



## Maden Ocaklarını Gerçek Zamanlı İzleme ve Görüntüleme Yazılım Uygulaması

### Real-Time Tracking and Monitoring Software Application for Underground Mines

Atilla ERGÜZEN\*<sup>1</sup>, Halil İbrahim LÜY<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kırıkkale Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, 71450 KIRIKKALE

Başvuru/Received: 18/01/2017

Kabul/Accepted: 16/04/2017

Son Versiyon/Final Version: 15/06/2017

#### Öz

Dünyada madencilik hem ekonomik açıdan, hem de yaşam açısından çok önemli bir iş koludur. Yalnız madencilik işinin yer altında yapılmasından dolayı iş güvenliği açısından ciddi riskler taşımaktadır. Madenlerde oluşan iş kazalarını ve oluşan kazalardan sonra can kaybını azaltmak için teknolojik imkanlar yoğun şekilde kullanılmaktadır. Bu makalede de maden içerisine belli yerlere konan nem, sıcaklık ve gaz alıcılarıyla kazaların önceden önlenmesi ve madenciye yerleştirilen verici cihazlarla da maden kazalarından sonra madencinin konumunu belirlemek için tasarlanmış bir sistem anlatılmaktadır. Tasarlanan sistemin yazılım uygulaması yapılmış ve donanımsal hiç bir cihaz kullanılmamıştır. Sistem gerekli olan donanım verilerini sanal olarak oluşturulan rasgele veri kümesinden almıştır. Makalede anlatılacak sistem bir web uygulamasıdır. Bu yazılım uygulaması her tipten kullanıcının kullanıp, anlayabileceği şekilde basit olarak tasarlanmıştır. Kullanıcılara web ara yüzü üzerinden maden için yeni hücreler ekleyip silme imkanı verilmiştir. Bu sayede kullanıcılar maden haritalarını istedikleri şekilde oluşturabilmektedirler. Aynı zamanda yazılım uygulaması sayesinde kullanıcılar tasarladıkları maden üzerinden madencilerin konumunu anlık olarak 3 boyutlu harita üzerinde görebilmektedirler.

#### Anahtar Kelimeler

“Görüntüleme, maden, güvenlik, sistem, 3D harita çizimi”

#### Abstract

Mining is an important business area in both economical and vital aspects. However, it has a high level risk of working safety as the working area is underground. Technologies are intensely used to reduce the number of accidents and deaths in mining sites. In this study, a new system is proposed to prevent accidents with the help of sensors (humidity, temperature and gas) and specify the location of the miners with transmitter devices in case of an accident. A software application was developed for the proposed system, but no hardware device was used. The necessary data expected to be received from hardware devices was generated from a random data set. The mentioned system in this study is a web application. This software application was designed to be easy to use for every type of users. Via a web interface the users are able to add or remove cells which form the mine so that users can create their own mine map. Additionally, the users can view the 3D location of the miners instantly with the application.

#### Key Words

“Monitoring, mine, safety, system, creating 3D map”

## 1. GİRİŞ

Dünyada madencilik sektöründe yaklaşık 30 milyon insanın çalıştığı tahmin edilmektedir. Madencilik doğası gereği kaza ve ölüm olaylarının en çok gerçekleştiği sektörlerden biridir (İphar, 2010). Dünyada çalışanların sadece %1'i madenlerde çalışıyor iken ciddi kazaların %8'i maden ocaklarında meydana gelmektedir (Tanır, 2009). 2004-2011 yılları arasında Türkiye'de ki madenlerde iş kazası olma riski diğer sektörlerle göre 20 kat daha fazladır. Türkiye madenlerdeki iş kazası sayısı bakımından Avrupa'da birinci dünyada ise üçüncü sıradadır. Bu iş kazalarının sosyal güvenlik sistemine maliyeti yaklaşık 4 milyar TL'dir (Yılmaz, 2013).

Sanayi ve teknolojiye ki tüm gelişmelere rağmen iş kazalarını tamamen önleyip sıfıra indirmek mümkün değildir. İş kazalarının kaybı ekonomik olmaktan ziyade geri döndürülemeyecek olan insan hayatıdır. Tüm iş kollarında meydana gelen kazaların ölüm oranları karşılaştırıldığında kömür madenlerinde ki ölümlü iş kazalarının daha çok olduğu görülmektedir (Mallı vd., 2014).

Bahsedilen sebeplerden dolayı, günümüzde madencilikte bilgisayar teknolojilerinin kullanılması şarttır (Efe, 2013). Dolayısıyla neredeyse tüm ülkelerde madencilik yer altı gözlem ve izleme sistemleri madenlerin emniyetini sağlamak amacıyla yasalar ile uygulamaya konulmuştur (Kocal vd., 2002).

