

## ERZİNCAN 112 ACİL ÇAĞRILARININ COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ VE FARKLI İSTATİSTİKSEL ANALİZ YÖNTEMLERİ İLE MODELLENMESİ

**Mehmet Oğuzhan GÜREL<sup>1\*</sup>, Halim Ferit BAYATA<sup>2</sup>, Osman Ünsal BAYRAK<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, 24100, Erzincan, Türkiye

<sup>2</sup>Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 24100, Erzincan, Türkiye

<sup>3</sup>Atatürk Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 25030, Erzurum, Türkiye

Geliş tarihi: 08.03.2021 Kabul tarihi: 25.05.2021

### ÖZET

Acil durum araçlarının belirlenen uzaklıklara en kısa sürede ulaşabilmesinde yaşanacak güçlüklerin önüne geçilmesi açısından acil durum istasyonlarının yerlerinin belirli aralıklarla düzenlenmesi gerekmektedir. Son zamanlarda yapılan çalışmalar coğrafi bilgi sistemleri tabanlı analizlerin yer belirlemede etkili bir araç olduğunu göstermektedir. Literatür incelendiğinde, Türkiye'nin çeşitli şehirlerine ait istasyon yerleşim yeri belirleme çalışmalarının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak yapıldığı görülmüştür. Bu çalışmada Erzincan Merkez 112 acil sağlık istasyonlarına gelen acil çağrılar kullanılarak mevcut istasyon konumlarının irdelenmesi için coğrafi bilgi sistemlerinin ve çağrılarının modellenmesi için zaman serileri ve yapay sinir ağlarının kullanılması amaçlanmıştır. Mevcut araştırma Erzincan merkezini kapsamakta olup, veriler 112 Merkezinden elde edilmiştir. Verilerin analizinde SPSS paket programı, matlab programı ve ArcGIS programı kullanılmıştır. Verilerin ArcGIS'de kullanılabilmesi için öncelikle temel coğrafi veri (harita) altlıkları oluşturulmuştur. Ardından veriler aynı koordinat sistemi içerisinde sayısallaştırılarak ArcGIS programına aktarılmıştır. Araştırmanın sonucunda istasyonların kapsam alanları göz önüne alındığında mevcut 112 istasyonlarının yerleşim alanlarının uygun yerleşim yerlerinde olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** 112 Acil, Coğrafi bilgi sistemleri, Zaman serileri, Yapay sinir ağları

## EVALUATION OF 112 EMERGENCY CALLS OF ERZİNCAN WITH GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS AND MODELING WITH DIFFERENT STATISTICAL ANALYSIS METHODS

### ABSTRACT

The location of the emergency stations should be arranged at regular intervals in order to avoid the difficulties that emergency vehicles can reach the specified distances in the shortest time. Recent studies show that geographic information systems (GIS) based analysis is an effective tool for locating. As the literature was reviewed, it was seen that detecting the station settlement location was carried with GIS in some provinces in Turkey. In this study, it was aimed to use time series and artificial neural networks to modelling of calls and the geographic information systems to determine the coverage of the existing station locations based on the calls received by Erzincan Merkez 112 emergency health stations. The current research covers the Erzincan center and the data were obtained from 112 Centers. SPSS package program, matlab program and ArcGIS program were used to analyze the data. In order to use the data in ArcGIS, basic geographical data (map) bases have been created. Then, the data were digitized in the same coordinate system and transferred to the ArcGIS program. As a result of the research, considering the coverage areas of the stations, it is concluded that the existing 112 stations are located in the appropriate location. increase in the emergency calls received in the future. Therefore, it is recommended that the analysis be repeated at regular intervals.

**Keywords:** 112 Emergency, Geographical Information Systems, Time series, Artificial neural networks.

\* e-mail<sup>1</sup>: [oguzhan.gurel@erzincan.edu.tr](mailto:oguzhan.gurel@erzincan.edu.tr) ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9988-9169> (Sorumlu Yazar)

e-mail<sup>2</sup>: [hfbayata@erzincan.edu.tr](mailto:hfbayata@erzincan.edu.tr) ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8274-8888>

e-mail<sup>3</sup>: [unsalb@atauni.edu.tr](mailto:unsalb@atauni.edu.tr) ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4039-1248>

## 2. Giriş

Özellikle ambulans ve itfaiye gibi acil vakalara müdahale için kullanılan sistemler, insan sağlığı dolayısıyla insan hayatı ile doğrudan ilişkili olduğu için, bu birimlerin doğru planlanması ve yüksek seviyede hizmet vermesi ile acil durum etkilerinin en aza indirgenmesi sağlanabilir. Acil tedavi gerektiren hastalık, söndürülmeyi bekleyen bir yangın, güvenlik birimlerinin müdahalesini gerektiren bir durum sonucu ölüm veya sakatlık hallerinin ortaya çıkma olasılığı müdahale zamanı ile yakından ilişkilidir. Müdahale süresini etkileyen en önemli problemlerin; çağrı merkezine gelen yanlış çağrılar, yanlış adres bildirimleri, yetersiz teknoloji, ambulansların meşgul olma durumları, ilgili kurum ve kuruluşlar arasındaki iletişim problemleri, yetersiz ekipman, trafik yoğunluğu veya istasyonların konumlarından kaynaklı problemler olduğu bilinmektedir [1,2]. Özellikle acil durum araçları için acil müdahalelerde hızlı ve etkili olunabilecek bir yere konumlandırılması maliyet açısından da önem arz etmektedir. Yerleşim yerlerindeki artan nüfus, ekonomik gelişmeler, doğal afetler, tüketim alışkanlıkları ve ekonomik gelirin değişmesi gibi durumlar sonucunda yerleşim yerlerinde daha hareketli bir yaşam oluşmaktadır. Yerleşim yerlerindeki bu değişimlerden dolayı acil sağlık istasyonlarının yerlerinin sürekli denetlenerek, belirli aralıklarla yenilenmesi gerektiği aşikardır. Böylelikle yaşanabilecek olan can ve mal kayıplarını minimize edilmesi ve maksimum fayda sağlanması gerçekleştirilebilir [1]. Ambulansların hızlı bir şekilde vakaya ulaşip müdahale etmeleri, acil sağlık hizmetlerinde (ASH) bilimin aktif ve doğru kullanılmasıyla sağlanabilir [3,4,5,6]. 112 istasyonlarının yerini belirlenmesinde farklı bilgi teknolojileri ve görüntüleme şekilleri kullanılmaktadır. Bunlardan bazılarını; Yapay Zekâ Bazlı Çağrı Görüntüleme Sistemleri, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Araç Yerleştirme Sistemleri ve Yol Ağı Gözetimi olarak sayabiliriz [3,4,7]. Son zamanlarda yapılan çalışmalara bakıldığında [8,9] coğrafi bilgi sistemleri alt yapısını kullanarak hızla yaygınlaştığı ve konum analizlerinde etkin bir araç olduğu görülmektedir [2,6,10,11]. Buna benzer olarak Sağlık Bakanlığı'nca yapılan planlamalarda kullanılan karar destek sistemleri, coğrafi bilgi sistemleri ile entegre hale getirilmiştir. İstasyon yerleriyle ilgili yeniden konum belirlenmesi için yapılan çalışmalar incelendiğinde Erkal ve Değerliyurt [8] tarafından gerçekleştirilen araştırmalarda coğrafi bilgi sistemleri dahilinde network analizi yapılmış ve çalışmalar neticesinde inceleme alanında bulunan istasyon yerleşimlerinin dengeli olmadığı ve birbirine yakın olmasının, hizmet alanlarındaki kesişmelere neden olduğu görülmüştür. Benzer şekilde Yağcı vd. [11], Konya iline ait istasyonlar için en uygun konumlandırmayı tespit etmek için yapılan çalışmada, coğrafi bilgi sistemleri tabanlı buffer analizi kullanıldığı görülmektedir. Gerçekleştirilen buffer analizi sonucunda çalışma alanına ait bazı bölgelerde istasyonların hizmet alanlarının kesiştiği, bazı bölgelerde ise yetersiz kaldığı belirlenmiştir. Swalehe [9] tarafından yapılan çalışmada, Eskişehir iline ait belirlenecek 112 istasyonları için yine coğrafi bilgi sistemleri kullanılmıştır. 112 çağrıları temel alınarak en uygun istasyon yerleri talebin fazla olduğu bölgelerde yoğunlaştırılmış ve böylelikle yanıt süreleri azaltılmıştır. Baloyi vd. [2] tarafından yapılan çalışmada Tshwane şehrinde bulunan acil sağlık hizmetleri istasyon konumlarının belirlenmesi amacıyla coğrafi bilgi sistemleri tabanlı programdan faydalanılmıştır. Sonuçta mevcut istasyon konumlarının yerleşim yerindeki dağılımının iyi olduğu, ancak araç tahsisatında uyumsuzluk belirlenmiştir. Literatür değerlendirildiğinde acil durum istasyonlarının yetersiz olduğu, dağılımlarının dengeli olmadığı, hizmet alanlarının kesiştiği, araç tahsisinde bir uyumsuzluk yaşandığı sonucuna ulaşılmış ve bu doğrultuda çeşitli istasyon yeri önerilerinde bulunulmuştur.

