

KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

MADEN OCAKLARINDA MADENCİLER İÇİN YER TESPİTİ  
UYGULAMASI

Halil İbrahim LÜY

ŞUBAT 2016

**Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalında** Halil İbrahim LÜY tarafından hazırlanan MADEN OCAKLARINDA MADENCİLER İÇİN YER TESPİTİ UYGULAMASI adlı Yüksek Lisans Tezinin Anabilim Dalı standartlarına uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Erdem Kamil YILDIRIM  
Anabilim Dalı Başkanı

Bu tezi okuduğumu ve tezin Yüksek Lisans Tezi olarak bütün gereklilikleri yerine getirdiğini onaylarım.

Yrd. Doç. Dr. Atilla ERGÜZEN  
Danışman

Jüri Üyeleri

Başkan : Yrd. Doç. Dr. Halil Murat ÜNVER \_\_\_\_\_  
Üye (Danışman) : Yrd. Doç. Dr. Atilla ERGÜZEN \_\_\_\_\_  
Üye : Yrd. Doç. Dr. A. Erdal TÜMER \_\_\_\_\_

25/02/2016

Bu tez ile Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onaylamıştır.

Prof. Dr. Mustafa YİĞİTOĞLU  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## ÖZET

### MADEN OCAKLARINDA MADENCİLER İÇİN YER TESPİTİ UYGULAMASI

LÜY, Halil İbrahim

Kırıkkale Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans tezi

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Atilla ERGÜZEN

Şubat 2016, 56 sayfa

Madencilik ilk çağlardan itibaren insanlığın hammadde ihtiyacını karşılayan en önemli iş kollarından birisi olmuştur. Günümüzde de madenciliği gelişmiş olan ülkelerin refah düzeylerinin daha iyi olduğu görülmektedir. Madencilik çok önemli bir iş kolu olmasına rağmen, madencilik işinin yer altında yapılmasından dolayı diğer sektörlere göre güvenlik riski daha yüksektir. Teknolojinin gelişmesiyle madencilik sektöründe güvenlik risklerini en aza indirmek için çeşitli sistemler geliştirilmiştir. Bu sistemleri, maden içerisinde çeşitli gaz ölçümleri yaparak merkezi bir sisteme ulaştıran ağ sistemleri ve oluşabilecek muhtemel bir kaza sonrasında madenciler üzerine takılan vericiler sayesinde madencilerin konumunu tespit ederek madencilere en hızlı şekilde ulaşma imkânı veren ağ sistemi olarak ikiye ayırabiliriz. Bu çalışmada bu sistemlerin donanım yapısıyla ilgilenilmemiş sadece yazılım yapıları üzerinde durulmuştur.

Günümüzde her iki sistem içinde çeşitli yazılımlar geliştirilmiştir. Yalnız geliştirilen bu yazılımların kullanımı zor olup nerdeyse bir uzmanlık istemektedir. Aynı zamanda teknolojinin yüksek oranda gelişmesine rağmen maden güvenlik yazılımları bu gelişmenin gerisinde kalmıştır. Yapılan literatür araştırması sonucu mevcut maden güvenlik yazılımlarının hiç birisinde üç boyutlu bir madenci takip sistemi bulunmamaktadır. Bu çalışma bu eksikliği gidermek piyasada ki maden güvenlik yazılımlarının özelliklerine ek olarak, kullanıcıların kolaylıkla üç boyutlu maden

haritaları çizebildiği ve değişen maden boyutlarına göre maden ocağını güncelleyebildiği bir sistem olarak tasarlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler :** Görüntüleme, maden izleme, maden güvenliği, maden sistemi,  
3 boyutlu harita çizimi



## ABSTRACT

### A TOOL FOR REAL-TIME LOCATION DETECTION SYSTEM FOR THE MINERS

LÜY, Halil İbrahim

Kırıkkale University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Computer Engineering, M.Sc. Thesis

Supervisor:Asst. Prof. Dr. Atilla ERGÜZEN

February 2016, 56 pages

Mining is one of the working areas for supplying raw materials for the human use. It is seen that the countries with high level mining activities have also high level of welfare. Mining is a very important working area, however, it has a higher security risk comparing to other areas because it is underground. With the recent technological developments there are various systems to lower the security risks. We can separate these systems into two groups, one is for the network systems that make some gas measurements inside the mine and deliver the values into a central system and one is for the network systems that deliver the location information of the miners to make it possible to reach them fast at the time of a possible accident via transmitters attached to each of them. In this study, only the software design was considered, the hardware part is totally out of the scope.

