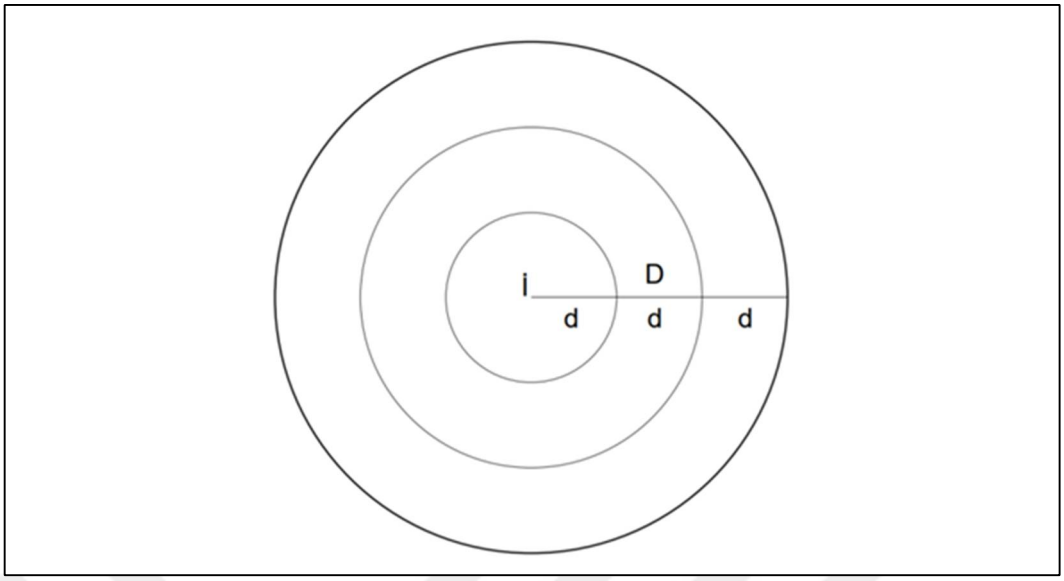
2.1.3. Ripley'in K fonksiyonu

Bu yöntem ilk olarak 1976 tarihinde İngiliz İstatistikçi Brian David Ripley tarafından kullanılmıştır. Ripley'in K fonksiyonu, gözlemlenen noktalara olan farklı uzaklıklar dikkate alındığında, gözlemlenen nokta veri deseninin ya da dağılımın üç farklı mekânsal dağılımının hangisine ait olduğunun belirlenmesinde kullanılır: Kümeleşmiş, rastlantısal ve dağınık veya tekdüze.

Ripley'in K fonksiyonunda, her noktadan belirli bir uzaklıktaki diğer noktaların konumları dikkate alınır. Belirlenen toplam uzaklık *D* olarak adlandırılır ve bu uzaklık *d* olarak adlandırılan eşit uzaklıktaki segmentlere bölünür. Genellikle *D,* gözlemlenen örneklemde birbirine en uzak iki nokta arasındaki doğrusal uzaklık olarak alınır. Şekil 2.2 de segmentler görülmektedir. Bu durumda segment sayısı *g*;

$$g=D/d \quad (2.14)$$

Olarak bulunur.



Şekil 2.2. i Noktasından Alınınan Toplam Uzaklık(D) ve Segment Uzaklığı(d)

Ripley'in K fonksiyonunun en basit kullanımı, gözlemlenen dağılımın Poisson dağılımı ile karşılaştırılması ile sağlanır.

$$\hat{L}(d)=\sqrt{\frac{A\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}W(i,j)}{n^2\pi}} \qquad i\neq j \qquad (2.15)$$

Bu formülde *A,* gözlemlenen her yönde uç noktaların koordinatları ile hesaplanan alan büyüklüğü; *n*, gözlemlenen nokta sayısı; *W(i,j)* ise ağırlık fonksiyonudur. Gösterge fonksiyonu *W(i,j)*; *i* noktası merkez alındığında, *j* noktası, dikkate alınan *d* sayısı kadar uzaklıktan daha yakın bir noktada ise 1; daha uzak bir noktada ise 0 değerini alır.

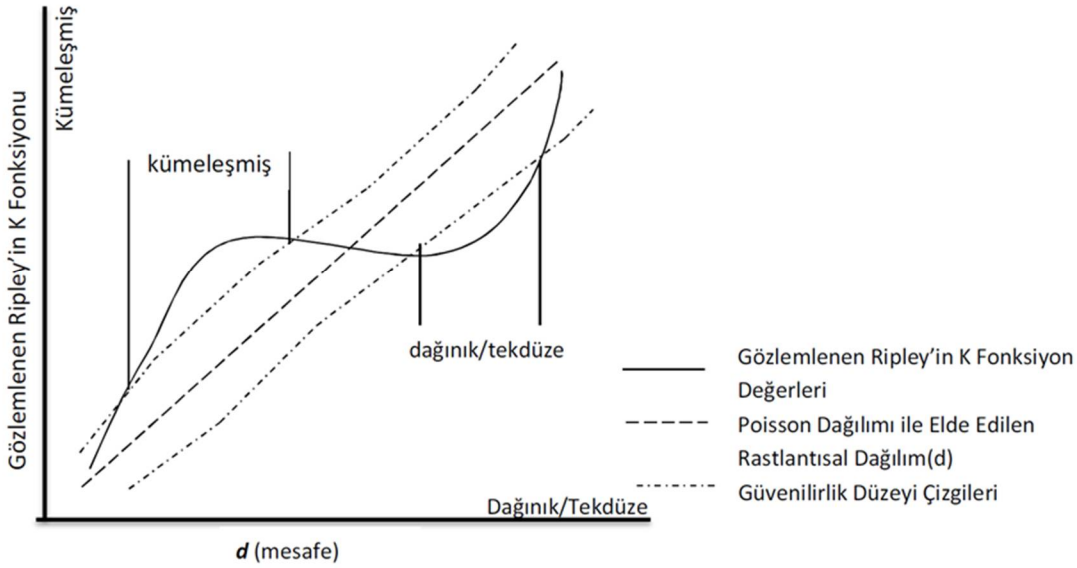
Poisson dağılımı ile elde edilen rastlantısal dağılım;

$$\hat{L}(d)=d \qquad (2.16)$$

olarak ifade edilir.

Elde edilen verilere göre sonuç yorumlaması grafik üzerinden ve veriler üzerinden olmak üzere 2 şekilde yapılabilir. $\hat{L}(d) > d$ olması durumunda gözlemlenen noktaların mekânsal dağılımının d mesafesine kadar kümelenme eğilimi gösterdiği; $\hat{L}(d) < d$ olması durumunda d mesafesine kadar dağınık veya tekdüze eğilimi

gösterdiği; $\hat{L}(d) \cong d$ olduğu durumda ise gözlemlenen değerler *d* mesafesine kadar rastlantısal olduğu değerlendirmesi yapılır.



Şekil 2.3. Ripley'in K Fonksiyonuna İlişkin L(d)-d Grafiğinin Yorumlanması

Şekil 2.3 deki gibi $\hat{L}(d)$ değeri ile d değerinin bir arada gösterildiği nokta ya da çizgi grafiklerde y ekseninde ayrı ayrı $\hat{L}(d)$ değeri ile d değeri, x ekseninde ise mesafe, d, değeri yer alır. $\hat{L}(d)$ değerlerinin d değerinin üzerinde olduğu durumlarda o uzaklık değerlerinde gözlemlenen nokta dağılımının kümeleşmiş olduğu; $\hat{L}(d)$ değerlerinin d değerinin altında olduğu uzaklık değerlerinde ise gözlemlenen nokta dağılımının dağınık/tekdüze olduğu değerlendirilmesine varılır. $\hat{L}(d)$ değerlerinin d değerine yakın olduğu durumlarda ise gözlemlenen nokta dağılımının rastlantısal olduğu değerlendirilmesine varılır.

Elde edilen sonuçların istatistiksel açıdan anlamlı olup olmadığı grafik üzerinde belirtilen güven düzeyi çizgileri dikkate alınarak sınanır. Ripley'in K fonksiyonu için güven aralıkları bulunması iteratif bir çözüme dayanmaktadır. Bu güven düzeyi çizgileri CSR süreci denilen bütüncül mekânsal rastlantısallık süreci sonunda oluşmaktadır. α=0,05'lik güven düzeyi için 1000-5000 iterasyona ihtiyaç duyulmaktadır. Elde edilen sonuçlardan sadece güven aralığı çizgisi dışında kalanların anlamlı olduğu, bu aralığın içinde kalan uzaklıklarda gözlemlenen nokta dağılımının rastlantısal olduğudur[15].

2.2. Mekansal Korelasyon

Nokta örüntü analizlerinde şimdiye kadar yapılan testlerde sadece noktaların harita üzerindeki dağılımı kullanarak istatistiki test aşamaları yapılmıştı. Gerek kuadrat analizinde gerek en yakın komşu analizinde gerek Ripley'in K fonksiyon testinde noktaların diğer öznitelik bilgileri hesaplamaya katılmayıp noktaların kümeleşmiş, dağınık/tekdüze ve rastlantısal olduğu araştırılmıştı.

İlk defa 1950 yılında ortaya atılan mekânsal korelasyon kavramı, en basit tanımı ile, her mekansal gözlemin yada noktanın bir değişken değeri ile ifade edildiği bir ortamda, gözlemler arası ilişkiyi ortaya koyar. Mekansal otokorelasyon araştırması Global Mekansal Otokorelasyon ve Yerel Mekansal Otokorelasyon olmak üzere ikiye ayrılır

2.2.1. Global mekansal otokorelasyon

Örneklemenin mekânsal dağılımına ilişkin olarak tek bir endeks değeri ya da oranı ve tek bir Z-istatistiği hesaplanır. Örneklemenin bütünü için hesaplanan bu endeks değeri ve istatistiğe bağlı olarak örneklemin mekânsal dağılımına ilişkin bir değerlendirme yapılır.

Genel Moran I Endeksi

Moran I endeksi, noktaların sahip olduğu değişken değerlerin benzerliğini ve yakınlık değerini tek bir noktada birleştirir.

$$I=\frac{n}{S_0}\frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} w_{ij}(x_i-\bar{x})(x_j-\bar{x})}{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2} \tag{2.17}$$

Burada n, örneklemedeki nokta sayısını; x_i, i noktasına ait değişken değerini; x_j , j noktasına ait değişken değerini; $\bar{x}$, değişkene ait ortalama değeri; S_0 ise örneklem için mekânsal ağırlıklar toplamını belirtir ve;

$$S_0=\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} w_{ij} \tag{2.18}$$

olarak hesaplanır. Formülde bulunan w_{ij}, *i* noktası *ve j* noktası arasındaki yakınlık ilişkisini veren bir değerdir ve mekânsal ağırlık olarak adlandırılır. Ayrıca yapılan hesaplama da isteğe bağlı olarak eşik uzaklık değeri verilerek, bu değerin üzerindeki uzaklıkların hesaba katılmaması, diğer bir değişle eşik değerin üzerinde olan noktalarda w_{ij}'nin 0 alınması sağlanabilir.

Hesaplanan Moran I endeksi değeri, beklenen endeks değeri, *E(I)*, ile karşılaştırılarak yorumlanır.

$$E(I)=(-1)/(n-1) \tag{2.19}$$

I>E(I) olduğu durumda, gözlemlenen mekânsal nokta veride kümelenme eğiliminin bulunduğu, başka bir değişle benzer değişken değerlerine sahip noktaların birbirlerine mekânsal olarak yakın konumlandığı sonucuna ulaşılır. I<E(I) olduğu durumda ise kümelenme eğiliminin bulunmadığı ve gözlemlenen mekânsal verinin dağınık/tekdüze dağılıma sahip olduğu anlaşılır. I≈E(I) olduğu durumda noktaların rastlantısal olarak dağıldığı ve özniteliğe bağlı bir kümelenme eğiliminin gözlenmediği değerlendirmesi yapılır.

Bu değerlendirmelerin gözlemlenen veri için istatistiksel açıdan anlamlı olup olmadığı hipotez testi ile sınanır. Sıfır hipotezinin reddedilebildiği durumlarda dağılımın rastlantısal olmadığı, reddedilemediği durumlarda ise mekânsal dağılımın rastlantısal olduğu sonucuna varılır.

Sıfir hipotezinin belirlenmiş olan α güven düzeyinde reddedilmesi için

$$|z_1| \geq z_{\alpha} \tag{2.20}$$

koşulunun sağlanması gerekir. Moran I endeksi için Z skoru;

$$z_1 = \frac{I-E(I)}{\sqrt{V(I)}} \tag{2.21}$$

şeklinde hesaplanır. Burada I, hesaplanan Moran I endeksi değeri; E(I) beklenen Moran I endeksi değeridir. V(I) ise varyans değeridir.

$$V(I) = E(I^2) - [E(I)]^2 \tag{2.22}$$

şeklinde hesaplanır[16][17].

2.2.2. Yerel Mekansal Otokorelasyon

Global mekânsal otokorelasyon tekniklerinde örneklemin mekânsal dağılımı için tek bir endeks değeri ve Z istatistiği hesaplanır. Ancak bazı durumlarda örneklemde benzer değişken değerlerine sahip noktaların oluşturdukları kümelerin konumlarının tespiti önemlidir. Bu durumda örneklemin mekânsal dağılımı genel bir inceleme yerine örneklemdeki nokta gözlemlerin ayrı ayrı değerlendirilmesine tabi tutulur. Örneklemdeki her nokta için ayrı ayrı endeks değeri ve Z istatistiği hesaplanır.

Getis-Ord G* İstatistiği

Getis-Ord G* istatistiği, değişken değerleri benzer noktaların kümelenme eğilimlerinin bulunup bulunmadığının ve bu mekânsal kümelerin konumlarının tespitinde kullanılır. Kümelenme konumlarının nerede oluştuğuna ilişkin sonuçlar ortaya koyar.

Örneklemdeki tüm noktalar için hesaplanan Getis-Ord G* istatistiği değeri çalışma alanındaki "sıcak noktalar (hot spots)" ve " soğuk noktalar (cold spots)" belirlenir. Sıcak noktalar, yüksek değişken değerine sahip noktaların oluşturduğu kümeleri, soğuk noktalar ise düşük değişken değere sahip noktaların oluşturduğu kümeleri ifade eder.

Getis-Ord yerel istatistiği, Gi *;

$$G_i^* = \frac{\sum_{j=1}^{n} w_{ij}x_j - \bar{x}\sum_{j=1}^{n} w_{ij}}{S\sqrt{\frac{\left[\left(n\sum_{j=1}^{n} w_{ij}^2\right) - \left(\sum_{j=1}^{n} w_{ij}\right)^2\right]}{n-1}}} \qquad (2.23)$$

Burada; n, örneklemdeki nokta sayısını; x_j, j noktasına ait değişken değerini; w_{ij}, i noktası ve j noktası arasındaki yakınlık ilişkisini veren mekânsal ağırlık değerini; $\bar{x}$, değişkene ait ortalama değeri verir ve S aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$S = \sqrt{\frac{\left[\sum_{j=1}^{n} x_j^2\right]}{n} - (\bar{x})^2} \qquad (2.24)$$

Hesaplanan G_i^* değeri, normal dağılıma sahiptir ve Z istatistiği değeridir. Pozitif yüksel değerler, bir arada bulunan yüksek değişken değerlere sahip noktaların, yüksek mutlak değerdeki negatif değere sahip noktalar ise bir arada bulanan düşük değişken değerlerine sahip noktaları ifade eder.

Yapılan bu değerlendirmenin gözlemlenen veri için istatistiksel açıdan anlamlı olup olmadığı hipotez testi ile sınanır. Sıfır hipotezinin reddedilebildiği durumda, incelenen nokta açısından mekânsal dağılımının rastlantısal olmadığı kabul edilir. Sıfır hipotezinin reddedilemediği durumda ise, incelenen nokta açısından mekânsal dağılımının rastlantısal olduğu kabul edilir. Sıfır hipotezinin belirlenmiş olan α güven düzeyinde reddedilmesi için

$$|z_C| \geq z_\propto \tag{2.25}$$

koşulunun sağlanması gerekir[17].

Anselin Yerel Moran I istatistiği

Anselin Yerel Moran I İstatistiğinin, Getis-Ord Yerel G* İstatistiğinden farkı bu tekniğin, değişken değerleri benzer noktaların tespiti ile birlikte değişken değerleri çevresindeki noktalardan farklı olan noktaların tespitinde kullanılmasıdır.

Örneklemdeki tüm noktalar için Anselin Yerel Moran I İstatistiği;

$$I_i = z_i \sum_{j=1}^{n} w_{ij} z_j \tag{2.26}$$

olarak hesaplanır. Burada; n, örneklemdeki nokta sayısını; w_{ij}, i noktası ve j noktası arasındaki yakınlık ilişkisine göre mekânsal ağırlık değerini; z_i ve z_j ise i ve j noktalarına ait değişken değerinin ortalamadan sapmalarını verir. i noktası için değişken değerinin ortalamadan sapması, z_i aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$z_i = \frac{(x_i - \bar{x})}{s} \tag{2.27}$$

Burada x_i, i noktasına ait değişken değerini; $\bar{x}$, değişkene ait ortalama değeri; s, örnekleme ait değişken değerinin standart sapmayı belirtir ve aşağıdaki gibi bulunu.

$$S^2=\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(x_i-\bar{x}\right)^2}{n-1} \tag{2.28}$$

Anselin Yerel Moran I istatistiği, I_i, örneklemdeki tüm noktalar için hesaplanır. Yüksek pozitif I_i değerleri, i noktasının benzer değişken değerlerine sahip noktalardan oluşan mekânsal kümeleşmenin bir parçası olduğu şeklinde yorumlanır.

Yüksek negatif I_i değerleri, i noktasının bir mekânsal uçdeğer olduğunu ifade eder. Başka bir deyişle, i noktasının etrafının değişken değerleri açısından i noktasının değişken değerlerine benzemeyen değerlere sahip noktalar ile çevrili olduğu şeklinde yorumlanır.

Elde edilen değerler istatistiki açıdan anlamlı olup olmadığı hipotez testi ile sınanır. Sıfır hipotezinin reddedilebildiği durumda, incelenen nokta açısında mekânsal dağılımın rastlantısal olmadığı kabul edilir. Sıfır hipotezinin reddedilemediği durumda ise incelenen nokta açısından mekânsal dağılımın rastlantısal olduğu sonucuna varılır.

Sıfır hipotezinin belirlenmiş olan α güven düzeyinde reddedilmesi için

$$|Z_i| \geq Z_\alpha \tag{2.29}$$

koşulunun sağlanması gerekir. Z_i aşağıdaki şekilde hesaplanır[15].

$$Z_i=\frac{I_i-E(I_i)}{\sqrt{V(I_i)}} \tag{2.30}$$

$$E(I_i)=-\frac{\sum_{j=1,i\neq j}^{n} w_{ij}}{n-1} \tag{2.31}$$

$$V(I_i)=E\left(I_i^2\right)-E(I_i)^2 \tag{2.32}$$

$$E\left(I^2\right)=\frac{(n-b_{2_i})\sum_{j=1,i\neq j}^{n} w_{i,j}^{\ 2}}{(n-1)}-\frac{\sum_{k=1,k\neq i}^{n}\sum_{h=1,h\neq i}^{n} w_{i,k}\,w_{i,h}}{(n-1)(n-2)} \tag{2.33}$$

$$b_{2_i}=\frac{\sum_{i=1,i\neq j}^{n}\left(x_i-\bar{x}\right)^4}{\left(\sum_{i=1,i\neq j}^{n}\left(x_i-\bar{x}\right)^2\right)^2} \tag{2.34}$$

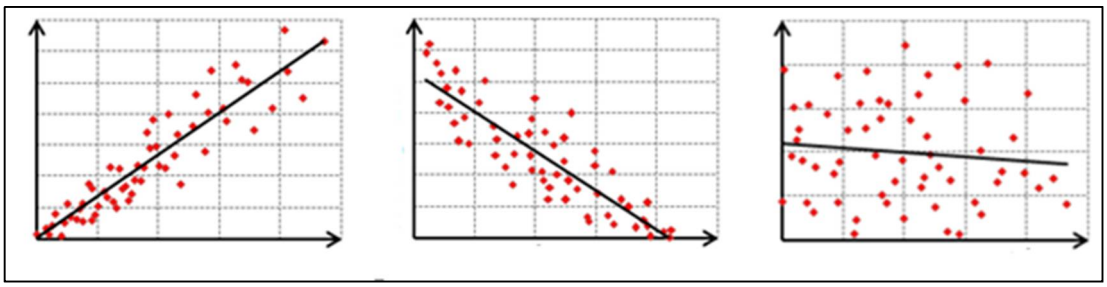
3. REGRESYON ANALİZLERİ

Regresyon, iki veya daha fazla özellik niteliği arasındaki ilişkileri değerlendirmek için kullanılır. İlişkileri tanımlamak ve ölçmek, bir yerde neler olup bittiğini daha iyi anlamanıza, bir şeyin nerede olması muhtemel olduğunu tahmin etmenize veya bunların neden gerçekleştiği nedenlerin nedenlerini incelemenize izin verir. [18]

Regresyon analizi ile değişkenler arasında ilişkinin durumu ve gücü hakkında bilgi edinilebilir. Karmaşık olayları anlamak, modellemek, tahmin etmek ve/veya açıklamakla için kullanılır. Araştırma konusu arasında korelasyon olduğu düşünülen herhangi bir olay olabilir. Örneğin, Türkiye deki liselerin başarı sırlamasının, bulunduğu konum, velilerin maddi durumu, derslerden aldığı notlarla arasında ilişki olup olamadığı araştırılabilir.

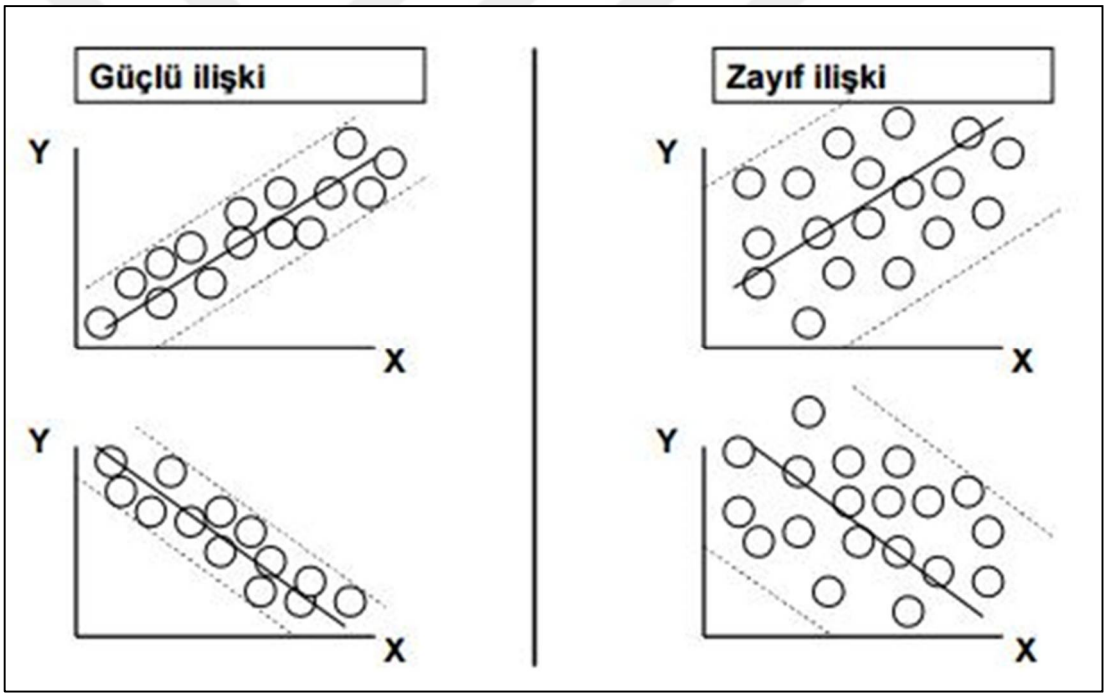
Regresyon analizi yapmanın en büyük zorluklarından biri, açıklanacak değişkeni etkileyecek değişkenleri bulma ve araştırma zorluğudur. Buna karşın yapılacak regresyon analizleri sonucu elde edilen istatistiki çıkarımlar modelin karmaşıklığı, doğruluğu, durağanlığı ve analize sokulan değişkenlerin açıklanmak istenen değişkene katkısı olup olmadığı hakkında bilgi edinebilir.

Regresyon analizlerinde modellemeye çalışan olgu ile değişkenler arasında 3 farklı korelasyon olabilir. Bunlar değerin değişmesiyle modellemenin pozitif etkilenmesi, negatif etkilenmesi ve etkilenmemesi olarak ayrılabilir. Örneğin; bir bölgede yapılaşmanın artarken çevre kirliliğinin de artması bu iki değişken arasında pozitif korelasyon, bir bölgede devriye gezen bekçi sayısı ile suç oranın azaldığını görmek aralarında negatif korelasyon olduğunu gösterir. Birbiri ile ilişkisi bulunmayan iki ilişki arasında korelasyon bulunmadığını gösterir. Bu üç korelasyon durumuna ait grafikler Şekil 3.1 de verilmektedir.



Şekil 3.1. Değişkenler arası muhtemel korelasyon durumları

Değişkenlerin uzayda dağılımına göre uydurulan eğrilerin, değişkenlere yakınlıkları korelasyonun gücü hakkında bilgi verir. Şekil 3.2 de korelasyonların güçleri görülmektedir.



Şekil 3.2. Değişkenlerin regresyon eğrisine uzaklıklarına göre korelasyon ilişkisi

Elde edilen grafik veriler değişkenler arasında ilişkiyi tanımlarken, regresyon denklemi ile de modellemeye çalışılan bağımlı değişken için açıklayıcı değişkenlere için kat sayılarını üretmeye yarar. Sonuç denklem ile bağımsız değişkenler ve kat sayıları ile bağımlı değişken işleme giren bütün olayları sağlar. Regresyon denklemi denklem (2.1)de verilmektedir.

$$y=\beta_0+\beta_1X_1+\beta_2X_2+\beta_3X_3+\ldots+\beta_nX_n+\varepsilon \quad (3.1)$$

Bu regresyon denkleminde y bağımlı değişkeni, $\beta_{1,2,3..n}$ kat sayıları, $X_{1,2,3,..,n}$ denklemin hesaplanmasında işleme sokulan bağımsız değişkenleri, ε ise gözlenen değerler ile hesaplanan değerler arasında örtüşmeyi sağlamak için hesaplanan kalan değere denmektedir.

Haritacılık çalışmalarında regresyon analizi mekansal ilişkilerin tanımlanması için yapılır. Doğru kullanıldığında, bu yöntemler doğrusal ilişkileri incelemek ve tahmin etmek için güçlü ve güvenilir istatistikler sağlar[18].

Regresyon analizi, haritacılık çalışmalarında mekansal ilişkilerin tanımlanması, modellenmesi, incelenmesi ve gözlemlenen mekansal kalıplar arasındaki faktörleri açıklamaya yardımcı olabilir. Mekansal ilişkileri modelleyerek, tahmin için regresyon analizi de kullanılabilir. Çalışmalarda verilere iki tip regresyon modeli uygulanmaktadır: Sıradan en küçük kareler yöntemi ve Coğrafik ağırlıklandırılmış regresyon.

3.1. Sıradan En Küçük Kareler Regresyonu

Sıradan en küçük kareler regresyonu (Ordinary Least Squares, OLS) tüm regresyon tekniklerinin en iyisi olarak görülmektedir. Ayrıca tüm mekansal regresyon modellerinin başlangıcı olarak sayılmaktadır. Anlamaya veya tahmin edilmeye çalışılan değişken veya sürecin global bir modelini sağlar, bu süreci temsil etmek için tek bir regresyon denklemi oluşturur.

Sıradan en küçük kareler regresyonu, uygulama olarak anlaşılmaya çalışılan değişkenlerin kat sayılarını bulmaya yarar ve regresyon çalıştırılınca değişkenlere ait bir katsayı bulunur. Regresyonda önemli olan anlaşılmaya çalışılan modelin doğruluğu ve modeli anlamak için seçilen bağımsız değişkenlerin olayı açıklayabilecek nitelikte olup olmadığıdır.

Programla beraber elde edilen diğer istatistiki bilgiler modelin sağlıklı çalışıp çalışmadığını gösterir. Çalışmalarda birçok konuda istatistiki çıkarım yapılır. Sonuçlar yorumlanarak modelin en iyi hale gelmesi için çalışılır.

Modelin performans değerlendirmesi yapılır. Dağılımın R^2 sonucu incelenerek modelin, araştırmaya çalışılan olayın ne kadarını açıkladığı araştırılır. Örneğin, 0,39

hesaplanan R^2 değeri modelin %39'unu anlattığı söylenebilir. Model hesaplanmasına sokulan diğer değişkenlerle R^2 değeri değişebilir.

Modeldeki değişkenler kendi arasında değerlendirilir. Değişkenler için ayrı ayrı hesaplanan VIF(varyans büyüme faktörü) değişkeni ile hesaplanan değişkenin model için gerekliliği araştırılır. Eğer değer 7,5 den büyükse değişkenin mükerrer olduğu, o değişkenin etkisini başka bir değişken tarafından verildiği söylenebilir.

Modelin önemi anlamak için sıfır hipotezinin modeldeki değişkenlerin modeli açıklayamadığı baz alınarak yapılır. Bunun için serbestlik derecesine göre hesaplanacak olan F-İstatistiği, Wald İstatistiği istatistiksel öneminin ölçütleridir. Ayrıca, Koenker (BP) istatistiği anlamlı olmadığı zaman güvenilirdir.