2019 yılı itibarıyla Erzincan merkez beldeleri mahalle olarak Erzincan iline bağlanan ve il merkezindeki nüfus dağılımı değişmiştir. Bu nedenle halihazırda bulunan acil sağlık hizmetleri istasyon konumlarının değerlendirilmesi ve yeniden en uygun noktaların belirlenmesi çok önemlidir. Bu çalışmada Erzincan Merkez 112 acil sağlık istasyonlarının aldığı çağrılardan hareketle mevcut istasyon yerlerinin kapsayıcılığının belirlenmesi için coğrafi bilgi sistemlerinin ve çağrıların modellenmesi için zaman serilerinin ve yapay sinir ağlarının kullanılması amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Metod

## 2.1. Araştırmanın Yeri ve Özellikleri

Erzincan ili, Doğu Anadolu Bölgesinin Kuzey Batı bölümünde yukarı Fırat havzasında 39 02' - 40 05' kuzey enlemleri ile 38 16' - 40 45' Doğu boylamları arasında yer almaktadır. Erzincan, Doğuda Erzurum, Batıda Sivas, Güneyde Tunceli, Güneydoğuda Bingöl, Güneybatıda Elazığ, Malatya, Kuzeyde Gümüşhane, Bayburt ve Kuzeybatıda Giresun illeri ile çevrilidir. İl merkezinin denizden yüksekliği 1.185 metredir [12]. Erzincan nüfusu 236.034 'dür. Yüzölçümü 11.903 km2 olan Erzincan ilinde kilometrekareye 20 insan düşmektedir [13]. Bu ile ait harita Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Erzincan ilinin konumu

Tanımlayıcı tipteki bu araştırma Erzincan merkezinde bulunan mahalleler ve 2019 yılında yapılan yerel seçimlerle beraber merkez mahalle olan Akyazı, Kavakyolu, Yaylabaşı Çukurkuyu, Ular, Yoğurtlu, Yalnızbağ ve Geçit beldeleri de dahil edilerek yapılmıştır. Araştırmamız dahilinde inceleyeceğimiz merkez mahalle ve bağlanan beldelere ait toplam nüfus 141.183 kişidir. Erzincan iline ait 27 mahalle ve 8 belde bulunmaktadır. En fazla nüfusa sahip olan mahalleler sırasıyla Demirkent, Mimar Sinan, Yavuzselim, Cumhuriyet mahallesi iken en az nüfusa sahip olan mahalleler Karağaça, Kurutilek, Ersevenler mahalleleridir.

## 2.2. Erzincan Merkez 112 Acil Sağlık Hizmetleri İstasyonlarının Özellikleri

Erzincan 112 Acil Komuta Kontrol Merkezi Başhekimliğiyle beraber merkezde 5 adet ve ilçelerle beraber toplam 15 adet 112 istasyonu bulunmaktadır. Erzincan ASH istasyonları incelendiğinde toplam 57 adet ambulans ve kırsal alanda kullanılmak üzere 5 adet paletli ambulansla birlikte toplam 59 ambulansla acil sağlık hizmeti vermektedir. Kentsel alanda çağrılara 10 dakikanın altında, kırsal alanlarda ise vakaya 30 dakikalık süre içerisinde ulaşım sağlanması hedeflenmiş, ASH bu hedefler doğrultusunda gerçekleştirilmektedir [14]. Erzincan merkez 1 No'lu ASH istasyonu Bahçelievler Mahallesi Halitpaşa Caddesi Erzincan Belediye binası ve eski SSK Hastanesi arasında; 2 No'lu ASH istasyonu Kızılay Mahallesi Emek Caddesi SGK binası yanında; 3 No'lu ASH istasyonu İl Sağlık Müdürlüğü yanında Fatih Mahallesi 709 Sokak adresinde; 4 No'lu ASH istasyonu eski Yalnızbağ Belde Belediye binası karşısındaki adreste ve 5 No'lu ASH istasyonu Başbağlar Mahallesi Hacı Ali Akın Caddesi no:32

adresinde bulunan Mengücek Gazi Eğitim ve Araştırma Hastanesi içine konuşlanmıştır. Bu istasyonlar her an vakaya müdahale için hazır olup, bütün istasyonlar 24 saat nöbet esasına göre çalışmaktadır. 1, 2, 3 ve 4 nolu 112 istasyonları A2 tipi, 5 nolu 112 istasyonu ise B tipi istasyon olarak hizmet vermektedir. Bütün istasyonlarda üçer kişilik ekipler müdahale için hazır şekilde bulunur ve bu ekiplerde bir ATT, bir paramedik ya da hemşire ve bir şoför bulunmaktadır. Ekipte şoför olmaması durumunda gerekli belgeleri bulunan ATT ya da paramedikler de ambulans kullanabilmektedir. 1, 2, 3 ve 4 nolu A2 istasyonlarının her biri ayrı bir binaya sahipken, 5 nolu B tipi istasyon Erzincan Mengücek Gazi Eğitim ve Araştırma Hastane binası bünyesinde hizmet vermektedir. 112 ASH'ne ait Komuta Kontrol Merkezi (KKM) 1 nolu 112 istasyonuna ait binada yer almaktadır. 1, 2, 3, 4, nolu istasyonlar öncelikli olarak acil vakalara müdahale için hazır beklerken, 5 nolu istasyon genellikle stabil durumda olan hastaların hastaneler arası veya hastanelerden eve nakilleri için kullanılmaktadır. Ancak 5 nolu istasyonda acil durumlarda 1,2,3 ve 4 nolu istasyonların yetersiz kalırsa KKM tarafından görevlendirilebilmektedir. Bir istasyonda aynı vardiyada görevli ambulanslar vakada iken acil bir çağrı alınırsa, çağrının durumuna göre KKM başka bir istasyonda bulunan ambulans ekibini görevlendirmektedir. Erzincan'da bulunan ASH istasyonlarında hekim bulunmamaktadır.

### **2.3. Verilerin Toplanması**

Çalışmada kullanılan veriler 01.01.2018-31.12.2018 tarihleri arasında Erzincan ili 112 acil merkezlerine gelen çağrıları içermektedir. Erzincan 112 ASH Başhekimliğinden temin edilen verilerde bu çağrılara ait adres bilgileri, çağrının hangi ASH istasyonu tarafından cevaplandırıldığı, vakanın türü (medikal, sağlık tedbirleri, yangın, trafik kazaları, yaralama, intihar, iş kazası ve diğer kazalar), çağrıların tarih ve saatleri, hareket ve olay yerine varış saatleri gibi birçok bilgi yer almaktadır. Toplama bakıldığında Erzincan ASH istasyonlarından alınan 16.168 adet çağrı verisi kullanılarak çalışılma yürütülmüştür. Erzincan merkez mahalleleri ve 2019 yerel seçimleri sonrasında merkeze bağlanan beldelere ait nüfus verileri TÜİK 'e ait internet sitesinden temin edilmiştir.

### **2.4. Verileri Analizi**

Bu çalışma dahilinde veri analizi yöntemi olarak coğrafi bilgi sistemleri, zaman serileri ve yapay sinir ağları kullanılmıştır

#### **2.4.1. Coğrafi Bilgi Sistemleri**

Coğrafi bilgi sistemleri analizinde kullanılmak üzere; öncelikle çalışma sahasındaki mahallelere ait coğrafi harita altlıkları, 112 istasyonlarına gelen acil çağrıları verileri ve bu istasyonların konumlarına ait Mekânsal veriler, CBS ortamına aktarılmıştır. Vektörel verilerin; nokta, hat ve alan özellikleri tanımlanıp çalışmada kullanılmak üzere bir veri tabanı oluşturulmuştur. Verilerin ArcGIS ortamına aktarılabilmesi için öncelikle temel coğrafi veri (harita) altlıkları oluşturulmuştur. Burada; Erzincan il merkezine 2019 yerel seçimleriyle bağlanan beldeler ve merkezde yer alan mevcut mahalle sınırları yer almaktadır. Veriler mevcut koordinat sistemine uygun olarak sayısallaştırılmış ve ArcGIS (ver 10.4.1) programına aktarılmıştır. Kurumlardan temin edilen veriler, Microsoft Excel programı kullanılarak ihtiyaç olmayan bilgilerden arındırılmış veri tabanında kullanılabilir şekilde düzenlenmiştir. Analizlerde kullanılmak üzere; çağrıların alındığı mahallelerde meydana gelen 112 acil çağrılarına ait vaka türleri (medikal, sağlık tedbirleri, trafik kazası, vb.), çağrı saatleri, hareket ve varış saatleri, çağrı sayıları, çağrıyı alan istasyon numaraları gibi bilgileri içeren Excel tabloları oluşturulmuştur. Çalışmada kullanılan vakalar mahalle bazlı düzenlenmiştir.

