

## Elektronik Harp İle Toplanan Verilerin Veri Madenciliği Yöntemleri İle Analiz Edilmesi

### ÖZET

Barış, gerginlik durumu, terörle mücadele ve savaş süreçlerinde hedef ülkeye veya silahlı kuvvetlerine karşı bilgi üstünlüğü sağlamak ve düşmanın kendi ülkemiz üzerinde yapacağı bilgi harbini etkisiz kılmak için, devletin bütün kurumlarıyla uyguladığı faaliyetlerin tamamına bilgi harbi denir. Bilgi harbi doğrultusunda karar vericilerin belirlediği hedeflere ulaşılmasını sağlayacak bilgiler toplanır. Toplanacak bilgiler çeşitli vasıtalarla elde edilir ve bu vasıtalarından biri de Elektronik Harptir. Elektronik Harp, elektromanyetik spektrumun düşman tarafından kullanılmasını engellemek ve dost unsurlar tarafından etkili kullanımını sağlamak amacıyla yapılan faaliyetlerdir. Elektromanyetik spektrumu kontrol etmek amacıyla elektromanyetik yayınların aranması, tespiti, teşhisi, yerinin belirlenmesi ve düşmanın elektromanyetik spektrumu kullanılmasını engellemek amacıyla elektromanyetik enerji uygulanması yapılan faaliyetlerden bazılarıdır. Bu çalışmada Elektronik Harp ile elde edilen verilerin, DBSCAN, K-Means ve PAM algoritmaları ile kümeleme analizini yaparak hedef unsurların yoğunlaştığı bölgeleri belirlemeye çalışılacaktır ve buna uygun olarak zaman serisi analiz teknikleri ile hedef unsurların iletişim zaman sıklıklarıyla paralel olarak buldukları koordinatlar ortaya çıkarılacaktır. Son olarak da istatistikî anlamda veriler incelenerek, sık kullanılan frekanslar, görüşme sıklıkları, güzergâh haritaları, yer değiştirme miktarları gibi önem arz eden bilgilere ulaşmaya çalışılacaktır. Yapılan bu analizler sonucunda yapılacak operasyonel faaliyetlerin, keşif ve gözetleme faaliyetlerinin, silahlı veya silahsız insansız hava aracı ve topçu birliklerinin yapacağı atış faaliyetlerinin planlanmasının desteklenmesi amaçlanmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Elektronik Harp, Mekansal Veri Madenciliği, DBSCAN, K-Means, PAM, Zaman Serileri

### ABSTRACT

Information warfare could be defined as the set of activities and operations of a state to gain an advanced position in case of information against a host state or its military forces in times of peace, escalation, war with terror or simply war and in return to suppress hostile activities with the same motives. The information that is need to be collected, is provided through different methods and electronic warfare stands out to be one of these. Electronic warfare is the set of activities to use the electromagnetic spectrum in favor of the host and to deny the usage of the same field in the opponents favor. Such set of activities features the searching, locating and diagnosing of the electromagnetic streams to achieve a degree of control over the magnetic spectrum to ensure its using by the friendly forces and the practices of using energy over the magnetic spectrum to deny the usage of the opponent. This study aims to analyze the usage of data sets which are gathered through electronic warfare in cases of determining the regions where target elements are concentrated through application of DBSCAN, K-Means and PAM algorithms, upon the hypothesis that time series analysis techniques will reveal the coordinates of the opponent's forces to be targeted in parallel with the communication frequency. Finally, through investigation of statistical data, a research would be made try to reach the important information such as frequently used frequencies, frequency of interviews, route maps, and displacement amounts. These analyzes are intended to support the planning of operational activities, exploration and surveillance activities, armed and unarmed unmanned aerial activities and shooting activities to be carried out by artillery units.

**Keywords:** Electronic Warfare, Spatial Data Mining, DBSCAN, K-Means, PAM, Time Series

### Özgür Aydın

ozgur.aydin2@  
stu.bahcesehir.edu.tr  
Bilgi Teknolojileri,  
Bahçeşehir Üniversitesi

### Serkan Ayvaz

serkan.ayvaz@  
eng.bau.edu.tr  
Yazılım Mühendisliği,  
Bahçeşehir Üniversitesi

### Mustafa Eren

Yıldırım  
mustafaeren.yildirim@  
eng.bau.edu.tr  
Elektrik Elektronik  
Mühendisliği,  
Bahçeşehir Üniversitesi

### Yücel Batu

Salman  
batu.salman@  
eng.bau.edu.tr  
Yazılım Mühendisliği,  
Bahçeşehir Üniversitesi

### Geliş Tarihi

24.04.2017

### Kabul Tarihi

11.05.2017

## 1. GENEL BİLGİ

Haberleşme ve bilgi teknolojileri; bilgiyi taşıyan, işleyen, yöneten ve analiz eden bir yapıya sahiptir. Bilgi ise günümüzde ülkelerin üzerinde durduğu en önemli hazinedir. Ülkeler kendi çıkarlarını korumak üzere komşu veya hedef ülke hakkında her türlü bilgiye ulaşmak için teknolojinin bütün imkânlarını kullanarak bilgi harbi yapmaktadır. Bu harp medya organları, istihbarat örgütleri, ülkelerin hacker grupları, sosyal medya gibi araçlarla yürütülmektedir. Günümüzde sürekli olarak devam eden bu savaşın, askeri literatürdeki adı ise bilgi harekâtıdır. Bilgi harekâtı ile hedef ülkenin komuta kontrol, istihbarat, erken ihbar ve ikaz sistemleri, muhabere sistemlerinden elde edilecek bilgilerle savaş alanında stratejik ve taktik üstünlük sağlanmaktadır. Bilgi harekâtı elektronik harp, bilgisayar ağı operasyonları, psikolojik operasyonlar, askeri aldatma ve operasyon güvenliği olarak beş temel unsurdan oluşur [1].

Elektronik harp, bilgi harekâtında bilginin toplanmasına ve korunmasına yönelik en etkin vasıtalarından biridir [1]. Askeri operasyonlar sırasında, hem dost hem de düşman unsurların hareket tarzlarını kontrol etmek maksadıyla bilinçli kararlar verilebilmesi için bilgilerin güncel olması gerekir. Değişen durumların anında iletilmesi bilgi akışı için hayati öneme sahiptir. Bilgi akışı ise elektromanyetik spektrumunu (EM) kullanan elektronik sistemler tarafından sağlanmaktadır [2]. Elektronik harp ile EM spektrumunu kullanan hedef ülkeye ait haberleşme sistemlerinden elde edilecek bilgilerle harekâtın yönü değiştirilebilir veya dost unsurların korunması sağlanabilir. Elde edilen bilgilerin elektronik ortamda doğru bir şekilde depolanması, işlenmesi, analiz edilmesi, anlamlı bilgiler elde edilmesi ve güvenilir bir şekilde iletilmesi bilginin kullanılması açısından çok önemlidir.