Bir modelin durağanlığı, modelin coğrafi alanda tutarlı olduğunda, açıklayıcı değişkenlerin temsil ettiği mekansal süreçler çalışma alanında her yerde aynı şekilde hareket ettiği varsayılarak bulunur. Eğer bir model durağan değilse heterokastik bir yapıya sahiptir. Regresyon modelin durağanlığı Koenker (BP) İstatistiği ile hesaplanır. Sıfır hipotezi, modelin durağan olduğudur. İstatistiğin olasılık değerinin 0,05 den küçük olması modelin durağan olduğunu gösterir.

Bir diğer istatistiki değerlendirme modelin yanlılığının değerlendirilmesidir. Modele ait hesaplanacak olan denkleme ait kat sayılar hesaplanırken oluşan artıklar, histogram olarak çizildiğinde, dağılımın Gauss dağılımına benzeyecekleri varsayılır. Sıfır hipotezi, artıkların normal dağılımda olduğudur. Jarque-Bera istatistiği olasılık değeri, 0,05 den küçük olduğunda artıkların normal dağılmadığı ve modelin yanlı olduğu söylenebilir.

Son olarak hesaplanan regresyon modeli üzerinde mekansal otokorelasyon araştırması yapılır. Hesaplar sonucu oluşan artıkların kümelenip kümelenmediği değerlendirilir. Kümelenmenin olması modelde önemli bir değişkenin eksik olduğunu gösterir.

Eğer modeli tanımlamak için istendiği zaman, farklı farklı açıklayıcı değişkenler elde edilebiliyorsa farklı olarak kurulacak modellerin Akaike Bilgi Kriterleri karşılaştırılır. Kriter değeri hangisinin düşükşe, o model seçilmelidir[19][20].

3.2. Coğrafik Ağırlıklandırılmış Regresyon

Coğrafik ağırlıklandırılmış regresyon (Geographicly Weighted Regression(GWR)), veri kümesindeki her özelliğe bir regresyon denklemi uygulayarak anlamaya yada tahmin etmeye çalıştığınız değişken veya işlemin yerel bir modelini sağlar. Coğrafyada ve diğer disiplinlerde artan bir şekilde kullanılan çeşitli uzaysal regresyon tekniklerinden biridir. Bu yöntemle doğrusal ilişkilerin incelenmesi ve tahmin edilmesi için güçlü ve güvenilir istatistikler elde edilebilir. Örneğin, "nesli tükenmekte olan bir türün kazanılması için hangi habitatlar korunmalıdır, kanser oranlarını etkileyen faktörlere ait çalışma ne kadar tutarlıdır?" gibi konularda yüksek doğruluklu istatistikler sağlayarak yorumlamaların daha sağlıklı olmasını sağlamaktadır.

Coğrafik ağırlıklandırılmış regresyon modeli, açıklanmaya çalışılan bağımlı değişkenin durumuna göre 3 farklı regresyon tipi sunar. Regresyon modellerine göre veri tipleri ve modellerin yorumlanmasına ait tablo, Tablo 3.1'de verilmektedir.

Coğrafik ağırlıklandırılmış regresyon modeli hesap parametrelerinden biride bant genişliğidir. Genellikle hesaplanan Akaike Bilgi Kriteri bant genişliği olarak belirlenir. Eğer modellemeye, değişkenlerin belli çevresine kadar etkilenmesi istenmiyorsa bant genişliği buna göre girilmelidir[21][19].

Tablo 3.1. Coğrafik Ağırlıklandırılmış regresyon modelleri

	Gauss Modeli	Lojisitik Model	Poisson Modeli
Kullanılacak Değişken Tipi	Bağımlı değişken, geniş bir değer aralığı alıyorsa bu yöntem kullanılır.	Bağımlı değişken bir olayın veya bir değerin varlığı ve yokluğu gibi tanımlanmışsa bu model kullanılabilir. Değişkenlerin sayısal olması, 1 veya 0 olarak kodlanması gerekir.	Bağımlı değişken, bir suç sayımı gibi bir olayın oluşumunu temsil ediyorsa bu model kullanılabilir. Model bağımlı değişkenin ortalama ve varyansının eşit olduğunu değerlerinin negatif olamayacağını veya ondalık içerebileceğini varsayar.
Modelin Uyumu	R^2 parametresi ile sınanır. 0 ile 1 arasında bir değer alır ve daha yüksek olanlar daha uyumlu olarak yorumlanır.	Küresel model tarafından açıklanan sapma yüzdesi (mekansal olmayan) parametresi ile sınanır. 0.0 ile 1.0 arasında değişmekte olup, daha yüksek değerler tercih edilmektedir. Global bir modelin kalitesini ölçer.	Küresel model tarafından açıklanan sapma yüzdesi (mekansal olmayan) parametresi ile sınanır. 0.0 ile 1.0 arasında değişmekte olup, daha yüksek değerler tercih edilmektedir. Global bir modelin kalitesini ölçer.
Modelin Performansı	Akaike Bilgi Kriteri değeri(AICc) ile sınanır. İki farklı model arasında düşük olanın sağlıklı olduğu yorumuna varılabilir. Aynı değişkenlerle yapılan Coğrafik ağırlıklandırılmış regresyon modeli ile global model karşılaştırılarak genel modelden yerel modele geçmenin yararları araştırılabilir.	AICc ile sınanır. Düşük AICc değerine sahip model, gözlemlenen verilere daha iyi bir uyum sağlar.	AICc ile sınanır. Düşük AICc değerine sahip model, gözlemlenen verilere daha iyi bir uyum sağlar.
δ^2	Artık değerlerin standart sapması olarak tanımlanmaktadır. İki değer arasında küçük olanı daha sağlıklıdır. AICc değeri hesaplanmasında kullanılır.	Bu değer, artık kareler toplamının, artık kalıntının etkili serbestlik derecelerine bölündüğü normalleştirilmiş artık kareler toplamının kareköküdür. Bu, artıklar için tahmini standart sapmadır. Bu istatistiğin küçük değerleri tercih edilir. AICc hesaplamaları için kullanılır.	Bu değer, artık kareler toplamının, artık kalıntının etkili serbestlik derecelerine bölündüğü normalleştirilmiş artık kareler toplamının kareköküdür. Bu, artıklar için tahmini standart sapmadır. Bu istatistiğin küçük değerleri tercih edilir. AICc hesaplamaları için kullanılır.
Küresel Modelden Yerel modele Geçmenin Kalitesi	-	Yerel model ile küresel modelin açıkladığı sapma yüzdesi, yerel modelin kareler toplamı ile kalan toplam kareleri karşılaştırarak küresel bir modelden, lokal bir regresyon modeline geçmenin faydalarını değerlendirmenin bir yoludur. Değeri 0.0 ile 1.0 arasında değişmektedir.	Yerel model ile küresel modelin açıkladığı sapma yüzdesi, yerel modelin kareler toplamı ile kalan toplam kareleri karşılaştırarak küresel bir modelden, lokal bir regresyon modeline geçmenin faydalarını değerlendirmenin bir yoludur. Değeri 0.0 ile 1.0 arasında değişmektedir.

Coğrafik ağırlıklandırılmış regresyon modelinin diğer regresyonlardan ayıran başlıca özelliği hesaplamayı coğrafi olarak ağırlıklandırmasıdır. Regresyon denklemi kurulacak bağımlı değişkene; uzak olan bağımsız değişkenler hesabı az etkilerken, yakın olanlar daha çok etkiler. Ağırlıkların bulunmasında iki farklı yöntem vardır.

3.2.1. Gauss ağırlık modeli

Gauss ağırlık modelinde, yakın olan bağımlı değişkenin parametreleri çok etkilerken, uzaktaki daha az etkilemektedir. Modelde hesaba sokulan bütün parametreler birbirini etkiler. Bu şekilde ağırlıklar sıfıra yakın olsa da hiç bir zaman sıfır olmaz.

3.2.2. Bisquare ağırlık modeli

Gauss ağırlık modelinden farklı olarak, modele tanımlanan bant genişliği kadar işlem yapar. Bu durumda tanımlanan bant genişliğinin dışında kalan değişkenlerin ağırlığı sıfır olarak atanır.

Coğrafik ağırlıklandırılmış regresyon modeli sonuçlarından biride kat sayı raster modelidir. Çıkan rasterlar sayesinde değişkenlerin etkilenme durumlarının coğrafi olarak dağılımı da görülebilmektedir.

3.3. Regresyon Analizi İle Risk Denklemlerinin Oluşturulması

Risk, sözlükteki anlamıyla, zarara uğrama tehlikesi demektir. Genel anlamda ise gelecekte yaşanabilecek belirli bir tehlikenin insanlara ve çevreye zarar ya da hasar verebilme durumuna bağlı ortaya çıkabilecek kayıp olasılığı ve olumsuz sonuçların toplamıdır[22]. Aynı zamanda tehlike sonucu ortaya çıkan her duruma da risk denebilir.

Sağlıklı bir risk yönetimi süreci; riskin tanımlanması, ölçümü, görüntülenmesi ve analizi gibi birbirlerini tamamlayan ve birbirleriyle ilişki içinde olan görevleri içerir [23]. Risk analiz çalışmalarında riski ortaya çıkaran tehlike kaynakları tek tek tanımlanarak sonuç veri elde edilmeye çalışır. Verilerde bilgiler tanımlanırken riski oluşturma etkileri göz önüne alınmaktadır.

Regresyon, iki veya daha fazla özellik niteliği arasındaki ilişkileri değerlendirmek için kullanılır. İlişkileri tanımlamak ve ölçmek, bir yerde neler olup bittiğini daha iyi

anlamanıza, bir şeyin nerede olması muhtemel olduğunu tahmin etmenize veya bunların neden gerçekleştiği nedenlerin nedenlerini incelemenize izin verir. Regresyon ile modellenecek olaylar, denklemlerle ifade edilmeye çalışılır.

Özellikle ekonomide kullanılan bir yöntem olsa da, açıklanmaya çalışılan modelin değişkenleri tam olarak tanımlanabilirse her olay regresyon metoduyla, belli istatistiki doğrulukta açıklanabilir.

Regresyon ile risk belirleme çalışmaları istatistiki programlarla yapılabileceği gibi, konumunda önemli olduğu çalışmalarda CBS programları hızlı sonuç vermekte, hem de elde edilen istatistiki sonuçları harita üzerinde hızlıca görmeye yaramaktadır. [18]

4. ORMAN YANGINLARI

Orman Yangını yönetmeliklerde geçen tanımıyla “Serbest yayılma eğiliminde olan ve ormanda yaşama birliği içinde bulunan canlı ve cansız bütün varlıkları yakarak yok eden ateştir.” Olarak geçmektedir[24].

Orman yangınları da normal yangınlar gibi yangın üçgeni denen oksijenin yanıcı madde ve ısı ile birleşip kimyasal bir reaksiyon oluşturmasıyla meydan gelir ve bu üç faktör yangın üçgeni olarak adlandırılır[25]. Şekil 5.1 de yangın üçgeni görülmektedir.



Şekil 4.1. Yangın üçgeni

Yangının sönmesi içinde bu üç faktörden birinin ortadan kaldırılması gerekmektedir. Yanma olayı için; ısının 260-400 C’den, oksijenin % 15’den fazla olması ve yeterli miktarda yanıcı maddenin bulunması şarttır[24].

4.1. Orman Yangınları Türleri

4.1.1. Yanıcı malzemeye göre orman yangınları

Ülkemiz kanun literatüründe yer alan bilgilere göre biri ülkemizde görülmeyen toprak yangınları da olmak üzere, örtü ve tepe yangınları olmak üzere 3 tip orman yangını vardır.

Örtü Yangını: Orman toprağını örten ölü ve diri örtüyü yakan yangındır. (Ot, çayır, funda, fide, fidan, yaprak, yosun, humus, kuru dal, kütük, devrik kesim artıkları v.s.)

Meşcere asli ağaçlarına çoğunlukla zarar vermez. Ancak; torağı örten yanıcı maddelerin yoğun olması halinde zarar verebilir. Bunun için de yanan sahanın yangın sonrası takip ve kontrol edilmesinde fayda vardır. Bazı kaynaklarda turba yangını olarak da geçmektedir.

Tepe Yangını: Ağaç ve ağaççıkların tepelerini de yakarak ilerleyen yangındır. Bu yangın türünde istisnalar hariç ormanın örtüsü, ağaçların gövdeleri ve tepeleri çeşitli şiddette yandığından ağaçlar genellikle kuruyarak, meşcere canlılığını kaybeder. En tehlikeli yangın türüdür[24].

Toprak yangını: Ülkemizde çok görülmeyen (sazlık, bataklık yangınları), orman ekosistemi içindeki turbalık alanlar ile topraktaki humus tabakası yangınıdır[26].

4.1.2. Çıkış türlerine göre orman yangınları

Çıkış türlerine göre nedeni bilinen yangınlar 285 sayılı tebliğe göre

Yıldırım,

Kasıt: (kaza) Terör, kundaklama, açma eylemleri, enerji nakil hatları, trafik ve diğerleri

İhmal ve Dikkatsizlik: Aniz, avcilik, çoban ateşi, sigara, piknik ateşi, tarla temizliği, çöplük, diğerleri eylemler

Nedeni bilinmeyen

Her ne kadar sınıflandırma olarak farklı gruplar olsa da dünyada gerçekleşen orman yangınlarının %94 ü insan kaynaklı yangınlar olarak literatüre geçmiştir.

4.2. Ülkemizde Orman Ve Orman Yangınları

Ülkemizin kuruluş ve işleyiş yasası olan anayasamızın 169. ve 170. Maddelerine göre ülkemizde ormanların işletilmesi, korunması ve yanan orman alanlarının ıslahlaştırılması yetkisi devlete aittir. 3234 ve 6831 sayılı kanunların ilgili hükümleri

gereği; orman alanlarının artırılması, orman alanlarının korunması, orman yangınlarının engellenmesi, söndürülmesi ve gerekli tedbirlerin alınması Orman Genel Müdürlüğü sorumluluğundadır.

Ülkemiz yüz ölçümü bakımından %27'sinin 21.678.134 hektarı orman kapladığı, 1,6 milyar m3 odun serveti olduğu değerlendirilmektedir. FAO tarafından açıklanan verilere göre ülkemiz orman varlığı olarak dünyada 47. Sırada yer almaktadır[27].

OGM tarafından yayımlanan resmi istatistiklere göre 1988-2017 yılları arasında ülkemizde 61313 adet yangın raporlanmıştır. Raporlanan bu yangınlarda toplam 307 855 ha alan zarar görmüştür. Ülkemiz orman yangınlarının daha çok görüldüğü akdeniz iklim kuşağında yer almaktadır. Bundan dolayı da özellikle akdeniz ve ege bölgelerinde yangınlar diğer bölgelere göre daha çok görülmektedir. Ülkemizde orman yangınlarının engellenmesi ve gerekli tedbirlerin alınmasında yine aynı yasalarla koruma altına alınmış olup engelleyici, önleyici ve söndürülmesi için gerekli tedbirlerin alınması çalışmalarını OGM yürütmektedir.

5. UYGULAMA

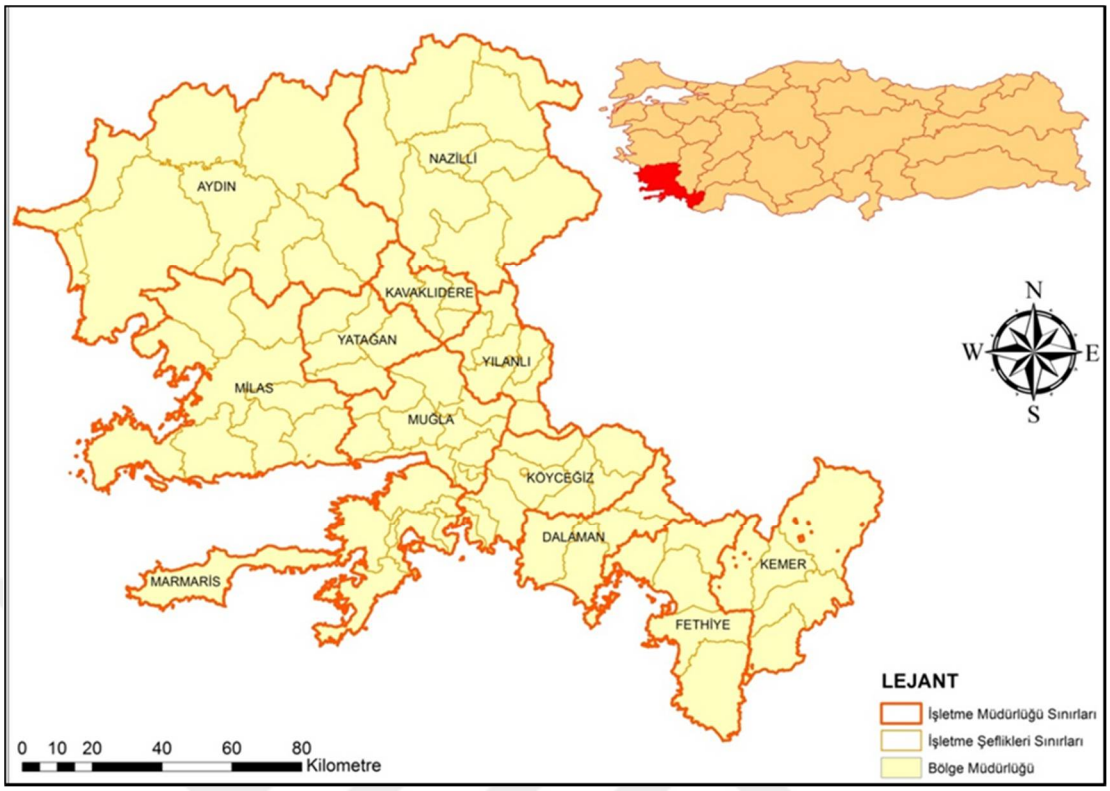
Bu bölümde çalışma alanında 2011-2015 yılları arasında çıkan orman yangınlarının konumsal istatistik analizi yapılmış, sonrasında yangınların öznitelik verilerine göew risk denklemleri çıkarımı yapılmıştır. Çalışmada, ülkemiz orman bölge müdürlükleri arasında 1. Derece yangın hassasiyetli bölgelerden olan Muğla Orman Bölge Müdürlüğü seçilmiştir.

Öncelikle bölgede çıkan orman yangını konumlarına ve özniteliklerine göre orman yangınlarının kümelenme araştırması yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar ile bölgeye ait yerleşim yerlerine uzaklık, meşçere tipleri, sıcaklık, bakı, eğim katmanları, meşçerelerin yönetim ve ağaç tiplerine göre yana alan miktarları baz alınarak regresyon analizi ile duyarlılık haritalarını etkileyecek formüllerin katsayılarının çıkarımı yapılmıştır.

5.1. Çalışma Alanı Hakkında Genel Bilgiler

Ülkemizde yer alan 28 orman bölge müdürlüğünden biri olan, Muğla Orman Bölge Müdürlüğü Aydın ve Muğla İllerini içine alan, sınırlarını kuzey, güney ve doğusunda illerin sınırları, batısında ile Ege Denizi kıyılarını sınır alan bir bölgeden oluşmaktadır. Muğla Orman Bölge Müdürlüğü, bulundurduğu orman bakımından, Türkiye de 6. Sırada yer almaktadır[4].

Orman Bölge Müdürlükleri yönetim organizasyonuna göre bölge müdürlüklerine bağlı işletme müdürlükleri ve bu işletme müdürlüklerine bağlı işletme şefliklerinden oluşmaktadır. Çalışma bölgesinde 12 İşletme Müdürlüğü ve bu İşletme Müdürlüklerine bağlı olarak 85 adet İşletme Şefliği mevcuttur. Şekil 5.1 de çalışma alanı konumu, sınırları ile çalışma alanında bulunan işletme şefliği ve işletme müdürlüklerinin sınırları görülmektedir.



Şekil 5.1. Türkiye Orman Bölge Müdürlükleri ile Muğla Orman Bölge ve işletme müdürlüklerini gösterir şekil

5.1.1. Nüfus ve coğrafya

Çalışma bölgemiz Ege Coğrafi bölgesinde kalmaktadır. Bölgenin iki ili olan Muğla ve Aydın İlleri çalışma alanını oluşturmaktadır. Muğla İli, il merkezi olan Menteşe denizden 670 m yüksekliktedir. Karadağ, Kızıldağ, Masa Dağı ve Hamursuz Dağı ile çevrelenmiş bir çanak görünümündedir. Genel olarak güneyden kuzeye ve doğuya doğru yükselen sık çam ormanları ile kaplı dağlık ve ormanlık bir arazi yapısına sahiptir. İlin en yüksek yeri olan Yılanlı Dağı'nda yükseklik 2.000 metreye yaklaşır. Muğla, Akdeniz iklimi etkisindedir. Yaz ayları kurak, kış ayları bol yağışlıdır[28]. Şehirde ölçülmüş en yüksek sıcaklık 42,1, en düşük sıcaklık ise -12,6 derecedir. Ölçülmüş en yüksek günlük toplam yağış 83,0 mm/m^2 dir. Ölçülmüş en yüksek rüzgar hızı 119,2 km/sa, ölçülmüş en yüksek kar kalınlığı 41,0 cm'dir[29]. Muğla ili nüfusu 967.487 kişiden oluşmaktadır[30].

Aydın İlinin, kuzey ve güneyi dağlık, engebelidir, iki bölüm arasında iki yandan faylarla sınırlanmış ve sonradan alüvyonlarla örtülmüş genç bir çöküntü alanı olan Büyük Menderes ovası yer alır. 1. derece deprem alanı olan bölge bir çok kez yıkıcı

depremlere maruz kalmıştır. Yüzölçümü 8.007 km² dir. Şehrin en yüksek yeri Karlık Tepesidir ve yükseklik 1732 m'ye yaklaşır. Muğla, Akdeniz iklimi etkisindedir. En yağışlı mevsim kıştır. Yaz mevsiminde yok denecek kadar az yağış almaktadır. Kar yağışı ender görünür. Aydın, özellikle batıdan gelen hava akınlarına açıktır. Rüzgar yönü daha çok doğu - güneydoğusudur. Bunu güneybatı (lodos) ve batı rüzgarları izler[31]. Şehirde ölçülmüş en yüksek sıcaklık 44,8, en düşük sıcaklık ise -11 derecedir. Ölçülmüş en yüksek günlük toplam yağış 93,8 mm/m2 dir. Ölçülmüş en yüksek rüzgar hızı 106,2 km/sa, ölçülmüş en yüksek kar kalınlığı 8,0 cm dir[32]. Aydın ilinin nüfusu 1.097.746 kişiden oluşmaktadır[30].

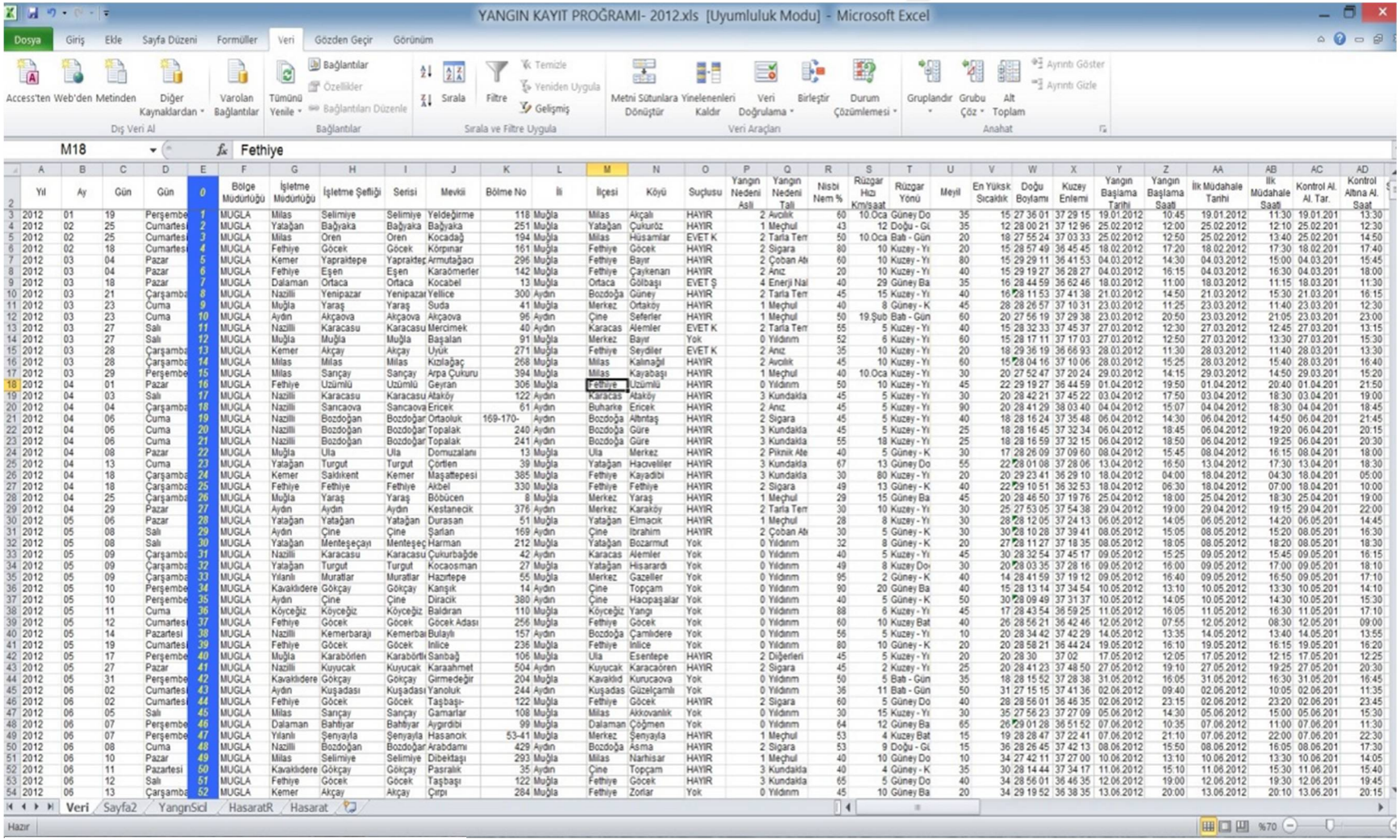
5.2. Orman Yangınları Veri Seti

Muğla Orman Bölge Müdürlüğü tarafından düzenli olarak tutulan veri setleri iki kısımdan oluşmaktadır. Microsoft excel tabanlı yapılan programda birinci kısım veri girmeyi sağlamaktadır. İkinci kısım ise giredilerin verileri toplu olarak görüp işlem yapmayı sağlamaktadır.

Birinci kısımda yangınlara ait veriler 4 ana kategori altında girilmektedir. 1. Kategori olan "Genel Bilgiler" kısmında yangının gerçekleştiği zamanın ve yerin verileri, yangının başladığı, ilk müdahale edildiği, kontrol altına alınma anı, söndürüldüğü an, devam süresi, yangının oluştuğu yer ve ana ait iklim ve arazi bilgileri yer almaktadır. 2. Kategori olan "Meteorolojik ve Yanan Alan Verileri" kısmında bakı, nem, meyil ve koordinat verileri ile ormanın idare şekli, meşçere tipi, ve yanan Alana ait veriler yer almaktadır. 3. Kategori olan "Söndürmeye Katılanlar ve Ekipmanlar" başlığı ile yangına katılan kişiler ve araçlara ait envanter bilgisi tutulmuştur. 4. Kategori "Yangın Sicil Fişi" bölümünde yangına ait maddi verilerin girdiği bölüm bulunmaktadır. Veri tabanı ekranında ise bütün verilere ait bilgiler toplu olarak yıl bazında yer almaktadır.