## 2. MADENCİLİKTE TEKNOLOJİ

90'lı yılların ikinci yarısından sonra bilgisayar ortamında 3 boyutlu modellerin yapılabilir hale gelmesi maden sektöründe bilgisayar teknolojisinin kullanımını arttırmıştır (Efe, 2013). Bunun yanında mikro elektronikteki gelişmeler değişik tipte birçok alıcı üretimine ve bu alıcılardan alınan verilerin hızlı şekilde iletilmesine olanak sağlamıştır. Bu teknolojik gelişmeler bilgisayarlı izleme sistemlerinin madencilik sektörüne girmesini hızlandırmıştır (Mallı vd., 2014).

Bu sistemler genel olarak emniyetli bir çalışma ortamı sağlamak amacıyla üretimi sağlayan makinaları ve ortamı izleyerek bilgi toplayıp merkeze iletirler. Merkeze iletilen bilgi analiz edildikten sonra emniyeti arttıracak sağlıklı kararlar alınmasına yardımcı olur.

Bu sistemlerin genel olarak temel çalışma ilkesini şu şekilde özetleyebiliriz.

- Algılayıcılar: İçinde buldukları ortamın fiziksel şartlarını sürekli ve otomatik olarak ölçerler. Havanın sıcaklığı, nemi, ortamda bulunan gazların ölçülmesi gibi işlemlerde kullanılırlar.
- Ara izleme İstasyonu: Bir ya da birkaç algılayıcıdan aldığı sinyalleri kendisi gibi bir ara algılayıcıya ya da merkez istasyona gönderirler.
- Merkez istasyon: Ara ağ elemanlarından aldığı verilerin operatör için görüntülenmesini sağlar. Genel olarak ana bilgisayarın yanı sıra yazıcı ve ekranlardan oluşmaktadır.

### 2.1. Maden İzleme Sistemi

Teknolojiye ki gelişmeler madencilik sektöründe ki iş kazalarının nispeten önlenmesini ve ekonomik kazancın artmasını sağlamıştır. Yalnız yine de madencilik sektöründe iş güvenliğini arttırmak için daha fazla sisteme ihtiyaç vardır. Bunların en önemlilerinden bir tanesi kazalardan sonra madencinin konumunu belirleyebilmek için ihtiyaç duyulan madenci izleme sistemleridir. Günümüzde çok fazla izleme sistemi geliştirilmiş olmasına rağmen sıradan bir kullanıcının dahi anlayabileceği, kullanabileceği maden izleme sistemleri piyasada bulunmamaktadır veya çok azdır. Yapılan literatür araştırmaları sonucunda üç boyutlu bir madenci izleme sistemine rastlanmamıştır. Bu makale bu açığı kapatacağı düşünülen bir yazılım sistemi üzerine yazılmıştır. Madenci izleme sisteminin sadece yazılım tarafı yapılmış, donanımdan alınması gereken konum ve alıcı verileri ise gene kod yazılarak sanal olarak oluşturulmuştur.

## 3. UYGULAMADA KULLANILAN TEKNOLOJİLER

Sistem yazılımı yapılırken aşağıdaki teknolojiler kullanılmıştır.

### 3.1. C#, Asp.Net, Asp.Net MVC

C# Microsoft tarafından geliştirilen yeni nesil bir programlama dilidir. C# dili ile Windows ortamında çalışabilecek her türlü Windows form uygulaması, web uygulaması ve Windows ve web servis yazılabilir. C# nesneye yönelik bir programlama dilidir ve birçok alanda Java programlama dilini kendisine örnek alır. C# dilinin kullanılabilmesi için .Net Framework' ün kurulu olması gerekir (Sharp, 2015).

Asp.Net Microsoft'un web için geliştirmiş olduğu bir teknolojidir. Sürükle bırak mantığıyla masaüstü bir uygulama geliştirilmesine web mantığından biraz uzakta daha hızlı bir şekilde web uygulamaları geliştirmenize olanak verir.

Asp.Net MVC ise Asp.Net iskeleti üzerine Model-View-Controller rollerinin ayrıştırılarak geliştirilmiş tasarım deseni üzerine kurulmuş bir teknolojidir. Bu tasarım deseninde 3 adet katman bulunmaktadır. Veri tabanı işlemlerinin yapıldığı katman "Model", görünüm işlemlerinin yapıldığı katman "View", bu iki katman arasında bilgi alışverişinden sorumlu katman ise "Controller" olarak adlandırılmaktadır (Galloway vd., 2014).