Geleneksel yöntemlerle veri üzerinde yapılacak analizler sonucunda keşfedilebilecek bilgi sayısı sınırlıdır. Veri madenciliği yöntemleri kullanılarak toplanan veri üzerinde birçok keşfedilmemiş yeni bilgiler ortaya çıkarılır. Veri madenciliği istatistiksel ve matematiksel teknikler yardımıyla örüntü tanıma teknolojileri kullanılarak depolama ortamlarında saklanmış bulunan verilerin elenmesi ile anlamlı yeni korelasyon, örüntü ve eğilimlerin keşfedilmesidir [3].

Elektronik harp ile hedef unsurların koordinat bilgilerini içeren mekansal veriler elde edilir. Mekansal verilerin işlendiği veri madenciliği yöntemine mekansal veri madenciliği (Spatial Data Mining) denir. Mekansal veri madenciliği, büyük uzaysal veri kümelerinde var olabilecek karakteristiklerin ve modellerin ilginç benzerliklerinin keşfedilmesidir. Mekansal verilerden anlamlı sonuçlar elde edebilmek için bir çok farklı algoritma geliştirilmiştir. Kümeleme algoritmaları, mekansal veri tabanları için önemli veri madenciliği yöntemlerinden biridir. Son zamanlarda kümeleme yöntemleri mekansal veri madenciliği alanında araştırma çalışmaları için en popüler yöntem haline gelmiştir [4]. Mekansal kümeleme, mekansal nesnelere, aynı gruptaki nesnelere birbirine benzediği ve farklı gruplardaki nesnelere birbirinden farklı olduğu şekilde gruplar. Mekansal kümeleme yöntemleri sınıflandırma, bölümlenme, hiyerarşik, yoğunluk tabanlı, grid tabanlı ve model tabanlı yöntem olmak üzere beş kategoriye ayrılırlar [5].

Kao ve diğ. [6] hastane dışındaki gerçekleşebilecek kalp krizi durumları için yaptıkları çalışmada mekansal verilerle hastaların hayatlarını kurtarmak için doğru yerlere doğru ilk yardım kaynaklarının tesis edilebileceğinden bahsetmişlerdir. Feoli ve diğ.[7] ise Batı Avrupa'nın en kurak bölgesinde coğrafi veriler kullanarak toprak, bitki örtüsü ve iklim üzerinde analizler yaparak mekansal veri madenciliği çalışmaları yürütmüşlerdir.

Bu çalışmada elektronik harp ile elde edilen veriler üzerinde yoğunluk tabanlı kümeleme algoritmalarından DBSCAN (Density Based Spatial Clustering of Applications with Noise), bölümlenmeli kümeleme algoritmalarından K-Means ve PAM (Partitioning Around Medoids) yöntemleriyle karşılaştırmalı olarak kümeleme analizi yapılmıştır. Ayrıca zaman verileri kullanılarak zaman serisi analizi ve frekans, çağrı adı verileriyle ilgili olarak istatistiksel analizlerle veri içinde bulunan gizli örüntüler ortaya çıkarılmıştır.

Yapılan kümeleme analizleri sonucunda hedef unsurlar hakkında daha detaylı bilgiler elde edilerek askeri birlikler tarafından düzenlenecek elektronik dinleme ve karıştırma faaliyetleri, operasyonel faaliyetler, keşif ve gözetleme faaliyetleri, silahlı veya silahsız insansız hava aracı faaliyetleri ve topçu birliklerinin yapacağı atış

faaliyetlerinin planlanmasının desteklenmesi amaçlanmaktadır.

## 2. YÖNTEM

Bu çalışmada elektronik harp verileri içerisindeki koordinat bilgileri üzerinde en yaygın kullanılan kümeleme algoritmaları uygulanmıştır. Elde edilen kümeler sayesinde hedef unsurların operasyon sahasında yoğunlaştığı bölgeler tespit edilmeye çalışılarak operasyona katılan unsurların daha küçük alanlarda arama, tarama, keşif ve gözetleme faaliyetlerini gerçekleştirmesi amaçlanmaktadır. Bu maksatla algoritmaların yüksek yoğunluklu küçük boyutlu kümeler bulması beklenmektedir.

Elektronik harp verileri istihbarat bilgisi içerdiğinden kullanılan veri seti elektronik harp ile elde edilen verilere benzer veriler olacak şekilde oluşturulmuştur. Elektronik harp sistemleri tarafından toplanan veriler elektronik harp sistem yazılımı tarafından tablo 1'de örneği gösterilen tabloda saklanır. Frekans, hedef unsurların birbiriyle iletişim kurdukları frekanstır. Çağrı adı, yeri tespit edilen hedef unsurun iletişim için kullandığı isimdir. Tarih ve saat bilgisi, hedef unsurun yerinin belirlendiği zaman bilgisidir. Sistem koordinatı, yer tespitini yapan elektronik harp sisteminin konumudur. Hedef koordinatı, elektronik harp sistemleri tarafından yerinin belirlenen hedef unsurun konumudur.

Tablo 1. Elektronik harp verisi

S. Nu	Frekans	Çağrı Adı	Tarih	Saat	Sistem Koordinatı	Hedef Koordinatı
1	45.750	Şahin	17.02.2015	11:15:23	38:43:03K 33:43:22D	34:44:23K 31:42:14D
2	134.250	Doğan	17.02.2015	12:33:12	38:43:03K 33:43:22D	33:42:02K 31:42:21D
3	147.500	Kartal	17.02.2015	13:56:45	38:43:03K 33:43:22D	32:12:17K 34:56:37D