Düzenlenen veriler kullanılarak buffer (tampon) ve intersect analizi ile sınırlar değerlendirilmiştir. CBS 'de kullanılan Buffer analizleri; bir nokta, poligon veya çizgi şeklindeki veri etrafında istenilen büyüklükte bir bölgenin oluşturulmasıdır. Buffer alanının oluşturulması genellikle çeşitli özelliklerin etki alanlarının belirlenmesi amacıyla kullanılmaktadır. Buffer belirlenen bir yarı çap büyüklüğündeki tek bir daire veya farklı uzaklıktaki mesafe aralıkları içeren ve peş peşe dizilen birden çok daireler şeklinde

olabilmektedir. Buffer alanlarını belirlemek, bu alanlar içinde yapılması planlanan hizmetlerdeki yanlış kullanımları tespit etmek, yeni yapılması düşünülen bir uygulamada doğru yer seçimine karar verme mekanizmalarını oluşturmak ve yol göstermek için kullanılabilir [15].

Analizde kullanılan tampon bölgelerin, çalışma alanı genelindeki öz nitelik verilerinden ne kadarını kapsadığını bulabilmek için ArcGIS programında yer alan ArcToolbox içindeki “intersect” analizi kullanılmaktadır. Örneğin; çalışma yapılan ildeki bir istasyona ait hizmet alanının (buffer alanının), gelen toplam acil çağrılarının ne kadarlık kısmını kapsadığını bulabilmek için kullanılır.

Buffer analizi amaç için yapıldığında, ortaya çıkan tampon bölgeye “hizmet alanı” denilmektedir. Bu nedenle araştırmada Acil Sağlık Hizmetleri İstasyonları (ASHİ) için oluşturulan tampon bölgeler, dolayısıyla bu istasyonların hizmet alanlarını olacaktır. Hizmet alanlarını sınırlarını belirlemek için bu istasyonlara ait noktasal veriler, ulaşım süreleri ve hız verilerini kullanarak yarıçap büyüklüklerinin belirlenmesi gerekmektedir.

Cromley ve Wei [16] tarafından yapılan çalışmaya göre, acil vakalara giden ambulanslar için azami hız 32 km/s ve 96 km/s arasında değişkenlik gösterdiği görülürken, ülkemizde yapılan benzer çalışmalarda ambulansların ortalama 50 km/s hızla olay yerine hareket ettikleri görülmüştür [17]. Diğer taraftan yapılan çalışmalarda vakaya ulaşım için gerekli ideal süresinin belirlenmesi konusunda da çok sayıda farklı yaklaşım bulunmaktadır. Temelde bir kalp krizi vakası ya da solunum yolu hastalıklarının tedavisi için müdahalenin ilk 10 dakikanın içinde yapılması çok büyük önem taşıdığı farklı ülkelerde yapılan araştırmalarda da görülmektedir [18]. Bu sürenin ilk 2-4 dakikalık kısmı çağrının alınıp, ambulans ekiplerinin istasyondan çıkması için hazırlıkla geçen süre, kalan 6-8 dakikalık süre ise “ulaşım süresi” olarak kabul edilmektedir [16].

Bu çalışmada da literatürde bulunan araştırmalar dikkate alınarak vakaya giden araçların hız ve müdahale süreleri belirlenmiştir. Bu doğrultuda Erzincan il merkezi dikkate alınarak, aynı gün içinde farklı saatlerdeki değişken trafik yoğunlukları, trafik ışıkları, yol yapılarının asfalt ya da stabilize olma durumu, sürücülerin ambulans araçlarına yol verme konusundaki tutumları, yol genişliklerinin yetersizliği veya yolların anayol-tali yol olması gibi birçok faktörler göz önünde bulundurulduğunda ambulanslar için yerleşim yeri dahilindeki azami hızları 50 km/s olarak kabul edilmiştir. Bu çalışma için acil sağlık hizmetinde ideal müdahale süresinin 10 dakikanın altında olması gerektiği ve alınan veriler dahilinde bunun ortalama 2 dakikasının, çağrının cevaplanıp ekibin yola çıkma süresi olduğu hesaplanmıştır. 112 acil çağrılarında 6 ve 10 dk. 'lık hizmet alanları için, 4 ve 8 dk. olarak ulaşım süreleri hesaplanmış, bu doğrultuda buffer (tampon) analizleri yapılmıştır.

ASH İstasyonlarının 6 ve 10 dk.'lık hizmet alanlarını belirlemede kullanılacak olan Buffer analizlerinde yarıçaplar ambulanslar için ((r1: ortalama hızı 50 km/h olan ambulansın 4 dk. içinde gideceği mesafe), (r2: ortalama hızı 50 km/h olan ambulansın 8 dk. içinde gideceği mesafe)) doğru orantıyla hesaplanmıştır. Sonuç olarak analizlerde r1:3,3 km ve r2:6,6 km olarak belirlenmiştir.

#### 2.4.2.Zaman Serileri

Zaman serisi, ölçümlerden elde edilen serinin zaman içindeki hareketini gözlemler [19]. Zaman serisi analizlerinin yapılması için çeşitli varsayımlar bulunmaktadır. Zaman serisinin normal dağılım gösteriyor olması ve serinin durağan olması en önemli varsayımlardandır. Zaman serilerinin analizi için serinin durağan bir seri olması yani eğilimden arındırılması gerekmektedir. Bir serinin durağan olmasını sağlamak sahte regresyonu önlemektedir. Böylece durağan bir seri ile gelecek tahmini yaparken elde edilen modellerin istatistiksel olarak anlamlı olması sağlanmaktadır [20]. Zaman serisi analizinde önemli iki fonksiyon mevcuttur. Bunlar, otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon fonksiyonlarıdır. Bu çalışmada, 112 acil çağrılarının talebini tahmin etmek için Box-Jenkins yöntemi (ARIMA modeli) kullanılmıştır. Bunun için AR, MA ve ARIMA modelleri açıklanmıştır

Otoregresif (AR(p)) sürecinde, bağımlı değişken geçmişteki değerinin ve hata terimlerinin bir fonksiyonudur. Bu tip sürece AR(p) süreci denilmektedir. AR modelinin derecesi yani otoregresif terim sayısı p olarak isimlendirilir. Burada p'nin değerini belirlemek için değişkenin korelogramına veya minimum AIC ve SC değerlerine bakmak gerekmektedir. Basit bir AR(p) süreci grafiksel olarak analiz

edilmek istenirse ACF grafiğinin ağır ağır azalması, PACF grafiğinde ise ilk gecikmede ani bir azalma söz konusu ise AR(p) sürecinden bahsedilebilir.

Hareketli ortalama (MA) süreci, serinin gecikmeli hata terimi, şimdiki hata terimini etkilediğinde ortaya çıkmaktadır. Bir hareketli ortalama sürecinde değişkenin tahmin değeri hata terimlerinin tahmin değeri ile ilişkilidir. MA(q) şeklinde ifade edilir. MA modelin derecesi yani hareketli ortalama terim sayısı q olarak isimlendirilir.

Otoregresif bütünleşik hareketli ortalama (ARIMA(p,d,q)) süreci Box-Jenkins yöntemi, zaman serileri analizinde kullanılan en yaygın yöntemdir. Söz konusu yöntemin varsayımlarından biri serinin durağan olmasıdır. Fakat birçok serinin ortalama ve varyansında zamana bağlı olarak değişim olmakta ve seri durağan dışı hareket etmektedir. Bu nedenle söz konusu serinin farkı alınarak durağan hale getirilmektedir. Durağan olmayıp belirli sayıda farkı alınarak durağan hale getirilen serilere uygulanan AR ve MA modellerinin birleşimi ARIMA modellerini oluşturmaktadır. AR (p), MA(q) ve serinin fark alma derecesi d olan model, (p, d, q) dereceden "otoregresif bütünleşik hareketli ortalama modeli" olarak adlandırılır ve ARIMA (p, d, q) ile gösterilir [21]. Durağan olmayan seriler ile çalışıldığından d fark alma derecesi olarak kullanılmaktadır. Serinin birinci farkı alınıp durağan hale geliyorsa d'nin derecesi 1, durağan hale gelmiyorsa ikinci farkı alınıp d'nin derecesi 2 olarak belirlenir. Böylece seri d dereceden durağan hale geliyorsa I(d) olur [22]. d kadar fark alınıp durağan hale gelen seri, d. dereceden fark serisi olarak adlandırılır. AR ve MA süreçlerinde ACF ve PACF korelogramlarına bakılarak model derecesi belirlenebiliyorken, ARIMA modellerinde söz konusu iki grafiğin geometrik olarak birlikte azalıyor olması gözlemlenebilir. Eğer seri fark almadan durağan halde ise süreç ARMA (p, q) ile modellenilebilir.