### 3.2. Asp.Net SignalR

Web uygulamaları, istemci sunucu mimarisine göre çalışan sistemlerdir. Web uygulamalarının çalışmasını özetleyecek olursak istemciden gelen isteğe göre sunucu üzerinde işlemler yapılarak gerekli sayfa oluşturulur ve istek yapan istemciye oluşturulan sayfa gönderilir. Bu çalışma prensibine göre istemciden herhangi bir istek olmadan sunucunun herhangi bir veri göndermesi mümkün değildir. Yani web uygulamaları tamamen istemci sunucu mimarisine göre çalışır. Bu durumda yapacağımız herhangi bir uygulama için istemciden istek gelmeden sunucudan doğrudan veri göndermek istersek SignalR gibi bir Asp.Net kütüphanesi kullanmamız gerekir. Yani SignalR teknolojisi istemci isteklerinden bağımsız olarak sunucudan istemcilere veri gönderilmesi işleminde kullanılır. Bu işlemi WebSocket kullanarak yapar (Aguliar, 2014).

### 3.3. WebGL (Web Graphic Library) ve three.js

WebGL kar amacı gütmeyen bir teknoloji şirketler birliği (Khronos Group) tarafından yönetilen, web ortamında yani tarayıcı üzerinde üç boyutlu görsellikler geliştirmek için geliştirilmiş bir web teknolojisidir. WebGL, uyumlu bir web tarayıcısında herhangi bir eklenti kurmadan çalışmaktadır ve çalıştığı bilgisayarın ekran kartını kullanır. Web tarayıcılarında DOM uyumlu herhangi bir programlama dili (JavaScript, Java, Objective C) ile yazılabilmektedir. HTML ile uyumludur ve diğer HTML elementleriyle iletişime girebilir. WebGL aynı zamanda OpenGL'de kullanılan GLSL isimli Shading dilini kullanmaktadır ve sadece kendi başına dahi büyük bir programlama dilidir (Matsuda vd., 2013). Bu özellikleriyle üç boyutlu grafik dünyasında gayet ön plana çıkmaktadır.

WebGL üzerine JavaScript ile programlama geliştirmek için biraz alt seviyede bilgiye ihtiyaç vardır. Aynı zamanda yazılması gereken kodunda hatırı sayılır seviyede bir uzunluğu olacaktır.

İşte Three.js, tam da bu nokta da WebGL'in daha kolay kullanılması için ortaya çıkan WebGL tabanlı bir kütüphanedir. Three.js Nisan 2010 yılından beri geliştirilmektedir. three.js'in gelişimine katkıda bulunan 390'ın üzerinde geliştirici vardır (Dirksen, 2014).

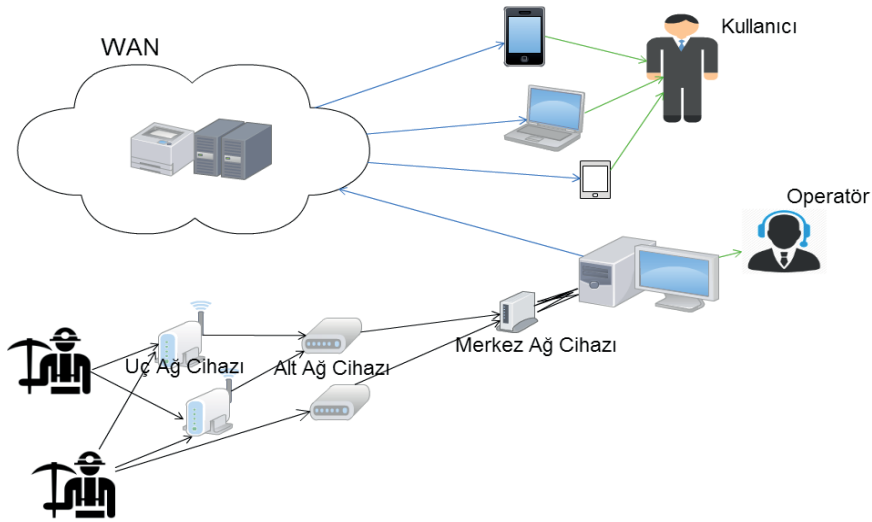
## 4. SİSTEMİN ÇALIŞMA PRENSİBİ

Maden endüstrisinde ki bahsedilen ihtiyaçlara binaen tasarlanan sistem temel olarak 2 bölümden oluşmaktadır.

- Alıcı verilerinin iletimi
- Madenci konumlarının iletimi

Her iki bölüm de aynı ağ altyapısını kullanarak veri toplamaktadır. Ağ yapısı şekil 1'deki gibidir.