Recently there are software programs for both systems. However, they are not easy to use that they need some expertise. At the same time mine security programs are behind the technology due to recent fast developments. The literature review results show that none of the mine security software programs support 3D design. In this study, it is targeted to fill this gap by designing a system so that the users can draw 3D maps easily and also can update the drawings due to changing dimensions of the mine.

**Key Words :** Monitoring, mine tracking, mine safety, mine system, creating 3D map



## TEŞEKKÜR

Tez alıŐmalarım esnasında destek ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen, çok değerli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Atilla ERGÜZEN'e teşekkür ederim.



# İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

<b>ÖZET</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	iii
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	v
<b>İÇİNDEKİLER DİZİNİ</b> .....	vi
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	ix
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b> .....	x
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
<b>2. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	3
2.1. Madencilik.....	3
2.2. Madencilikte İş Güvenliği.....	5
2.3. Madencilikte Teknoloji.....	7
2.4. Madencilikte Yaygın Olarak Kullanılan Yazılımlar.....	9
2.4.1. Surpac.....	9
2.4.2. Netpro Mine.....	9
2.4.3. Microstation.....	9
2.4.4. Vulcan.....	10
2.5. Görüntülü Maden İzleme ve Güvenlik Yazılımları.....	10
2.5.1. MineBoss.....	11
2.5.2. Nlt Personnel Asset Tracking.....	11
2.6. İzleme Sistemlerinde Kullanılabilecek Teknolojiler.....	12
2.6.1. GPS (Global Position System).....	12
2.6.2. ZigBee.....	13
2.6.3. RFID (Radio Frequency Identification).....	14
2.6.4. Wi-Fi (Wireless Fidelity).....	16
2.6.4.1. IEEE 802.11a Standardı.....	16
2.6.4.2. IEEE 802.11b Standardı.....	17
2.6.4.3. IEEE 802.11g Standardı.....	17
2.6.4.4. IEEE 802.11n Standardı.....	17
2.6.5. Bluetooth.....	18



2.7. Yazılım Teknolojileri .....	18
2.7.1. Nesneye Yönelik Programlama .....	18
2.7.1.1. Soyutlama.....	19
2.7.1.2. Sarmalama.....	19
2.7.1.3. Kalıtım .....	19
2.7.1.4. Çok Biçimlilik.....	20
2.7.2. C# Programlama Dili .....	20
2.7.3. HTML5 .....	21
2.7.4. ASP.NET .....	24
2.7.5. ASP.NET MVC .....	24
2.7.6. MSSQL .....	27
2.7.7. WebGL.....	28
2.7.7.1. Render .....	30
2.7.7.2. Animasyon .....	31
2.7.7.3. FPS (Frame Per Second) .....	31
2.7.7.4. Canvas.....	31
2.7.7.5. FOV (Field Of View).....	31
2.7.7.6. Vertex.....	32
2.7.7.7. Shader.....	32
2.7.7.8. Material .....	32
2.7.7.9. Mesh.....	33
2.7.8. JavaScript.....	33
2.7.9. Three.js .....	34
2.7.10. SignalR.....	34
2.7.11. ORM ve Entity Framework .....	35
<b>3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA .....</b>	<b>37</b>
3.1. Sistemin Çalışma Şekli.....	38
3.1.1. Sensör Verilerini İletimi .....	38
3.1.2. Madenci Konumunun İletimi.....	39
3.2. Uygulama .....	39
3.2.1. Harita Oluşturulması.....	42
3.2.2. Madenci Konumlarının Görüntülenmesi .....	44
<b>4. SONUÇ .....</b>	<b>48</b>



## ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>ŞEKİL</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. 2008 yılı madencilik yatırımlarının parasal dağılımı .....	4
2.2. ASP.NET yaşam döngüsü .....	24
2.3. ASP.NET MVC yaşam döngüsü .....	26
2.4. Tarayıcıların WebGL desteği .....	30
2.5. SignalR çalışma şekli .....	35
3.1. Madenci izleme sisteminin çalışma prensibi .....	38
3.2. Madenci izleme sistemi veri tabanı yapısı .....	40
3.3. Madenci izleme sistemi detaylı madenci sorgulama ekranı .....	41
3.4. Madenci izleme sistemi detaylı sensör verileri sorgulama ekranı .....	41
3.5. Madenci izleme sistemi madenci ekleme ekranı .....	42
3.6. Madenci izleme sistemi harita oluşturma ekranı .....	43
3.7. Harita oluşturma ekranı çok sayıda hücre eklenmiş hali .....	44
3.8. Madenci izleme sistemi 500 madencinin anlık görüntüsü .....	45

## ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>ÇİZELGE</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. RFID sistemlerde farklı etiketlerin karşılaştırılması.....	15
2.2. Veri tabanı yönetim sistemlerin tarihi.....	27
3.1. Madenci konumu gönderimi protokolü.....	45
3.2. Sensör gönderimi protokolü.....	46



## 1. GİRİŞ

Maden, yer kabuğunda doğal etkenlerle oluşan ve doğal vaziyette yer alan ekonomik yönden değer taşıyan minerallere verilen genel addır. Bir mineralin cevher değeri taşınması için piyasa şartlarına göre belirlenen tenor değerine sahip olması gerekir [1].

Madencilik ise maden rezervlerinin bulunup çıkarılması ve işletilmesi işlemlerinin tümüne verilen addır. Madencilik amacını, ekonomi için gerekli olan hammaddenin sağlanmasıdır [2].

Madencilik enerji ve hammadde ihtiyacını karşılaması nedeniyle Dünya’da madencilik son derece önemli bir iş koludur. Dünyada madencilik sektöründe yaklaşık 30 milyon insanın çalıştığı tahmin edilmektedir. Bu 30 milyon maden çalışanının yaklaşık 10 milyonunun ise kömür madenlerinde çalıştığı düşünülmektedir. Madencilik işi fiziki koşulların zorluğunun yanında, yeraltında devamlı derinleşen maden yapısından dolayı doğayla mücadeleyi de gerektiren önemli iş koludur [3].

Madencilik, iş koşullarının zor olmasından dolayı kaza ve ölüm olaylarının en fazla olduğu sektördür. Dünyada, çalışan nüfusun %1’i maden ocaklarında çalışmasına rağmen önemli kazaların %8’i madenlerde olmaktadır. Türkiye ise madenlerde oluşan iş kazaları açısından Avrupa’da ilk, dünyada ise üçüncü sıradadır [3].

Türkiye’de 2007-2013 yılları arasında sektörler bazında meydana gelen iş kazası oranlarına bakıldığında, maden sektöründe ki iş kazaları %10’luk paya sahip olup başı çekmektedir. Kaza riski oranı yüksek olduğu gibi, ölümlü kaza oranında da en önde yer almaktadır. Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO)’nün verdiği bilgilere göre 2002-2012 yılları arasında Türkiye’de 1041 ölümlü iş kazası meydana gelmiştir. Bu sebeplerden dolayı 26 Aralık 2012 tarihli 28509 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanan “İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği” ne göre kömür madenleri işletmeciliği çok tehlikeli iş yeri sınıfı kategorisine girmektedir [4].

Madencilik alanında yüksek oranda ki teknolojik gelişmeye rağmen iş kazalarının tamamen önlenmesi mümkün gözükmemektedir. Fakat teknoloji kullanımıyla birlikte maden kazalarının kısmen önlenmesi ve kaza sonrası oluşacak olan can kaybını en aza indirmek mümkündür [3].