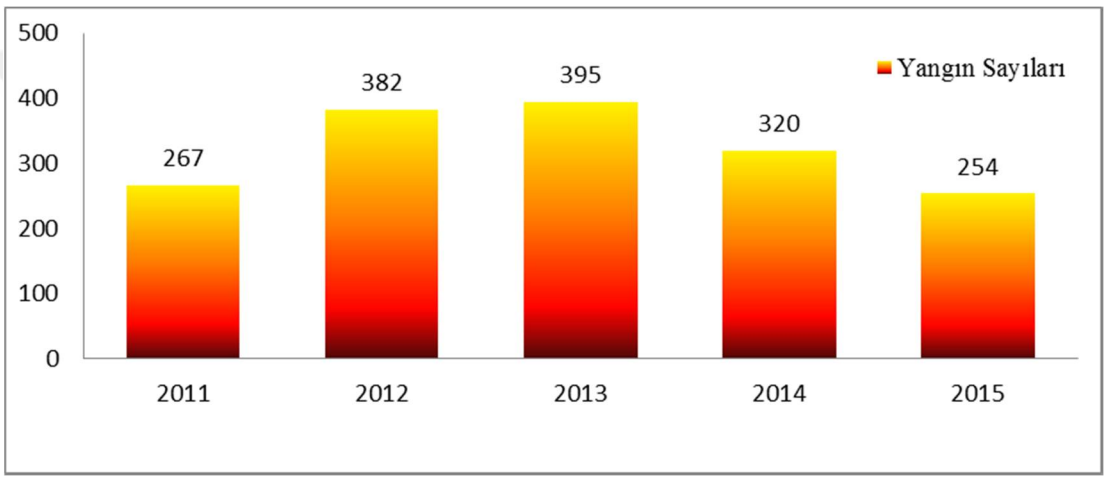


Şekil 5.2. Orman yangınları veri setine ait veri giriş ekranından görüntüler

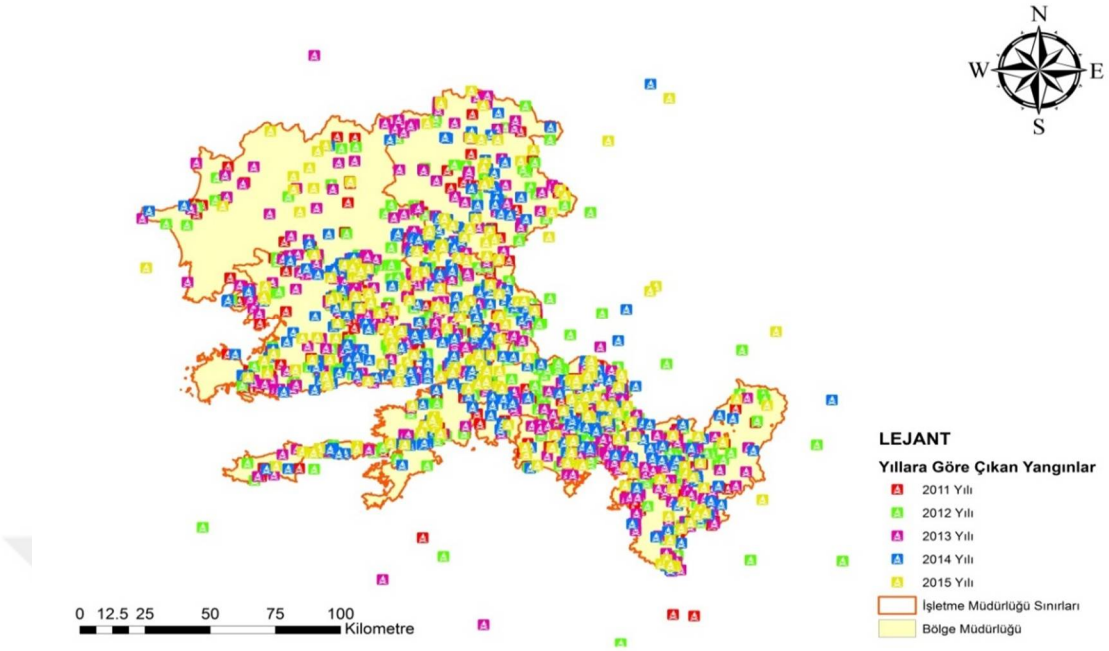


Şekil 5.3. Yangın veri setinden görünüm

Uygulamalarımızda bir CBS programı olan ArcGIS programı tercih edilmiştir. Öncelikler yangın veri tabanından alınan veriler WGS-84 sisteminde koordinatlandırılmıştır. Yangınlar öznitelik verileriyle beraber sorgulama yapılabilecek ve işleme sokulabilecek şekilde programa yüklenmiştir. Elde edilen altlık bilgileri ED-50 6 derece sisteminde olduğundan öncelikle yangınlara ait koordinatlar arasında projeksiyon dönüşümü yapılmıştır. Yangın verilerinin başlama yıllara göre sayılarını gösterir grafik Şekil 5.4 de görülmektedir. Ayrıca koordinatlarına göre hepsinin bir arada görülebildiği harita Şekil 5.5 de görülmektedir.



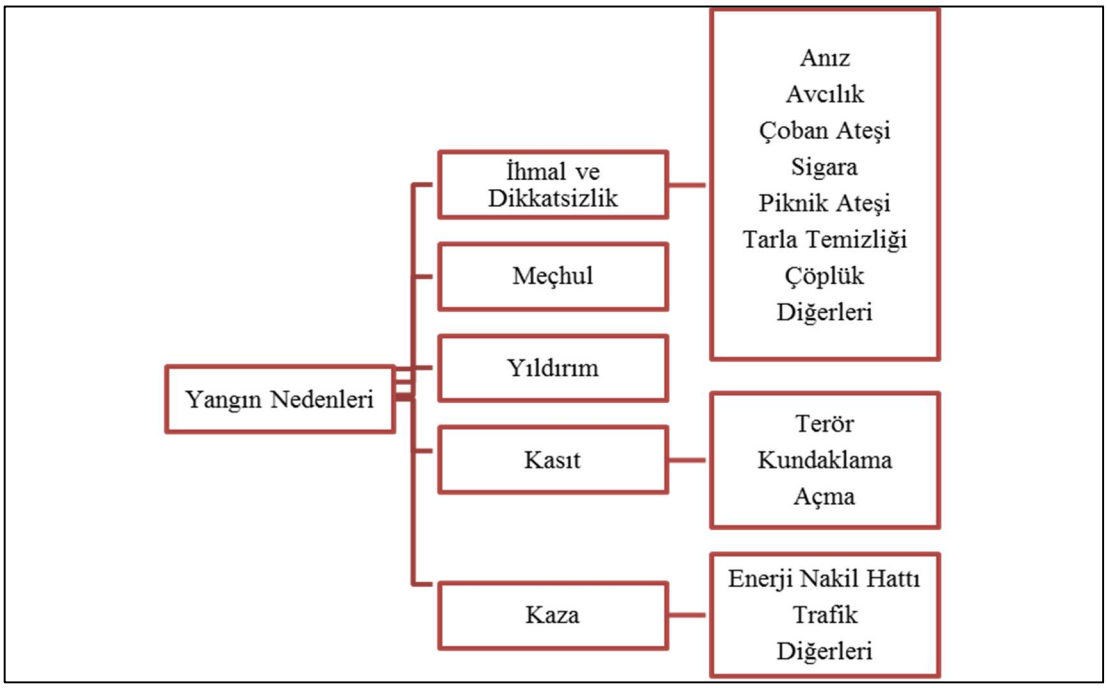
Şekil 5.4. Yangınların yıllara göre sayılarının dağılımı



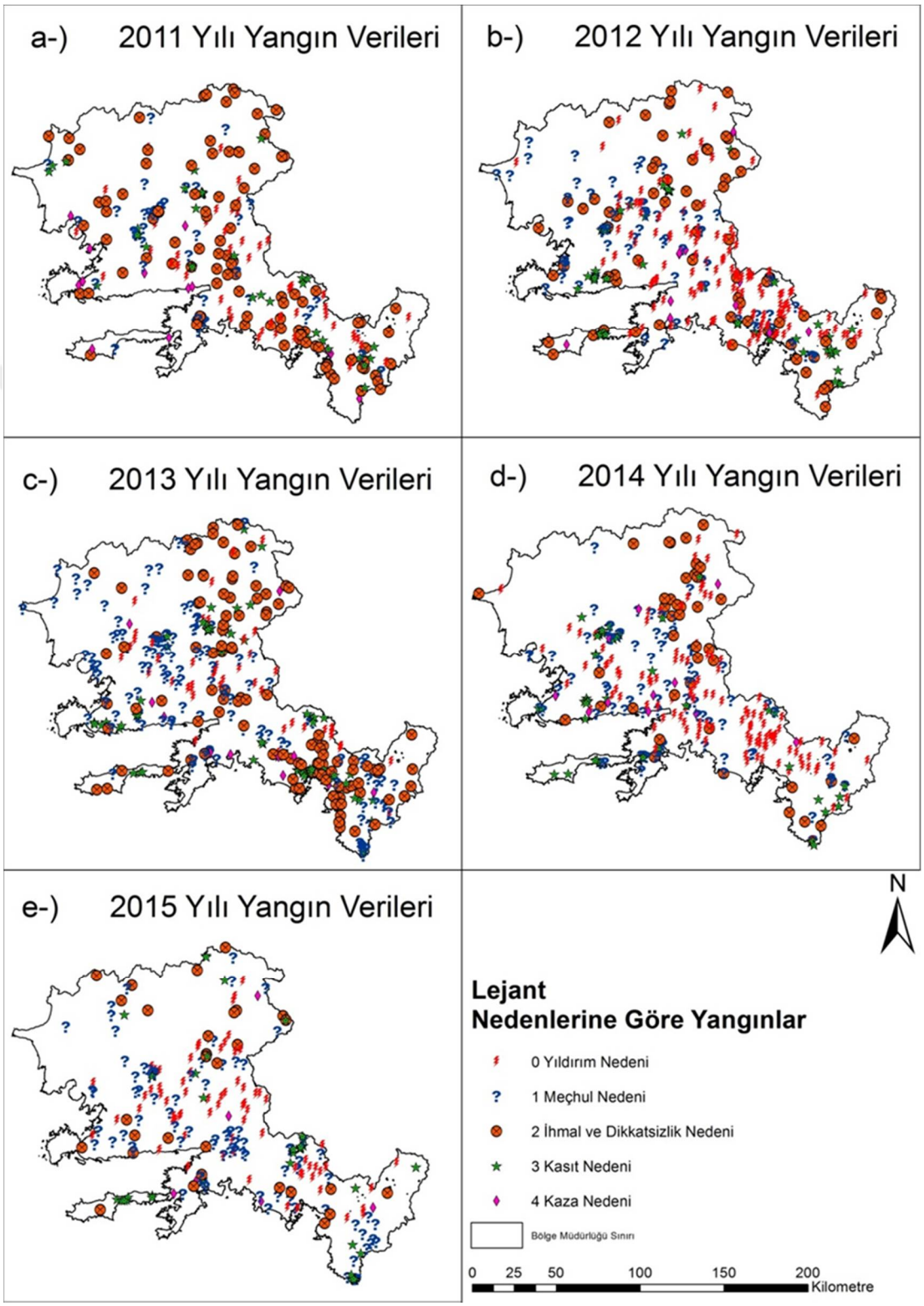
Şekil 5.5. Yıllara göre yangınların dağılımı

Oluşturulan veri tabanı bilgilerine ve yangın ile ilgili tebliğlere göre yangınların nedenlerine göre nasıl gruplandırıldığı Tablo 5.1 de görülmektedir.

Tablo 5.1. 285 Sayılı tebliğe göre yangınların nedenleri



Bu sınıflandırmaya göre yangınların konumsal olarak dağılımı Şekil 5.6 da verilmektedir.

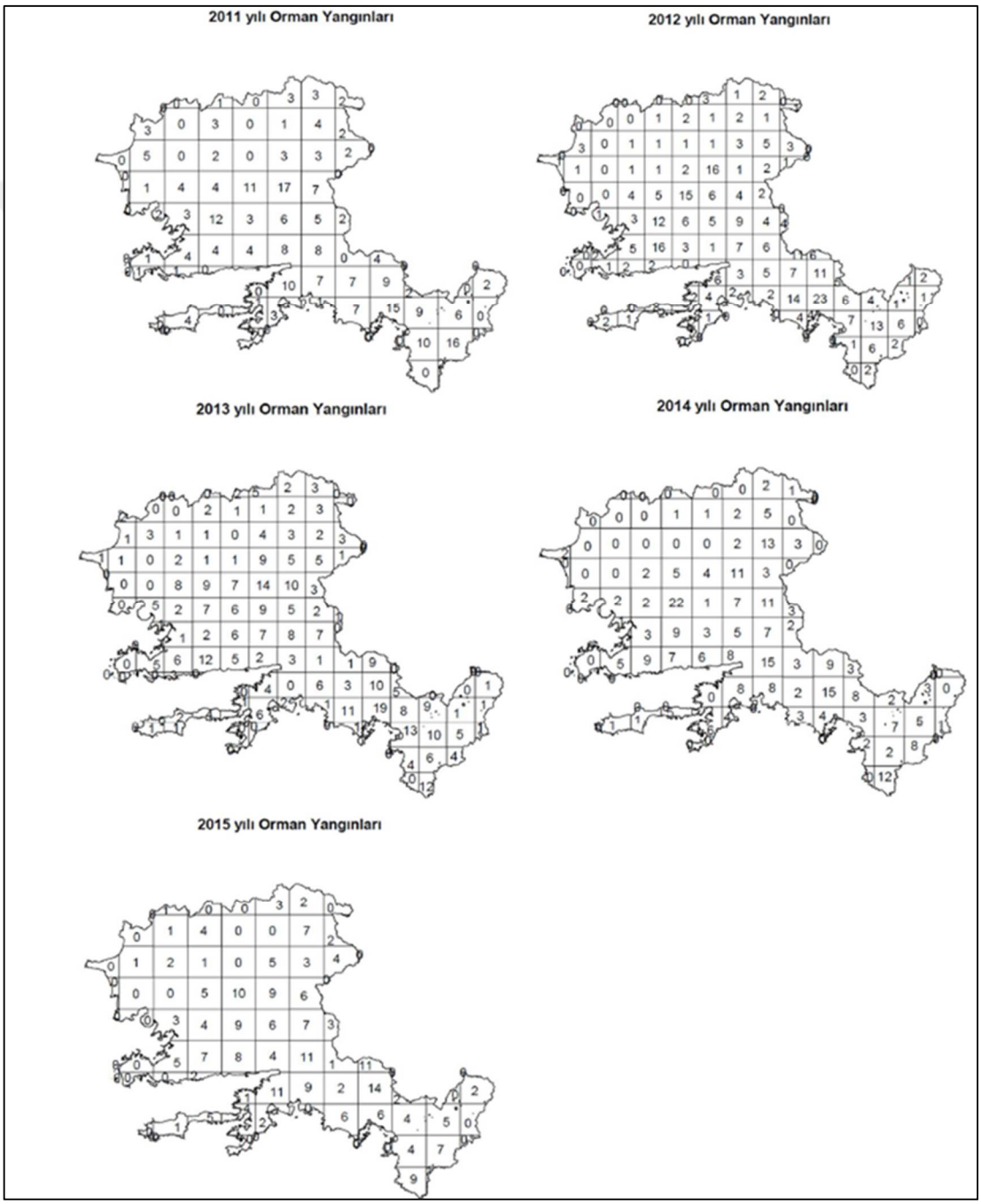


Şekil 5.6. Yangınların nedenlerine göre konumsal dağılımı

5.3. Mekansal İstatistik

5.3.1. Kuadrat analizi

Analiz işlemlerinin yapılmasında CBS programının yanı sıra, açık kaynak kodlu "R" programı da kullanılmıştır. Elde edilen harita veri Şekil 5.7 da, sonuç tablo ise Tablo 5.2 de sunulmaktadır.



Şekil 5.7. Yangınlara ait kuadrat analizi haritası

Tablo 5.2. Kuadrat analizi sonuçları

Yıl	Toplam Yangın Sayısı (adet)	Bölge İçine Düşen Yangın Sayısı (adet)	Toplam Kuadrat Sayısı (adet)	Bir Kuadratın Boyutu (kmxkm)	Kuadrat Başına düşen Nokta Sayısı λ	Varyans/Ortalama Oranı v/o	İstatistik Değeri t	Güven Düzeyindeki İstatistik Değeri tα=0.05	Kümelenme Durumu
2011	267	260	120	21x21	4.9057	3.2166	11.30232	2.0072	Kümelendi
2012	382	360	180	18x17	4.2353	3.2527	14.59887	1.9888	Kümelendi
2013	395	388	195	16x17	4.4091	2.5714	10.36431	1.9879	Kümelendi
2014	320	312	154	19x18	5.1148	2.5648	8.570511	2.0000	Kümelendi
2015	254	242	120	21x21	4.8400	2.2294	6.085126	2.0100	Kümelendi

5.3.2. Ortalama En Yakın Komşu Analizi

Analizin yapılabilmesi için ArcGIS programı konumsal istatistik modülü kullanılmıştır. Rastgele seçilen verilere göre analiz sonuçları çıkarımı yapılmıştır. Sonuçlar Tablo 5.3 de verilmektedir.

Tablo 5.3. Ortalama en yakın komşu analizi sonuçları

Yıl	Nedeni	Gözlemlenen En Yakın Komşuya Ortalama Uzaklık (km)	Beklenen En Yakın Komşuya Uzaklık (km)	Ortalama En Yakın Komşuluk Oranı	P Değeri	Z İstatistiği	Güven Düzeyindeki İstatistik Değeri zα=0.05	Kümelenme Durumu
2011	Yıllık	3.5670	6.0000	0.5945	0.0000	-12.5078	1.9600	Kümelendi
2012	Yıllık	2.9220	5.3190	0.5494	0.0000	-16.3575	1.9600	Kümelendi
2013	Yıllık	2.9250	5.1740	0.5653	0.0000	-16.3735	1.9600	Kümelendi
2014	Yıllık	3.2420	5.4990	0.5896	0.0000	-13.8690	1.9600	Kümelendi
2015	Yıllık	3.7720	6.2790	0.6007	0.0000	-11.8800	1.9600	Kümelendi
2011	Yıldırım	9.1220	9.9080	0.9207	0.2334	-1.0727	1.9600	Rastlantısal
2011	Meçhul	9.8530	12.1280	0.8124	0.0149	-2.4335	1.9600	Kümelendi
2011	İhmal ve Dikkatsizlik	6.5110	9.2190	0.7063	0.0000	-5.7293	1.9600	Kümelendi
2011	Kasıt	5.9930	12.3430	0.4855	0.0000	-6.5285	1.9600	Kümelendi
2011	Kaza	14.5010	15.6310	0.9277	0.5799	-0.5535	1.9600	Rastlantısal
2012	Yıldırım	5.0830	7.0630	0.7197	0.0000	-6.3009	1.9600	Kümelendi
2012	Meçhul	6.7870	8.8210	0.7694	0.0003	-3.6120	1.9600	Kümelendi
2012	İhmal ve Dikkatsizlik	8.1530	11.1210	0.7331	0.0001	-4.3618	1.9600	Kümelendi
2012	Kasıt	3.7240	8.6740	0.4293	0.0000	-9.1344	1.9600	Kümelendi
2012	Kaza	20.0730	19.1270	1.0495	0.7428	0.3282	1.9600	Dağınık/Tekdüze
2013	Yıldırım	8.7560	10.1120	0.8659	0.0725	-1.7960	1.9600	Rastlantısal
2013	Meçhul	4.8820	7.8430	0.6225	0.0000	-8.4838	1.9600	Kümelendi
2013	İhmal ve Dikkatsizlik	5.6770	8.6680	0.6549	0.0000	-7.0799	1.9600	Kümelendi
2013	Kasıt	3.5620	9.6820	0.3679	0.0000	-10.2610	1.9600	Kümelendi
2013	Kaza	13.9820	16.2920	0.8582	0.3101	-1.0150	1.9600	Rastlantısal
2014	Yıldırım	5.4560	7.9340	0.6877	0.0000	-6.5978	1.9600	Kümelendi
2014	Meçhul	5.4580	8.2980	0.6577	0.0000	-6.2439	1.9600	Kümelendi
2014	İhmal ve Dikkatsizlik	12.7070	13.7580	0.9236	0.3492	-0.9361	1.9600	Rastlantısal
2014	Kasıt	5.5330	11.6980	0.4730	0.0000	-6.9121	1.9600	Kümelendi
2014	Kaza	24.1540	16.9730	1.4231	0.0073	2.6800	1.9600	Dağınık/Tekdüze
2015	Yıldırım	5.8960	8.3660	0.7048	0.0000	-4.8915	1.9600	Kümelendi
2015	Meçhul	6.2580	8.8230	0.7093	0.0000	-5.3062	1.9600	Kümelendi
2015	İhmal ve Dikkatsizlik	12.7310	15.6820	0.8118	0.0486	-1.9722	1.9600	Kümelendi
2015	Kasıt	6.8250	13.8790	0.4918	0.0000	-6.0724	1.9600	Kümelendi
2015	Kaza	34.7300	22.7110	1.5292	0.0074	2.6785	1.9600	Dağınık/Tekdüze

5.3.3. Ripley'in K Fonksiyonu

Orman yangınlarının yıllara ve nedenlerine göre kümelenme olup olmadığının istatistiki analizi için Ripley'in K fonksiyon testi yapılmıştır. ArcGIS yazılımı kullanılarak sınırları göz önünde tutulduğunda her nokta için 20 ayrı sınıf seçilerek test yapılmıştır. Ayrıca testin anlamlı çıkabilmesi için en az 30 değerin işleme sokulmasının uygun olacağından kaza nedenleri bu testin dışında bırakılmıştır.

Ripley'in K fonksiyon testinin yorumlanması bir önceki bölümde anlatıldığı üzere gözlemlenen değerlerin, beklenen değerlerin üstünde kalması kümelenme eğilimde olduğu, beklenen değerin altında kalması dağınık/tek düze eğilimde olduğunu göstermektedir. Değerlerin anlamlı olması güvenilirlik çizgilerinin dışında kalması gerektiğinden yorumlamalar bu şekilde yapılmıştır. Yapılan Ripley K Fonksiyon testlerine ait grafikler Ek-A da verilmektedir

5.3.4. Moran I Endeksi analizi

Çalışma alanında bulunan yangınlara ait mekânsal otokorelasyon araştırmasını, örneklemdeki yangınların her seferinde tek bir öznitelik verisini kullanarak Moran I endeksi sonuçlarına göre yaptık. Bu istatistiki çıkarımlarda yangınlara ait; en yüksek hava sıcaklığı, rüzgar hızı, nisbi nemi, toplam yanan alan miktarı, yangınların devam süreleri ve yangınların ana yollara yakınlığı verileri kullanarak araştırma yapıldı. Yapılan araştırma sonuçlarına göre istatistiki çıkarımlar Tablo 5.4 de verilmektedir.

Tablo 5.4. Moran I Endeksi analizi sonuçları

Sıcaklık

Yıllar	Moran I Endeksi	Beklenen Endeks	Varyans	Z Endeksi	P Değeri	Kümelenme Durumu
2011	0.2046	-0.0030	0.2084	0.4567	0.6479	kümeleşmiş
2012	0.2347	-0.0028	0.0488	1.0753	0.2823	kümeleşmiş
2013	0.2391	-0.0026	0.0549	0.9909	0.3217	kümeleşmiş
2014	0.4246	-0.0032	0.1865	0.9908	0.3218	kümeleşmiş
2015	0.8371	-0.0041	0.3218	1.4831	0.1380	kümeleşmiş

Rüzgar Hızı

Yıllar	Moran I Endeksi	Beklenen Endeks	Varyans	Z Endeksi	P Değeri	Kümelenme Durumu
2011	-0.9214	-0.0030	0.2038	-2.0323	0.0421	dağınık/tekdüze
2012	0.5662	-0.0028	0.0457	2.6623	0.0078	kümeleşmiş
2013	0.1395	-0.0026	0.0589	0.5855	0.5582	kümeleşmiş
2014	0.1920	-0.0032	0.1838	0.4553	0.6489	kümeleşmiş
2015	0.3159	-0.0041	0.2987	0.5856	0.5582	kümeleşmiş

Yanan Alan Miktarı

Yıllar	Moran I Endeksi	Beklenen Endeks	Varyans	Z Endeksi	P Değeri	Kümelenme Durumu
2011	-0.2536	-0.0030	0.0918	-0.8214	-0.8241	dağınık/tekdüze
2012	0.0370	-0.0028	0.0368	0.2073	0.8358	kümeleşmiş
2013	-0.0159	-0.0026	0.0375	-0.0688	0.9451	dağınık/tekdüze
2014	0.0036	-0.0032	0.0043	0.1041	0.9171	kümeleşmiş
2015	0.0255	-0.0041	0.0816	0.1038	0.9173	kümeleşmiş

Nisbi Nem

Yıllar	Moran I Endeksi	Beklenen Endeks	Varyans	Z Endeksi	P Değeri	Kümelenme Durumu
2011	0.0345	-0.0030	0.2084	0.0841	0.0842	kümeleşmiş
2012	0.1575	-0.0028	0.0488	0.7256	0.4681	kümeleşmiş
2013	0.5294	-0.0026	0.0598	2.1762	0.0295	kümeleşmiş
2014	0.2373	-0.0032	0.1864	0.5572	0.5774	kümeleşmiş
2015	1.1174	-0.0041	0.3232	1.9727	0.0485	kümeleşmiş

Yangın Süresi

Yıllar	Moran I Endeksi	Beklenen Endeks	Varyans	Z Endeksi	P Değeri	Kümelenme Durumu
2011	0.2685	-0.0030	0.2028	0.6048	0.5453	kümeleşmiş
2012	1.1233	-0.0028	0.0469	5.1981	0.0000	kümeleşmiş
2013	-0.0805	-0.0026	0.0599	-0.3183	0.7502	dağınık/tekdüze
2014	0.2186	-0.0032	0.1871	0.5128	0.6081	kümeleşmiş
2015	1.1104	-0.0041	0.3247	1.9558	0.0505	kümeleşmiş

Ana Yollara Yakınlık

Yıllar	Moran I Endeksi	Beklenen Endeks	Varyans	Z Endeksi	P Değeri	Kümelenme Durumu
2011	0.5500	-0.0039	0.2072	1.2168	0.2237	kümeleşmiş
2012	2.4687	-0.0028	0.0485	11.2178	0.0000	kümeleşmiş
2013	1.3131	-0.0026	0.0596	5.3914	0.0000	kümeleşmiş
2014	0.3731	-0.0032	0.1853	0.8743	0.3819	kümeleşmiş
2015	0.4321	-0.0041	0.3213	0.7696	0.4415	kümeleşmiş

5.3.5. Getis Ord G* İstatistiği

Getis Ord G* istatistiği ile hot spot, cold spot noktalarının analizini gösteren bir istatistik testidir. Test sonuçlarına ait haritalar Ek-B de verilmektedir.

5.3.6. Anselin Yerel Moran I Analizi

Anselin Yerel Moran I istatistiği ile noktalar arasında benzerliğin yüksek ve düşük olduğu yerler araştırılmıştır. Test sonuçlarına ait haritalar Ek-C de verilmektedir.

5.4. Regresyon Analizleri

Regresyon analizleri ile orman yangınlarını etkileyebilecek faktörler baz alınarak, orman yangınlarına ait risk denklemleri oluşturulmaya çalışılmıştır. 2011-2015 yılları arasında Muğla Orman Bölgesinde çıkan yangınlara ait veri seti kullanılarak regresyon çalışması yapılmıştır.

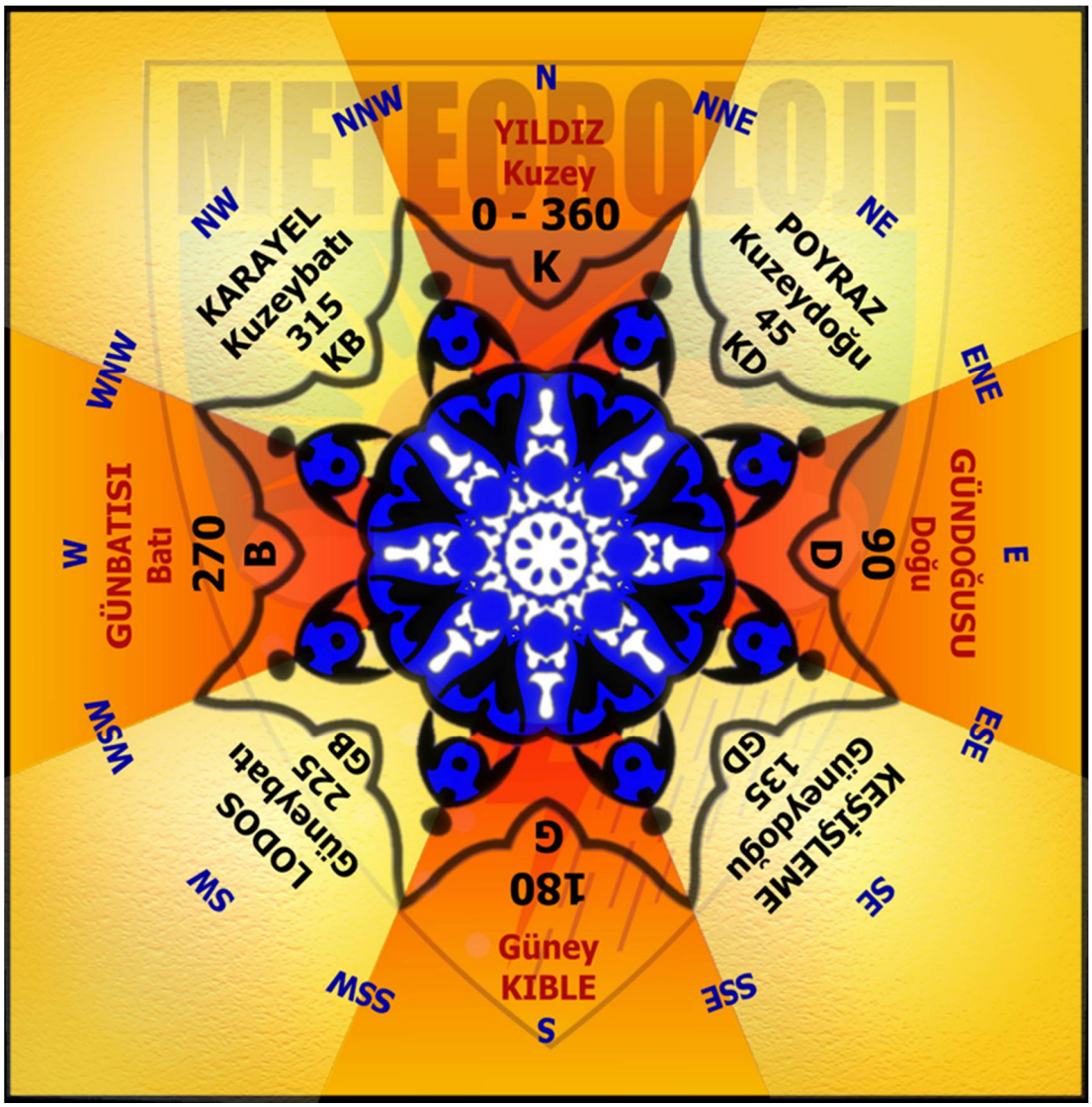
Yapılan regresyon çalışmalarında bağımlı değişken olarak toplam yanan alan ve yangının süresi belirlenmiştir. Yanan alan ve yangının süresini negatif veya pozitif şekilde etkileyecek faktörler araştırılmıştır.