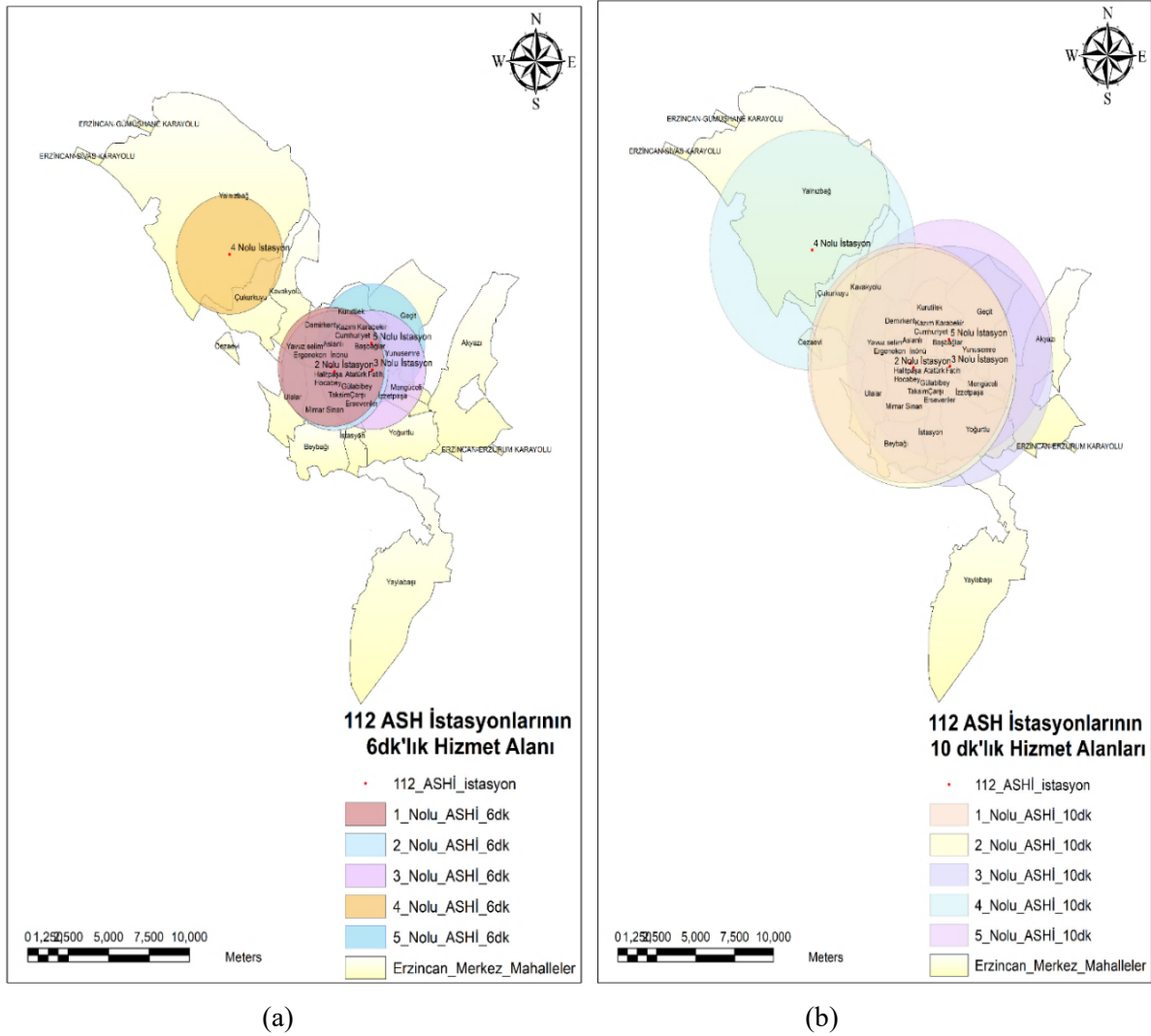
### 2.4.3. Yapay Sinir Ağları

Yapay sinir ağları (YSA), doğrusal ilişki olmayan değişkenlerin modellenmesinde kullanılmakta ve iyi sonuçlar vermektedir [20]. YSA, insan beynindeki bilgi işleme tekniği düşünülerek geliştirilen bilgi işlem teknolojisidir. YSA biyolojik sinir sisteminin çalışma prensiplerini taklit edilir. Yani biyolojik hücrelerin birbirleri ile kurduğu sinaptik bağın dijital olarak modellenmesidir diyebiliriz. YSA uygulaması için Matlab2008 yazılımı kullanılarak bir program kodu yazılmıştır. Bu program kodu transfer fonksiyonları (tansig-purelin-logsig), eğitim fonksiyonları (trainbr-trainlm) ve gizli tabakadaki nöron sayısı (1,2,3,4...n) arasında döngü yapabilen bir yazılım olarak geliştirilmiştir. Yazılımın diğer özelliği ise ağın performans belirleme kistası olarak ortalama karesel hatayı (OKH) alması, iterasyon sayısını isteğe bağlı olarak değiştirebilmesi ve ağın eğitiminin istenilen hassasiyette sonlandırabilmesidir [23].

## 3. Bulgular ve Tartışma

Sağlık bakanlığı verilerine göre, genel olarak 112 acil çağrularına yapılacak müdahalenin ilk 10 dakikalık sürede yapılmasının, özellikle kardiyovasküler rahatsızlıklarda ise ilk 6 dakikanın hayati önem taşıdığı belirtilmiştir [24]. Bu çalışmada Erzincan 112 ASH Başhekimliği 'nden temin edilen veriler doğrultusunda 6 ve 10 dk.'lık hizmet alanları incelenmektedir. Erzincan il merkezinde bulunan ASH istasyonlarına ait 6 ve 10 dk.'lık hizmet alanlarına ait haritalar Şekil 2'de gösterilmiştir.





(a)

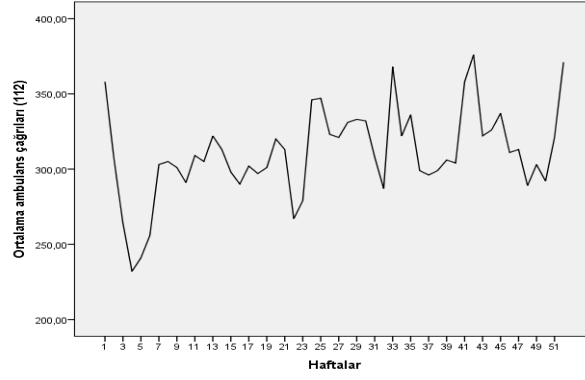
(b)

**Şekil 2.** Erzurum merkez ASH istasyonlarının (a) 6 dk.'lık ve (b) 10 dk.'lık hizmet alanları

Erzurum merkez 112 ASH istasyonlarının belirlenen yarıçaplardaki hizmet alanları, buffer analizi kullanılarak değerlendirilmiş, istasyonların 6 dk.'lık hizmet alanları incelendiğinde ise Akyazı ve Yaylabası'nın tamamı, Beybağı ve İstasyon mahalleleri ile merkez mahalle Yalnızbağ, Çukurkuyu, Kavakyolu, Geçit ve Yoğurtlu belde sınırlarının büyük ölçüde istasyon hizmet alanları dışında kaldığı görülmüştür. Bu mahalleler dışında kalan Erzurum Cezaevi Kampüsü, Erzurum-Sivas, Erzurum-Gümüşhane ve Erzurum-Erzurum karayollarının da tamamının istasyonların hizmet alanları dışında kaldığı görülmüştür.

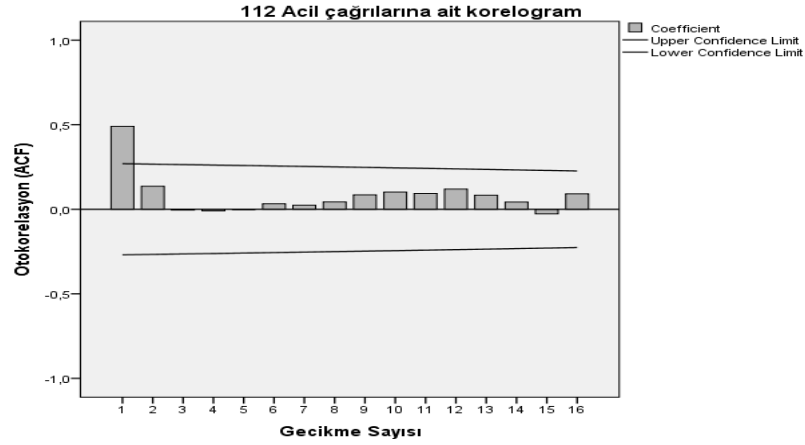
Aynı mahalle haritası üzerine yerleştirilen 10 dk.'lık buffer incelendiğinde ise sadece Erzurum-Sivas, Erzurum-Gümüşhane ve Erzurum-Erzurum karayollarının hizmet alanı dışında kaldığı, bu alanların dışında kalan yerlerin tamamının hizmet alanı içinde kaldığı görülmüştür. Yalnız Akyazı'nın doğu Yalnızbağ'ın kuzey, ve Yaylabası'nın güney bölümlerinin hizmet alanı dışında kaldığı tespit edilmiştir. Buna karşın Yalnızbağ ve Akyazı bölgelerinde hizmet alanı dışında kalan alanlarda yerleşim yerlerinden ziyade tarım arazileri bulunduğu tespit edilmiştir.