Veri seti içerisindeki toplanmış koordinat bilgileri derece, dakika ve saniye bilgilerinden oluşmaktadır. Bu değerler nominal değerler olduğundan kümeleme algoritmalarının kullanımına hazır hale getirilmesi ve istatistiksel anlamda harita üzerinde gösterilmesi amacıyla nümerik bir değer olan desimal koordinat sistemine çevrilmiştir. Koordinat dönüşümü ve veri setinin csv formatına dönüştürülmüş örneği şekil 1'de gösterilmiştir.

```
ID;FREQ;TARGET;DATE;TIME;LAT;LONG
1;16850;Rana;01.05.2014;09:23:11;39,12611111;32,20611111
2;16850;Rana;01.05.2014;10:53:16;39,12611111;32,20611111
3;16700;Rana;01.05.2014;11:19:42;39,12611111;32,20611111
4;18025;Yoshio;01.05.2014;13:41:21;39,12,32,04611111
5;13575;Dexter;01.05.2014;17:11:27;39,07444444;32,16027778
6;12750;Lana;01.05.2014;19:27:48;39,06361111;32,27111111
7;15175;Lana;01.05.2014;20:26:43;39,06361111;32,27111111
8;17250;Logan;02.05.2014;08:17:41;39,17222222;31,97861111
9;17250;Logan;02.05.2014;10:31:47;39,17222222;31,97861111
10;16375;Nayda;02.05.2014;10:39:32;39,09833333;32,115
11;16675;Stacey;02.05.2014;11:59:35;39,28611111;32,19583333
12;14275;Dexter;02.05.2014;13:23:27;39,07444444;32,16027778
13;15900;Jade;02.05.2014;16:48:31;39,05361111;32,02611111
14;12475;Joan;02.05.2014;18:25:32;39,12277778;32,31194444
15;17025;Yolanda;02.05.2014;22:50:59;39,11638889;32,31166667
16;15900;Jade;02.05.2014;23:41:13;39,05361111;32,02611111
17;16375;Nayda;03.05.2014;10:53:54;39,09833333;32,115
18;16675;Stacey;03.05.2014;11:59:36;39,28611111;32,19583333
19;16700;Rana;03.05.2014;12:36:30;39,04944444;32,25138889
20;18025;Yoshio;03.05.2014;13:15:22;39,30472222;32,23472222
```

Şekil 1. Csv formatına dönüştürülmüş veri

Hedef unsurların yoğunlaştığı bölgeleri bulmak maksadıyla yoğunluk tabanlı kümeleme algoritmalarından DSCAN algoritması seçilmiştir. DBSCAN algoritmasında yoğunluk, nokta etrafında belirli bir yarıçap içinde bir bölgedeki nokta sayısını sayarak elde edilen nokta cinsinden ölçülür. Nesnelerin komşuları ile olan mesafelerini hesaplayarak belirli bir bölgede önceden belirlenmiş eşik değerden daha fazla nesne bulunan alanları gruplandırarak kümeleme işlemini gerçekleştirir [8]. DBSCAN algoritması için Rstudio yazılımının dbscan [9] kütüphanesinden faydalanılmıştır.

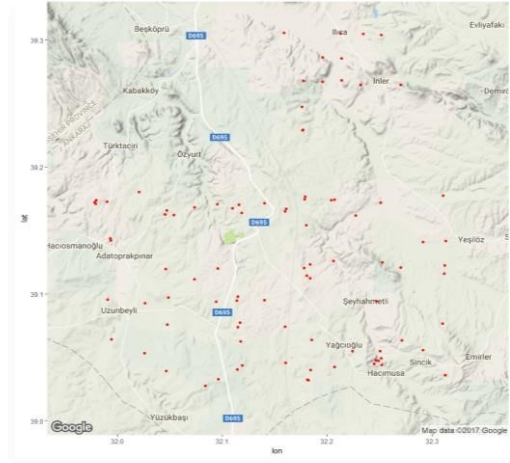
DBSCAN algoritması ile karşılaştırmak üzere bölümlemeli kümeleme algoritmalarından K-means algoritması sürekli olarak kümelerin yenilediği ve en uygun çözüme ulaşana kadar devam eden dögüsel bir algoritmadır [10]. Belirlenen sayıdaki küme merkezlerine göre nesnelere kümelenecek ortalama değerler alınır. Ortalama değerlere göre kümeleme yenilenecek ortalama değerler tekrar hesaplanır. Küme elemanlarında herhangi bir değişiklik olmayana kadar bu süreç devam eder.

K-means algoritması gibi bölümlemeli yöntemlerden olan PAM algoritması kümeleme işlemine k adet temsilcinin veritabanından rastgele seçilmesi ile başlar. Daha sonra her adımda seçilmiş bir temsilci ile seçilmemiş bir noktanın yer değiştirmesinin kümenin kalitesi üzerinde yaratacağı iyileştirme hesaplanarak temsilcilerin değiştirilip değiştirilmeyeceğine algoritma tarafından karar verilir. Nihai kümelene sonuçlanana kadar işlem bu şekilde devam eder [10]. K-means ve PAM algoritmaları için Rstudio yazılımının cluster kütüphanesi kullanılmıştır [11].

Hedef unsurları zaman içerisinde yaptıkları faaliyetleri belirlemek maksadıyla veriler üzerinde uygulanan zaman serisi analizi, genellikle belirli aralıklarla toplanan istatistik kümesidir [12]. Zaman serisi analizi yapılırken verilerin zamana bağlı değişimleri incelenir [13]. Zaman serisi analizleri Rstudio yazılımının time series [14], istatistik analizler Rstudio yazılımının sqldf [15] ve harita üzerinde gösterimler ggmap [16] kütüphanesi kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Veri seti içerisinde bulunan hedef unsurlara ait koordinat bilgileri kırmızı noktalarla ggmap [16]

kütüphanesi kullanılarak şekil.2'deki harita üzerinde gösterilmiştir.

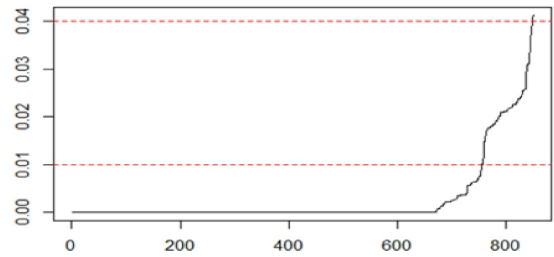


Şekil 2. Hedef unsurların harita üzerinde gösterimi

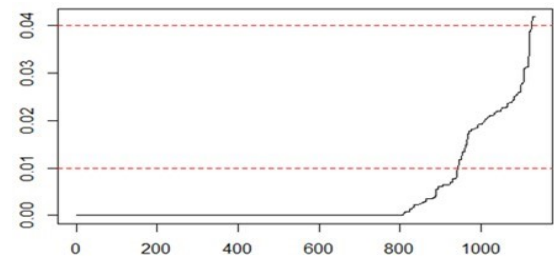
### 3. BULGULAR

#### 3.1. DBSCAN

Hedef unsurların yoğunlaştığı bölgeleri tespit etmek maksadıyla kullanılmış olan DBSCAN algoritması veriyi kümelere ayırmak için eps ve minPts değerlerine ihtiyaç duymaktadır. Değerlerin belirlenmesi için K-en yakın komşu mesafelerini bulan Rstudio yazılımının kNNdistplot [9] fonksiyonu kullanarak küme eleman sayısı 3, 4, 5, 6 ve 7 üzerinden ölçümler yapılmıştır.