Alıcı verilerinin iletimi : Maden ortamının sıcaklık, nem ve gaz oranları gibi alıcılar aracılığıyla okunabilen ölçüm değerlerinin iletilmesi işlemidir. Şekilden de görüldüğü gibi uç cihaz adını verdiğimiz ağın en uç noktasında çalışan cihazlar bulunmaktadır. Bu cihazlar kendisine bağlı bulunan alıcılar vasıtasıyla bulunduğu ortamdaki verileri belli aralıklarla okumaktadırlar. Daha sonra toplamış oldukları bu verileri bağlı buldukları bir üst ağ cihazına belirli bir protokolle iletmektedirler. Bu protokol ilerleyen bölümde irdelenecektir. Veri gönderdikleri bir üst ağ cihazı uç ağ cihazı veya ara ağ cihazı ismini verdiğimiz cihazlardan herhangi biri olabilir. Veriyi almış olan cihaz da kendisinin bir üstü olan ağ elemanına kendisinde toplanmış olan tüm veriyi iletir. Bu hiyerarşik yapı bu şekilde devam eder ve iletim ağının en sonunda bilgisayara bağlı olan ana alıcı cihazda tüm veri toplanmış olur.



Şekil 1. Madenci İzleme Sisteminin Çalışma Prensibi

Madenci konumunun iletimi : İkinci olarak ise madenci üzerine yerleştirilen bir verici sayesinde en uçta bulunan ağ cihazlarına madenci konumu alıcılarda anlatılmış olan hiyerarşik ağ yapısı sayesinde aktarılmış olur.

Yapıldığı düşünülen ağ mekanizmasında iletim ağı teknolojisi olarak ise ZigBee, RF, wireless ya da doğrudan kablolu ağ kullanılabilir. Bu teknolojilerden en uygun olanı düşük pil tüketimi ve olay temelli çalışma yapısı sebebiyle ZigBee'dir (Karaoğlu, 2014).

Bu makalenin ana konusu merkeze iletilmiş olan verilerin analiz edilmesi, gösterilmesi ve kullanıcıya sunulması işlemleridir. Ağ elemanları, verilerin iletimi işlemleri makalenin kapsamı dışındadır.

Operatöre donanım elemanları tarafından ulaştırılan veriler üzerinden bir web uygulaması yapılmıştır. Yapılan uygulamada madenler için harita modellemesi, anlık madenci ve alıcı verilerinin görüntülenmesi işlemleri yapılabilmektedir.

## 5. UYGULAMA

Geliştirilmiş olan uygulama temel olarak 3 parçadan oluşmaktadır. Bunlardan birincisi maden haritasının çizilmesi, ikincisi çizilen harita üzerinden madenci konumlarının izlenmesi, üçüncüsü ise alıcılardan gelen verilerin izlenmesidir.

Uygulama Asp.Net MVC teknolojisi kullanılarak herhangi bir tarayıcı üzerinden kullanılabilir şekilde geliştirilmiştir. Yani bir web uygulamasıdır.

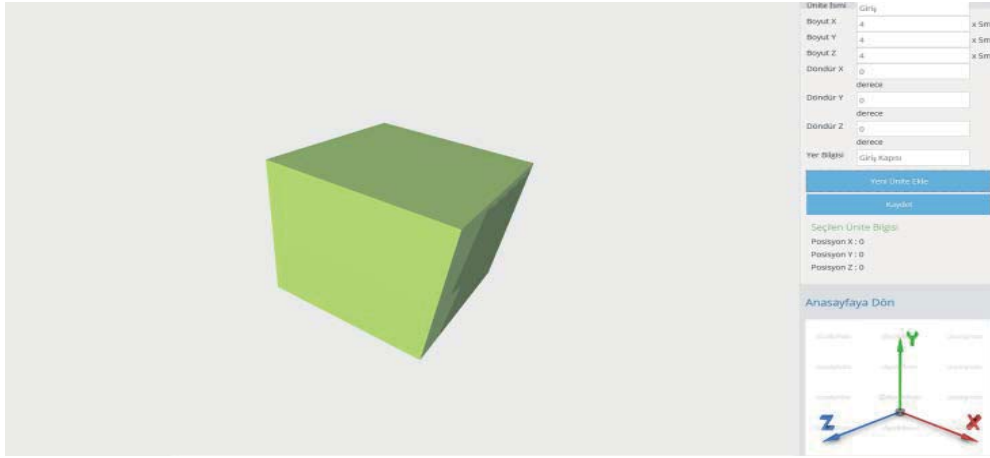
Öncelikle uygulamada donanım elemanları bulunmadığı için donanım elemanlarından gelmesi gereken veriler yazılım tarafından sanal bir verici vasıtasıyla oluşturulmuştur. Donanımın yerini alan yazılım 5 saniye aralıklarla rasgele olan madenci konum ve alıcı verileri göndermektedir.