### 3.1. 112 Acil Çağrılarına Ait Zaman Serileri ve Yapay Sınır Ağları

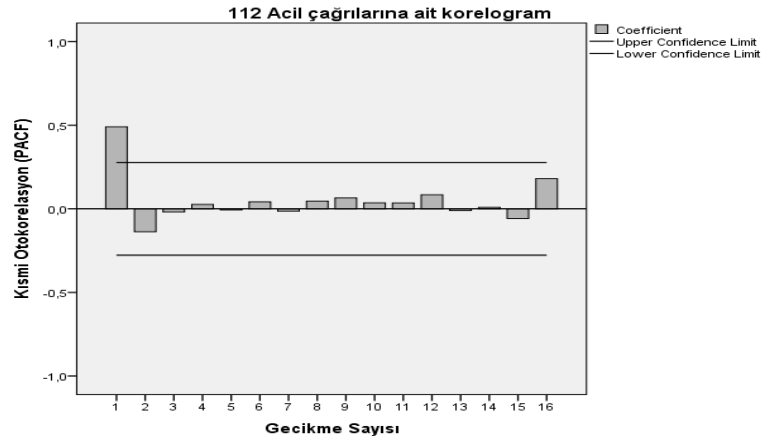


Şekil 3. Haftalık Ambulans çağrılarının zaman serisi grafiği

Zaman serisi grafiği incelendiğinde bazı haftalarda ambulans çağrılarının minimum, bazı haftalarda ise maksimum düzeye ulaştığı görülmektedir. Bu durumun bir ay aralıkla tekrarlanması ise dikkat çekmektedir. Bu durumda belirli aralıklarla acil çağrılarında yoğunluk yaşandığı söylenebilir ve mevsimsel dalgalanma olup olmadığı Kruskal-Wallis testi ile test edilmiştir.  $KW=2,448 < \chi^2=9,347$  yokluk hipotezi kabul edilerek seride önemli bir mevsimsellik olmadığı anlaşılmıştır. Bu dalgalanmayı daha net anlayabilmek ve durağanlığı tespit etmek için otokorelasyon (ACF) ve kısmi otokorelasyon (PACF) grafiklerine bakılmıştır.



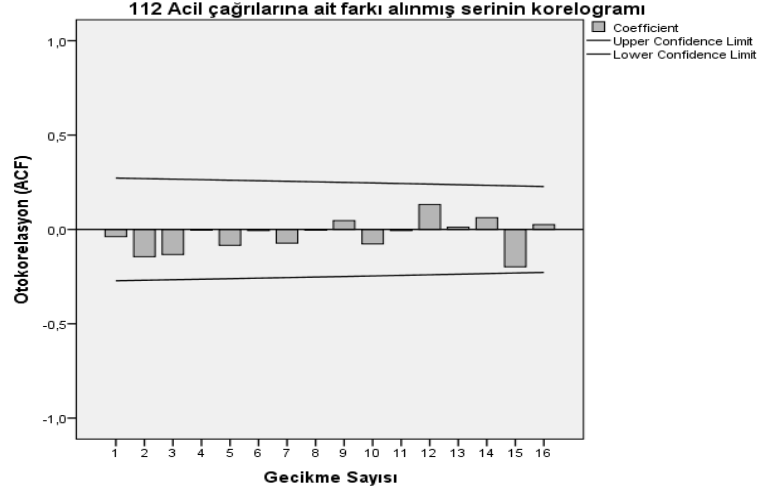
Şekil 4. Ambulans çağrıları otokorelasyon grafiği



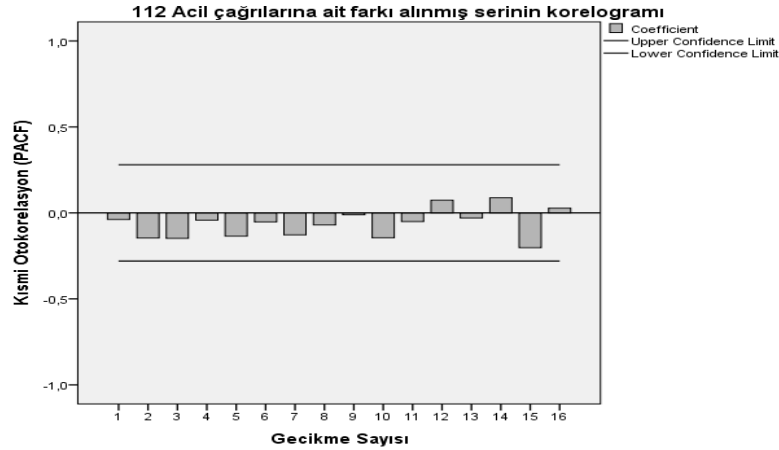
Şekil 5. Ambulans çağrıları kısmi otokorelasyon grafiği



Ambulans acil çağrılarında ait ACF ve PACF korelogramlarına bakıldığında ilk gecikmenin güven otokorelasyon olduğu gözlemlendiğinden Birim Kök testlerinden Dickey-Fuller testi uygulanmıştır.  $TT=-3,61$  bulunmuş olup,  $\phi_1$ ,  $\phi_2$ , değerleri tablo değerleri ile karşılaştırılmış, seride birim kökün varlığı hipotezi kabul edilmiştir



Şekil 6. Ambulans çağrılarında ait farkı alınmış serinin otokorelasyon grafiği



Şekil 7. Ambulans çağrılarında ait farkı alınmış serinin kısmi otokorelasyon grafiği

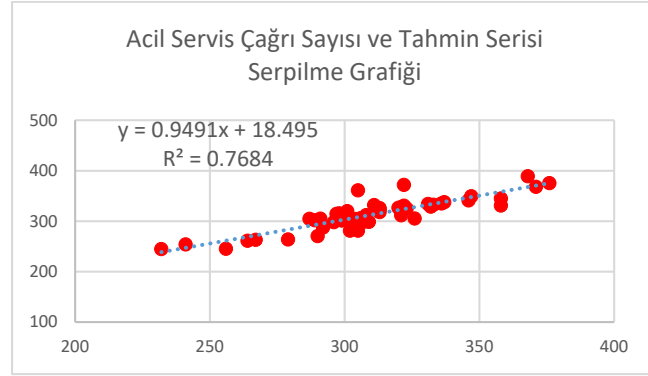
Otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon grafikleri incelendiğinde serinin durağan olduğu görülmektedir. Bu grafiklere ait en uygun model ise ARIMA (1,1,1) olarak kabul edilmiştir. Bu durumda ARIMA modeline ait  $d=1$  olarak belirlenmiştir. MA modeline ait anlamlı bir parametre bulunmadığından  $q=0$  olarak alınmıştır. AR modelinin parametre değerlerinin tahmini için yapılan analiz sonuçları ise Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. ARIMA (1,1,1) modeli parametre tahmini analiz sonuçları

Parametre	Katsayı	St. Hata	t-İst.	P
Sabit	0,012	0,118	1,301	,0384
AR (1)	1,227	0,567	0,514	0,001
MA(1)	0,466	1,526	0,305	0,047

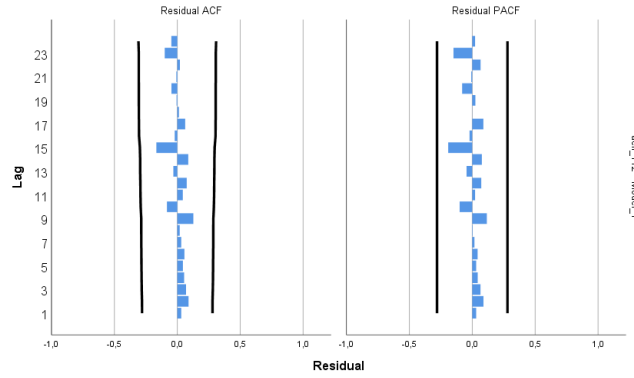
Tablo 1'de görüldüğü üzere ARIMA (1,1,1) modelinin parametre tahminleri anlamlı bulunmuştur ( $p<0.01$ ). Model belirlenirken birden fazla model incelenmiş olup, AIC (Akaike Bilgi Kriteri), Ortalama karesel hata (OKH) ve belirlilik katsayısı ( $R^2$ ) bakılmıştır. Bu üç kritere göre AIC değeri minimum olan

(-4,346), OKH en küçük olan (0,003), ve R<sup>2</sup>'si en büyük olan (0,77) model ARIMA (1,1,1) modeli en uygun model olarak kabul edilmiştir.