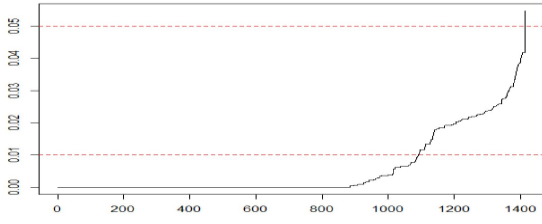


Şekil 3. Küme eleman sayısı 3

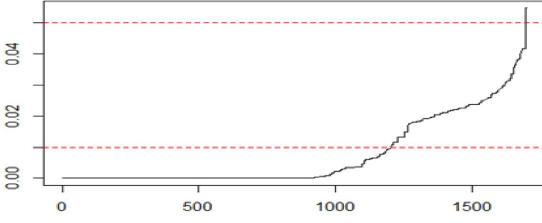


Şekil 4. Küme eleman sayısı 4

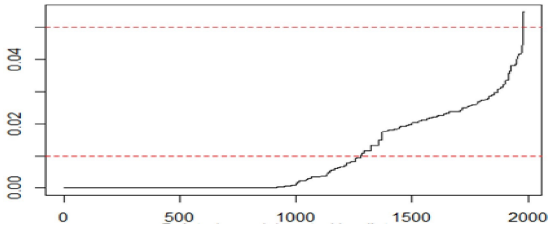




Şekil 5. Küme eleman sayısı 5



Şekil 6. Küme eleman sayısı 6



Şekil 7. Küme eleman sayısı 7

Yapılan ölçüm neticesinde şekil 3, 4, 5, 6 ve 7'de görüldüğü üzere eps değeri 0.01 ile 0.05 değerleri arasında belirlenmiştir. Küme eleman sayısı 7'den sonra ise noktalar arasındaki mesafelerde değişiklik gözlemlenmediği için minPts değeri 6 olarak tespit edilmiştir. Belirlenen değerlere göre DBSCAN algoritması ile elde edilen küme sayıları ve gürültü miktarları tablo 2.'de gösterilmiştir.

Tablo 2.(a) ve (b)'deki değerlere göre yüksek yoğunluklu küçük kümeler elde etmek için küme sayıları ve gürültü miktarları çok fazladır. Tablo 2.(d) ve (e)'de ise oluşan kümeler yüksek yoğunluklu büyük kümeler olması analiz yapmak için yetersizdir. Tablo 2.(c)'de elde edilen küme sayıları ve gürültü miktarları yüksek yoğunluklu küçük kümeler olması nedeniyle anlamlı bilgiler ortaya çıkarmak için uygun olduğu değerlendirilmiştir. Tablo 2.(c)'deki değerlere göre oluşan kümeler, küme eleman sayıları ve gürültü miktarları tablo 3.'de gösterilmiştir.

Tablo 2. DBSCAN algoritması uygulanmış verinin küme ve gürültü miktarları

Eps	MinPts	Küme Sayısı	Gürültü
0.01	3	44	26
0.01	4	36	50
0.01	5	25	94
0.01	6	17	134

(a)

Eps	MinPts	Küme Sayısı	Gürültü
0.03	3	10	3
0.03	4	10	3
0.03	5	8	11
0.03	6	7	16

(c)

Eps	MinPts	Küme Sayısı	Gürültü
0.05	3	2	0
0.05	4	2	0
0.05	5	2	0
0.05	6	2	0

(e)

Eps	MinPts	Küme Sayısı	Gürültü
0.02	3	32	18
0.02	4	27	33
0.02	5	22	53
0.02	6	17	80

(b)

Eps	MinPts	Küme Sayısı	Gürültü
0.04	3	4	0
0.04	4	4	0
0.04	5	3	4
0.04	6	3	4

(d)

Tablo 3. Eps 0.03 ve minPts değerlerine göre oluşan kümeleneimler

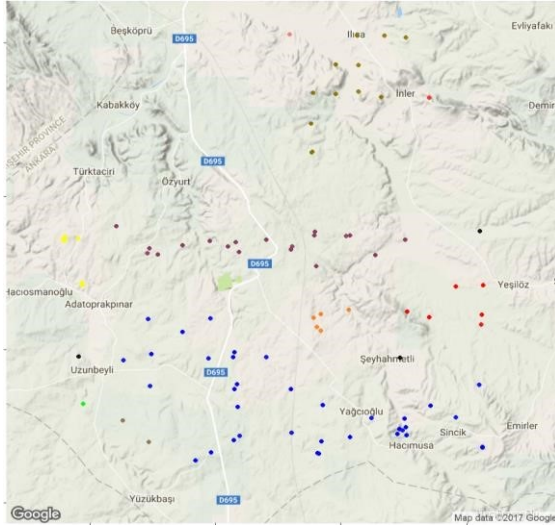
Küme Adı	Gürültü Miktarı	Eps = 0.03 MinPts = 3 & 4									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Küme Eleman Sayısı	3	11	118	12	36	11	22	57	4	4	5

Tablo 3'de görüldüğü üzere eps 0.03 ve minPts 3 ile 4 değerleri için kümeleneime sayılarının aynı olduğu gözlemlenmiştir. 2 numaralı kümenin yoğunluğunu ve boyutunun fazla ve 8, 9, 10 numaralı kümelerin yoğunluğunu ve boyutunun düşük olduğu görülmüştür. minPts değerinin artmasıyla birlikte düşük yoğunluklu kümelerin gürültü kümesine geçtiği gözlemlenmiştir.

Elde edilen kümeler, eleman sayıları ve gürültü miktarlarına göre en uygun eps değerinin 0.03 ve minPts değerlerinin 4 olduğu belirlenmiştir. Elde edilen kümeleneimler şekil 8.'deki harita üzerinde gösterilmiştir.

Şekil 8'de haritanın güney batısında yeşil renkte, kuzey bölgesinde açık kırmızı ve kırmızı renkte

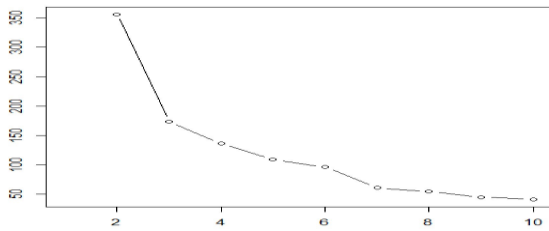
düşük yoğunluklu kümeler oluşmuştur. Bu kümeler sırasıyla tablo 3'de gösterilen 8,9 ve 10 numaralı kümelere dir. Mavi renkli küme tablo 3'de gösterilen 2 numaralı kümedir. Haritanın orta kısmında oluşan mor renkli küme ise tablo 3'deki 7 numaralı kümedir. Siyah renkli noktalar gürültü olarak tanımlanmıştır.