Bu çalışmada madenlerde oluşan kazaları önleyebilecek ve kaza oluştuktan sonra ölüm riskini en aza indirebilecek bir sistem üzerine uygulama hazırlanmıştır. Tezin ikinci bölümünde madencilik, madenlerde iş güvenliği, madenlerde kullanılan teknolojiler, madencilikte kullanılan yazılımlar incelenmiş, bazı yazılım dilleri ve teknolojileri hakkında bilgiler verilmiştir. Üçüncü bölümde piyasanın ihtiyacı göz önünde bulundurularak bir sistem çalışması yapılmış ve uygulaması geliştirilmiştir. Dördüncü ve son bölümde iste yapılan uygulamanın sonuçları üzerinde durulmuştur.

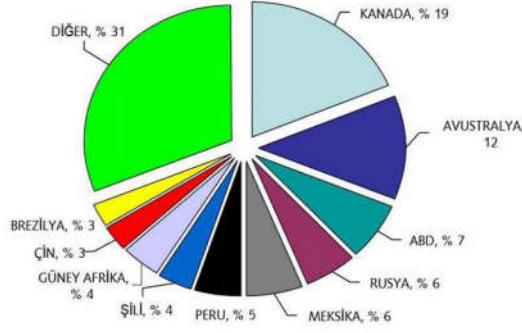
## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Madencilik

Madenciliğin özelliklerini şu şekilde sıralayabiliriz.

- Madencilik riskli bir iş koludur.
- Madencilik yatırımlarının geri dönüşü uzundur.
- Madenin çıkarıldığı yerde işlenmesi gerekmektedir.
- Madenciliğin çevreye verdiği etki önlenemez veya kontrol altına alınabilir.
- Madencilik işi genelde şehir merkezlerine uzak yerlerde yapıldığı için göçü önemli ölçüde önler.
- Madencilik faaliyetinin yapıldığı alanlarda kalkınmaya önemli katkısı vardır.
- Devletlerin kalkınması için madenlerin işletilmesi zorunludur.
- Krizler en çok madenleri etkilemektedir.
- Madencilik işine kısada olsa ara verme imkânı yoktur [5].

Madencilik, tarımdan sonra toplumların hammadde ihtiyacını karşılayan en önemli üretim alanıdır. Diğer sektörlerle göre daha yüksek katma değere sahiptir. Bundan dolayı tarih boyunca her zaman gelişmiş ülkelerin refah seviyelerini arttırmada ve korumada en önemli etkenlerden birisi olmuştur. Madencilik sektörünün ekonomiye yaptığı doğrudan katkılar ve kendisiyle bağlantılı sektörlerle yaptığı katkılar sayesinde özel bir öneme sahiptir [6].



**Şekil 2.1.** 2008 yılı madencilik yatırımlarının parasal dağılımı

Şekil 2.1. de görüldüğü gibi dünya da maden endüstrisine en fazla yatırım yapan ülke Kanada'dır. Daha sonra Avustralya ve ABD gelmektedir. Bu ülkelerin gelişmişlik düzeyleri göz önünde bulundurulduğunda madenciliğin gelişmişliğe katkısını bir kez daha anlayabiliriz [5].

Dünya ekonomisinin lokomotifi olan ABD maden rezervlerinin büyük bir bölümünü barındırdığı gibi madenlerin üretilmesinde de dünyada ilk sırada yer almaktadır. Örneğin madenciliğin 2009 yılında ABD ekonomisine katkısı 27,6 milyar doları bulmaktadır [6]. Bunların yanında 2007 yılı verilerine göre ABD'de kişi başına yılda 21 ton ve AB'de 16 ton maden tüketilmektedir. Türkiye ise yılda 5 ton maden tüketerek bu devletlerin gerisinde kalmaktadır. Madencilik 2006 yılı itibariyle ABD'de %4,2, Kanada'da %7,5, Avustralya'da %8,7 iken, Türkiye'de %1,44 düzeyinde Gayri safi milli hasıladan pay almaktadır. Türkiye'nin istenen gelişmişlik düzeyine ulaşabilmesi için şu anda üretmiş olduğu maden miktarını bir kaç katına çıkarması gerekmektedir [7,8].