Şekil 8. ARIMA (1,1,1) modelinin tahmin serisi

Hata terimlerine ait korelogramlar ise Şekil 9'da verilmiştir



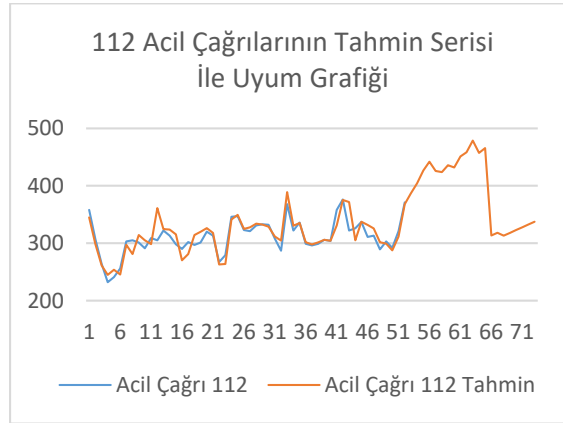
Şekil 9. ARIMA(1,1,1) modelinin hata terimlerine ait otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon grafiği.

Modelin uygunluğunun tespit edilmesi için hata terimlerinin otokorelasyon değerlerinden faydalanılarak Box-Ljung testi de yapılmış ve Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. ARIMA (1,1,1) Modeli İçin İstatiksel Uygunluk Tablosu

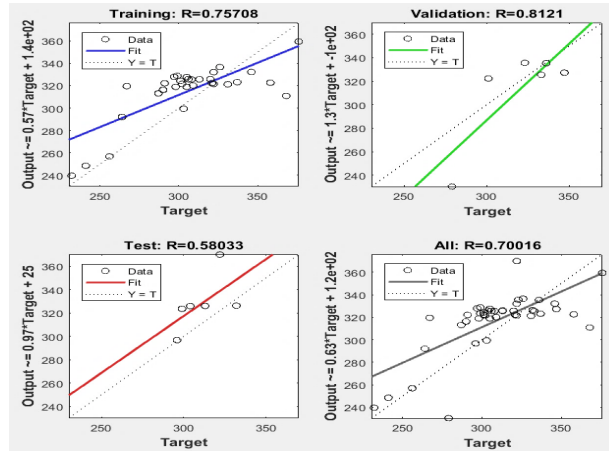
Model istatistiği						
Model	Tahminci Sayısı	Model Uygunluk İstatistiği R <sup>2</sup>	Ljung-Kutusu İstatistik Q(18)	Sd	Aykırı Değerlerin Sayısı p	
Acil 112-Model-1	0	0,77	20,913	17	0,230	0

Tablo 2'de görüldüğü gibi hata terimlerinin bağımsız olduğu sıfır hipotezi kabul edilmiş ve modelin uygun olduğu sonucuna ulaşılmıştır ( $p > 0,05$ ;  $Q_{17} = 20,913$ ). Tespit edilen modelin açıklayıcılığının ise  $R^2 = 0,77$  olduğu görülmüştür. Tahmin edilen ve gözlemlenen serinin uyum grafiği ise Şekil 10'da sunulmuştur.



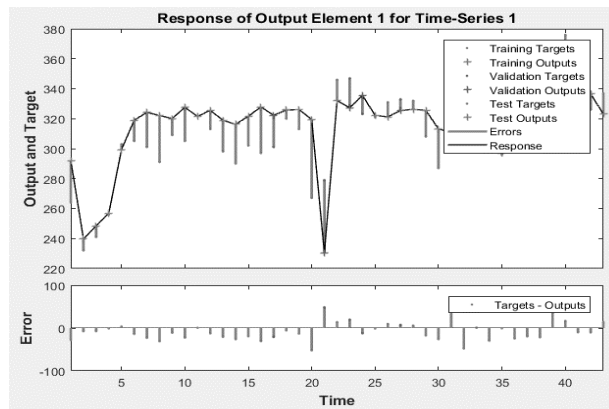
Şekil 10. Ambulans verilerine ait gözlemlenen-tahmin serisi uyum grafiği ve gelecek tahmini

Şekil 10'de verilen tahmin grafiğine göre seri 1 gözlemlenen veri grafiğini, seri 2 ise elde edilen modelin tahmin grafiğini göstermektedir.



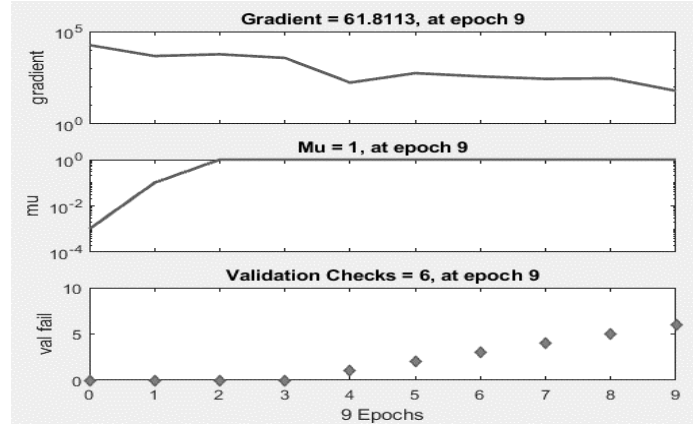
Şekil 11. Ambulans verilerine ait yapay sinir ağları modeli

Zaman serileri analizinde (ZSA) model ARIMA(1,1,1) değerlendirilmiş olup, Yapay Sinir ağları (YSA) ile de aynı model çalışılmış ve iki farklı yöntem karşılaştırılmıştır. YSA'nın ZSA'den istatistiksel olarak daha anlamlı olduğu görülmüştür. YSA yönteminde model incelendiğinde eğitim setinde  $R^2 = 0,76$  olduğu modelin tamamında ise  $R^2 = 0,70$  olduğu bulunmuştur. Bu durumda YSA yönteminin ZSA klasik yöntemine göre daha başarılı olduğu anlaşılmıştır.



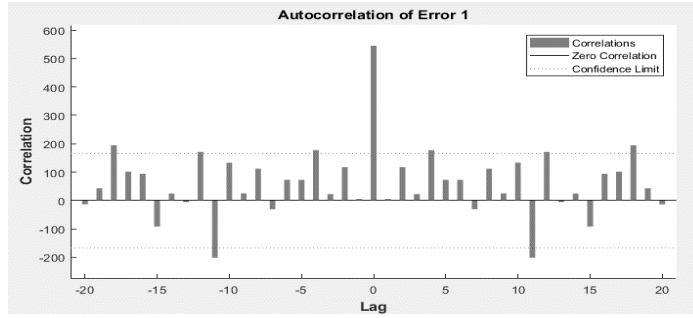
Şekil 12. Ambulans verilerine ait YSA Regresyon performans grafiği

Şekil 12’de YSA Regresyon performans grafiğine bakıldığında, Response Plot grafiğinde yatay ekseninde Time değişkeni, dikeyde de Target değişkeni yer almaktadır. 20-25. Haftalardaki ters yöndeki pik dikkat çekmektedir.



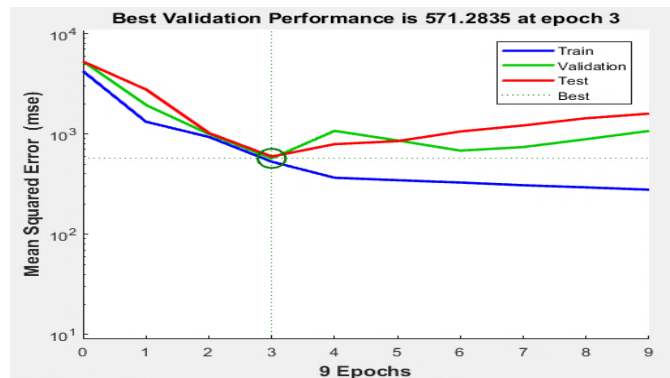
Şekil 13. Ambulans verilerine ait training state eğitim istatistikleri

Şekil 13’teki Training State eğitim istatistikleri irdelendiğinde, Gradient logaritmik ölçekte her bir iterasyon için birer geri yayılım değeri olduğu görülmektedir. 61.8113 değeri hedef fonksiyonun yerel minimum alt noktasına ulaştığı göstermektedir.



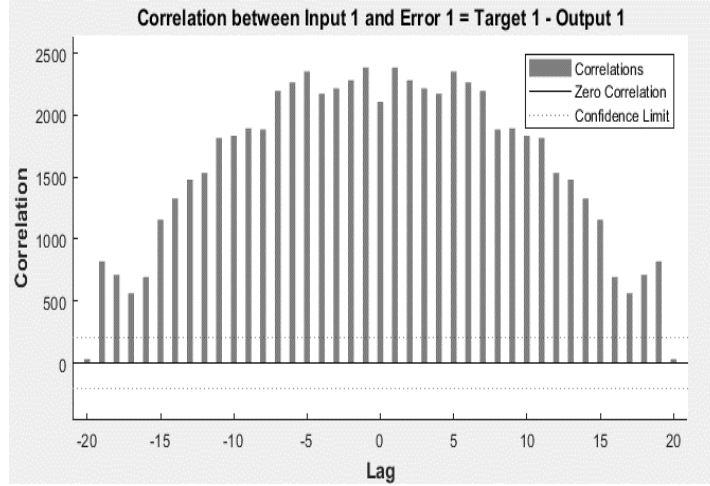
Şekil 14. Ambulans verilerine ait en küçük kareler model hataları

Şekil 14 incelendiğinde en küçük kareler model hatalarının otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon katsayılarının grafiklerinde modele ait hataların otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon katsayıları serilerin durağan olmadığını ve kısmi otokorelasyon katsayılarından ilkinin anlamlı olması AR(1) modelinin geçerli olduğunu göstermektedir.