Bu verilerin tamamı sistemde kurulu (MsSql) veri tabanına kaydedilmektedir. Veri tabanına kaydedilen veriler uygulama ara yüzünden görüntülenip analiz edilebilmektedir. Uygulama üzerinde hem alıcı hem de madenci konumları için çok detaylı şekilde sorgulama işlemi yapılabilmektedir. Madenciler isme, bulunduğu konuma ve tarih aralığına göre, alıcılar ise tarih, sıcaklık, nem ve gaz değer aralıklarına göre sorgulanabilmektedirler. Bunların haricinde uygulama üzerinden madenciler için ekleme, silme ve güncelleme işlemleri yapılabilmektedir. Uç cihazlar için ise bu ekleme, silme ve güncelleme işlemi oluşturulmuş olan harita üzerinden yapılmaktadır.

Her maden için haritanın değişeceği muhakkaktır. Dolayısıyla her bir maden için ayrı ayrı harita çizilmesi gerekmektedir. İş yükünü aza indirmek ve kullanım kolaylığını arttırmak için haritanın kullanıcı tarafından oluşturulması, çizilmesi çok daha uygundur. İşte bu ihtiyaçtan dolayı harita oluşturma işlemi uygulama içerisinde dinamik olarak yapılabilecektir. Bu makalenin konusu olan uygulama bilgisayar bilgisi çok az olan bir kullanıcının dahi harita oluşturabileceği şekilde tasarlanmıştır.

## 5.1 Harita Oluşturulması

Uygulama üzerinde haritalar neredeyse sürükle bırak mantığında çizilebilmektedir. Şekil 2’de bir cihazın harita üzerinde kapsadığı alanla eklenmesi gösterilmektedir.



Şekil 2. Madenci İzleme Sistemi Alıcı Hücresi Eklenmesi.

Öncelikle belirtilmesi gereken husus harita üzerinde ki her bir hücrenin bir uç cihaza karşılık geldiğidir. Yani harita üzerinden yeni bir hücre eklediğimiz zaman maden içerisinde de o hücre ile senkron çalışacak bir cihazı ekleme zorunluluğu vardır. Bunun tersi yapılan işlemde zorunludur. Yani yeni bir cihaz eklendiği zamanda harita üzerinden o cihaza senkron bir hücre eklemek gerekmektedir. Kullanımın kolaylığı açısından hücre ve cihaz isimleri aynı olmalıdır. Hücreler uygulama üzerinden Şekil 2’de görüldüğü gibi üç boyutlu olarak eklenmektedir. Bu üç boyutlu işlemleri sağlamak amacıyla bir web teknolojisi olan WebGL’in bir alt kütüphanesi olan Three.js kullanılmıştır.

Bu teknoloji sayesinde uygulamada üzerinden haritaya hücre ekleme ve silme işlemleri rahatlıkla yapılabilir. Harita üzerine eklenen her bir hücrenin bir cihaza karşılık geldiğini daha önce belirtmiştik.

Hücre ekleme işlemi sırasında eklenecek hücrenin boyutları x, y, z koordinatlarına göre belirlenir. Örneğin x koordinatında boyutu 10 metre, y koordinatında boyutu 3 metre olduğu düşünülen bir hücre Şekil 2’de ki görüntünün sağında ki sekmelerden x için 10 ve y için 3 girerek gerekli ekleme işlemi yapılabilir. Burada ki boyutlar dinamik olup istenilen oranda verilebilir. Aynı zamanda eklenecek hücrelere haritaya göre istenilen açılarda döndürme işlemi de uygulanabilir. Bu döndürme işlemi gene Şekil 2’de ki ekranın sağ tarafında görünen döndürme açısı kutucukları vasıtasıyla yapılabilir.

Bunların yanında çizim işlemi kolaylaştırmak için fare hareketleriyle kameranın açısıyla oynanarak ekran döndürülebilir ve fare tekerleği kullanılarak büyütme işlemi yapılabilir.

Bu şekilde cihaz-hücreler eklenerek her kullanıcı rahat bir şekilde kendi maden haritasını çizebilir. Yani her maden için bir uzman eşliğinde bir çizim yapılmasına ya da ekstradan bir iş gücüne ihtiyaç yoktur.