Çalışmamızda bağımlı değişken olarak belirlenen toplam yanan alan ve yangının süreleri verilerine karşın, bağımsız değişken olarak rakım, nisbi nem, rüzgar hızı, rüzgar yönü, meyil, en yüksek sıcaklık, idare şekli, ağaç tipi, orman yollarına yakınlık, köy yollarına yakınlık, karayollarına yakınlık ve yüksek gerilim hatlarına yakınlık verileri kullanılmıştır.

Regresyon analizlerinde bağımsız olarak belirlenen değişkenler sayı şeklinde olmak zorundadır. Çalışmalara ait veri setlerinde sözel veriler olursa verilerin sayısal şekle dönüştürülmesi gerekmektedir. Çalışmamızda rüzgar yönü, idare şekli ve ağaç tipi parametreleri sözel verilerdir. Bu problem aşmak için rüzgar yönlerine puanlama esasına göre sayısal veriye; idare şekli ve ağaç tipi parametrelerinde Orman Bakanlığının verilerine göre sayısal veriye dönüşümü yapılmıştır.

Şekil 5.8 deki mahalli rüzgar yön isimleri listesi kullanılarak, sırasıyla puanlama yapılmıştır. Yıldız 10 puan, poyraz 20 puan, gündoğusu 30 puan, keşişleme 40 puan,

kıble 50 puan, lodos 60 puan, günbatısı 70 puan ve karayel 80 puan olmaz üzere değerler sayısal veriye çevrilmiştir.



Şekil 5.8. Mahalli rüzgar adlarına göre yönlerini gösterir şekil

Çalışmaya ait veri setinde yanan alanlar 6 farklı idare şeklinde belirtilmiştir. Normal koru, bozuk koru, normal baltalık, bozuk baltalık, maki ve ağaçlandırma sahası olmak üzere ayrılmıştır. Bu alanlar sırasıyla 1,2,3,4,5 ve 6 değerleri atanmıştır.

Çalışmada bağımsız değişken olarak belirlenmiş ancak sayısal olmayan bir değer de ağaç tipi verisidir. Yangınlara ait olarak tanımlanan bölgelerin meşçere bilgileri tabloya veri olarak işlenmiştir. Meşçere tiplerinden ağaç tipleri ayrılarak Orman Bakanlığı tarafından yayımlanan Tablo 5.5 kullanılarak ibreliler ve yapraklılar olarak ayrılmış; ibreliler 1, yapraklılar 2 olarak hesaplamaya dahil edilmiştir.

Tablo 5.5. Ağaç türlerini gösterir tablo

İBRELİLER			YAPRAKLILAR			YAPRAKLILAR		
Kod No.	Sembol	Ağaç Türü	Kod No.	Sembol	Ağaç Türü	Kod No.	Sembol	Ağaç Türü
1	Çz	kızılçam	21	Kn	kayın	51	Bm	badem
2	Çk	karaçam	22	M	meşe	52	Ko	koca yemiş
3	Çs	sarıçam	23	Gn	gürgen	53	Mak	maki
4	G	göknar	24	Kz	kızılağaç	54	IL	ılgın
5	L	lâdin	25	Kv	kavak	55	Kb	kıbrıs akasyası
6	S	sedir	26	Ks	kestane	56	Ya	yalancı akasya
7	Ar	ardıç	27	Dş	dişbudak	57	Ah	ahlat
8	Çf	fıstık çamı	28	Ih	ıhlamur	58	Yki	yabani kiraz (mahlep)
9	Sr	servi	29	Ak	akçaağaç	59	Üv	üvez
10	P	porsuk	30	Ka	karaağaç	60	Dy	diğer yapraklı
11	Çh	halep çamı	31	Ky	kayacık	61	Mk	kasnak meşesi
12	Çm	sahil çamı	32	Çn	çınar	62	Mkr	kermes meşesi
13	Çr	radiata çamı	33	Ok	okaliptus	63	Hr	harnup
14	D	duglaz	34	Sğ	sığla	64	Çi	çitlembik
15	An	andız	35	Fn	fındık	65	Mg	menengiç
16	Çt	taeda çamı	36	Sö	söğüt	66	Sz	sakız
17	Çe	elderica çamı	37	H	huş	67	Sl	sandal
18	Mlz	melez (larix)	38	Df	defne	68	As	akçakesme
19	Mzı	mazı	39	Ş	şimşir	69	Hm	hurma
20	Di	diğer ibreli	40	O	orman gülü	70	Ylk	yalankoz
			41	Cv	ceviz	71	Ayl	aylantus
			42	Zy	yabani zeytin	72	İğ	iğde
			43	Mp	palamut meşesi	73	Af	Antep fıstığı
			44	Ms	saplı meşe	74	Al	alıç
			45	Mz	sapsız meşe	75	Kzl	kızılcık
			46	Mcr	macar meşesi	76	Mı	Istranca meşesi
			47	Mt	tüylü meşe	77	Mn	makedonya meşesi
			48	Mm	mazı meşesi	78	Mln	lübnan meşesi
			49	Ml	saçlı meşe			
			50	Mr	pırnal meşesi			

5.4.1. Sıradan en küçük kareler regresyonu

En küçük kareler regresyonu, modellenmek istenen olayı tek denklemle ifade etmeye yarayan bir regresyon çeşididir. Regresyon analizlerine giren değişkenler belirlenirken değişkenlerin konumsal korelasyonu önceki bölümlerde araştırılmıştı. Yıllar arasında toplam yanan alan ve yangın devam süreleri bağımlı değişken olarak en küçük kareler regresyonuna tabi tutulmuştur. Değişkenlerin standart hatalarına göre dağılımları Ek-D de verilmektedir.

5.4.2. Coğrafik ağırlıklandırılmış regresyon

Coğrafik ağırlıklandırılmış regresyonun diğer regresyonlardan ayıran başlıca özellik regresyon parametrelerine değişkenlerin konumunu da dahil ederek, konumların regresyona ağırlık olarak katılması esasını alır. En küçük kareler regresyonundan sonra değişkenler bu regresyon tipinde de hesaba sokularak konumların regresyon üzerindeki etkisi araştırılır. Önceki bölümde yıllara göre yangın süreleri ve toplam yanan alanlar için en küçük kareler regresyonu yapılmıştı. Bu bölümde de aynı değerlerin Coğrafik ağırlıklandırılmış regresyon çalışması yapılmıştır. Regresyon sonuçlarına ait istatistik değerler Tablo 5.6 da verilmiştir.

Tablo 5.6. Coğrafik ağırlıklandırılmış regresyon hesabına ait istatistik tablo

	2011 YILI		2013 YILI	
	Toplam Yanan Alan	Yangın Süresi	Toplam Yanan Alan	Yangın Süresi
Bant Genişliği	77744.302	135006.175	2546289.256	2546289.26
Varyans	1451.739	58558544.6	149547.763	74642921.7
Effective Number	41.333	24.247	13.039	13.039
Sigma	2.577	498.387	19.971	446.171
AICc	1260.554	3987.421	3440.558	5851.146
R^2	0.312	0.120	0.036	0.024
R^2 (düzeltilmiş)	0.185	0.033	0.005	-0.007

	2014 YILI		2015 YILI	
	Toplam Yanan Alan	Yangın Süresi	Toplam Yanan Alan	Yangın Süresi
Bant Genişliği	2525077.549	129755.373	2389035.985	242297.683
Varyans	282429.769	62669928.6	5252.025	45152822.3
Effective Number	12.028	23.237	13.033	16.034
Sigma	30.684	465.863	4.789	447.014
AICc	3036.823	4737.992	1461.392	3657.346
R^2	0.045	0.111	0.030	0.173
R^2 (düzeltilmiş)	0.010	0.043	-0.021	0.118

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Muğla Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisinde 2011-2015 yılları arasında çıkan orman yangınlarının incelenmiştir. Çalışmada rapor edilen orman yangınlarının başlangıç konumları baz alınarak öncelikle kümelenme araştırması yapılmıştır. Mekansal kümelenmenin belirlenmesi ve ölçülmesi için ilk olarak kuadrat analizi kullanılmıştır. Tablo 5.2'de de görüldüğü üzere v/o oranı 1 den büyük çıkmıştır. Sonuç olarak yapılan mekânsal dağılım araştırmasında yangınların yıllara göre kümelendiği belirlenmiştir. Ayrıca istatistiksel sonucun anlamlı olup olmadığı t istatistiği ile test edilmiştir. $|t| \geq t_{(\propto=0,05)}$ şartı sağlanmış, sıfır hipotezi reddedildiğinden istatistiki açıdan da verilerin kümeleşmiş olduğu sonucuna varılmıştır[33].

Kümelenme araştırmasında diğer bir yöntem ise Ortalama En Yakın Komşuluk Analizidir. Çalışmada yıllara ve yangın nedenlerine göre yangınların Ortalama En Yakın Komşuluk Analizi ve sonuçlar Tablo 5.3 de verilmiştir. Tablodaki değerlerin yorumlanması Ortalama En Yakın Komşuluk Oranının 1'e göre durumu araştırılarak sonuca varılır. Verilere göre 2011 yılı yıldırım ve kaza nedenleri; 2013 yılı yıldırım, meçhul ve kaza nedenleri; 2014 ihmal ve dikkatsizlik nedenleri ile çıkan yangınlar rastlantısal dağılım göstermiştir. 2012, 2014 ve 2015 yıllılarına ait kaza verileri de dağınık bir yayılım göstermiştir. Diğer nedenlerden meydana gelen yangınlar ise kümelenme dağılımı göstermiştir[33].

Kümelenme araştırmasının diğer bir yöntemi de Ripley'in K fonksiyon testi araştırmasıdır. Ek-A da görüldüğü üzere 2011 yılı yıldırım nedeni ile oluşan yangınlarda yangınlar 20-45 km'lik segmentlerde kümelenme eğilimi göstermiştir. Kalan mesafelerde ise kümelenme rastlantısal eğilim göstermiştir. 2013 yılında gerçekleşen yangınlar nedenlerine göre kümelenme eğiliminde iken 2015 yılı yıldırım ve meçhul nedenleri ile oluşan yangınalar kümelenme eğilimindedir. 2015 yılı ihmal ve dikkatsizlik nedeni ile oluşan yangınlar kümelenme eğilimi gösterse de istatistiksel açıdan anlamsızdır. 2015 yılı kasıt nedeni ile çıkan yangınlar da

kümelenme eğilimindedir. Fakat kümelenme eğilimi ilk 30 km den sonra anlamsızdır.

Global mekânsal otokorelasyon araştırması için Moran I endeksi araştırması yapılmıştır. Veri setinde bulunan yangınların sıcaklık, nem, rüzgar hızı, yanan alan miktarı, yangın süresi ve ana yollara yakınlık verileri kullanılarak test edilmiştir. Tablo 5.4'de de görüldüğü üzere rüzgar hızı bakımından 2011 yılı güçlü dağınık/tekdüze ve 2012 yılı güçlü kümeleşme yayılımı göstermesine karşın 2013-2014-2015 zayıf kümelenme eğilimi göstermektedir. Yanan alan miktarı bakımından bütün yıllar ve Nisbi Nem bakımından 2011-2012-2014 yıllarında elde edilen sonuçlar zayıf sonuçlardır. Nisbi Nem bakımından 2013 ve 2015 yıllarında güçlü kümelenme görülmüştür. Yangın süresi olarak 2012 yılında ve ana yollara uzaklık bakımından 2012-2013 yıllarında güçlü kümelenme göstermiştir.

Getis Ord G* istatistiği sonuç haritaları Ek-B de verilmektedir. Bu haritalara göre yıllık bakımdan her sene farklı yerde düşük ve yüksek sıcaklıklarda kümelenme tespit edilmiştir. Rüzgar hızı bakımından yangınlar değişkenlik göstermiştir. Yüksek kümelenmenin olduğu çalışma alanının Güney-Güneybatı kısımlarında çıkan yangınlarda rüzgar etkisinin yüksek olduğu söylenebilir. Yangınlar neme göre Getis Ord G* istatistiği ile incelendiğinde benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre yangınları etkileyen faktörlerden olan nem, rüzgar etkeni bir araya geldiklerinde çalışma alanının Güney-Güneybatı kısımlarındaki yangınlarda daha çok etkileri söz konusudur. Her ne kadar tüm yıllar bakımından örüntüde aynı bölgeler görülmese de 2012-2013-2014-2015 yıllarında kasıt ve kaza nedenlerinde bölgenin batı kısımlarında benzerlik saptanmıştır. Özellikle turizm merkezlerinin olduğu bölgelerde aynı değişkenlik görülmüştür. Yangın süresi bakımından incelenen yangınlarda yıllara göre ortak bir kümelenme tespit edilememiştir. Toplam yanan alan bakımından yıllık bazda kendi içinde benzerlik gösteren noktalar olsa da çalışma verilerinin kapsadığı yıllarda herhangi bir benzerlik tespit edilmemiştir. Yangınlar yerleşim yerlerine yakınlıklarına göre teste tabi tutulduğunda, zaman içinde bölgenin Doğu-Kuzeydoğu taraflarında yerleşim yerlerine diğer yangınlara göre daha uzak olduğundan kümelenirken, batı-güneybatı taraflarında yerleşim yerlerine diğerlerine göre yakın olduğundan kümelenme göstermiştir. Ana yollara yakınlık bakımından

incelenen yangınlar bölgenin güney-batı kesimlerinde yollara yakınlık değeri düşük olduğundan benzeşirken, doğu kesimlerde yollara uzak olduğundan benzeşmiştir.

Yerel mekânsal otokorelasyon teknikleri kullanıldığında yapılan Anselin Yerel Moran I istatistiği sonuç haritaları Ek-C'de verilmektedir. Bu haritalara göre her yıl belirli bir kümelenme görülmemektedir. Kimi yangınların etrafında bulunan yangınlara yüksek aykırılık içermesi diğer koşullarında incelenmesi gerektiğini göstermektedir. 2011-2012-2013 ve 2014 yıllarında bölgenin Güneydoğu-Doğu kısımlarında kümelenme olduğu görülmektedir. Yangın için gerekli olan hava şartları sıcaklık-nem-rüzgar örüntülerinde genel olarak bir benzeşim görülmektedir. Nedenlerine göre teste tutulan yangınlar, yıllık yangın verileri kendi içinde kümelenme göstermektedir. Ancak özellikle bölgenin turizm yöresinde –çalışma alanının batısında- 2012-2013-2014-2015 yıllarında yüksek kümelenme gösterdiği görülmektedir. Yangının devam süreleri incelendiğinde, belirli bir kümelenme gösterse de yangınlara müdahale ve söndürme çalışmalarının yoğunluğu örüntünün bu değerlerle incelenmesi gerektiğini göstermektedir. Bu noktada yerleşim yerlerine uzak olan yerlerde yüksek kümelenme göze çarpmaktadır. Bölgenin Kuzeydoğu-doğusunda bu kümelenme görülmektedir. Ana yollara uzaklık özellikle bölgenin orta kısımlarında çıkan yangınlar için düşük ve yüksek kümelenme göstermiştir.

Yangınların verdiği zararlar ve yangınların devam süreleri ile ilgili risk denklemlerini araştırma çalışması yapılmıştır. Bu kapsamda yangınların en küçük kareler regresyonu yapılarak her yıl ayrı ayrı olmak üzere tek denklemde, Coğrafik ağırlıklandırılmış regresyon yapılarak her yangın için ayrı bir denklem olmak üzere regresyon çalışmaları yapılmıştır. Ayrı regresyon denklemleriyle beraber hesapların tutarlığı için farklı istatistiki değerler ve grafikler hesaplanarak modellerin kalitesi araştırılmıştır.

Regresyon denklemlerinin hazırlanmasında orman yangınlarına ait oluşturulan veri setlerindeki bilgiler kullanılmıştır. Regresyon denklemleri toplam yanan alan ve yangının devam etme süresine tahmin edilmeye çalışılarak oluşturulmuştur. Açıklayıcı değişken olarak seçilebilecek bütün değişkenler hesaplamaya dahil edilmiştir.

2011 yılında yangın süresi için yapılan en küçük kareler regresyonun R^2 değerlerine bakıldığında modelin olması gereken durumun %5'ini anlatmaktadır. Katsayılar incelendiğinde yangınların süreleri ile köy yolları ve yüksek gerilim hatları ile arasında negatif ilişki olduğu görülmektedir. Değişkenlerin olasılık değerlerine göre değerlendirildiğinde meyil ve orman yollarına yakınlık değişkenleri arasında %95 üzerinde anlamlı bağımlılık olduğu görülmektedir. VIF değerleri 7,5'in altında çıktığından tekrarlı değer olmadığı anlaşılmaktadır. Joint Wald istatistiği ve Koekner BP istatistiğinin olasılık değerleri incelendiğinde 0,05 den büyük olduğu için modelin önemi %95 den daha az anlamlı çıkmaktadır.

2014 yılında yanan toplam alan için yapılan en küçük kareler regresyonun R2 değerlerine bakıldığında modelin olması gereken durumun %5'ini anlatmaktadır. Katsayılar incelendiğinde yanan alan miktarları ile yollara yakınlık, rüzgar hızı ve rüzgar yönü arasında negatif ilişki olduğu görülmektedir. Değişkenlerin olasılık değerlerine göre değerlendirildiğinde meyil değişkeninde %95 üzerinde anlamlı bağımlılık olduğu görülmektedir. VIF değerleri 7,5'in altında çıktığından tekrarlı değer olmadığı anlaşılmaktadır. Joint Wald istatistiği ve Koekner BP istatistiğinin olasılık değerleri incelendiğinde 0,05 den büyük olduğu için modelin önemi %95 den daha az anlamlı çıkmaktadır.

2015 yılında yangın süreleri için yapılan en küçük kareler regresyonun R2 değerlerine bakıldığında modelin olması gereken durumun %15'ini anlatmaktadır. Katsayılar incelendiğinde yanan alan miktarları ile yollara yakınlık, rüzgar yönü arasında negatif ilişki olduğu görülmektedir. Değişkenlerin olasılık değerlerine göre değerlendirildiğinde rakım, idare şekli, ağaç tipi, karayollarına ve yüksek gerilim hatlarına yakınlık değişkenlerinde %95 üzerinde anlamlı bağımlılık olduğu görülmektedir. VIF değerleri 7,5'in altında çıktığından tekrarlı değer olmadığı anlaşılmaktadır. Joint Wald istatistiği ve Koekner BP istatistiğinin olasılık değerleri incelendiğinde 0,05 den büyük olduğu için modelin önemi %95 den fazla anlamlı çıkmaktadır.

En küçük kareler regresyonundan sonra yapılan Coğrafik ağırlıklandırılmış regresyon analizleri sonuçları karşılaştırıldığında R^2 değeri en yüksek olan 2011 yılı toplam yanan alan regresyonu diğerlerine göre daha uyumludur. Modeller arasındaki

Akaike Bilgi Kriteri değerine bakıldığına 2011 yılında yangın süreleri ve toplam yanan alan, 2014 yılı toplam yanan alan modellerinde coğrafi ağırlıklandırılmış modelin en küçük kareler regresyonuna göre daha sağlıklı olduğu söylenebilir.

Bu çalışma ile ülkemizin orman bölge müdürlükleri arasında 1. Derece yangın hassasiyetli bölgelerden olan Muğla Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisinde 2011-2015 yılları arasında rapor edilen orman yangınlarına ait regresyon ve kümelenme araştırması yapılmıştır.

Elde edilen veriler yangınlar için engelleyici ve önleyici tedbirlerin alınmasında altlık teşkil edebilir. Yapılacak çalışmaların başlangıç noktası ve yangın söndürme ekipmanların arazide dağılımı, yangın kulelerinin dağılımı konusunda idareye yardımcı olmaktadır. Ayrıca regresyon hesaplamaları ile oluşacak zarar miktarları önceden öngörülebilir hale gelebilir. Entegre edilebilecek anlık veri sağlayan programla oluşabilecek zararlar anlık olarak tahmin edilebilecektir.

Ancak yapılan regresyon çalışmalarında elde edilen modellerin R^2 değerleri incelendiğinde modeller olayların en iyi %5'ini açıklayabildi. Bu modellerin açıklama düzeyinin düşük olması altında birçok sebep yatmaktadır. Model için yeterli parametrelerin olmaması, parametrelerde hata bulunması, modeller için doğru parametrelerin seçilmemesi belli başlı sebeplerdir. Ayrıca bir başka bakış açısına göre çalışması yapılan veritabanı ile seçilen parametrelerle gerçekleşen Orman Yangınlarının açıklanamayacağı, başka parametrelerin hesaba sokulması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Orman Bölge Müdürlüğünden alınan yangın veritabanı çalışma için parametreleri oluşturmaktadır. Bu çalışmada elde edilen veriler herhangi bir düzeltmeye uğratılmadan kullanılmıştır. Öznitelik verilerine göre bölge içinde konumlanması beklenen ancak koordinatları nedeniyle bölge dışında kalan yangın verileri kullanılmamıştır. Verilerde sistematik olamayan hata olabileceği düşünülmüştür. Elde edilen verilerin düzeltilmesi ve bundan sonra rapor edilecek verilerin yüksek doğruluklu kaydedilmesi bu hataların önüne geçecektir. Aksi taktirde, çalışmada da görüldüğü üzere, Muğla Orman Bölge Müdürlüğü bünyesinde tutulan veriler ile böyle çalışmaların yapılması halinde gerçeğe yönelik sağlıklı istatistiki çıkarımlar yapılamayacaktır. Bunlarla beraber sağlıklı olarak toplanabilecek verilerle

hesaplamalar iteratif olarak yapılabilir. Yeni yapılan yollar, enerji nakil hatları ile veri tabanı sürekli güncel tutulmalıdır. Ayrıca farklı çalışmalar ile yangınları etkilediği sonucuna varılan değişkenler de regresyon çalışmalarında açıklayıcı değişken olarak hesaba sokulabilir.

KAYNAKLAR

[1] Mason P., *Afetler: Orman Yangınları*., 1st ed., TUBİTAK Popüler Bilim Kitaplığı, Ankara, 2013.

[2] https://geocaching.su/?pn=101&cid=1956, (Ziyaret Tarihi: 04.01.2019)

[3] https://www.bbc.com/news/world-australia-47038202, (Ziyaret Tarihi: 04.01.2019)

[4] OGM, Türkiye Orman Varlığı 2015, Ankara, https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Yayinlar/T%C3%BCrkiye%20Orman%20Varl%C4%B1%C4%9F%C4%B1-2016-2017.pdf (Ziyaret Tarihi: 05.06.2018)

[5] https://www.ogm.gov.tr/Documents/Kurulusumuz/TeskilatSema.pdf, (Ziyaret Tarihi: 04.01.2019)

[6] F. Erdemli, *2016 Yılı Orman Yangınları Değerlendirme Raporu*, Muğla Orman Bölge Müdürlüğü,-, 2016.

[7] "https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b530830640/f1.item.zoom." , (Ziyaret Tarihi: 05.06.2018)

[8] S. John, *Livre On the mode of communication of cholera*, 2nd ed., J. Churchill ,London, 1854.

[9] D. Parker, "The Unique Qualities of a Geographic Information System: A Commentary."

[10] https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Geographical_information_system_of_the_Commission_(GISCO)#What_is_GIS_and_how_can_it_be_applied.3F. (Ziyaret Tarihi: 04.01.2019)

[11] Çubukçu M., *Planlamada ve Coğrafyada Temel İstatistik ve Mekansal İstatistik*. 1st ed., Nobel, Ankara, 2015.

[12] M. J. Morris and P. Greig-Smith, "Quantitative Plant Ecology," *J. Range Manag.*, 2007.

[13] D. Griffith, A., C. G. Amrhein, and J. R. Desloges, *Statistical Analysis for Geographers*, 1 Edition. 1990.

[14] P. J. Clark and F. C. Evans, “Distance to Nearest Neighbor as a Measure of Spatial Relationships in Populations,” *Ecology*, vol. **35**, no. 4, pp. 445–453, 1954.

[15] D. W. S. Wong and J. Lee, “Statistical Analysis of Geographic Information with ArcView GIS and ArcGIS,” *John Wiley Sons*, p. 464, 2005.

[16] P. A. P. Moran, “Notes on Continuous Stochastic Phenomena,” *Biometrika*, vol. **37**, no. 1/2, p. 17, 1950.

[17] A. Getis and J. K. Ord, “The Analysis of Spatial Association by Use of Distance Statistics,” *Geogr. Anal.*, vol. **24**, no. 3, pp. 189–206, 1992.

[18] Arslan O., *Konumsal İstatistik Dersi Ders Notları*, 2015-2016 Eğitim Yılı Güz Dönemi, Yüksek Lisans Dersi .

[19] A. Mitchell, “The ESRI Guide to GIS Analysis,” *Geogr. Patterns Relationships*, 1999.

[20] W. K. Wong and L. C. Hamilton, “Regression with Graphics: A Second Course in Applied Statistics.,” *J. Am. Stat. Assoc.*, 2006.

[21] C. Brunsdon, A. S. Fotheringham, and M. E. Charlton, “Geographically Weighted Regression: A Method for Exploring Spatial Nonstationarity,” *Geogr. Anal.*, 2010.

[22] B. TAŞTAN, “ÇOKLU AFET RİSK YÖNETİMİNDE TEHLİKE VE ZARAR GÖREBİLİRLİK BELİRLENMESİ İÇİN GEREKSİNİM ANALİZİ,” *Marmara Coğrafya Derg.*, 2016.

[23] T. J. Andersen, *Globalization and Natural Disasters: An Integrative Risk Management Perspective. The Future of Disaster Risk: Building Safer Cities,*. Washington DC,: World Bank Publications.

[24] OGM, “285 Sayılı Orman Yangınlarının Önlenmesi ve Söndürülmesinde Uygulama Esasları,” 2008.

[25] Z. ERON, “Orman Yangınları ve Mücadele Yöntemleri,” *Orman. Araştırma Entitüsü Yayınları*, vol. **56**, 1988.

[26] D. C. DURAN, “Mersin ilindeki orman yangınlarının başlangıç noktalarına göre mekânsal analizi (2001-2013),” *Orman. Araştırma Derg.*, vol. **1**, no. 1 A, p. 38, Dec. 2014.