Türkiye maden çeşitliliği bakımından dünyada önde gelen ülkelerinden birisidir. Yalnız rezerv açısından ve maden yataklarının kısalığı açısından maden potansiyeli bazı madenler dışında çok yüksek değildir. Dünyada ticari değeri olan 90 madenden sadece 13 tanesi Türkiye'de bulunmamaktadır. Geri kalan 77 madenden, 50 maden açısından ülkemiz zengin ya da çok zengin, 27 maden için ise yetersiz kaynaklara



sahiptir. Fakat cevher kalitesi açısından bu madenlerin birçoğunun çıkarılması günümüz için ekonomik değildir [6].

Ülkemiz de en çok bulunan maden dünya rezervlerinin %72'sine sahip olunmasıyla bor madeni olarak gösterilebilir. Bunların yanında dolomit ve krom madenleri de ülkemizde fazla miktarda bulunmaktadır. Türkiye madenlerden 2007 itibariyle 491,5 milyon dolarlık ihracat geliri sağlamıştır. Bu ihracat gelirinin 380 milyon doları sadece bor madenlerinden elde edilmiştir [9].

## 2.2. Madencilikte İş Güvenliği

Madencilik zorlukları sebebiyle madencilerin karşılaştığı sağlık ve güvenlik risklerini aşağıdaki gibi sıralayabiliriz.

- Maden patlamaları,
- Maden yangınları,
- Maden tavanı, arını ve kenarlarının çökmesi,
- Solunabilen kötü kimyasalların yol açtığı sağlık sorunları,
- Gürültü nedeniyle oluşan işitme kayıpları,
- Madencinin makineler arasında veya kapalı alanlarda maden cevherinin altında kalarak ezilmesi,
- Şok, yanma ve elektrik çarpması,
- Kömür kesmesi sırasında oluşabilecek metan gazı tutuşması,
- Tehlikeli gaz, su ve akıcı diğer malzeme basmaları,
- Patlayıcıların kontrolsüz ateşlenmesi,
- Madenlerde kullanılan zararlı kimyasallara maruz kalma [10].

Bu kaza senaryolarından ötürü madenlerde işçilerin güvenliğini sağlamak şarttır. Bu güvenlik gereksinimleri madencinin kişisel koruyucu takıma sahip olmasıyla fiziksel olarak kısmen sağlanabilir. Bu takımlar genelde iş elbiseleri, baretler, koruyucu gözlükler, eldivenler şeklinde olabilir [10].

Madencilikte oluşan kazalar incelendiğinde genel olarak aşağıdaki ortak noktalara rastlanmıştır.

- Metan gazından kaynaklanan kazaların nerdeyse tümünde çok sayıda kişi ölmüştür veya yaralanmıştır.
- Metan gazından kaynaklı kazalar çok riskli olarak görülen bölgelerden meydana gelmiştir.
- Dinamit atıldıktan sonra genelde kaza meydana gelmiştir.
- Kullanılan teizatlar ateşe dayanıklı veya sızdırmaz olmayıp, aksi tipte olan cihazlar yani ateşe dayanıklı veya ateş sızdırmaz cihazlarda bozulduğunda düzenli şekilde kontrolleri yapılmamıştır.
- Madenlerde havalandırma sistemleri nerdeyse yok denecek kadar azdır. Havalandırması önem taşıyan yerlerde de genelde tıkanıklar oluşmuştur.
- Maden içerisinde gaz ölçümleri doğru ve düzenli olarak yapılmamaktadır. Yapılsa dahi bu ölçümlerin herhangi bir kaydı yoktur.
- Maden izleme sistemlerinde kullanılabilcek algılayıcı cihazlar genelde yetersizdir.
- Mevzuattan kaynaklı olarak, maden içerisinde çalışan sayısına göre iş güvenliği uzmanı veya doktor yoktur.
- Madenlerde kendi iç denetim mekanizması yoktur.
- Maden işçileri yeterli kadar tecrübeli, eğitimi değildirler.
- Maden işçileri kendi güvenlikleri için yeterli donanıma sahip değildir [11].