## 5.2. Cihazlardan Gelen Madenci Konumlarının ve Alıcı Verilerinin Görüntülenmesi

Var olan, yani bir önceki başlıkta anlatıldığı gibi maden haritası çizildikten sonra madencilerin konumu çizilmiş olan bu harita üzerinden izlenebilmektedir. Madencilerin konumu üç boyutlu olarak görüntülenmektedir ve şu şekilde çalışmaktadır. Öncelikle uç cihazlar kendisine sinyal gönderen madenci cihazlarından aldıkları verileri ağ sistemi sayesinde bilgisayara ulaştırır. Veri iletimi belli bir protokol vasıtasıyla yapılır. Bu protokol Tablo 1’de ki gibidir.

**Tablo 1.** Madenci Konum Bilgileri İletim Protokolü.

	Veri Formatı	Madenci Bilgisi
Paket türü	9	1
Uç cihaz no	A99	E15
Madenci no	99999	34567
Üst cihaz no	A99	E14
Paketlenmiş veri	9A999999A99	1E1534567E14

Tablo 1’ de görüldüğü gibi madenci konum bilgisinde toplam 12 byte’den oluşan bir byte dizisi bulunmaktadır. Bilgisayara ulaşan 12 byte’lık veriyi alan uygulamanın öncelikle bu veriyi çözümlemesi gerekmektedir. Çözümleme işlemi için ilk başta gelen verinin ilk byte’ına bakılır. İlk byte yani paket türü 1 olduğu için gelen paketin 12 byte’dan oluştuğu ve madenci konum bilgilerini içerdiğini anlaşılmaktadır. Daha sonra paketin içinde 2. byte, 3. byte ve 4. byte’tan oluşan toplam 3 byte’lık diziyeye bakılarak madenci konum bilgisi tespit edilir. Bu konum bilgisi verisi önce de anlatılan maden haritası çizilmesi işleminde maden hücresi-cihazı eklenirken kullanılan verinin aynıdır. Yani veri hangi hücreden-cihazdan geliyorsa o bilgiyi içerir. Paketteki sonraki 5 byte madencinin numarasını, en sonda bulunan 3 byte ise verinin hangi yolla geldiği yani bir üst cihaz numarasının ne olduğu bilgisini ulaştırır. Veri dizisi içerisinde madenci numarası alınarak harita üzerinde uç cihazla daha önceden ilişkilendirilmiş olan hücrede madencinin görüntülenmesi sağlanır. Harita üzerinde ki madenciler Şekil 3’teki gibi birer pembe nokta olarak görüntülenmektedir. Noktanın üzerine tıklandığında madencinin detaylı bilgileri ekranın sağ tarafında görüntülenebilmektedir. Bu bilgiler madencinin kimlik bilgileri ve bulunduğu noktanın tam koordinat bilgilerinden oluşmaktadır. Bunların yanında harita üzerinde daha etkin görüntüleme işlemi yapılabilmesi için fare kullanılarak ekranda döndürme işlemleri veya büyütme işlemleri yapılabilir.

**Şekil 3.** Uygulamanın 500 Madenci İçin Anlık Görüntüsü.

Harita üzerinde ki herhangi bir hücreye tıklandığı zaman da hücrenin detaylı verisine de ulaşılabilir. Hücrenin detaylı bilgisi aynı madenci özellikleri gibi haritanın sağ tarafında görüntülenir. Bu bilgiler hücrenin boyutları, başlangıç koordinatları, döndürülme açısı ve varsa hücre için yapılan açıklamadan oluşur.

Cihazlardan gelen alıcı verilerinin kaydedilmesi ve izlenmesi için ise Tablo 2’de ki protokol kullanılmıştır.

**Tablo 2.** Madenci Alıcı Bilgileri İletim Protokolü.

	Veri Formatı	Alıcı Bilgisi
Paket türü	9	2
Uç cihaz no	A99	E15
1. Alıcı	A99	C36
2. Alıcı	A99	N54
3. Alıcı	A99	M28
4. Alıcı	A99	T38
5. Alıcı	A99	H43
6. Alıcı	A99	L47
Paketlenmiş veri	9A99A99A99A99A99A99A99A99 = 25 Byte	2E15C36N54M28T38H43L47E14

Bilgisayara ulaşan bu verinin ilk başta ilk byte'ına bakılarak gene çözümleme işlemi yapılır ve alıcı bilgisi mi yoksa madenci konum bilgisi mi olduğu tespit edilir.