[27] “http://www.fao.org/statistics/databases/en/.” . (Ziyaret Tarihi: 04.01.2019)

[28] “http://www.muglakulturturizm.gov.tr/TR-157504/cografya-konum-iklim-ulasim.html.” . (Ziyaret Tarihi: 04.01.2019)

[29] “https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=A&m=MUGLA.” . (Ziyaret Tarihi: 04.01.2019)

[30] “http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist.” . (Ziyaret Tarihi: 04.01.2019)

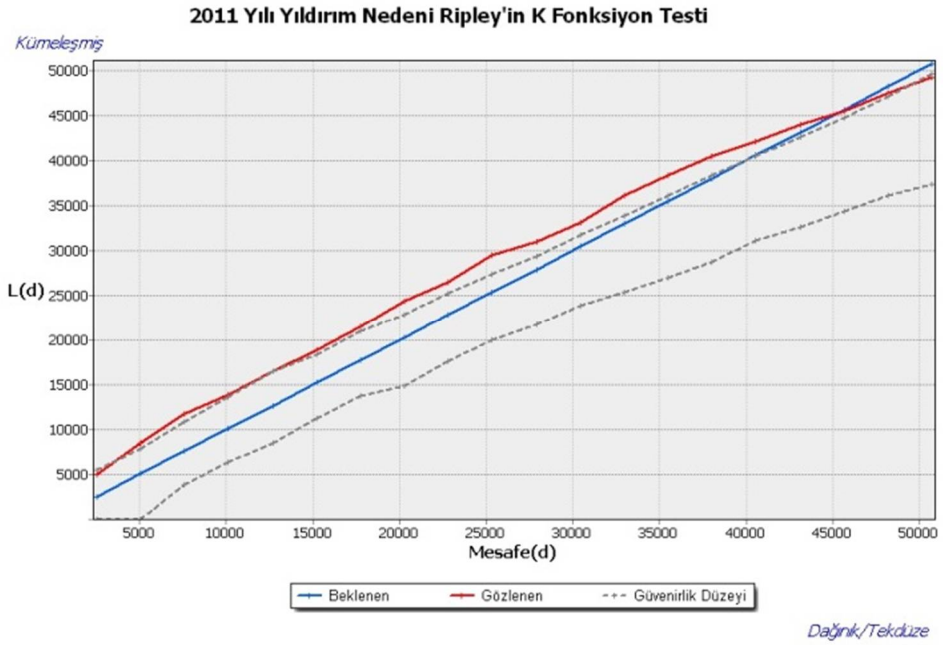
[31] “http://www.aydinkulturturizm.gov.tr/TR-64352/cografya.html.” . (Ziyaret Tarihi: 04.01.2019)

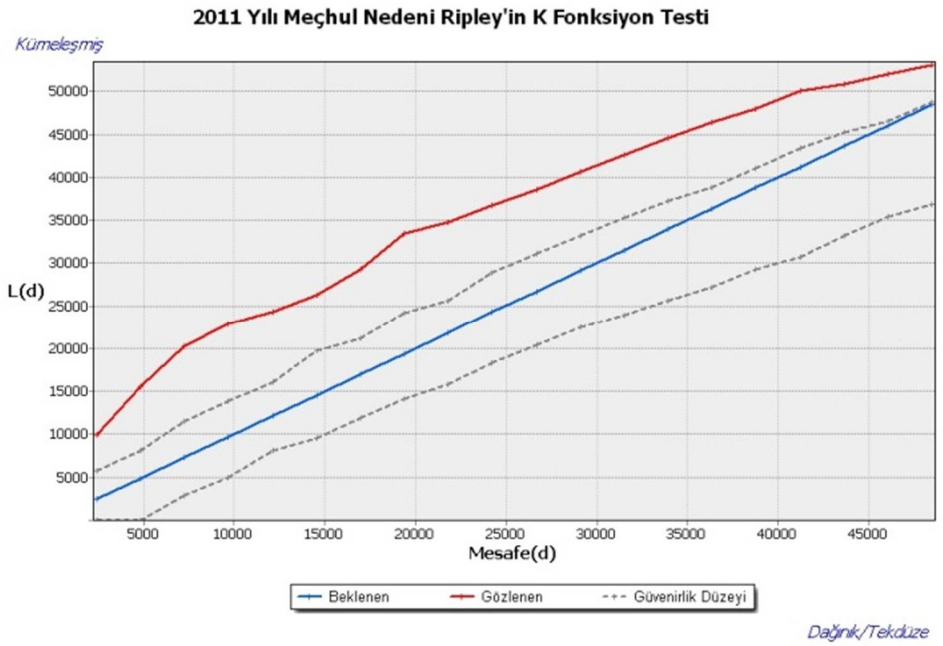
[32] “https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=A&m=AYDIN.” . (Ziyaret Tarihi: 04.01.2019)

[33] Gayır B., Arslan O., “Orman Yangınlarının CBS Tabanlı Konumsal İstatistik Analizi: 2011-2015 Yılları Arasında Muğla Orman Bölge Sınırları İçerisinde Çıkan Yangınlar,” *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 2018, 4(2018-1),46-62

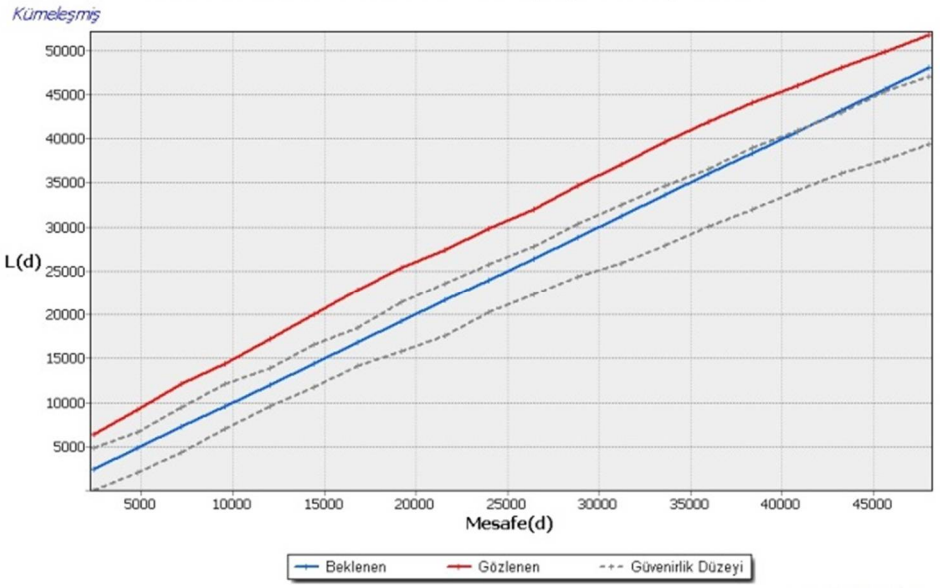
EKLER

EK-A

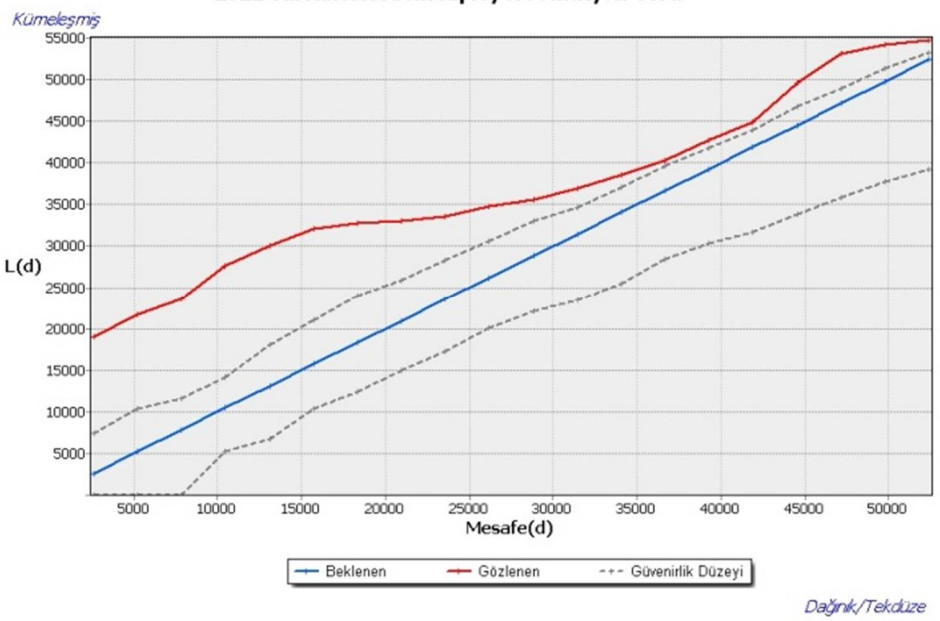

2011 Yılı Yıldırım Nedeni Ripley'in K Fonksiyon Testi
Kümeleşmiş
L(d)
Mesafe(d)
Beklenen
Gözlenen
Güvenirlik Düzeyi
Dağınık/Tekdüze


2011 Yılı Meçhul Nedeni Ripley'in K Fonksiyon Testi
Kümeleşmiş
L(d)
Mesafe(d)
Beklenen
Gözlenen
Güvenirlik Düzeyi
Dağınık/Tekdüze

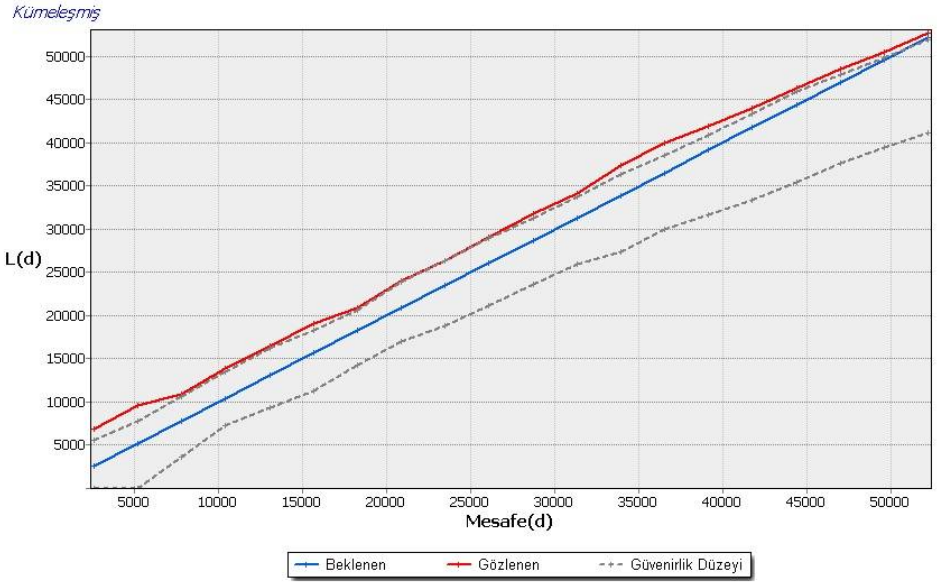
2011 Yılı İhmal ve Dikkatsizlik Nedeni Ripley K Fonksiyon Testi



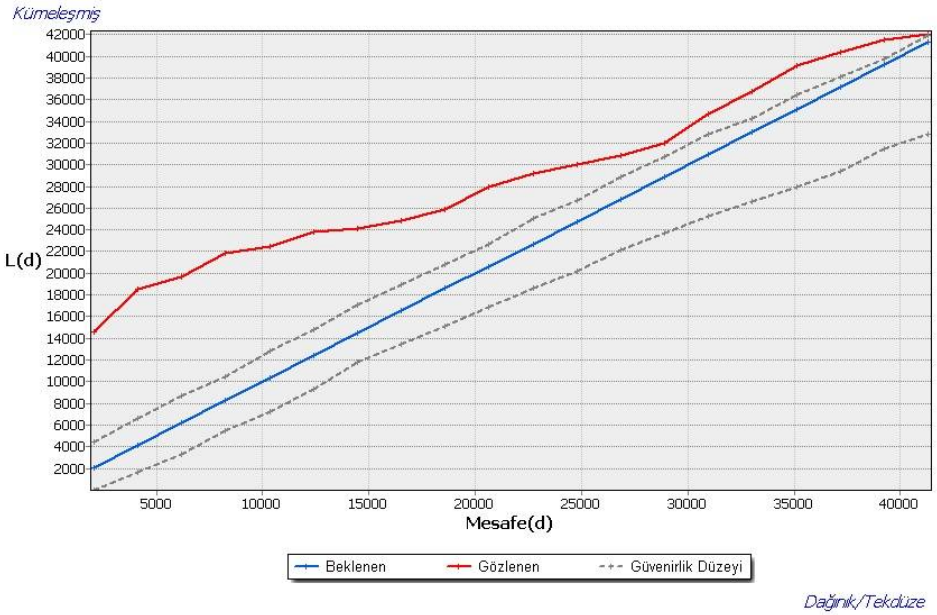
2011 Yılı Kasıt Nedeni Ripley K Fonksiyon Testi



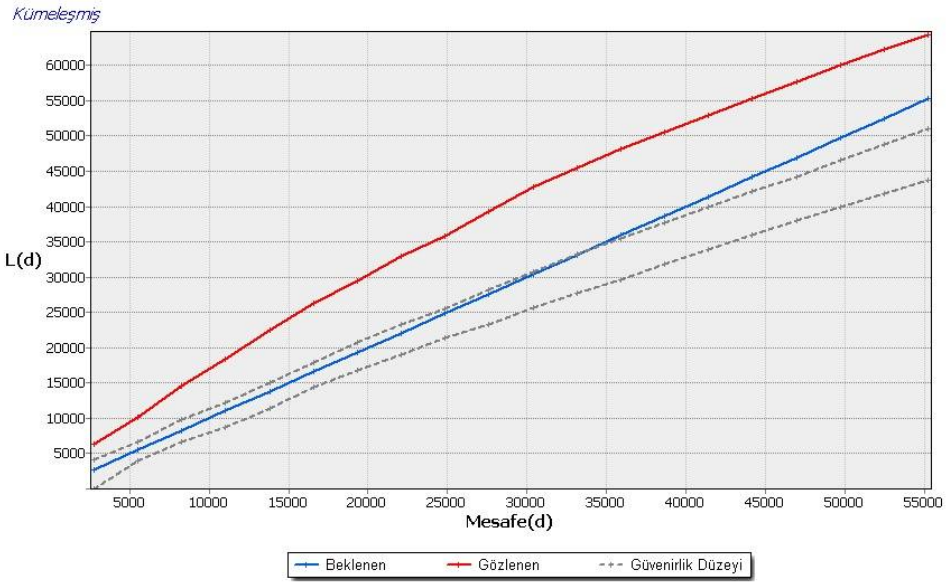
2012 Yılı İhmal ve Dikkatsizlik Nedeni Ripley K Fonksiyon Testi



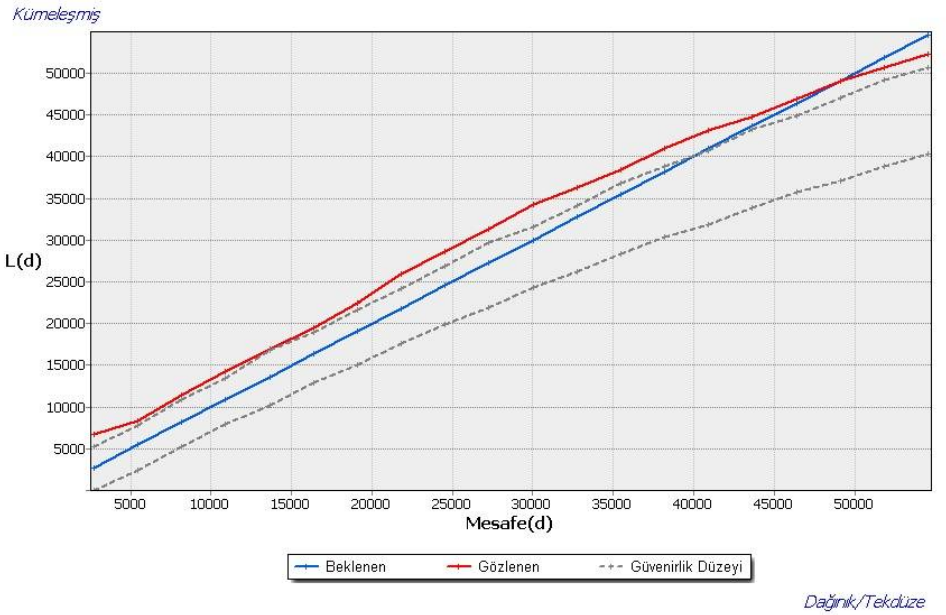
2012 Yılı Kasıt Nedeni Ripley K Fonksiyon Testi



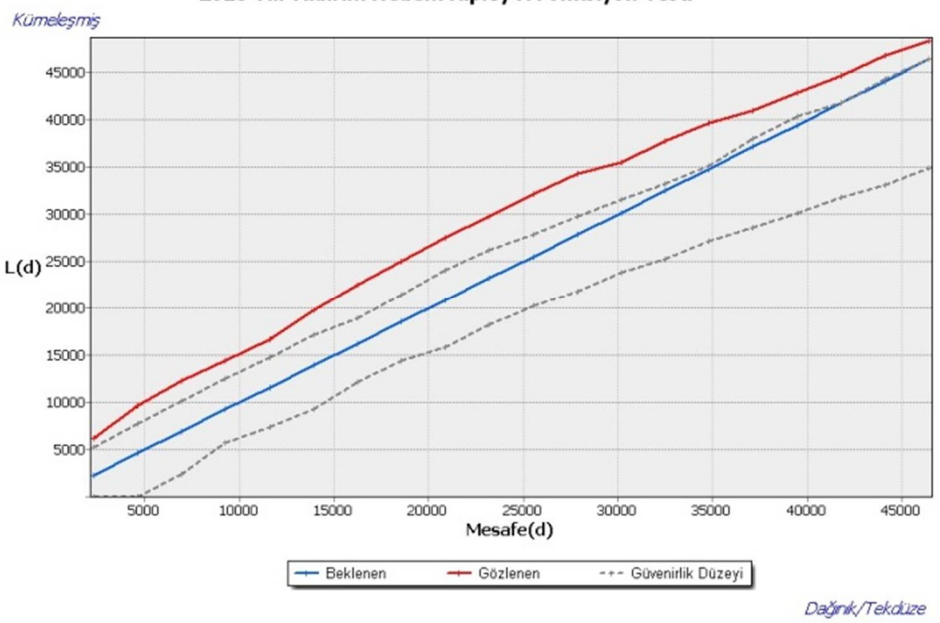
2012 Yılı Yıldırım Nedeni Ripley K Fonksiyn Testi



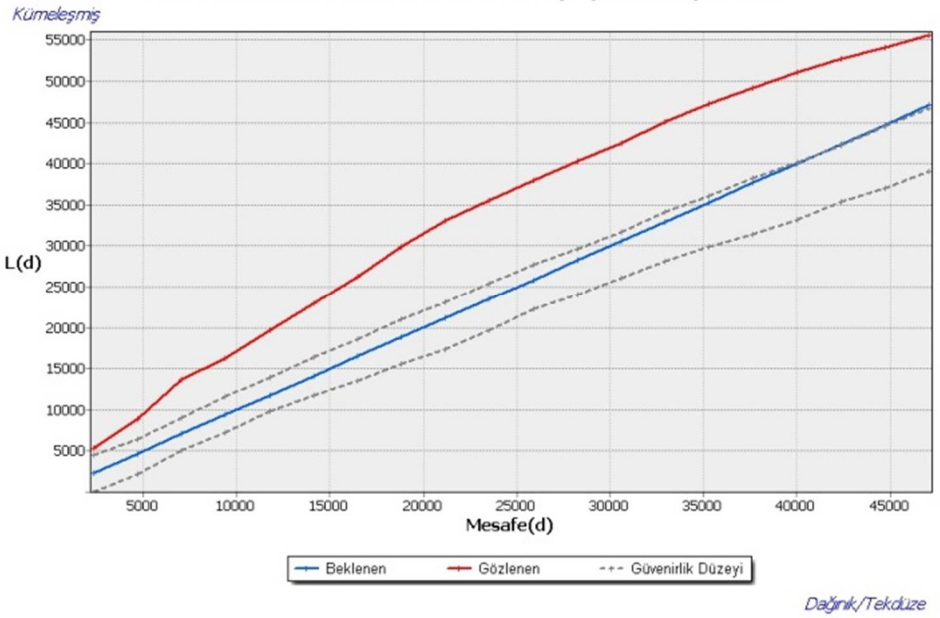
2012 Yılı Meçhul Nedeni Ripley K Fonksiyon Testi

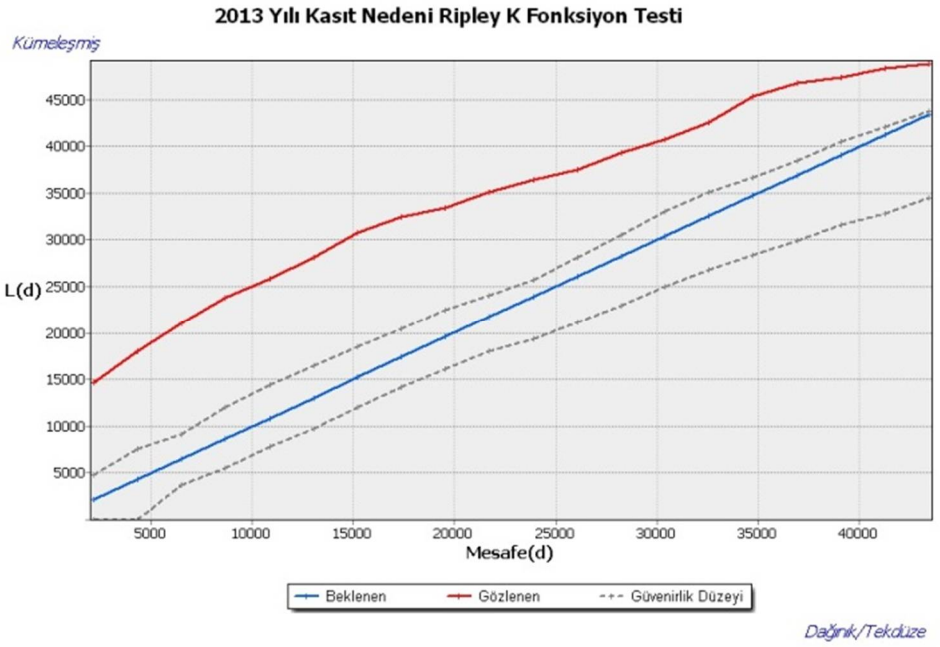


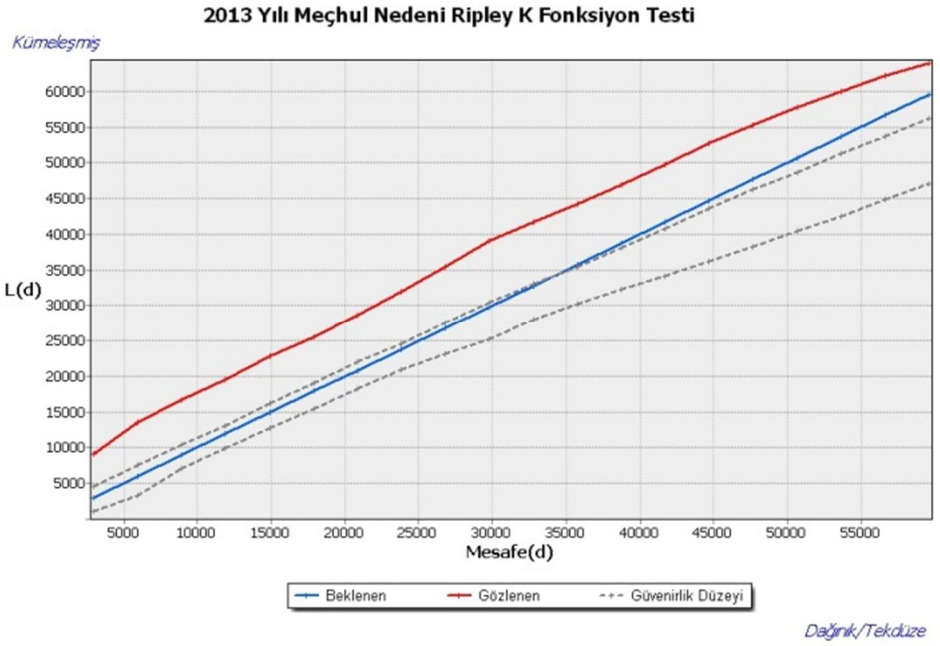
2013 Yılı Yıldırım Nedeni Ripley K Fonksiyon Testi



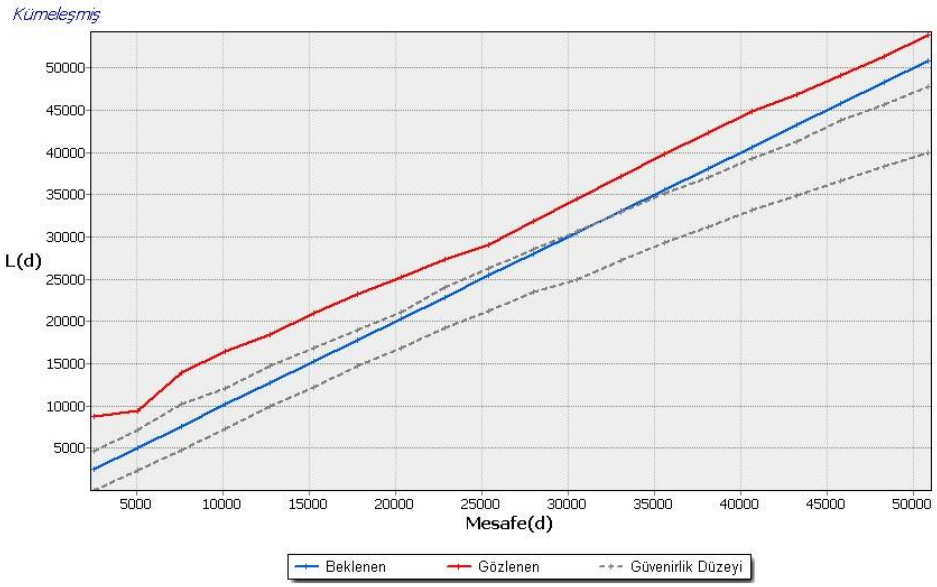
2013 Yılı İhmal ve Dikkatsizlik Nedeni Ripley K Fonksiyon Testi



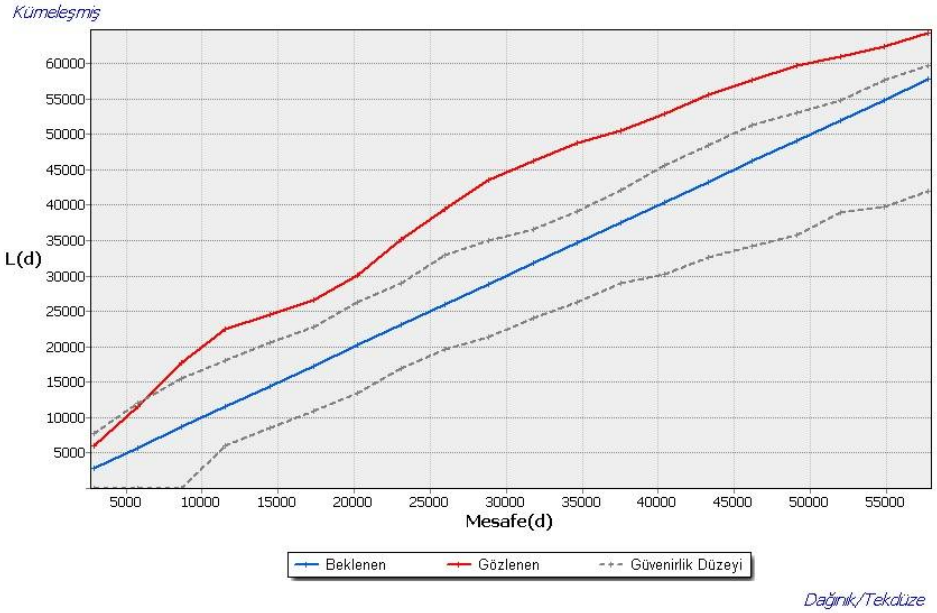

2013 Yılı Kasıt Nedeni Ripley K Fonksiyon Testi
Kümeleşmiş
L(d)
Mesafe(d)
Beklenen
Gözlenen
Güvenirlik Düzeyi
Dağınık/Tekdüze


2013 Yılı Meçhul Nedeni Ripley K Fonksiyon Testi
Kümeleşmiş
L(d)
Mesafe(d)
Beklenen
Gözlenen
Güvenirlik Düzeyi
Dağınık/Tekdüze

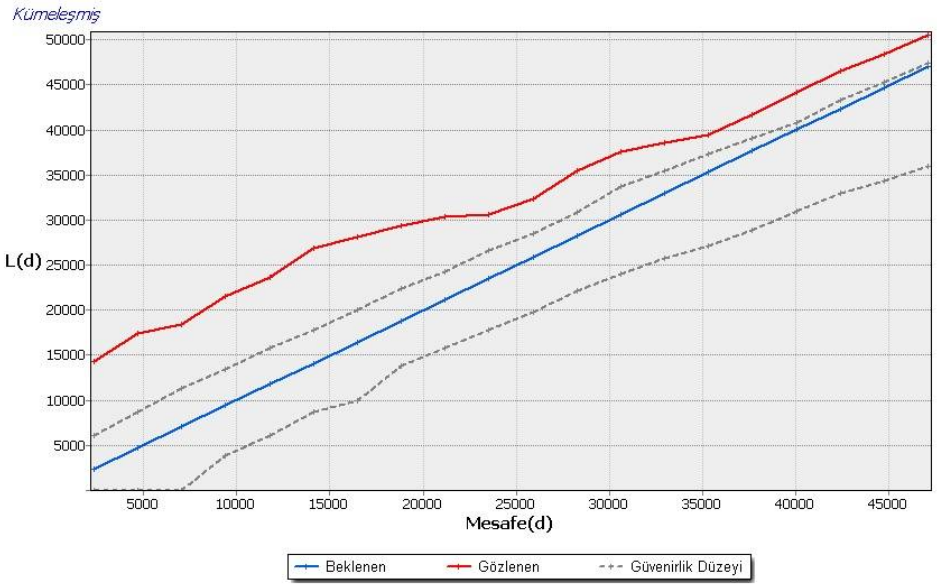
2014 Yılı Meçhul Nedeni Ripley K Fonksiyon Testi



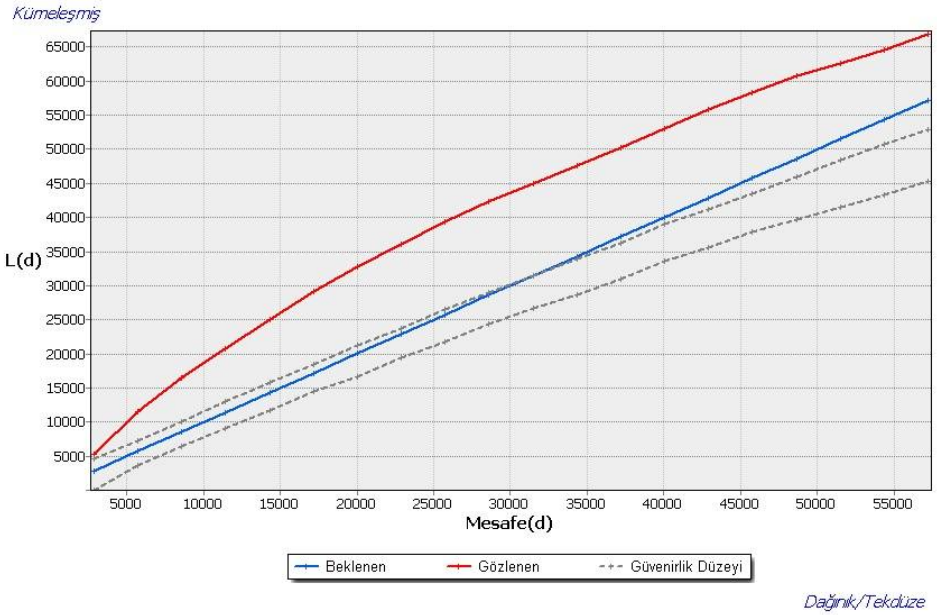
2014 Yılı İhmal ve Dikkatsizlik Nedeni Ripley K fonksiyon Testi