Maden güvenliğini daimi hale getirebilmek ve söz konusu sakıncaları en aza indirebilmek için dünyada madencilik işleri yasal olarak düzenlenmiştir. Bu yasal düzenlemeler çeşitli kanun, tüzük, yönetmelik ve standart şeklinde olmuştur. Bu yasalar vasıtasıyla madencilik sektöründe ki kazalar azaltılmaya çalışılmıştır. Ama madencilik işinin doğası gereği oluşan kazaları sıfıra indirmek pek mümkün gözükmemektedir. Yine de madenlerde meydana gelen kazalarda dünyada ilk sırada yer almamız maden güvenliğinde teknolojik imknların daha fazla kullanılması için yeni yasal düzenlemeler yapılmasını gerektiğini işaret etmektedir [12].

### 2.3. Madencilikte Teknoloji

Maden endüstrisinde maden çıkarma işlemi başlamadan önce çeşitli işlemlerin yapılması gerekir. Bu aşamaya gelene kadar yapılacak işlemleri aşağıdaki gibi sıralayabiliriz.

- Sondaj ve jeoloji verilerinin, yüzey jeolojisi, jeokimya, jeofizik bilgilerini de kullanarak değerlendirilmesi,
- Düşey ve yatay kesitlerin alınması,
- Cevher yatağının modellenmesi için yatağın sınırlarının ve jeolojik biçimlenme konturlarının belirlenmesi,
- Tenor değerinin hesaplanması,
- Rezerv hesaplamalarının yapılması,
- Madencilik yönteminin belirlenmesi,
- Ekonomik fizibilite çalışmaları,

Burada sıralanan madencilik fizibilite projelerindeki bu işlemlerin yapılabilmesi için basit işlemler ilk başta elle hesaplanırken bilgisayar teknolojisinin gelişimi ile işlemlerin nerdeyse tamamı bilgisayarlar vasıtasıyla yapılmaya başlanmıştır [13].

Sayısal bilgisayarlar, madencilik endüstrisine 1950'li yılların ikinci yarısında girmiş ve kullanımı günümüze kadar gelişerek devam etmiştir. İlk yıllarda madencilik endüstrisindeki bilgisayar kullanımı karmaşık olmayan madencilik işlerinin modellenmesi ve optimizasyonunu içermekteydi. O yıllarda bilgisayar teknolojisinin günümüze göre nispeten daha yavaş gelişim göstermesi ve bilgisayar fiyatlarının yüksekliği madencilikte endüstrisinde ki bilgisayar kullanım oranını düşük kılmıştır [14].

1960'lı yılların sonlarında mikro işlemcilerle telekomünikasyon hatlarının da ilave edilebilmesi ve çoklu programcılığında gelişmesi ile aynı anda birden fazla işin yapılabilmesi imkânı doğmuştur [15].

1970'li yıllarda mikro işlemcilerinde aynı süreçte gelişmesi mini bilgisayarların kullanımını ve yüksek kapasiteli bilgisayarların işlem yapma hızını arttırmıştır.

Bunun yanında terminaller ortaya çıkmış ve madencilik yazılımlarında grafik uygulamaları ve harita-kontur çizimleri yapılabilir hale gelmiştir. Dolayısıyla küçük çaplı yazılım paketleri oluşturulabilmiştir. 1970'li yılların sonlarında ise veri tabanı uygulamalarının geliştirilmeye başlanmasıyla, madencilik için etkileşimli fonksiyona sahip veri tabanı oluşturulmuştur [15].

Madencilik yazılımları 1985 yılından itibaren sondaj, istatistik, jeolojik modelleme, yeraltı çizimi gibi birçok yazılımın birleştirilmesiyle uzman sistemler haline gelmiştir. Özellikle doksanlı yılların ikinci yarısından itibaren bilgisayarlarda üç boyutlu modellemenin gelişmesiyle madencilik sektöründeki programların gelişimi ivme kazanmıştır [14].