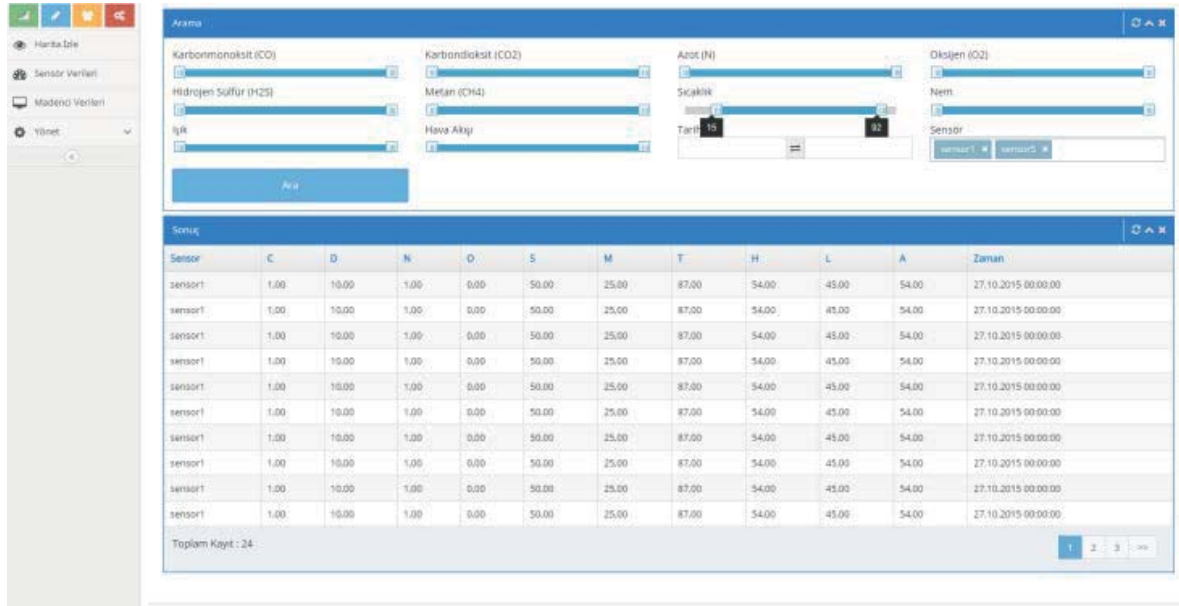
Tablo 2'den de görüldüğü gibi alıcı paketi için paket türü 2'dir. İlk byte'ı 2 olan verinin alıcı bilgilerinden oluştuğu anlaşılır ve ona göre işlem yapılmaya başlanır. Paketten görüldüğü üzere paket boyutunu büyütmemek için bir uç cihaza en fazla 6 alıcı bağlanabileceği varsayılmıştır. Yapılan araştırmalar her maden türü için altı adet alıcının yeterli olduğunu göstermiştir. Burada alıcı verileri tek bir paket içerisinde birden fazla alıcı verisinin olduğu bir paket şeklinde düzenlenmiştir ve her alıcı verisi 3 byte'lık veri dizisinden oluşmaktadır. Bu 3 byte'lık alıcı dizisi de ayrıştırılır ve alıcı tipi ve alıcı verisi öğrenilir. Burada bu 3 byte'lık dizi içerisinde ki ilk byte alıcı tipine, diğer 2 byte ise alıcının gönderdiği veri için ayrılmıştır. Daha sonra bu ayrıştırılan veriler veri tabanında alıcı türüne göre ilgili alanlara kaydedilir. Kaydedilmiş olan alıcı verileri üzerinde arama ve görüntüleme ekran ara yüzü vasıtasıyla yapılabilir.

**Tablo 3.** Alıcı Paketi Alıcı Türleri.

	Alıcı Türü	Alıcı Değer Aralığı
CO	C	99
CO2	D	99
N2 veya N	N	99
O2	O	99
H2S	S	99
CH4-Metan	M	99
Sıcaklık	T	99
Nem	H	99
Işık	L	99

Tablo 3'ten de görüldüğü gibi alıcı türü bilgisi için gelmiş olan her bir kodun bir değeri bulunmaktadır. Mesela 1. alıcı değerinin C45 olduğu düşünülürse gelen verinin karbonmonoksitten oluştuğu ve yüzde 45'lik bir değere ulaştığı anlatılmak istenmektedir. Alıcılardan gelen verilerden sıcaklık hariç hepsi yüzdeler değeri olarak alınmıştır.

Uygulama üzerinden tüm alıcı verileri için arama sorgulama yapılabilir. Şekil 4'te arama yapılabilen ekran görülmektedir. Bu ekran üzerinden belirlenen tarih aralığında ve alıcı verileri için belirlenen kriterlere göre geçmişe dönük arama yapılabilir.