Şekil 8. Eps 0.03 ve minPts 4 değerleriyle oluşan kümelene melerin harita üzerinde gösterimi

### 3.2. K-Means

DSCAN algoritması ile karşılaştırmak için kullandığımız bölümlenmeli kümeleme algoritmalarından K-Means algoritması, gözlemler arasındaki mesafeyi en aza indirecek şekilde üyeleri kümelere den birine atar ve kümenin ortalamasını alır. K-Means algoritmasında küme sayısını belirtmemiz gerekir. Bunu belirlemek için elde edilmek istenen küme sayısı ile kümelere içindeki hata kareleri toplamının her yenileme için hesaplanması küme sayısını belirleme yöntemlerinden biridir.



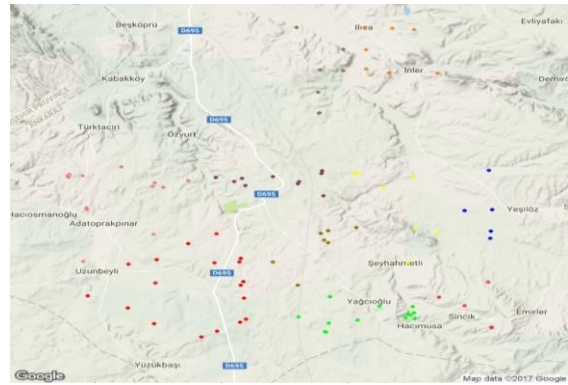
Şekil 9. Küme sayılarına göre küme içi hata kareleri toplamı

Şekil 9'da küme sayılarına göre hata kareleri toplamının grafiği gösterilmiştir. Grafikte görüldüğü üzere en düşük hata oranı 10 küme sayısı için elde edilmiştir. Elbow kırılımının keskin olarak başladığı 3 küme sayısından 9 küme sayısına kadar yapılan ölçümlerde veri setinin içerisinde kümelene meyen eleman sayısının fazla olması nedeniyle 10 küme sayısı kümeleme için uygun görülmüştür. 10 küme sayısı üzerindeki değerlerde ise kümelene meyen veri miktarında sonuca etki edecek kadar bir değişiklik olmamıştır.

Tablo 4. K-Means algoritması ile oluşan kümelere ve küme sayıları

Küme Adı	Küme Sayısı = 10									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Küme Eleman Sayısı	40	26	34	28	32	28	17	12	45	21

Küme sayısı 10 ile kümelene meler gerçekleştirildikten sonra verinin %93,7 sinin kümelendiği tespit edilmiştir. Tablo 4'de görüldüğü gibi 8 numaralı küme en düşük yoğunluklu ve 9 numaralı küme en yüksek yoğunluklu küme olarak belirlenmiştir.



Şekil 10. K-Means algoritmasının sonuçlarının harita üzerinde gösterimi

Elde edilen kümelene meler Şekil 10'da gösterilmiş olan harita üzerine yerleştirilmiştir. En yüksek yoğunluklu olan 8 numaralı küme haritanın batısında bulunan açık kırmızı renkli kümedir. En düşük yoğunluklu olan 8 numaralı küme ise haritanın güneyinde bulunan yeşil renkli kümedir. Elde edile kümelene melerin DBSCAN algoritmasına nispeten yüksek yoğunluklu daha küçük boyutlu olduğu gözlemlenmiştir.

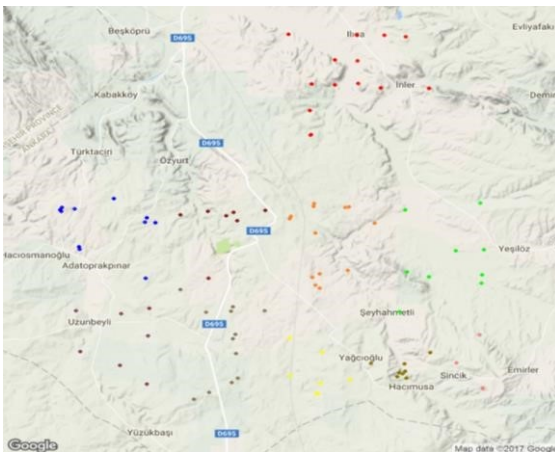
### 3.3. PAM

K-Means algoritması ile karşılaştırma yapmak için kullandığımız PAM algoritması, hata kareleri toplamları sonucunda elde ettiğimiz 10 küme sayısı baz alınarak veri setine uygulanmıştır. PAM algoritmasının oluşturduğu kümelenebilir sonucunda elde edilen kümeler ve sayıları tablo 5.'de gösterilmiştir. Tablo 5'de görüldüğü gibi 9 numaralı küme en düşük yoğunluklu ve 6 numaralı küme en yüksek yoğunluklu küme olarak belirlenmiştir. Verilerin %93,7'si kümelere atanmıştır.

Tablo 5. PAM algoritması ile oluşan kümeler ve eleman sayıları

Küme Adı	Küme Sayısı = 10									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Küme Eleman Sayısı	35	24	28	33	38	45	21	27	12	20

Oluşturulan kümeler şekil 11'de bulunan harita üzerine gösterilmiştir. En yüksek yoğunluklu olan 6 numaralı küme haritanın kuzeyinde bulunan kırmızı renkli kümedir. En düşük yoğunluklu olan 9 numaralı küme ise haritanın güneydoğusunda bulunan açık kırmızı renkli kümedir. Bölümlemeli yöntemlerden olan PAM algoritması DBSCAN algoritmasına göre yüksek yoğunluklu daha küçük boyutlu olduğu görülmektedir.



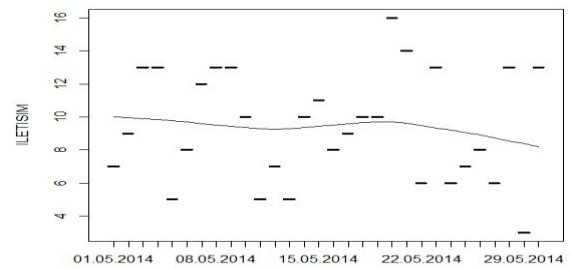
Şekil 11. PAM algoritmasının sonuçlarının harita üzerinde gösterimi

### 3.4. Veri Tekerarlarının Kaldırılmasından Sonraki Kümelenebilir

Elektronik harp verilerinde hedef unsurlar aynı koordinatta farklı zamanlarda bulunabilmektedir. Böyle bir durum veri madenciliği açısından veri tekrarı gibi gözükebilir. Şimdiye kadar işlenen veri içerisindeki tekrarlar kaldırılarak veri setine DBSCAN, K-means ve PAM algoritmaları tekrar uygulanmıştır. DBSCAN algoritmasının yoğunluk tabanlı olarak hareket etmesi nedeniyle veri tekrarlarından kaynaklanan yoğunluğun kaldırılmasıyla birlikte mevcut veriyi istenilen şekilde kümeleyemediği ve verinin çoğunu gürültü kümesi olarak belirlediği gözlemlenmiştir. K-Means ve PAM algoritmalarının veri tekrarlarının kaldırılmasından sonra kümeleme şekillerinin ve miktarlarının sonuca etki edecek kadar değişmediği gözlemlenmiştir.