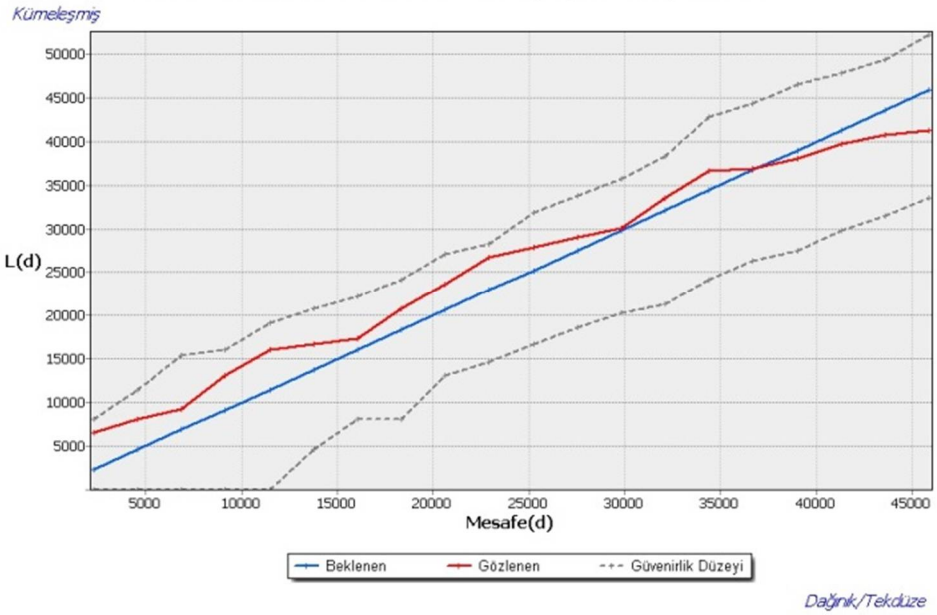
2014 Yılı Kasıt Nedeni Ripley K Fonksiyon Testi



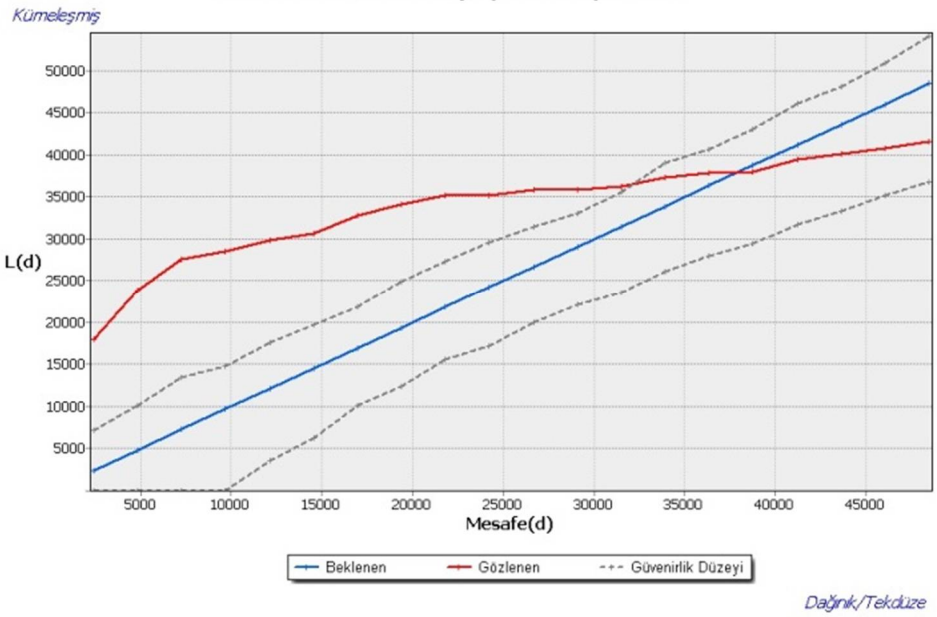
2014 Yılı Yıldırım Nedeni Ripley K Fonksiyon Testi

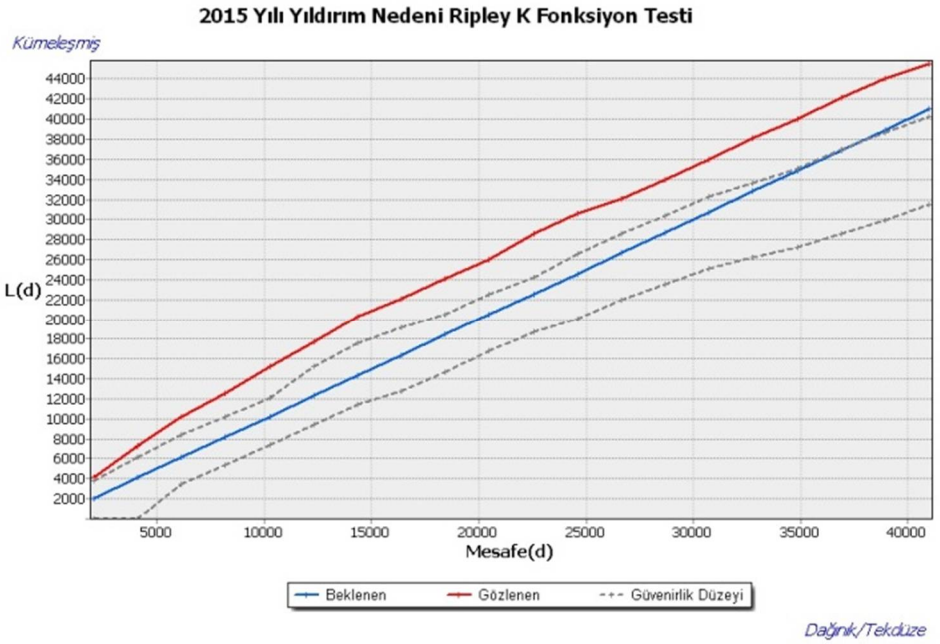


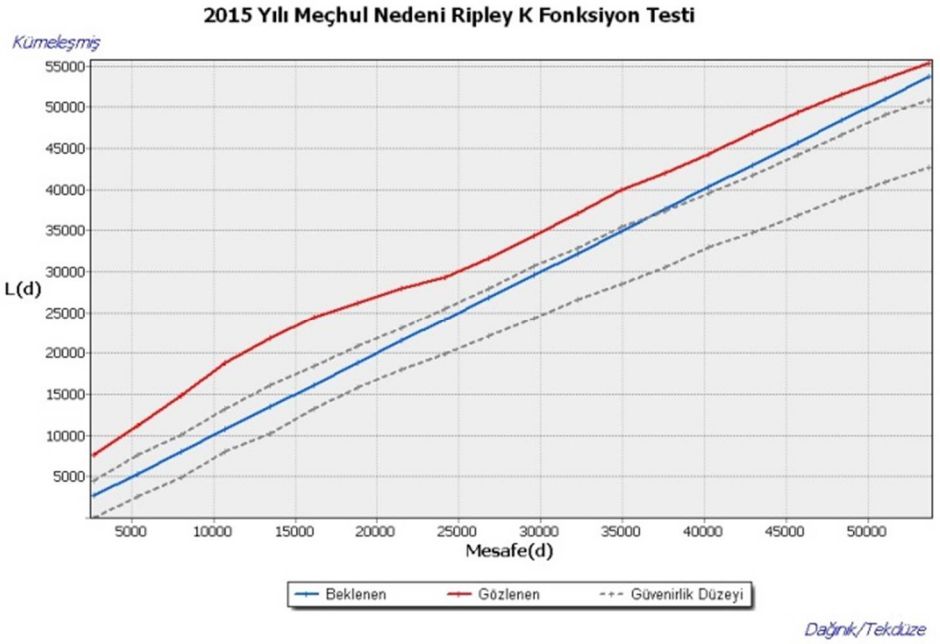
2015 Yılı İhmal ve Dikkatsizlik Nedeni Ripley K Fonksiyon Testi



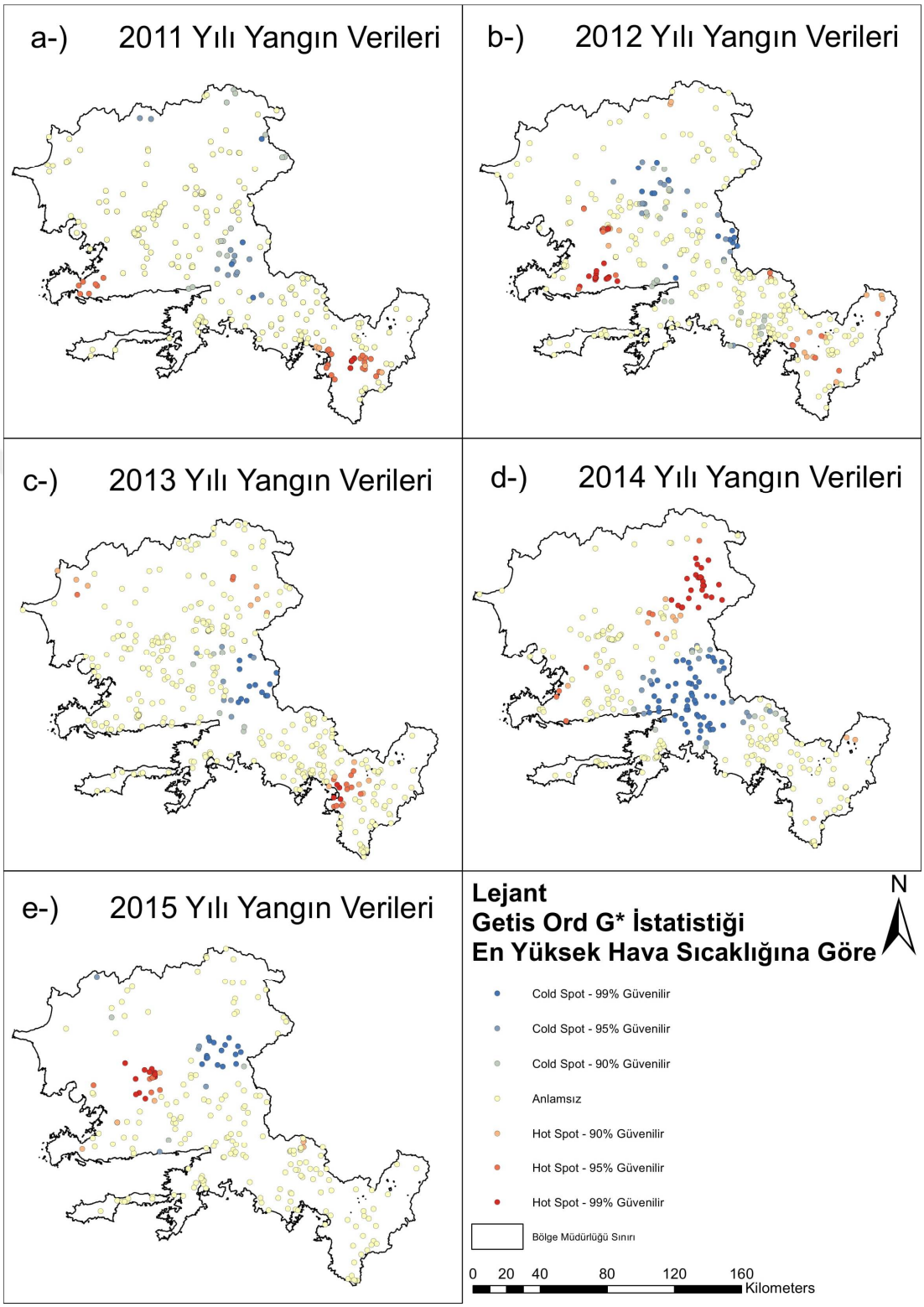
2015 Yılı Kasıt Nedeni Ripley K Fonksiyon Testi

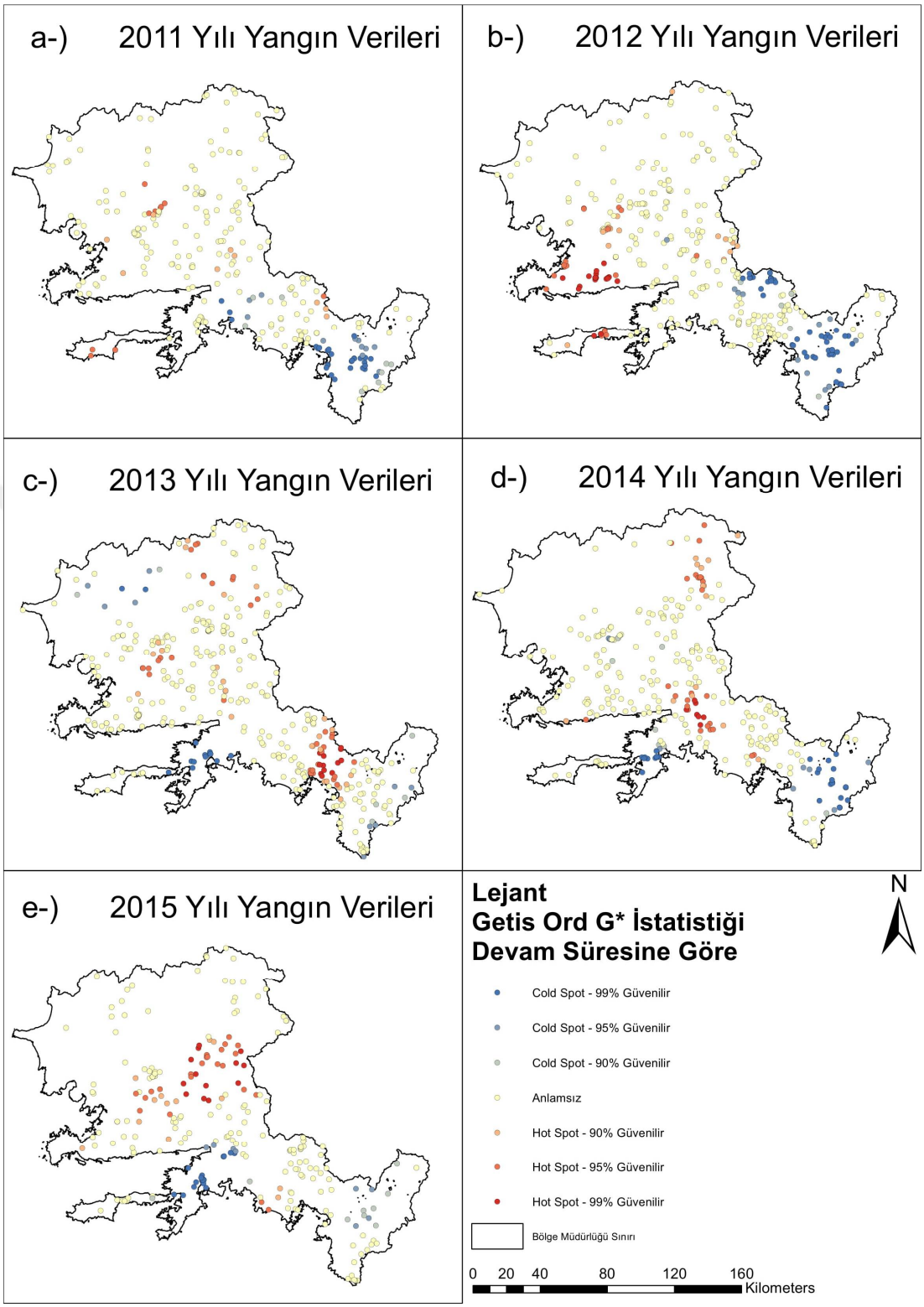


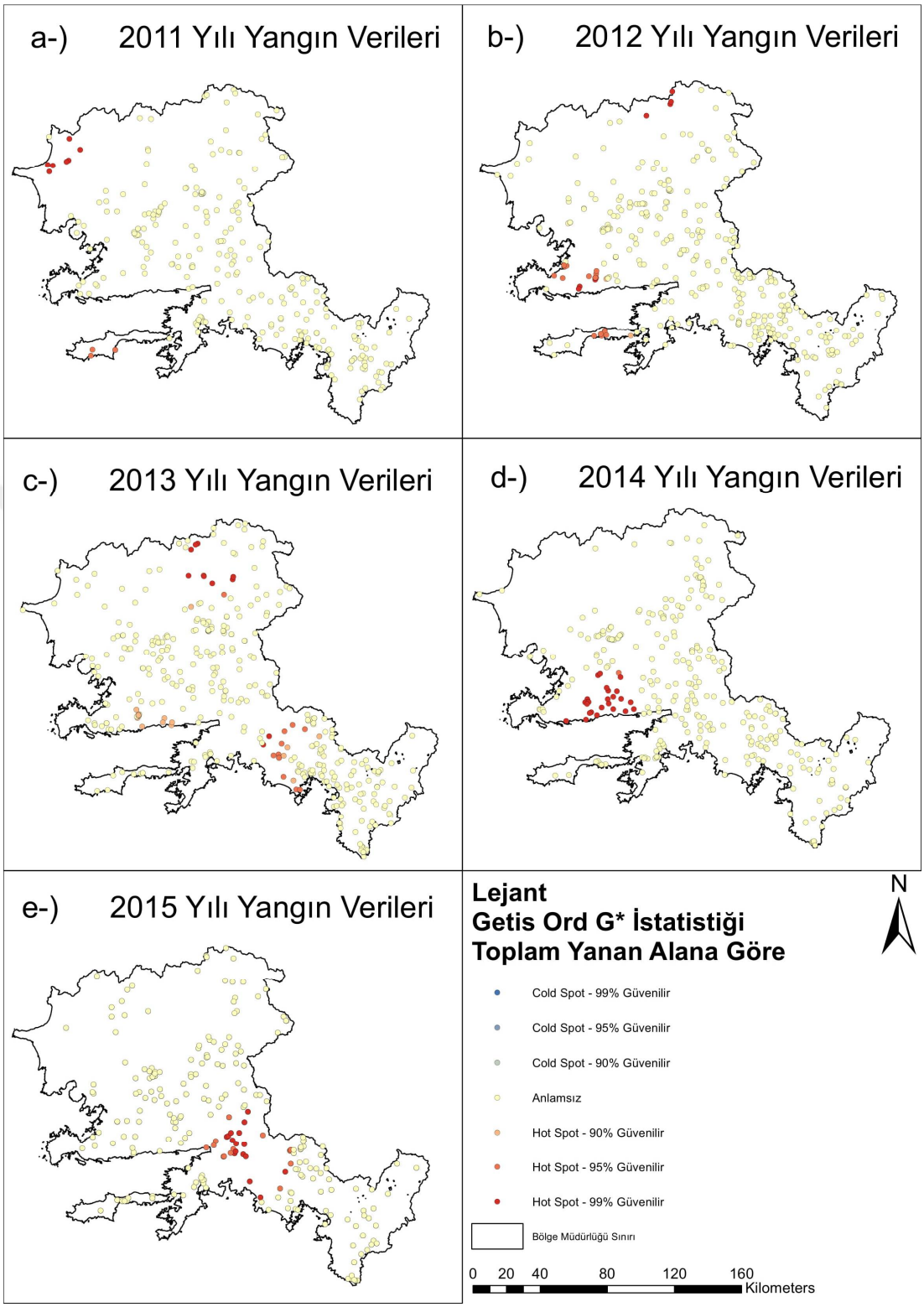

2015 Yılı Yıldırım Nedeni Ripley K Fonksiyon Testi
Kümeleşmiş
L(d)
Mesafe(d)
Beklenen
Gözlenen
Güvenirlik Düzeyi
Dağınık/Tekdüze

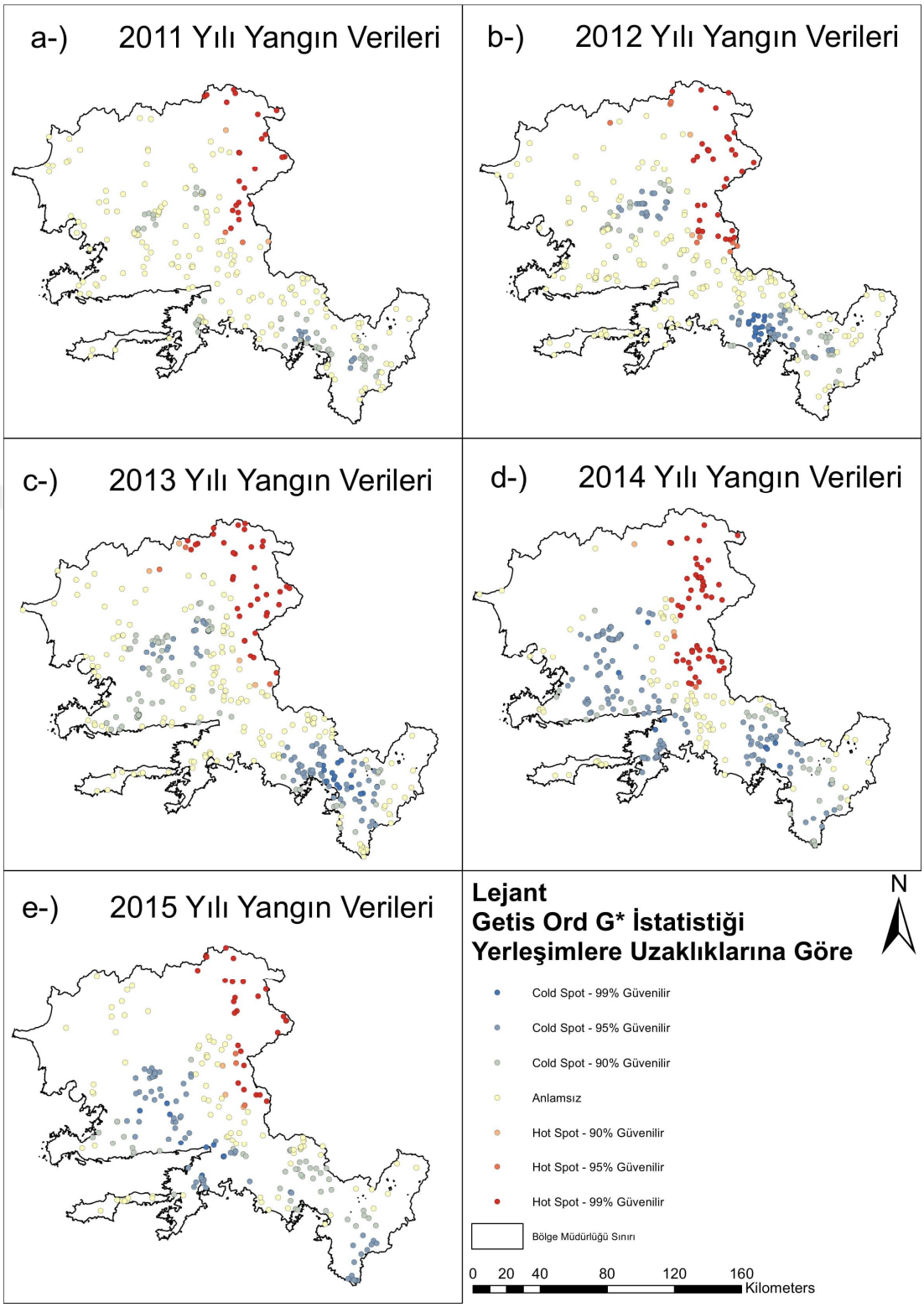

2015 Yılı Meçhul Nedeni Ripley K Fonksiyon Testi
Kümeleşmiş
L(d)
Mesafe(d)
Beklenen
Gözlenen
Güvenirlik Düzeyi
Dağınık/Tekdüze

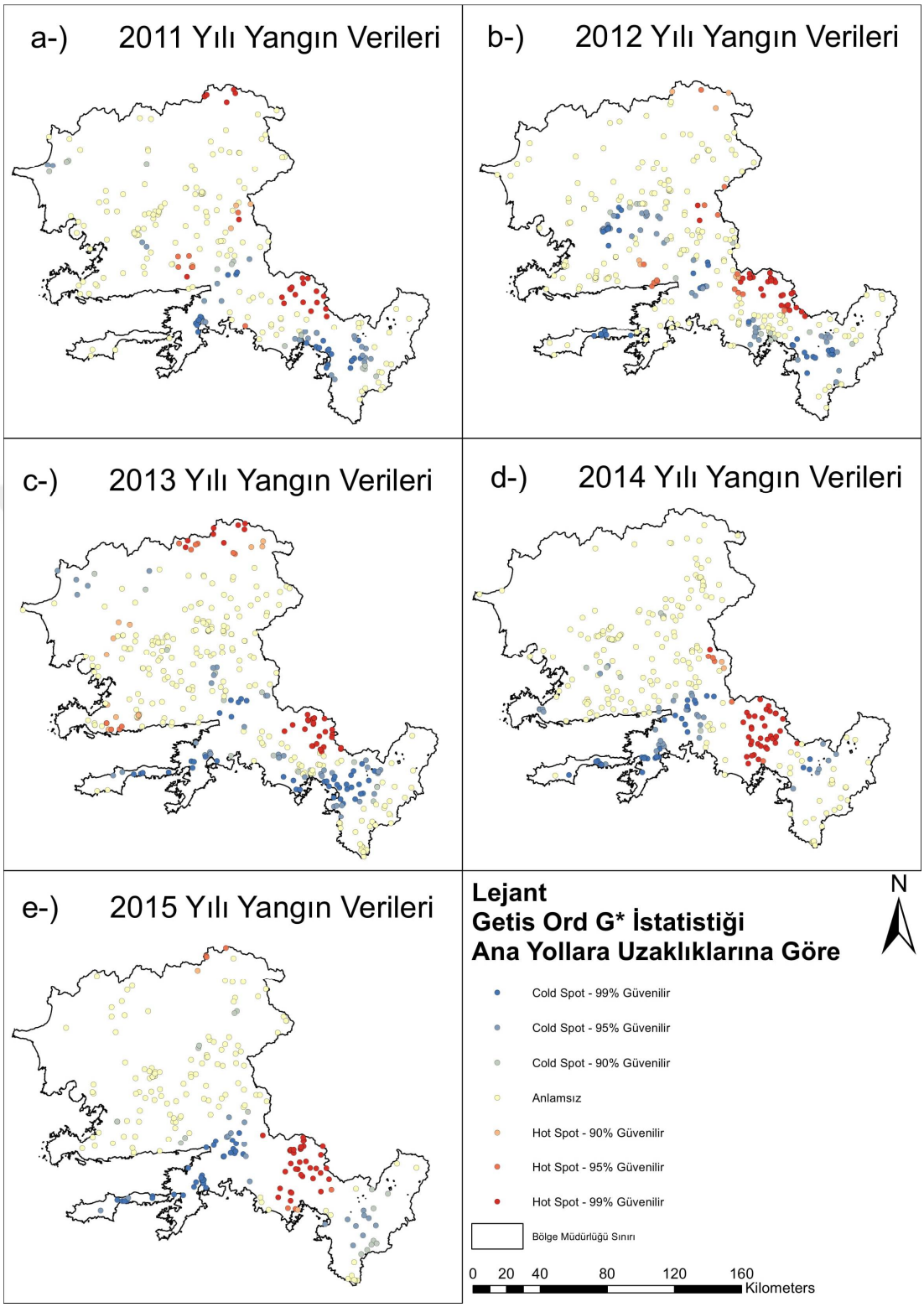
EK-B

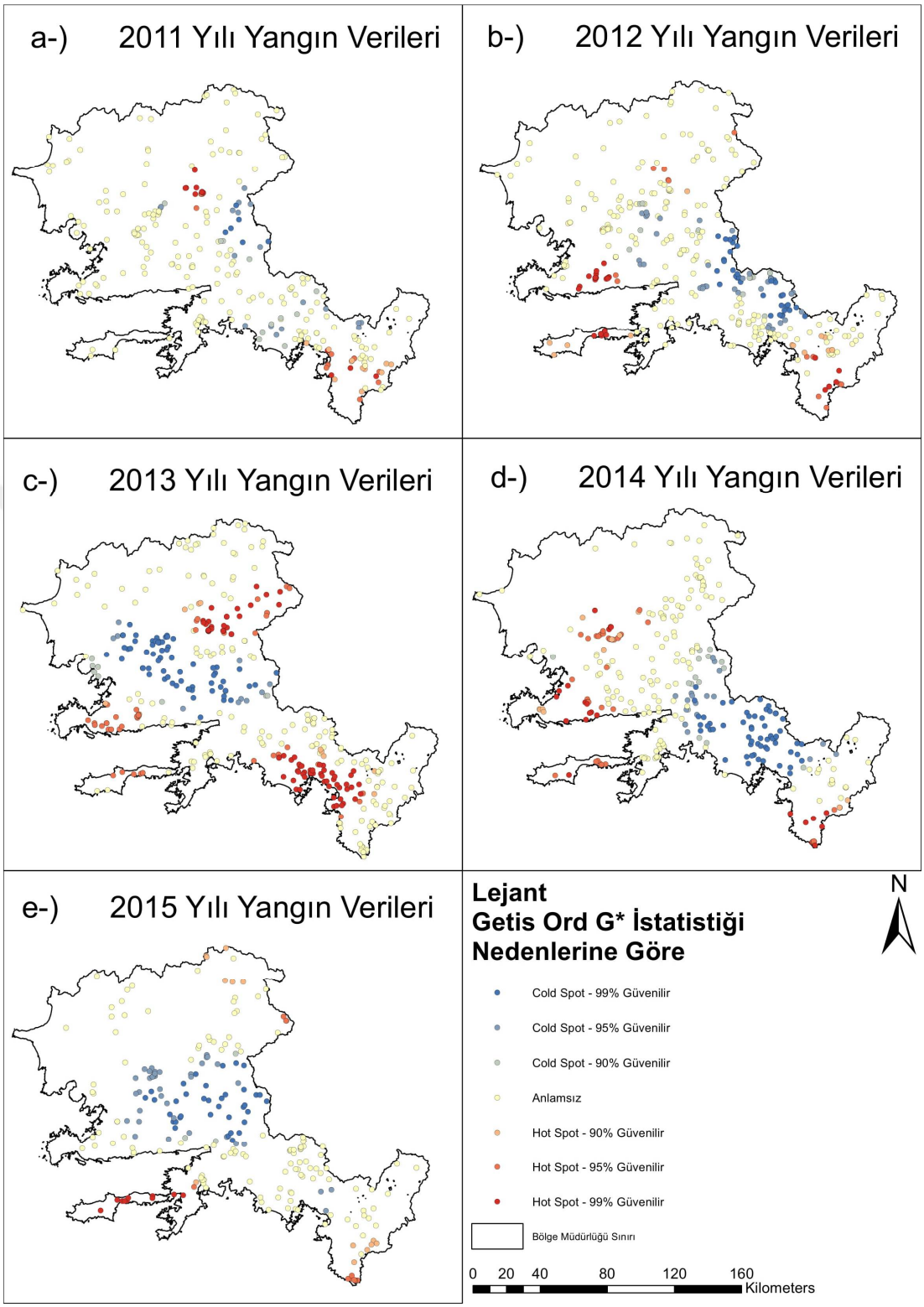

a-) 2011 Yılı Yangın Verileri
b-) 2012 Yılı Yangın Verileri
c-) 2013 Yılı Yangın Verileri
d-) 2014 Yılı Yangın Verileri
e-) 2015 Yılı Yangın Verileri
Lejant
Getis Ord G* İstatistiği
En Yüksek Hava Sıcaklığına Göre
N
Cold Spot - 99% Güvenilir
Cold Spot - 95% Güvenilir
Cold Spot - 90% Güvenilir
Anlamsız
Hot Spot - 90% Güvenilir
Hot Spot - 95% Güvenilir
Hot Spot - 99% Güvenilir
Bölge Müdürlüğü Sınırı
0 20 40 80 120 160
Kilometers