Şekil 4. Uygulamanın Alıcılar İçin Sorgulama Ekranı.

## 6. SONUÇ

Bu makale maden izleme sistemlerinde, madenci konum bilgisinin görüntülenmesindeki eksiklik göz önünde bulundurularak hazırlanmıştır. Bunun için bir sistem tasarlanmış ve tasarlanan sistemin yazılım uygulaması yapılmıştır. Sistemin uygulaması yapılırken donanım elemanları kullanılmamış, donanım elemanlarından elde edilmesi gerekli olan veriler yazılım vasıtasıyla sanal olarak oluşturulmuştur. Sistem kullanıcının zorlanmadan üç boyutlu harita çizebildiği ve çizdiği bu harita üzerinden madenci konumlarını izleyebildiği bir ara yüze sahiptir. Sistem bir web uygulaması olduğu için tüm dünyaya açılabilir. Bunun yanında izleme yapacak kullanıcıların bilgisayarlarına ekstradan bir yazılım kurmasını da gerektirmez.

Uygulama üzerinde alıcılar vasıtasıyla madenden toplanan bilgiler kayıt altına alınmış ve bu veriler üzerinden sorgulama işlemlerinin yapılabileceği bir ara yüz tasarlanmıştır. Madenci konumlarının geçmişe ait sorgulamaları da gene alıcı verilerinin arama sorgulama işlemlerinde kullanıldığı gibi gelişmiş bir ara yüz vasıtasıyla yapılabilmektedir.

Bunlara ek olarak makalenin konusu olan yazılım uygulaması sadece madenler için değil; haritasını kullanıcıların çizmesini isteyebileceğiniz her türlü izleme sistemi için kullanılabilir.

## 5. KAYNAKLAR

Aguliar, J. M. (2014). SignalR Programming in Microsoft ASP.NET. USA, Microsoft, <https://ptgmedia.pearsoncmg.com/images/9780735683884/samplepages/9780735683884.pdf>

Dirksen, J. (2014). Three.js Essentials. UK, Packt Publishing, <http://download.smkn4padalarang.sch.id/Ebook/webdev/Three.js%20Essentials.pdf>

Efe, U. (2013). Maden İşletmelerinin Planlanmasında Üç Boyutlu Modelleme (3D) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Uygulamaları. Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Galloway, J., Wilson, B., Allen, K. S., & Matson D. (2014). Professional ASP.NET MVC 5. Canada, John Wiley & Sons, Inc., <http://www.cs.unsyiah.ac.id/~frdaus/PenelusuranInformasi/File-Pdf/Professional%20ASP.NET%20MVC%205.pdf>

İphar, M (2010). İhmale gelmeyen gerçek: Grizu, Madencilik Türkiye, No. 6, sf. 26-32

Karaoğlu, O. (2014). Maden Ocaklarında Zigbee Tabanlı Veri Haberleşme Uygulaması ve Sonuçlarının Bilgisayar Ortamında İşlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Karabük Üniversitesi, Karabük.



Kocal, F., & Özçelik, Y. (2002). Kömür Madenciliğinde Uzaktan İzleme ve Kontrol Sistemleri ve Kozlu (TTK-Zonguldak) Müessesesindeki Uygulamalar, Türkiye 13 Kontur Kongresi Bildiriler Kitabı, 29-31 Mayıs 2002, sf.357-370

Mallı, T., Kun, M., & Köse, H. (2014). Yeraltı Kömür İşletmelerinde Gaz İzleme ve Erken Uyarı Sistem Teknolojisinin İş Kazalarının Önlenmesindeki Önemi , DEÜ Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt: 16 No: 1 Sayı: 46 sh. 59-67

Matsuda, K. & Lea, R. (2013). WebGL Programming Guide. USA, Pearson Education, <http://ptgmedia.pearsoncmg.com/images/9780321902924/samplepages/0321902920.pdf>

Sharp, J. (2015). Step by step Microsoft Visual Studio 2013. USA, Microsoft, <https://ptgmedia.pearsoncmg.com/images/9780735681835/samplepages/9780735681835.pdf>

Tanır, F. (2009). Madenlerde İş Sağlığı ve Güvenliğine Bakış, TMMOB Maden Mühendisleri Odası, Maden İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Sempozyumu, Adana, sf. 7-8.

Yılmaz, H. (2013). Maden İşyerlerinde Meydana Gelen İş Kazalarından Dolayı İşverenin Hukuki ve Cezai Sorumluluğu, TMMOB Maden Mühendisleri Odası Maden İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Sempozyumu, Adana, sf. 1-36.