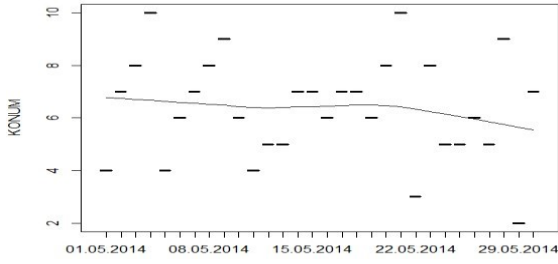
### 3.5. Zaman Serisi Analizi

Hedef unsurların zaman içerisinde yaptıkları faaliyetleri belirlemek amacıyla zaman serisi analizi yapılmıştır. Veri seti bir aylık zaman periyodunu kapsamaktadır. Bu zaman içerisinde hedef unsurların günlük iletişim miktarları şekil 12'de gösterilmiştir. En az görüşme yapılan tarihin 30 Mayıs'da ve en fazla yapılan görüşme miktarının 20 Mayıs'ta olduğu görülmüştür. Aynı zamanda görüşme miktarlarının çok büyük miktarda olmasa da azalan bir trend eğrisinde olduğu anlaşılmaktadır.



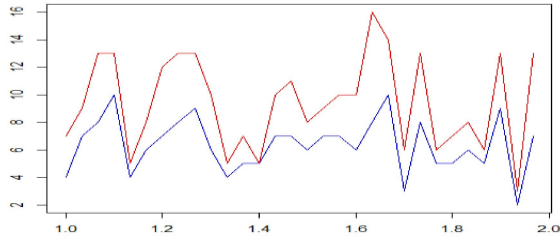
Şekil 12. Hedef unsurların günlük iletişim miktarları

Zamana bağlı olarak buldukları koordinat miktarlarının sayısı da şekil 13'deki grafikte gösterilmiştir. Ayın 30'da hedef unsurların yaptıkları görüşmeler için buldukları koordinat sayılarının en az, ayın 4'ü ve 21'inde ise en fazla olduğu tespit edilmiştir. Hedef unsurların yer değiştirme eğilimlerinin azalan bir trend de seyrettiği görülmüştür.



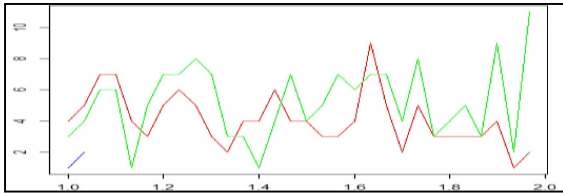
Şekil 13. Hedef unsurların bulunduğu koordinat miktarları

Zamana göre iletişim sayıları ve koordinat sayıları karşılaştırılarak şekil 14'deki grafikte gösterilmiştir. Kırmızı çizgi iletişim sayısı, mavi çizgi tespit edilen konum sayısıdır. İletişim sayısı ve konum sayıları çoğu zaman bir birine paralel olduğu görülmüştür. Hedef unsurların çoğunlukla yaptığı görüşmeleri farklı koordinatlardan gerçekleştirdiği anlaşılmaktadır.



Şekil 14. Hedef unsurların görüşme ve koordinat grafiği

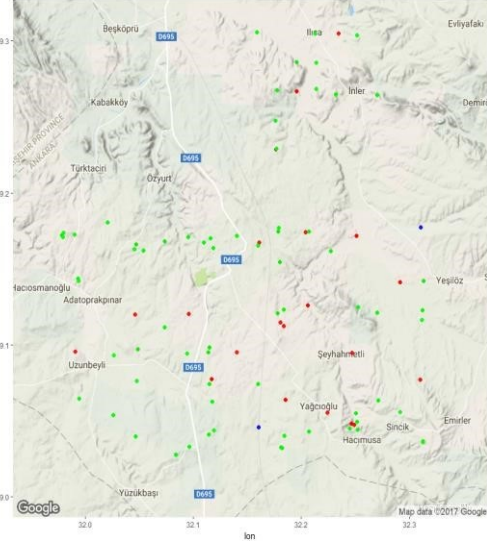
Veri seti 0-8, 8-16 ve 16-24 saatleri arasında üç zaman aralığına bölünmüştür. Mavi çizgi 0-8 saatleri, kırmızı çizgi 8-16 ve yeşil çizgi 16-24 saatleri arasında temsil etmektedir. Şekil 15'deki grafikte hedef unsurların 0-8 saatleri arasında görüşme miktarının yok denecek kadar az olduğu, 16-24 saatleri arasındaki görüşme miktarının fazla olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 15. Zaman aralıklarına göre görüşme grafiği

Zaman aralıklarına göre yapılan hedef unsurlar tarafından yapılan görüşmelerin konum bilgileri şekil 16'daki harita üzerinde gösterilmiştir. Mavi

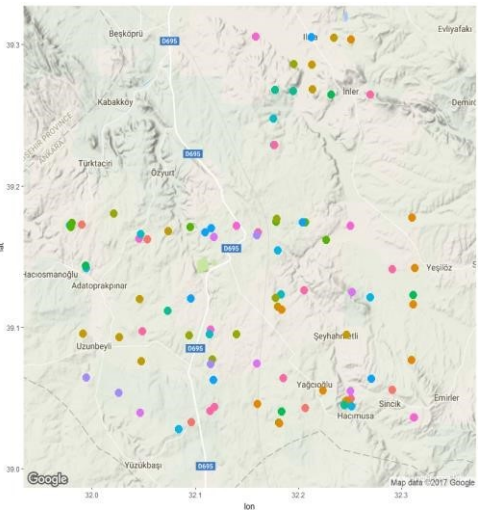
noktalar 0-8 saatleri, kırmızı noktalar 8-16 ve yeşil noktalar 16-24 saatleri arasında temsil etmektedir. Hedef unsurların bu bölgede toplanan veri seti içerisinde aktif olduğu zaman aralığının 16:00-24:00 saatleri arasında olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 16. Zaman aralıklarına göre görüşmelerin harita üzerindeki gösterimi

### 3.6. İstatistiksel Analiz

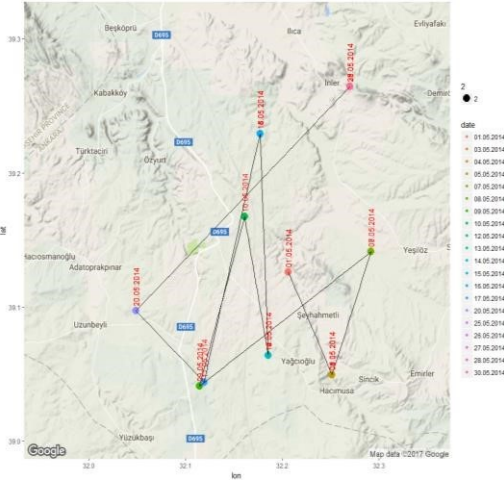
Hedef unsurların yaptıkları görüşmeler kullandıkları çağrı adlarına göre renklendirilerek şekil 17'deki harita üzerinde gösterilmiştir. Harita üzerindeki renklendirilmiş noktalar bakıldığında her hedef unsur için farklı renklerle buldukları konumlar belirtilmiştir.