Üç boyutlu madencilik programlarının teknik özelliklerini aşağıdaki gibi özetleyebiliriz.

- Veri girişi yapabilme,
- Sondaj işlemleri,
- Arazi modeli işlemleri,
- Üç boyutlu modelleme ve görselleştirme,
- Jeolojik katı modelleme,
- Hacim işlemleri,
- Blok modelleme,
- Kaynak ve rezerv kestirimi,
- İşletme çizimi ve imalat planlaması,
- Hak ediş ve yüklenici işler,
- Rapor oluşturma,
- Stereo görüntüleme,
- Coğrafi bilgi sistemleriyle birleşimi [14].

Buradan da anlaşıldığı gibi bilgisayar teknolojisi madenin bulunması aşamasından itibaren başlayıp satış aşamasına kadar her türlü alanda yoğun şekilde kullanılmaktadır.

## **2.4. Madencilikte Yaygın Olarak Kullanılan Yazılımlar**

### **2.4.1. Surpac**

Windows tabanlı işletim sistemleri altında çalışabilen Surpac sayesinde bir maden cevherinin açık ocak tasarımı, patlatma tasarımı, yol tasarımı, yeraltı maden ocak tasarımı gibi işlemler yapılabilmektedir. Madencilikteki en zor işlerden birisi de cevherin nerelerde tabakalaştığını tahmin etmektir. Surpac programı sayesinde sondaj verileri üç boyutlu görüntüler şeklinde elde edilebilmektedir. Bu üç boyutlu görüntüler vasıtasıyla yeni sondaj yapılabilir yerler tahmin edilir. Sahada sık sondaj yapmanın maliyeti ne kadar arttıracakı düşünüldüğünde Surpac programının maliyeti düşürmedeki katkısı oldukça önemlidir [16].

### **2.4.2. Netpro Mine**

Netcad firması tarafından geliştirilmiş yeraltı ve açık ocak işletmeciliğinin tüm aşamalarında iki ve üç boyutlu model oluşturma imkânı veren bir madencilik yazılımıdır. Program sayesinde sondaj verileri üç boyutlu ortamda coğrafi bilgi sistemi tabanlı yönetilebilir, sondajlara ilişkin analiz ve log raporları otomatik olarak oluşturulabilir. Aynı zamanda yüzey ve kesitlerden üç boyutlu katı modeller oluşturulabilir, bu oluşturulmuş olan katı modeller blok büyüklüğü, açı ve alt blok sayısına göre istenildiği gibi bölümlendirilebilirler [17].

### **2.4.3. Microstation**

Microstation, Bentley firması tarafından geliştirilen bir madencilik yazılımıdır. Bu yazılım sayesinde kullanıcılar üç boyutlu modelleme yapabilmektedir. DGN ve DGW dosyaları ile çalışabilme özelliği katılarak daha geniş bir kullanıcıya hitap etmeyi amaçlamıştır [18].

#### 2.4.4. Vulcan

Vulcan, Maptek firması tarafından geliştirilen bir programlar bütününe verilen genel addır. Maptek firması Vulcan Geology, Vulcan Scheduling, Vulcan Open Pit Mine Planning ve Vulcan Underground Mine Planning adlı dört farklı madencilik yazılım aracı geliştirmektedir. Bu yazılım araçlarının her biri ayrı ayrı madenciliğin farklı üç boyutlu modelleme işlemleri için kullanılabilir [19].

Sıralanmış olan bu madencilik yazılımları madencilik sektöründe en çok kullanılan yazılımlardır. Bunların haricinde madencilik işlerinin kolay yapılması için geliştirilmiş burada sıralanmayan daha birçok program bulunmaktadır.

#### 2.5. Görüntülü Maden İzleme ve Güvenlik Yazılımları

Maden güvenliği için genel olarak erken ölçme ve uyarı sistemleri kullanılmaktadır. Bu izleme sistemleri genel olarak şu şekilde çalışmaktadır.