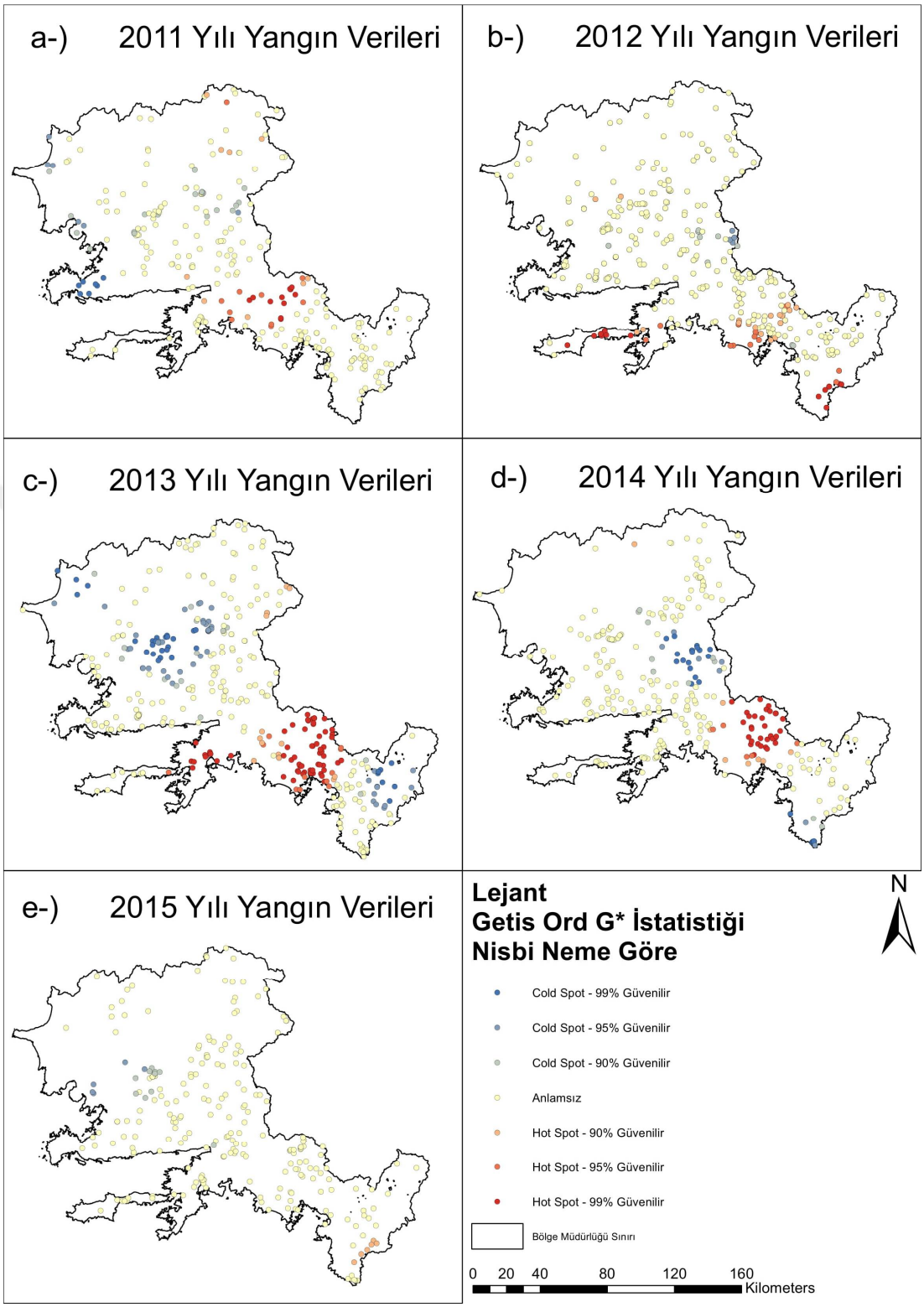

a-) 2011 Yılı Yangın Verileri
b-) 2012 Yılı Yangın Verileri
c-) 2013 Yılı Yangın Verileri
d-) 2014 Yılı Yangın Verileri
e-) 2015 Yılı Yangın Verileri
Lejant
Getis Ord G* İstatistiği
Devam Süresine Göre
Cold Spot - 99% Güvenilir
Cold Spot - 95% Güvenilir
Cold Spot - 90% Güvenilir
Anlamsız
Hot Spot - 90% Güvenilir
Hot Spot - 95% Güvenilir
Hot Spot - 99% Güvenilir
Bölge Müdürlüğü Sınırı
0 20 40 80 120 160
Kilometers
N

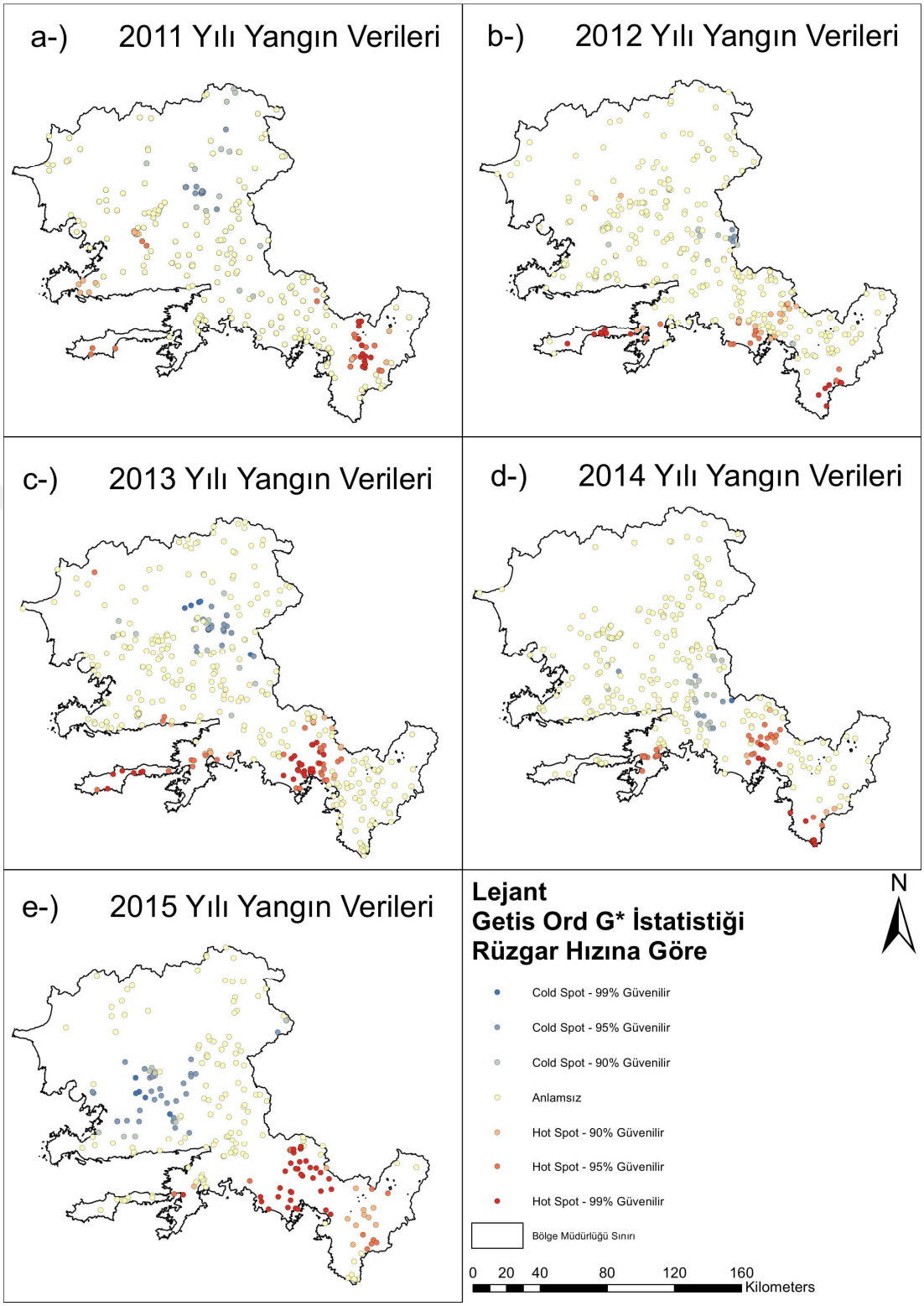

a-) 2011 Yılı Yangın Verileri
b-) 2012 Yılı Yangın Verileri
c-) 2013 Yılı Yangın Verileri
d-) 2014 Yılı Yangın Verileri
e-) 2015 Yılı Yangın Verileri
Lejant
Getis Ord G* İstatistiği
Toplam Yanan Alana Göre
Cold Spot - 99% Güvenilir
Cold Spot - 95% Güvenilir
Cold Spot - 90% Güvenilir
Anlamsız
Hot Spot - 90% Güvenilir
Hot Spot - 95% Güvenilir
Hot Spot - 99% Güvenilir
Bölge Müdürlüğü Sınırı
0 20 40 80 120 160
Kilometers
N


a-) 2011 Yılı Yangın Verileri
b-) 2012 Yılı Yangın Verileri
c-) 2013 Yılı Yangın Verileri
d-) 2014 Yılı Yangın Verileri
e-) 2015 Yılı Yangın Verileri
Lejant
Getis Ord G* İstatistiği
Yerleşimlere Uzaklıklarına Göre
N
Cold Spot - 99% Güvenilir
Cold Spot - 95% Güvenilir
Cold Spot - 90% Güvenilir
Anlamsız
Hot Spot - 90% Güvenilir
Hot Spot - 95% Güvenilir
Hot Spot - 99% Güvenilir
Bölge Müdürlüğü Sınırı
0 20 40 80 120 160
Kilometers

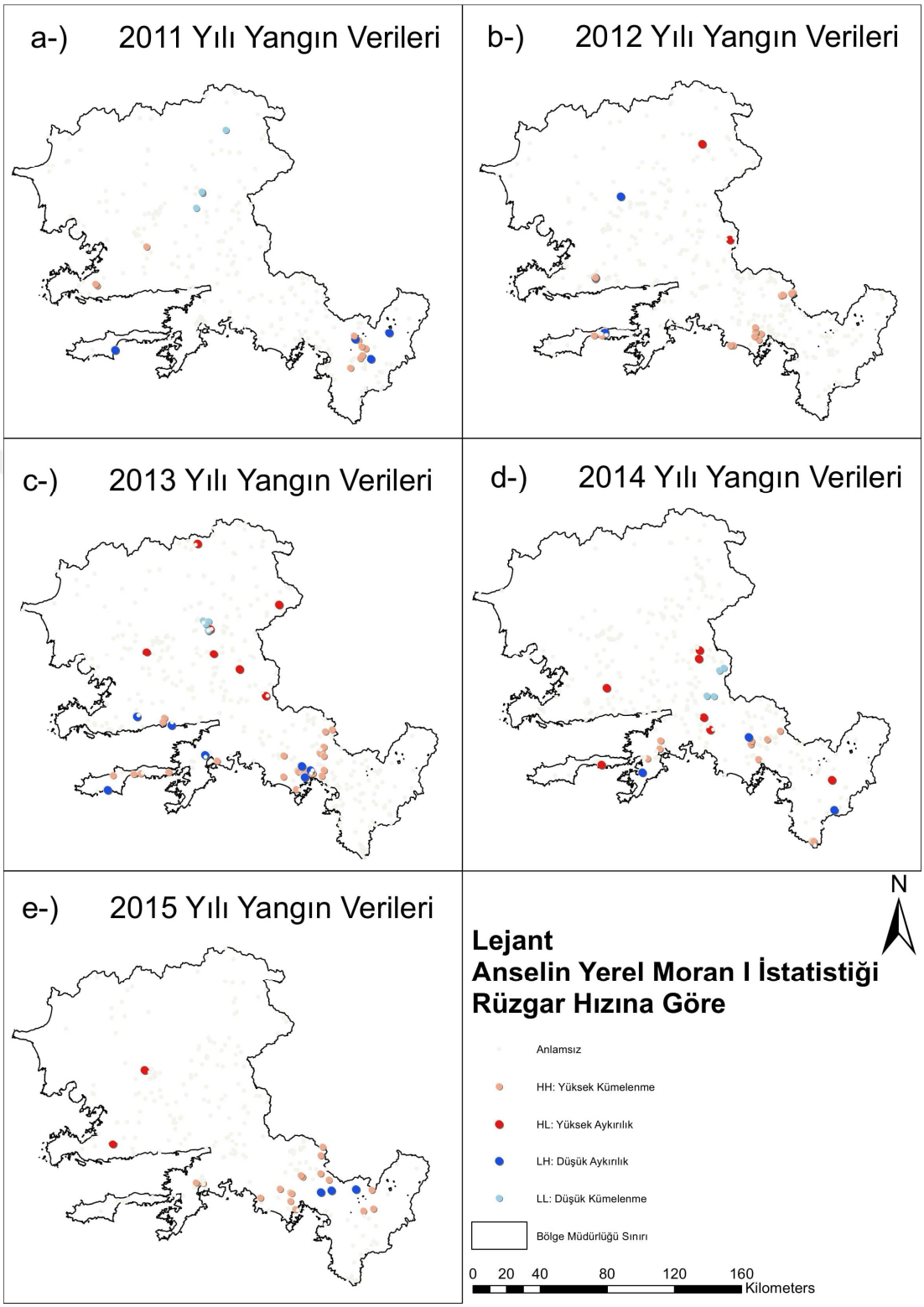

a-) 2011 Yılı Yangın Verileri
b-) 2012 Yılı Yangın Verileri
c-) 2013 Yılı Yangın Verileri
d-) 2014 Yılı Yangın Verileri
e-) 2015 Yılı Yangın Verileri
Lejant
Getis Ord G* İstatistiği
Ana Yollara Uzaklıklarına Göre
Cold Spot - 99% Güvenilir
Cold Spot - 95% Güvenilir
Cold Spot - 90% Güvenilir
Anlamsız
Hot Spot - 90% Güvenilir
Hot Spot - 95% Güvenilir
Hot Spot - 99% Güvenilir
Bölge Müdürlüğü Sınırı
0 20 40 80 120 160
Kilometers
N

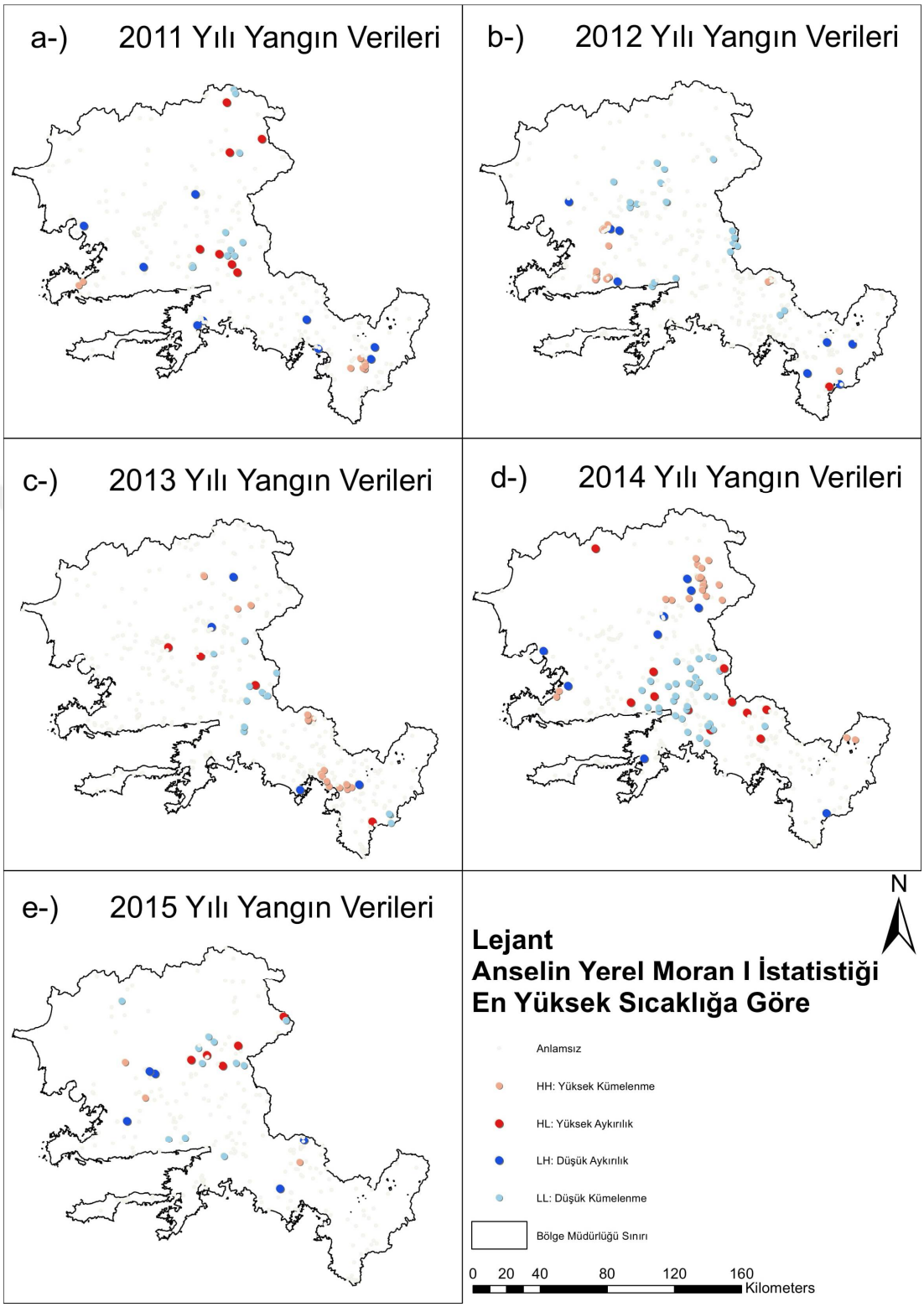

a-) 2011 Yılı Yangın Verileri
b-) 2012 Yılı Yangın Verileri
c-) 2013 Yılı Yangın Verileri
d-) 2014 Yılı Yangın Verileri
e-) 2015 Yılı Yangın Verileri
Lejant
Getis Ord G* İstatistiği
Nedenlerine Göre
Cold Spot - 99% Güvenilir
Cold Spot - 95% Güvenilir
Cold Spot - 90% Güvenilir
Anlamsız
Hot Spot - 90% Güvenilir
Hot Spot - 95% Güvenilir
Hot Spot - 99% Güvenilir
Bölge Müdürlüğü Sınırı
0 20 40 80 120 160
Kilometers
N

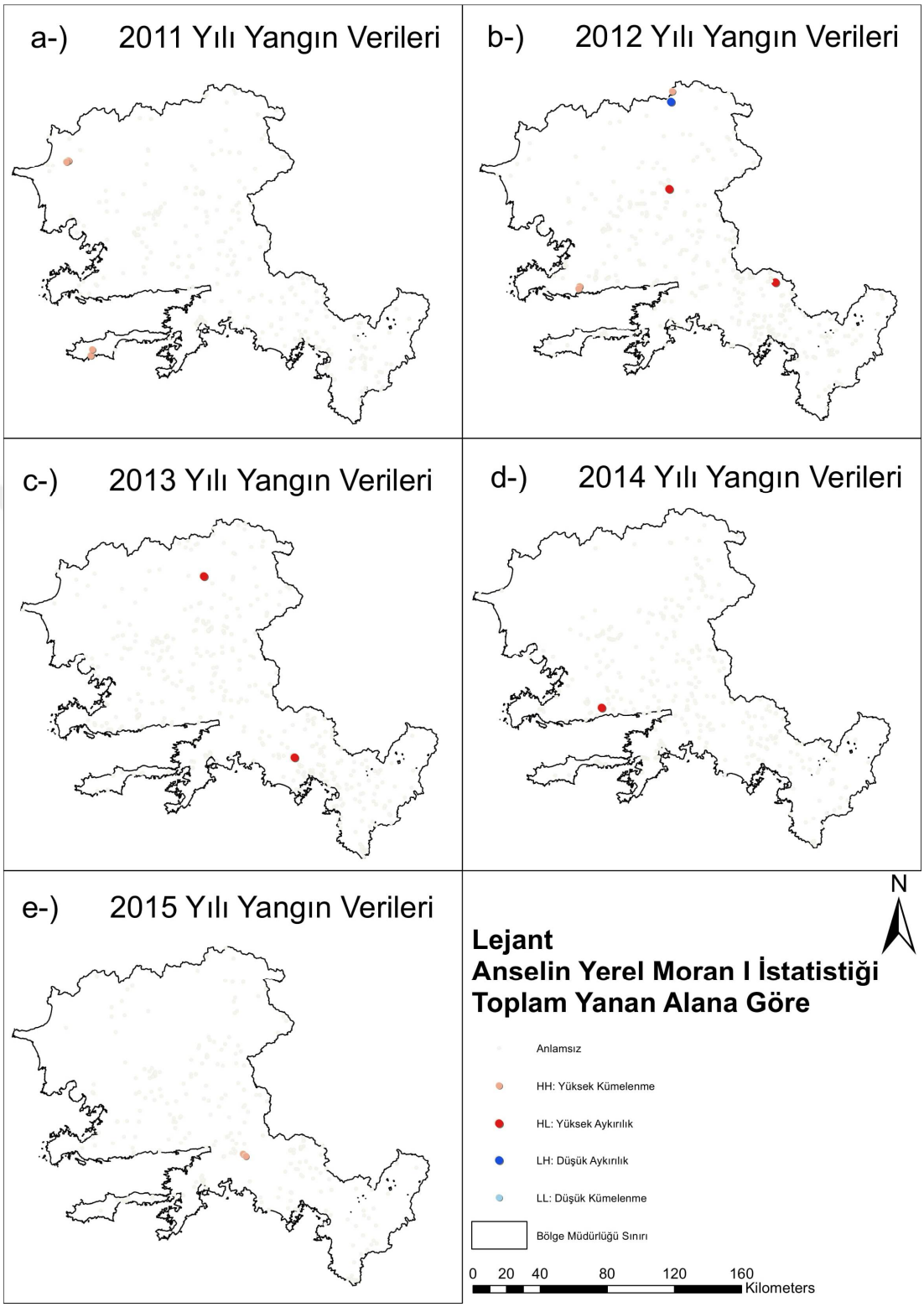

a-) 2011 Yılı Yangın Verileri
b-) 2012 Yılı Yangın Verileri
c-) 2013 Yılı Yangın Verileri
d-) 2014 Yılı Yangın Verileri
e-) 2015 Yılı Yangın Verileri
Lejant
Getis Ord G* İstatistiği
Nisbi Neme Göre
Cold Spot - 99% Güvenilir
Cold Spot - 95% Güvenilir
Cold Spot - 90% Güvenilir
Anlamsız
Hot Spot - 90% Güvenilir
Hot Spot - 95% Güvenilir
Hot Spot - 99% Güvenilir
Bölge Müdürlüğü Sınırı
0 20 40 80 120 160
Kilometers
N

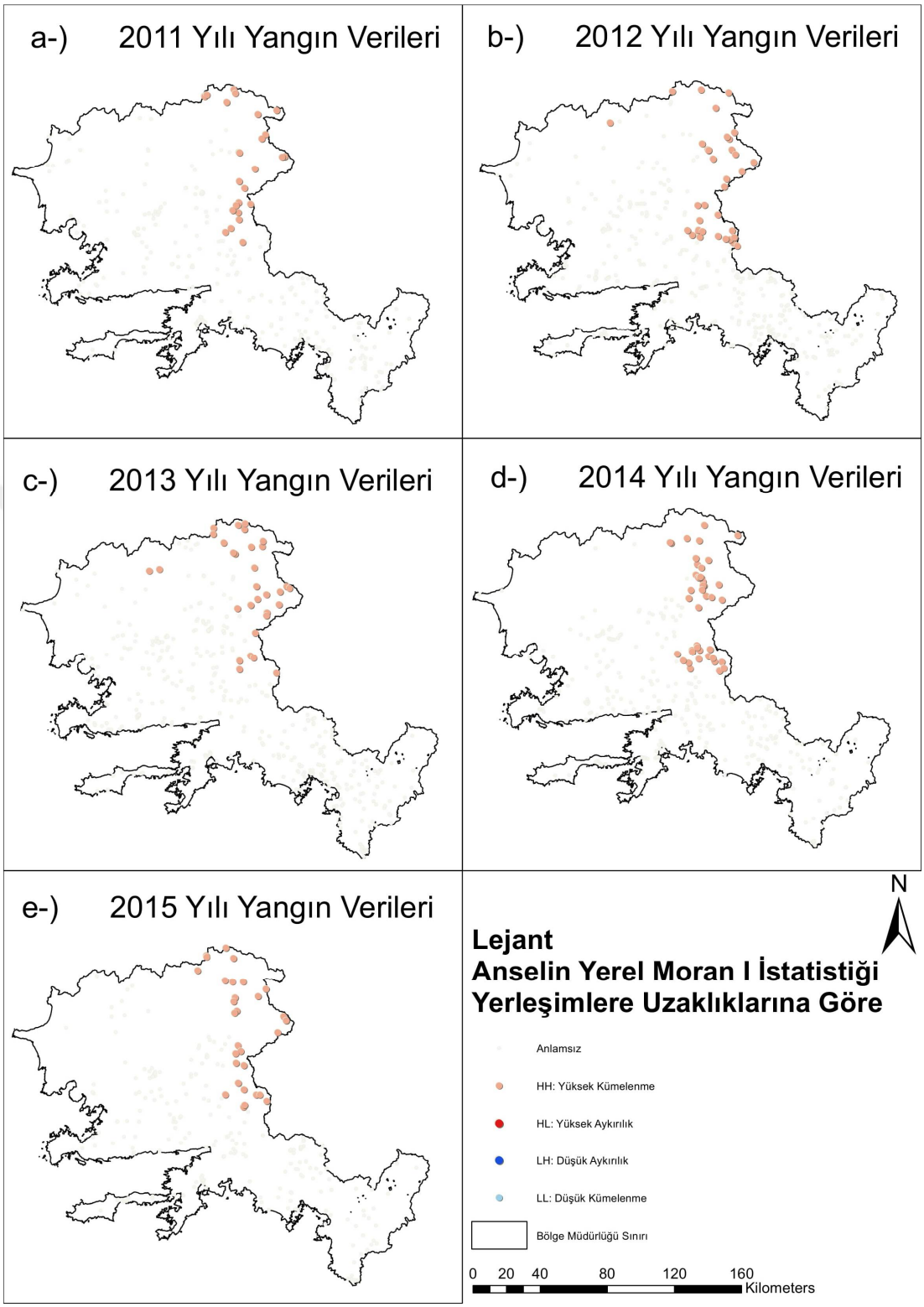

a-) 2011 Yılı Yangın Verileri
b-) 2012 Yılı Yangın Verileri
c-) 2013 Yılı Yangın Verileri
d-) 2014 Yılı Yangın Verileri
e-) 2015 Yılı Yangın Verileri
Lejant
Getis Ord G* İstatistiği
Rüzgar Hızına Göre
Cold Spot - 99% Güvenilir
Cold Spot - 95% Güvenilir
Cold Spot - 90% Güvenilir
Anlamsız
Hot Spot - 90% Güvenilir
Hot Spot - 95% Güvenilir
Hot Spot - 99% Güvenilir
Bölge Müdürlüğü Sınırı
0 20 40 80 120 160
Kilometers
N