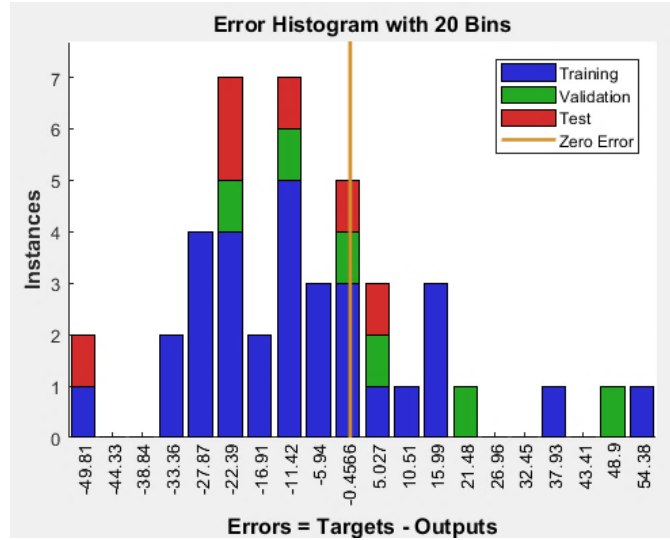
Şekil 15. Ambulans verilerine ait devir performansı grafiği

Şekil 15’de devir performansı grafiği gösterilmektedir. OKH ve iterasyon sayıları verilmiş olan bu grafikte performans ölçütü olarak H.K.O. kullanılmıştır. Model; 0,0003’lük değerle en küçük H.K.O. ya sahiptir.



Şekil 16. Ambulans verilerine ait korelasyon grafiği

Şekil 16’da korelasyon grafiğine bakıldığında histogram şekli normal dağılıma uygun bir dağılım gösterdiği görülmüştür.



Şekil 17. Ambulans verilerine ait ağ performansı

Ağ performansı incelendiğinde hata histogramında mavi kısımlar eğitim serisini, yeşil alanlar geçerliliği, kırmızı kısımlar da tahmin serisini ifade etmektedir. Histogram incelendiğinde uyumsuz değerler hakkında fikir verebilir. Grafik incelendiğinde hataların çoğunun  $-49,81$  ile  $5,027$  aralığına düştüğünü görebiliriz. Uyumsuz değerlerin varlığı regresyon grafiğinden daha rahat incelenebilir.

#### 4. Sonuçlar

Bu çalışmadaki 16,168 adet 112 ASH çağrıları için vakaya ulaşım süreleri incelendiğinde; gelen çağrının cevaplanması ve ambulansın yola çıkması arasındaki hazırlık süresi ortalama 2dk. olarak hesaplanmıştır. Ambulans yola çıkıp ilk 10dk. içerisinde olay yerine ulaşma oranı bütün istasyonlarda ilk sırada yer almaktadır. Gelen çağrılar, istasyonların kendi aralarında incelendiğinde ise bütün istasyonlarda %68,99 'un üzerindeki bir oranda ilk 10dk. içinde vakaya müdahale edilebildiği görülmüştür. Bu konuyla ilgili yapılan değerlendirmeler sonucunda yaralanma ve kazalarda meydana gelen ölümlerin %10,0'unun ilk 3-5 dakikalık sürede, %54,0-60,0'nının ilk 30 dakikalık süre içerisinde gerçekleştiği görülmüştür [25]. Bu nedenle T.C. Sağlık Bakanlığı tarafından şehir merkezlerinde sunulan ASH 'de müdahale edilen vakaların en az %90'nına ilk 10dk. içerisinde ulaşılması gerektiği önerilmektedir. Türkiye içinde yapılan benzer çalışmalar gösteriyor ki [26] İstanbul'da 112 Acil çağrıların %68,3'üne 10 dakikanın altında ulaştığı, Zenginol vd. [27] tarafından yapılan çalışmalarda ise Gaziantep'te 2006-2008 yılları arasında ilk 10 dakikada vakaya ulaşım oranının %73,7-%79,9 arasında olduğu görülmüştür. Sağlık Bakanlığı tarafından 2008 yılında hazırlanan verilerine göre vakaya ulaşma süresi ilk 10dk. içinde olan çağrıların oranı İzmir'de %83,8 ve Ankara'da %50,0 iken [28]; bu çalışmada ise Erzincan merkezinde 112 acil çağrıları için 10dk. ve altında vakaya ulaşım süresi %78,45 olduğu tespit edilmiştir. Bu oran acil müdahalelerde ilk 10 dakikanın önemi düşünüldüğünde kabul edilebilir düzeydedir.

Erzincan merkezinin 112 istasyonlarına ait hizmet alanlarının kapsadığı bölgeler buffer analizine göre incelendiğinde ise, 6 dk. 'lık hizmet alanları, toplam çağrıların mahallelere göre dağılımında yaklaşık %79'unu kapsadığı hesaplanmıştır. Bu oran 10 dk. 'lık hizmet alanında incelendiğinde ise %93'e çıkmaktadır. Buna karşın ASH istasyonundan alınan çağrılara bakıldığında ilk 10 dk. içerisinde vakaya ulaşılabilirliğin %78,45 olduğu görülmektedir. Böyle bir farkın ortaya çıkmasında çağrıların yapıldığı mevsimsel değişimler, olumlu yada olumsuz iklim koşulları, trafikteki yoğunluk değişimleri, istasyon sayıları, yeterli ambulans bulunmaması ve acil müdahalelerde bulunacak sağlık ekiplerinin yeterli sayıda olmaması, özellikle Erzincan merkez mahallelerdeki yollar incelendiğinde yolların dar olması, otopark sıkıntısı nedeniyle yol kenarına ve özellikle bina girişlerine park edilen araçların yoğun olması gibi durumlara bağlı olabileceği düşünülmektedir.

6 dakikada ulaşılabilirliğin %79, 10 dakikada ulaşılabilirliğin %93 olmasına rağmen yapılan buffer analizlerinde özellikle 6 dakikalık hizmet alanı sınırlarına bakıldığında; bazı bölgelerin hizmet alanı dışında kaldığı (Akyazı, Yaylabaşı,...) bazı bölgelerde ise istasyon hizmet alanlarının kesiştiği (Atatürk, Gülabibey,...) dikkat çekmektedir. Hizmet alanlarına göre istasyonların belirlenmesinin yanında istasyon ve ambulans başına düşen kişi sayısı da yeni bir istasyon kurulması için dikkate alınması ve birlikte değerlendirilmesi gereken kriterlerdir.

İstasyon-ambulans sayılarının ve kapsama alanlarının kabul edilebilir düzeyde olmasına rağmen, istasyon yerlerinin birbirlerine çok yakın olduğu ve dağılımlarının dengeli olmadığı belirlenmiştir. Bu durum hizmet alanlarının kesişmesine neden olurken; bazı bölgelerin de hizmet alanı dışında kaldığı görülmektedir. Benzer sonuç Erkal ve Değerliyurt [8] tarafından Eskişehir ilinde, Yağcı vd. [11] tarafından Konya ilinde gerçekleştirilen çalışmalarda da bulunmuştur. Şehirlerin değişen dinamiklere sahip olması, acil durum istasyonlarının zamanla konumsal analizlerinin yenilenmesini gerektirmektedir.

Ambulans çağrılarına ait zaman serisi grafiğine göre bazı haftalarda çağrıların minimum, bazı haftalarda ise maksimum düzeye ulaştığı görülmektedir. Bu durumun bir ay aralıkla tekrarlanması ise dikkat çekmektedir. Yapılan analizde verilerin durağan olmadığı görülmüş ve fark serisi alınarak model kurulmuştur. Sonuç olarak zaman serisi modelinin ARIMA (1,1,1) olduğu ve Box-Ljung testi sonuçlarına göre uygun bir model elde edildiği sonucuna ulaşılmıştır ( $p>0,05$ ;  $Q17=20,913$ ). Tahmin edilen modelin açıklayıcılığının ise  $R^2= 0.77$  olduğu görülmüştür. Zaman serileri analizinde tahmin edilen model ARIMA(1,1,1) Yapay Sinir ağları ile de değerlendirilmiş ve iki farklı yöntem karşılaştırılmıştır. YSA yöntemine göre model irdelendiğinde eğitim setinde  $R^2= 0.76$  olduğu modelin tamamında ise  $R^2= 0.70$  olduğu bulunmuştur.

Bu durumda YSA yönteminin OKH değeri ve AIC değeri (-15,1537), ZSA klasik yönteminde bulunan değerlere göre daha anlamlı olduğu anlaşılmıştır.