Şekil 17. Çağrı adlarına göre hedef unsurların harita üzerindeki gösterimi

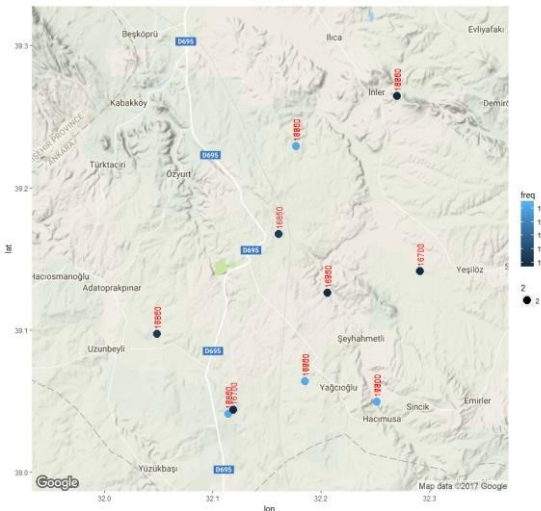


Rana çağrı adlı hedef unsur baz alınarak zaman içerisinde gittiği koordinatlar şekil 18'deki harita üzerinde gösterilmiştir. Hedef unsurun ilk olarak 1 Mayıs'da Şeyhahmetli kuzeybatısında görüşme yaptığı sonrasında ise Hacımusa'ya giderek konumunu değiştirdiği görülmüştür. İlerleyen tarihlerde haritanın doğusunda bulunan Yeşilöz'ün batısından kuzeybatıya hareket ettiği belirlenmiştir. En son olarak haritanın kuzeyinde bulunan İler bölgesinde görüşme yapmıştır.



Şekil 18. Rana çağrı adlı hedefin tarihlere göre güzergâh haritası

Yine Rana çağrı adlı hedef unsur baz alınarak bulunduğu koordinatlarda kullandığı frekanslar ve frekans aralığı şekil 19'daki harita üzerinde gösterilmiştir. Rana çağrı adlı hedef unsurun en düşük 167.00 Mhz'de, 178.50 Mhz'de görüşme yaptığı tespit edilmiştir.



Şekil 19. Çağrı adına göre hedef unsurların frekans ve frekans aralığı

Tablo 6'da 14 farklı hedef unsurun bulunduğu, unsurların çağrı adları ve yaptıkları görüşme miktarları gösterilmiştir. En az görüşme yapanın Ceasar, Yolanda ve Yoshia çağrı adlı hedef unsurların ve en çok görüşme yapanın Rana çağrı adlı hedef unsur olduğu belirlenmiştir.

Tablo 6. Hedef unsurların toplam görüşme miktarları

	Hedef Çağrı Adı	Görüşme Miktarı
1	Caesar	13
2	Yolanda	13
3	Yoshio	13
4	Stacey	16
5	Nina	18
6	Joan	19
7	Kylee	20
8	Logan	20
9	Arden	21
10	Lana	21
11	Jade	23
12	Dexter	25
13	Nayda	28
14	Rana	33
12	Dexter	25
13	Nayda	28
14	Rana	33

Hedef unsurların farklı olarak tespit edildikleri koordinat miktarları tablo 7'de gösterilmiştir. Jade, Joan ve Kylee çağrı adlı hedef unsurların daha az yer değiştirdiği ve bölgede daha az hareket ettiği anlaşılmaktadır. Yoshio, Yolanda ve Rana çağrı adlı hedef unsurların ise daha fazla yer değiştiren ve daha hareketli bir hedef olduğu tespit edilmiştir. Tablo 6 ve 7 karşılaştırıldığında Rana çağrı hedef unsurun diğer hedef unsurlara göre daha aktif görüşme yaptığı ve yer değiştirdiği, Jade çağrı adlı hedef unsurun az yer değiştirmesine karşın görüşme miktarının ortalama görüşme miktarının üzerinde olduğu görülmüştür.

Tablo 7. Hedef unsurların farklı koordinatlarda bulunma miktarları

	Hedef Çağrı Adı	Bulunulan Farklı Koordinat Sayıları
1	Jade	4
2	Joan	4
3	Kylee	4
4	Arden	5
5	Caesar	5
6	Dexter	5
7	Logan	6
8	Lana	7
9	Nayda	7
10	Nina	7
11	Stacey	7
12	Rana	10
13	Yolanda	10
14	Yoshio	11

#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Veri seti üzerinde yapılan kümeleme analizleri sonucunda hedef unsurların harita üzerinde yoğunlaştığı bölgeleri tespit etmek maksadıyla elde edilmek istenen küme yapıları yüksek yoğunluklu ve küçük kümelerdir. Mevcut veri seti üzerinde DBSCAN, K-means ve PAM algoritmalarıyla yapılan kümeleme analizleri neticesinde oluşan kümelemeler haritalar üzerinde gösterilmiştir. Şekil 8'de DBSCAN algoritmasındaki mavi, mor ve kahverengi renkli kümelerin yüksek yoğunluklu büyük kümeler oluşturarak geniş bir alana yayıldığı görülmüştür. Bu şekilde oluşan kümeleri bölmek için ikinci bir iterasyon yaparak büyük kümelerin daha küçük kümelere ayrılması gerekmektedir. Ancak şekil 10 ve 11'de gösterilen

K-Means ve PAM algoritmalarıyla elde edilen kümelemeler ikinci bir iterasyona gerek kalmadan daha uygun büyüklükte oluşmuş ve yoğunluk olarak daha uygun kümelendiği gözlemlenmiştir.