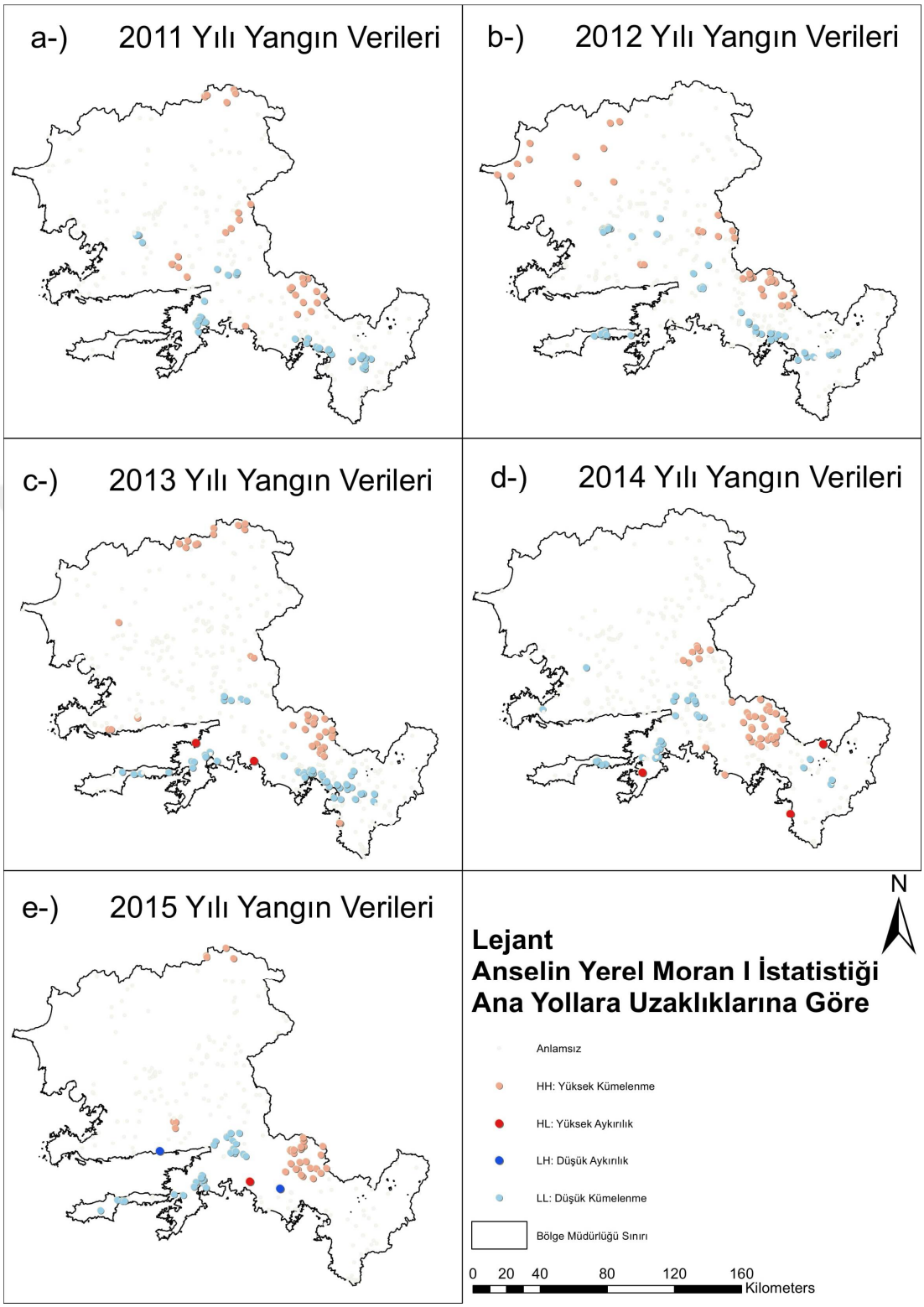
EK-C

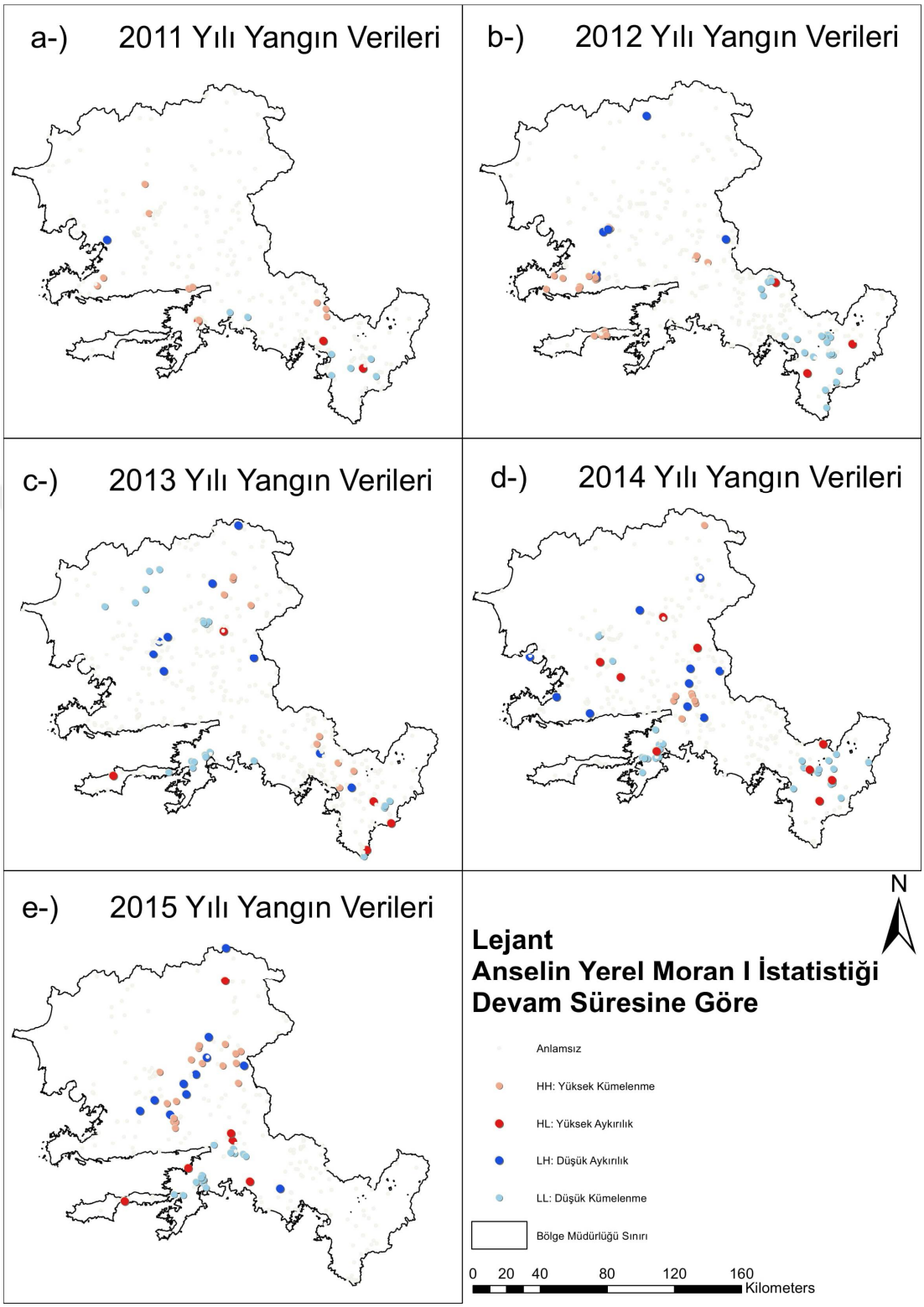

a-) 2011 Yılı Yangın Verileri
b-) 2012 Yılı Yangın Verileri
c-) 2013 Yılı Yangın Verileri
d-) 2014 Yılı Yangın Verileri
e-) 2015 Yılı Yangın Verileri
N
Lejant
Anselin Yerel Moran I İstatistiği
Rüzgar Hızına Göre
Anlamsız
HH: Yüksek Kümelenme
HL: Yüksek Aykırılık
LH: Düşük Aykırılık
LL: Düşük Kümelenme
Bölge Müdürlüğü Sınırı
0 20 40 80 120 160
Kilometers

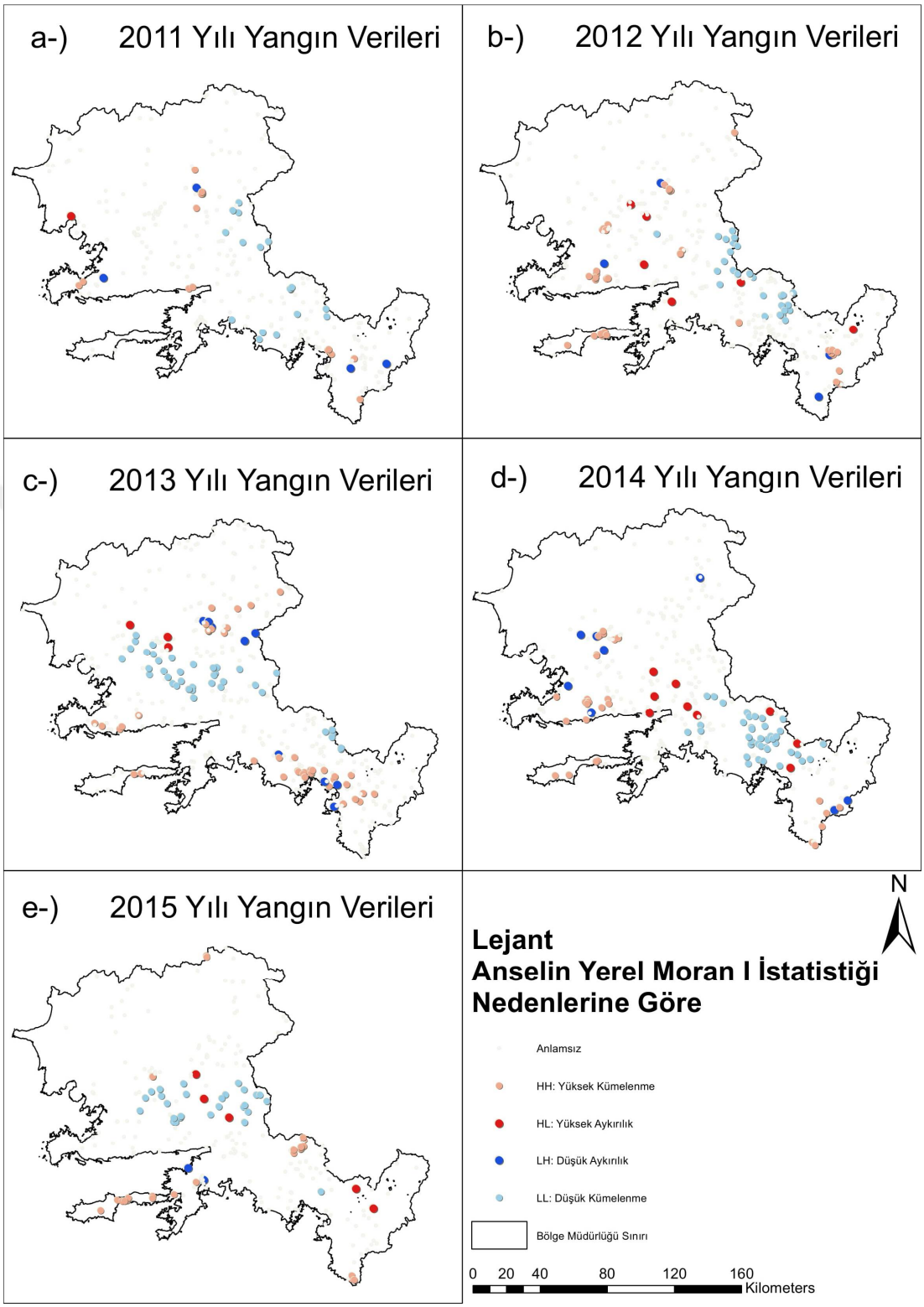

a-) 2011 Yılı Yangın Verileri
b-) 2012 Yılı Yangın Verileri
c-) 2013 Yılı Yangın Verileri
d-) 2014 Yılı Yangın Verileri
e-) 2015 Yılı Yangın Verileri
N
Lejant
Anselin Yerel Moran I İstatistiği
En Yüksek Sıcaklığa Göre
Anlamsız
HH: Yüksek Kümelenme
HL: Yüksek Aykırılık
LH: Düşük Aykırılık
LL: Düşük Kümelenme
Bölge Müdürlüğü Sınırı
0 20 40 80 120 160
Kilometers

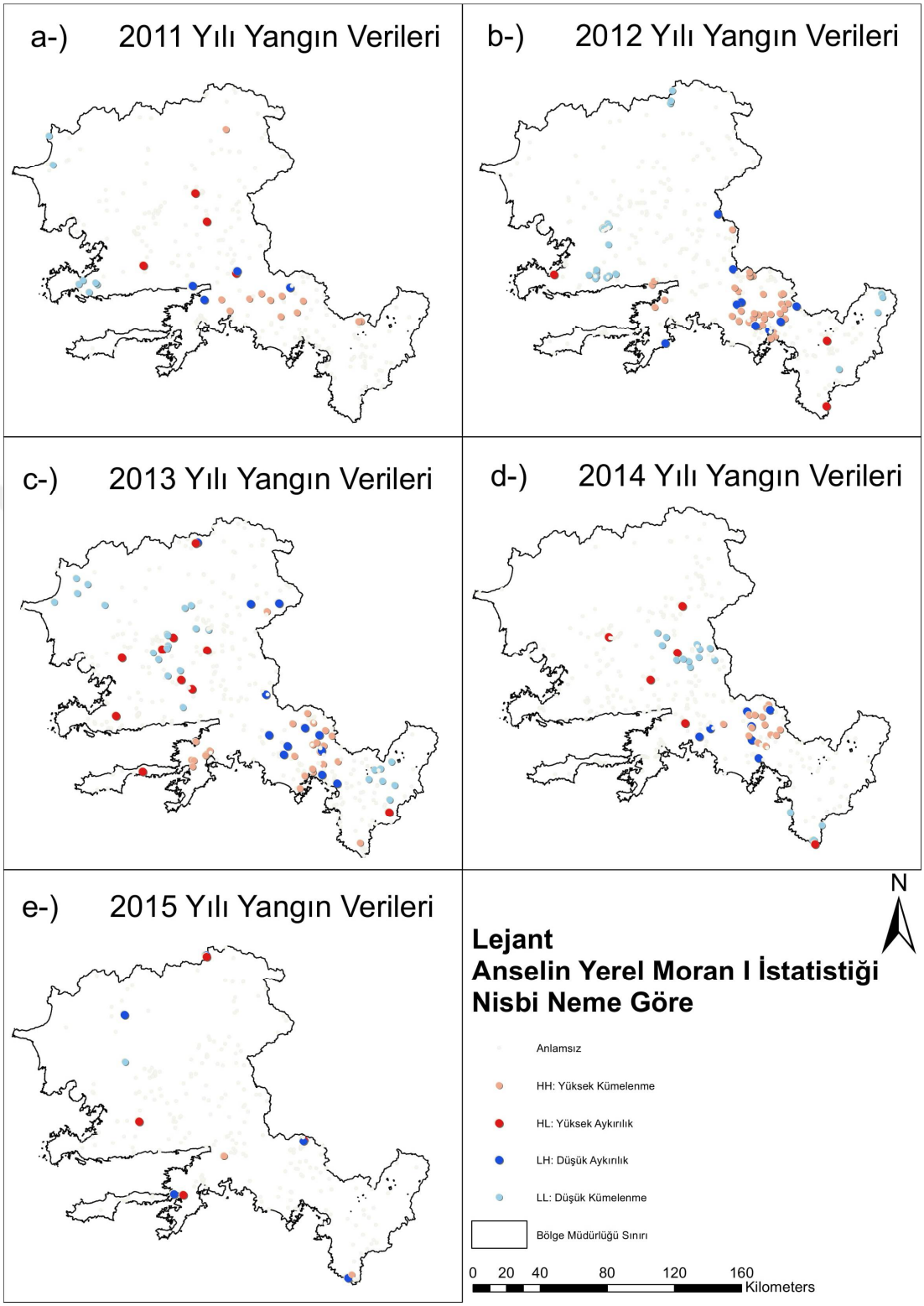

a-) 2011 Yılı Yangın Verileri
b-) 2012 Yılı Yangın Verileri
c-) 2013 Yılı Yangın Verileri
d-) 2014 Yılı Yangın Verileri
e-) 2015 Yılı Yangın Verileri
N
Lejant
Anselin Yerel Moran I İstatistiği
Toplam Yanan Alana Göre
Anlamsız
HH: Yüksek Kümelenme
HL: Yüksek Aykırılık
LH: Düşük Aykırılık
LL: Düşük Kümelenme
Bölge Müdürlüğü Sınırı
0 20 40 80 120 160
Kilometers


a-) 2011 Yılı Yangın Verileri
b-) 2012 Yılı Yangın Verileri
c-) 2013 Yılı Yangın Verileri
d-) 2014 Yılı Yangın Verileri
e-) 2015 Yılı Yangın Verileri
N
Lejant
Anselin Yerel Moran I İstatistiği
Yerleşimlere Uzaklıklarına Göre
Anlamsız
HH: Yüksek Kümelenme
HL: Yüksek Aykırılık
LH: Düşük Aykırılık
LL: Düşük Kümelenme
Bölge Müdürlüğü Sınırı
0 20 40 80 120 160
Kilometers

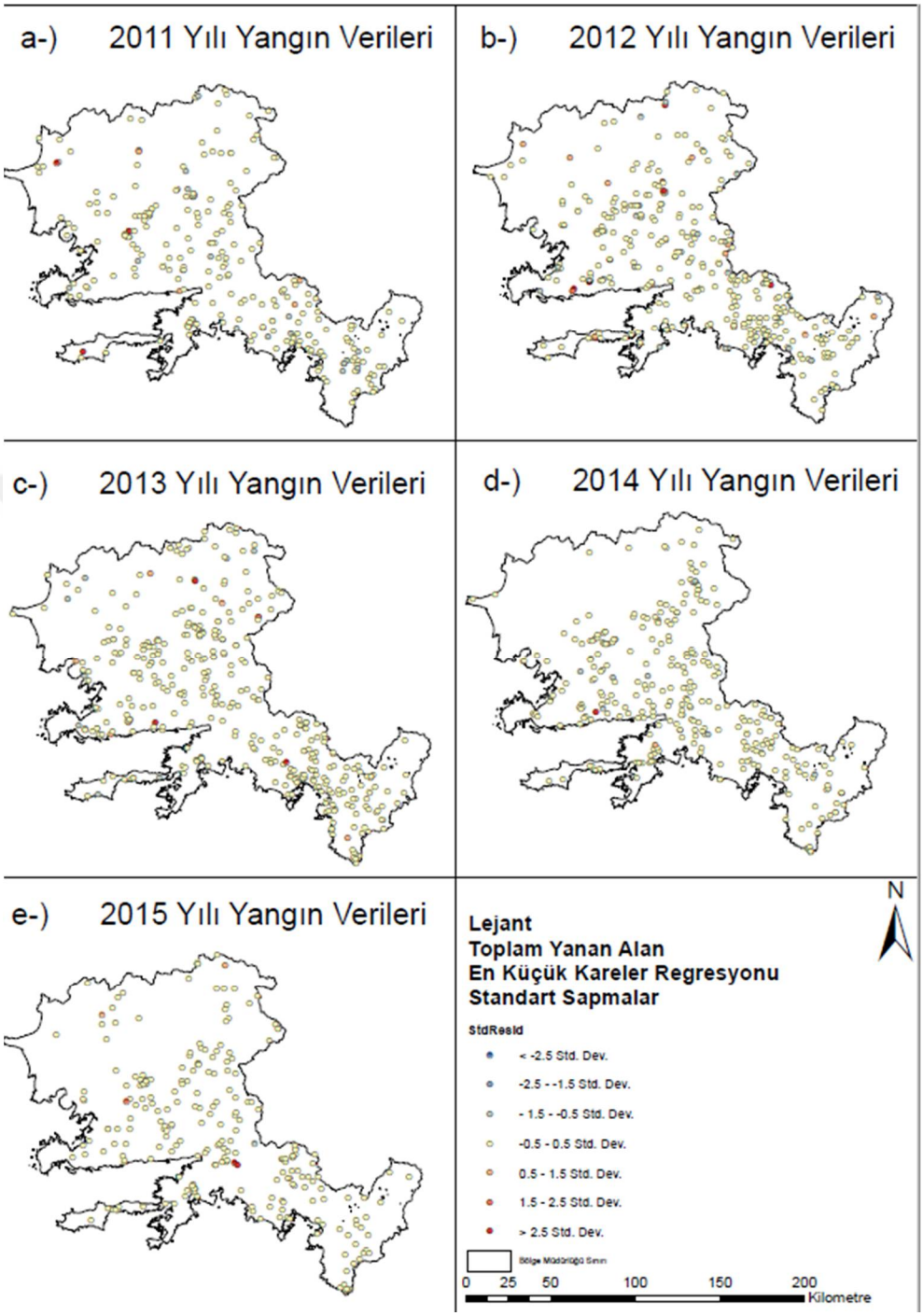

a-) 2011 Yılı Yangın Verileri
b-) 2012 Yılı Yangın Verileri
c-) 2013 Yılı Yangın Verileri
d-) 2014 Yılı Yangın Verileri
e-) 2015 Yılı Yangın Verileri
N
Lejant
Anselin Yerel Moran I İstatistiği
Ana Yollara Uzaklıklarına Göre
Anlamsız
HH: Yüksek Kümelenme
HL: Yüksek Aykırılık
LH: Düşük Aykırılık
LL: Düşük Kümelenme
Bölge Müdürlüğü Sınırı
0 20 40 80 120 160
Kilometers

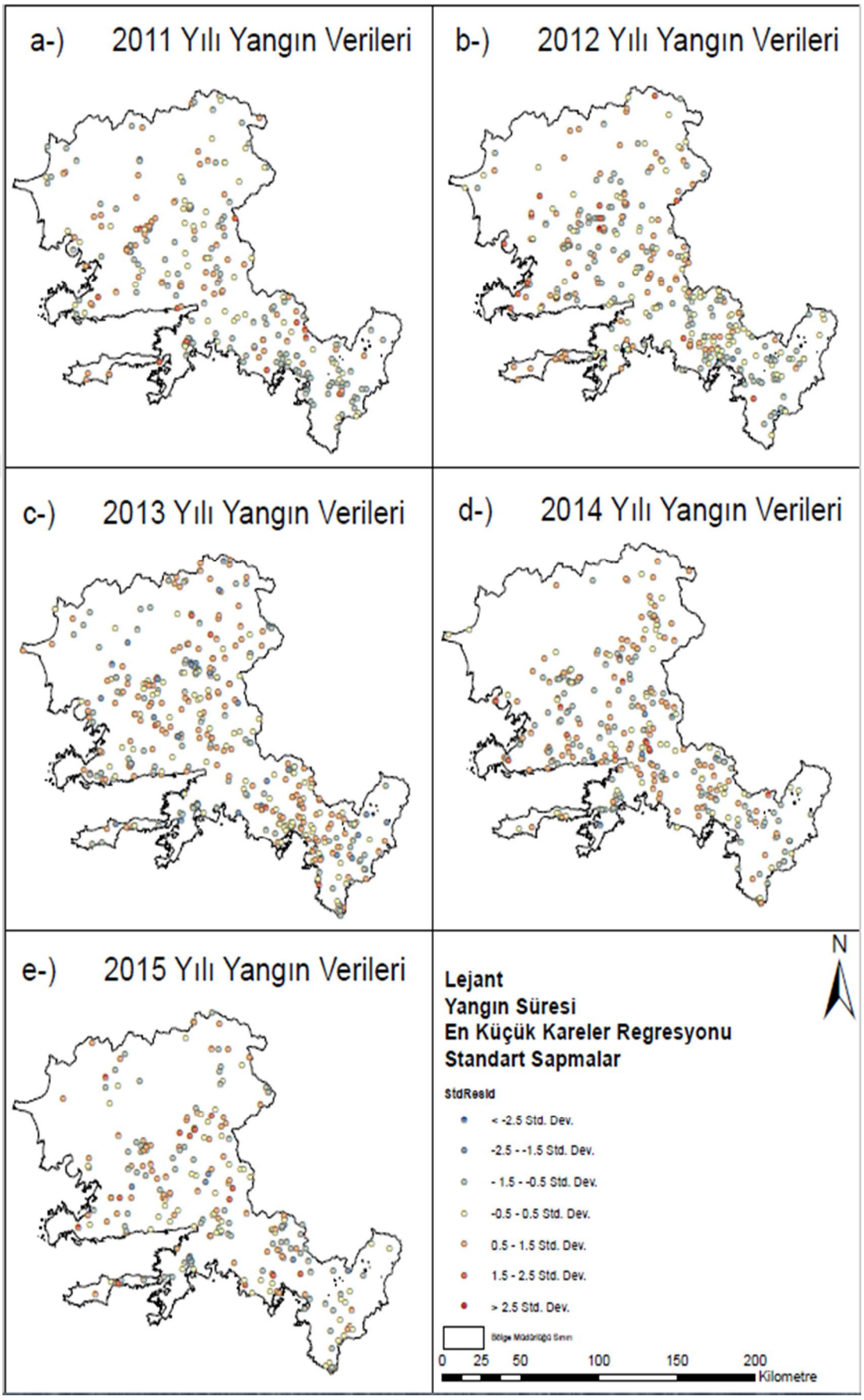

a-) 2011 Yılı Yangın Verileri
b-) 2012 Yılı Yangın Verileri
c-) 2013 Yılı Yangın Verileri
d-) 2014 Yılı Yangın Verileri
e-) 2015 Yılı Yangın Verileri
N
Lejant
Anselin Yerel Moran I İstatistiği
Devam Süresine Göre
Anlamsız
HH: Yüksek Kümelenme
HL: Yüksek Aykırılık
LH: Düşük Aykırılık
LL: Düşük Kümelenme
Bölge Müdürlüğü Sınırı
0 20 40 80 120 160
Kilometers


a-) 2011 Yılı Yangın Verileri
b-) 2012 Yılı Yangın Verileri
c-) 2013 Yılı Yangın Verileri
d-) 2014 Yılı Yangın Verileri
e-) 2015 Yılı Yangın Verileri
N
Lejant
Anselin Yerel Moran I İstatistiği
Nedenlerine Göre
Anlamsız
HH: Yüksek Kümelenme
HL: Yüksek Aykırılık
LH: Düşük Aykırılık
LL: Düşük Kümelenme
Bölge Müdürlüğü Sınırı
0 20 40 80 120 160
Kilometers


a-) 2011 Yılı Yangın Verileri
b-) 2012 Yılı Yangın Verileri
c-) 2013 Yılı Yangın Verileri
d-) 2014 Yılı Yangın Verileri
e-) 2015 Yılı Yangın Verileri
N
Lejant
Anselin Yerel Moran I İstatistiği
Nisbi Neme Göre
Anlamsız
HH: Yüksek Kümelenme
HL: Yüksek Aykırılık
LH: Düşük Aykırılık
LL: Düşük Kümelenme
Bölge Müdürlüğü Sınırı
0 20 40 80 120 160
Kilometers

EK-D


a-) 2011 Yılı Yangın Verileri
b-) 2012 Yılı Yangın Verileri
c-) 2013 Yılı Yangın Verileri
d-) 2014 Yılı Yangın Verileri
e-) 2015 Yılı Yangın Verileri
N
Lejant
Toplam Yanan Alan
En Küçük Kareler Regresyonu
Standart Sapmalar
StdResid
< -2.5 Std. Dev.
-2.5 - -1.5 Std. Dev.
- 1.5 - -0.5 Std. Dev.
-0.5 - 0.5 Std. Dev.
0.5 - 1.5 Std. Dev.
1.5 - 2.5 Std. Dev.
> 2.5 Std. Dev.
0 25 50 100 150 200
Kilometre


a-) 2011 Yılı Yangın Verileri
b-) 2012 Yılı Yangın Verileri
c-) 2013 Yılı Yangın Verileri
d-) 2014 Yılı Yangın Verileri
e-) 2015 Yılı Yangın Verileri
N
Lejant
Yangın Süresi
En Küçük Kareler Regresyonu
Standart Sapmalar
StdResId
< -2.5 Std. Dev.
-2.5 - -1.5 Std. Dev.
- 1.5 - -0.5 Std. Dev.
-0.5 - 0.5 Std. Dev.
0.5 - 1.5 Std. Dev.
1.5 - 2.5 Std. Dev.
> 2.5 Std. Dev.
0 25 50 100 150 200
Kilometre

KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

Gayır B., Arslan O., "Orman Yangınlarının CBS Tabanlı Konumsal İstatistik Analizi: 2011-2015 Yılları Arasında Muğla Orman Bölge Sınırları İçerisinde Çıkan Yangınlar", Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, http://dergipark.org.tr/ajfr/issue/38766/423521

ÖZGEÇMİŞ

Berkay Gayır, 08.04.1993'de Ankara'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Ankara da tamamladı. Liseyi Anadolu Tapu ve Kadastro Meslek Lisesinde bitirdi. 2011 yılında Kocaeli Üniversitesi Harita Mühendisliği bölümünü kazandı. 2012 yılı Ağustos ayında TEİAŞ 5. Bölge Müdürlüğüne Teknisyen olarak atandı. 2015 yılında Harita Mühendisi olarak mezun oldu. 2016 yılında Kocaeli Üniversitesi Jeodezi ve Jeoinformasyon Bölümünde yüksek lisans eğitimine başladı. 2018 yılında Kurum içi yükselme sınavı ile TEİAŞ 12. Bölge Müdürlüğü(Gaziantep)'nde Mühendis olarak geçiş yaptı. Yüksek Lisans eğitimi sırasında konumsal istatistik üzerine makale yayımlamıştır.