Bu sonuçlardan hareketle YSA yöntemine göre ambulans çağrılarında gelecekte bir artış gözlemlenebileceği sonucuna ulaşılmıştır. Bu duruma, şehir yapısının dinamik olmasının, gelişmeye açık olmasının ve nüfusta bir artış meydana gelmesinin sebep olabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle mevcut durumda yeni istasyonların kurulmasına azami bir gereklilik görülmesi de gelecek zamanda gerekli hale geleceği ön görülmektedir. Bu çalışmada coğrafi bilgi sistemleri ile tespit edilen istasyon yerlerinin söz konusu gereksinimi karşılayacağı düşünülmektedir.

## 5. Öneriler

T.C. Sağlık Bakanlığı bünyesinde kurulmuş ve en önemli amacı gelen çağrılardaki acil vakalara olabilecek en hızlı ve doğru şekilde ulaşabilmek olan 112 ASH istasyonlarının, doğru yerlere konumlandırılmış olması ve ilgili yönetmeliklere göre her istasyon için maksimum 50 bin kişilik bir bölgeye hizmet vermesi ön görülmektedir. Bu çalışmada istasyonların mevcut yerleşim yerlerinin doğruluğu irdelendiğinde, elde edilen verilere göre Erzincan ASH istasyonlarından 1 ve 2 nolu ASH istasyonunun yerleşim yerlerinin birbirine çok yakın olduğu ve hizmet alanlarının kesiştiği sonucuna varılmıştır. 1 nolu istasyonun komuta kontrol merkezi olması nedeniyle yerinin değiştirilemeyeceği dikkate alınarak 2 nolu istasyonun yerinin değiştirilebileceği düşünülmektedir. Bu istasyonun Kavakyolu ve Çukurkuyu arasındaki uygun bir noktaya kurulması, yine hizmet alanı dışında kalan Yoğurtlu bölgesine ise gezici ambulans tahsis edilmesi önerilmektedir. 2 nolu istasyonun yerinin değiştirilmesi hem maliyetinin yüksek olması hem de personel sayısındaki yetersizliklerinden kaynaklı sıkıntıların daha da artabileceği düşünüldüğünde, mevcut istasyonlardaki eksikliklerin giderilip, farklı ve yeni ASH istasyonları kuruluncaya kadar, mevcut istasyonların iyileştirilmesinin daha uygun olacağı kanısına varılmıştır. Ancak çalışmada elde edilen gelecek tahminlerine göre nüfus ve çağrı miktarındaki artış dikkate alındığında analizlerin yakın zamanda tekrar edilmesi önerilmektedir.

## KAYNAKÇA

- [1] N. Coşkun, Acil servis sistemlerinde yerleşim problemine analitik ve genetik programlama yaklaşımları. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, Türkiye, 2007.
- [2] E. Baloyi, H. Mokgalaka, C. Green, and G. Mans, Evaluating public ambulance service levels by applying a GIS based accessibility analysis approach. *South African Journal of Geomatics*, 6(2), 172-183, 2017. doi: <http://dx.doi.org/10.4314/sajg.v6i2.3>
- [3] H. Selim ve İ. Özkarahan, Acil servis araçları yerleşiminin belirlenmesinde yeni bir model. *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 14 (1), 18-27, 2003.
- [4] Y. E. Öztürk, H. Öncel ve E. Ördek, Konya-Selçuklu ilçesinde 112 acil servis istasyonları yerleşim modeli. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 1(1), 19-32, 2013.
- [5] K. K. Sakaklı, Yerel acil müdahale fonksiyonlarının yer seçiminin coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak ölçme ve değerlendirilmesi; Ankara örneği. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye, 2006.
- [6] R. S. Sarhan, B. T. Shabana and H. M. El-Bakry, Design of an efficient integrated system for ambulance management. *International Journal of Electronics Communication and Computer Engineering*, 6(4), 2278–4209, 2015.
- [7] B. Çatay, A. Başar ve T. Ünlüyurt, İstanbul'da acil yardım istasyonlarının yerlerinin planlanması. *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 19(4), 20-35, 2009.
- [8] T. Erkal ve M. Değerliyurt, Eskişehir'de acil durum yönetiminde ağ (network) analizlerinin kullanılması. *Türk Coğrafya Dergisi*, 61, 11-20, 2013.
- [9] M. Swalehe, Dynamic ambulance deployment to reduce ambulance response times using geographic information systems: a case study of Odunpazarı district of Eskişehir province, republic of Turkey. Unpublished Master Thesis, Anadolu University, Eskişehir, Turkey, 2016.
- [10] S. Ateş, M. Z. Coşkun ve A. Ç. Aydınoglu, Coğrafi bilgi sistemleri ile en uygun ambulans yerlerinin belirlenmesi. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara, Türkiye, 2011.



- [11] C. Yağcı, S. Durduran, F. Kıyak ve H. Özer, 112 acil istasyon merkezlerinin coğrafi bilgi sistemiyle belirlenerek, yol güzergâhlarının analizi. The World Cadastre Summit, Congress & Exhibition, İstanbul, 2015.
- [12] Erzincan Valiliği. Erzincan ili coğrafi yapısı <http://www.erzincan.gov.tr/cografi-yapisi>, Son erişim tarihi 15 Haziran 2019.
- [13] TÜİK [Türkiye İstatistik Kurumu]. Erzincan ili kilometre kareye düşen nüfus. <https://www.nufusu.com/il/erzincan-nufusu>, Son erişim tarihi 15 Haziran 2019.
- [14] Erzincan Valiliği. 112 Komuta Kontrol Merkezi Yapısı. <http://www.erzincan.gov.tr/5-adet-tam-donanimli-kara-ambulansi-erzincanda-hizmete-girdi>, Son erişim tarihi 25 Mayıs 2019.
- [15] S. Küpçü, ArcGis 9 Uygulama Dökümanı. Sinan Ofset Matbaacılık, Ankara, 2005.
- [16] E.K. Cromley and X. Wei, Locating Facilities for EMS Response to Motor Vehicle Collisions. [http://proceedings.esri.com/library/userconf/health01/papers/hc01\\_p02f/hc01\\_p02f.html](http://proceedings.esri.com/library/userconf/health01/papers/hc01_p02f/hc01_p02f.html), 2011
- [17] N. Gümüş, G. Gündüzoğlu, Y. Askın, B. Yanılmaz, vd., İzmir anakentinde 112 ambulans istasyonlarının dağılışı ve CBS yöntemiyle hizmet alanlarının sorgulanması. 4. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilisim Günleri, İstanbul, Türkiye, 2006.
- [18] J. P. Pell, J. M. Sirel, A. K. Marsden, I. Ford and S. M. Cobbe, Effect of reducing ambulance response times on deaths from out of hospital cardiac arrest: cohort study. *Bmj*, 322(7299), 1385-1388, 2001.
- [19] H. Bozkurt, Zaman Serileri Analizi. Ekin Kitapevi, Bursa, 2007.
- [20] H. F. Bayata, Trafik kazalarının çok değişkenli istatistiksel yöntemlerle modellenmesi, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, Türkiye, 2010.
- [21] A. O. Solak, Türkiye'nin toplam petrol talebi ve ulaştırma sektörü petrol talebinin arıma modeli ile tahmin edilmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 18(3), 131-142, 2013.
- [22] R. Tari, Ekonometri. Kocaeli Üniversitesi Yayınları, Avcı Ofset, İstanbul, Türkiye, 2008.
- [23] H. F. Bayata ve F. Hattatoğlu, Erzincan ili için farklı yöntemlerle trafik kaza tahmin modellemesi. Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 4(1), 31-46, 2011.
- [24] Sağlık Bakanlığı, 112 istasyonlarının hedefleri. <http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Asp?MevzuatKod=7.5.4798&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=acil%20sa%C4%9F1%C4%B1k>, Son erişim tarihi 20 Mayıs 2019.
- [25] N. Demirhan, Acil Tıp Hizmetleri Sisteminde İlk ve Acil Yardım Hizmetleri: Türkiye'de 112 İlk ve Acil Yardım Hizmetleri ve Afetlerdeki Rolü. Acar Matbaacılık, İstanbul, 2003.
- [26] B. Y. Karakuş, E. Çevik, H. Doğan, M. Sam ve A. Kutur, Metropolde 112 acil sağlık hizmeti. İstanbul Tıp Fakültesi Dergisi, 77(3), 37-40, 2014.
- [27] M. Zenginol, B. Al, S. Gen, İ. Devci, P. Yarbil, D. Yılmaz, vd., Gaziantep ili 112 acil ambulanslarının 3 yıllık çalışma sonuçları. Akademik Acil Tıp Dergisi, 10, 27-32, 2011.
- [28] S. Mollahalıoğlu, M. Kosdak ve Z. Eryılmaz, Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı sağlık istatistikleri yıllığı 2008, Hıfzıssıhha Mektebi Müdürlüğü, Refik Saydam Hıfzıssıhha Merkezi Başkanlığı, Ankara, 2010.