Zaman serisi analizi neticesinde hedef unsurların zaman içindeki görüşme grafiği, yer değiştirme grafiği ortaya çıkarılmıştır. Görüşme ve yer değiştirme grafiklerinin birbirine paralel olması neticesinde hedef unsurların yaptıkları görüşmeler için yer değiştirme eğilimleri olduğu ortaya koyulmuştur. Ayrıca günlük zamanı üç aralığa bölerek hangi zaman aralıklarında hedef

unsurların daha fazla görüşme yaptıkları bulunarak aktif olunan zaman aralığı bulunmuştur.

İstatistiksel analizlerle neticesinde bir aylık zaman periyodu içerisinde hedef unsurun tamamının veya istenilen herhangi bir hedef unsurun harita üzerinde buldukları koordinatlar gösterilmiştir. Belirlediğimiz bir hedef unsur üzerinden zamana göre bulunduğu koordinatlar harita üzerine yerleştirilerek güzergâh haritası çıkarılmıştır. Gittiği koordinatlarda kullandığı frekanslar harita üzerinde gösterilmiştir. Zaman aralıklarına göre hedef unsurların yaptıkları görüşme miktarları tespit edilmiştir. Oluşturulan tablolar yardımıyla belirlediğimiz bir unsurun zaman içerisinde bulunduğu konumlar ortaya konulmuştur.

Yapılan analizler neticesinde hedef unsurların yoğunlaştığı bölgelere gönderilecek insansız hava aracı, keşif ve gözetleme unsurlarının miktarları ve arama yapılacak bölgeler belirlenebilir. Ayrıca oluşan küme şekillerine bakarak küme merkez noktasına veya kümenin olduğu enlem ve boylam doğrultusunda dost unsurların kümeleneceği bölgeye hareket etmesi sağlanabilir. Küçük kümelemeler için küme bölgesine topçu atışı yaparak hedef unsurlar için caydırıcı etki oluşturulabilir. Hedef bölgeye yapılacak operasyonlar için hedefe yaklaşma istikametleri belirlenebilir.

Bölgede bulunan istihbarat birimleri ve elektronik harp timlerinin bölge bazında hedefin kullandığı frekans, frekans bantları ve zamanlarını bilmesi EM spektrum üzerinde yapılacak arama faaliyetlerinin planlamasını ve icra edilmesini kolaylaştırabilir. Elektronik taarruz unsurlarının kümelenecek bölgeye doğru antenlerini yönlendirerek daha etkin elektronik karıştırma yapması sağlanabilir.

Hedef unsurun güzergâh haritaları yardımı ile hedefin maksat ve niyetini, hareket istikametini, iletişim içinde bulunduğu diğer hedef unsurları ve güzergâh üzerinde muhtemel gizlenme noktaları hakkında istihbarat birimlerine fikir verebilir. Ayrıca güzergâh haritalarının üzerinde veya yakınında bulunan dost unsurların uyarılması sağlanabilir. Elde edilen tabloların ilişkilendirilmesi neticesinde taktik sahada daha aktif olarak hareket eden hedef unsurlar ortaya çıkarılabilir.

Çalışma kapsamında üzerinde analiz yapılan veri miktarı küçük bir bölgeyi kapsamaktadır. Daha büyük boyutlu veriler üzerinde yapılacak analizler sonucunda stratejik boyutta daha anlamlı veriler elde edilebilir. Veriler üzerinde yapılacak birliktelik kuralları analiziyle hedef unsurların arasında bağlantılar ortaya çıkarılabilir. Sınıflandırma algoritmaları kullanılarak hedeflerin belli kriterlere göre sınıflandırılması sağlanabilir. Yapılan istatistiksel analizler her hedef unsur için ayrı ayrı yapılabilir. Elektronik harp sistemlerine entegre edilecek bir yazılımla veriyi toplayacak ve analiz edecek bir otomasyon sistemi kurulabilir.

### KAYNAKLAR

- [1] Poisel, R., 2013. Information warfare and electronic warfare systems. Boston, Massachusetts : Artech House.
- [2] Elsworth, A.T., 2010. Electronic warfare. New York: Nova Science Publishers.
- [3] Akpınar, H., 2000. Veri tabanlarında bilgi keşfi ve veri madenciliği. İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi. 29, ss. 1-22.
- [4] Sharma, A, Gupta, R, & Tiwari, A 2016, Improved Density Based Spatial Clustering of Applications of Noise Clustering Algorithm for Knowledge Discovery in Spatial Data, Mathematical Problems In Engineering, pp. 1-9, <https://www.hindawi.com/journals/mpe/2016/1564516/> (Erişim Tarihi : 10.03.2017)
- [5] Miller, H. J., ve Han, J., 2000. Discovering geographic knowledge in data rich environments: A report on a specialist meeting. SIGKDD Explorations, 1, pp.105-108
- [6] Kao, J, Chan, T, Lai, F, Lin, B, Sun, W, Chang, K, Leu, F, & Lin, J 2017. Spatial analysis and data mining techniques for identifying risk factors of out-of-hospital cardiac arrest. International Journal of Information Management. 37 (1), pp. 1528-1538.
- [7] Feoli, E., Perez-Gomez, R., Oyonarte, C., ve Ibanez, J.J., 2017, Using spatial data mining to analyze area-diversity patterns among soil, vegetation, and climate: A case study from Almeria, Spain, Geoderma. 287, p. 164-169.
- [8] Tsai, C.F., Liu C.W., 2006, KIDBSCAN: a new efficient data clustering algorithm for data mining in large database. Lecture Notes in Computer Science. Rutkowski, L., Tadeusiewicz, R., Zadeh, L.A. and Zurada, J.M. (Eds.). 4029, pp.702-711.
- [9] Hahsler, M., Piekenbrock, M., Arya, S., Mount, D., 2017, Density Based Clustering of Applications with Noise (DBSCAN) and Related Algorithms, R package version 1.1-1.
- [10] Silahtaroglu, G., 2016. Veri madenciliği: Kavram ve algoritmaları. 3'üncü Basım. İstanbul: Papatya Yayıncılık.
- [11] Maechler, M., Rousseeuw, P., Struyf, A., Hubert, M., Hornik, K.(2017). cluster: Cluster Analysis Basics and Extensions. R package version 2.0.6.
- [12] Chelli, Z., 2002, Engineering statistics handbook. Eds. Carroll Croarkin, and Paul Tobias. NIST iTL.
- [13] Şeker, Ş.E., 2013. İş zekası ve veri madenciliği weka ile. İstanbul: Cinius Yayınları
- [14] Wuertz, D., and Chalabi, Y., 2015, "timeSeries: Rmetrics-financial time series objects." R package version 3022.101.2.
- [15] Grothendieck, G., 2012, "sqldf: perform SQL selects on R data frames." R package version 2014-10-31.
- [16] Kahle, D., and Wickham, H., 2013, "ggmap: Spatial Visualization with ggplot2," The R Journal, 5 (1), pp.144-161.