- **Algılayıcılar:** İçinde buldukları ortamın fiziksel şartlarını sürekli ve otomatik olarak ölçerler. Havanın sıcaklığı, nemi, ortamda bulunan gazların ölçülmesi gibi işlemlerde kullanılırlar.
- **Ara izleme istasyonu:** Bir ya da birkaç algılayıcıdan aldığı sinyal bilgilerini 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 [20].

Bilgisayarlı izleme sistemlerinde kontrol edilecek parametreler (maden içerisinde ki gaz oranları, nem, sıcaklık) algılayıcılar vasıtasıyla ölçülür. Daha sonra ölçülmüş olan bu değerler kablo ve ara istasyonlar aracılığı ile merkez istasyonuna aktarılır. Merkezi istasyona ulaşan bu veriler incelenip analiz edilebilir [21].

Bu izleme sistemlerinde ki temel amaç maden içerisinde oluşma ihtimali olan kazaların önüne geçebilmektir. Bunun için maden içinde ki havanın ölçülüp olumlu

ya da olumsuz şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir. Maden içindeki havasının olumsuz değişimi, oksijen oranının azalması ve diğer yanıcı, boğucu ve zehirli gaz oranlarının artması şeklinde görülür. Bu gaz oranlarının ölümü için örneğin oksijen ve karbon monoksit miktarını ölçmek için emniyet lambası sensörleri kullanılmaktadır. Ayrıca karbon monoksit gazının tespitinde renk ölüm detektörü, termal ve dijital dedektörler de kullanılabilir [22,23].

Yapılan literatür araştırması sonucunda madenlerin güvenliği için kullanılan izleme sistemlerinin çok az olduğu gözlemlenmiştir. Bu az sayıda maden güvenlik yazılımı ise diğer madencilik işlemlerinde kullanılan yazılımlar kadar gelişmiş değildir. Bu yazılımlar aşağıdaki gibi özetlenebilir.

### **2.5.1. MineBoss**

Bu yazılım yeraltı sistemleri için geliştirilen bir kaç güvenlik sisteminden oluşmaktadır. PBE firması tarafından geliştirilmektedir. Genel sistem mantığı daha önce bahsedildiği gibi algılayıcı cihazlardan alınan bilginin merkezi bir yerde toplanarak işlenmesi şeklinde gerçekleştirilir. Sistem kablosuz olarak çalışmaktadır ve temel olarak şu şekildedir. Madenci ya da maden içerisinde kullanılan bir ekipmana radyo frekans vericisi bulunan bir cihaz takılır. Daha sonra bu cihazdan gelen verilere göre cihazın bulunduğu yer tespiti yapılır. Aynı zamanda ilgili algılayıcılar sayesinde maden içerisinde güvenliği etkileyebilecek diğer bilgilerde elde edilebilir. Bu toplanmış olan veriler bilgisayara iletilir ve kaydedilir. Bu sistemde üç boyutlu modelleme kullanılmamaktadır.

### **2.5.2. Nlt Personnel Asset Tracking**

Northern Light Technologies firması tarafından geliştirilmiş bir yazılımdır. MineBoss uygulamasında ki gibi veriler toplanıp merkezi bir sisteme iletilir. Maden takibi için donanımda dâhil olan bir çözümdür. Uygulamaya veriler wireless ya da RFID üzerinden gelebilir. Gerçek zamanlı bir izleme sistemidir [24].

Bunların haricinde temel olarak aynı mantıkta çalışan bir kaç uygulama daha örnek verilebilir. Literatür araştırmaları sonucunda söylenebilir ki; bu şekilde çalışan diğer programlarında aynı şekilde üç boyutlu görüntüleme yapabilecek özellikleri bulunmamaktadır.

## **2.6. İzleme Sistemlerinde Kullanılabilecek Teknolojiler**

İzleme ve yer tespiti için günümüzde kullanılan birçok teknoloji mevcuttur. Bunlar arasında kullanımı en yaygın olanlar aşağıdaki gibi sıralanmıştır.

### **2.6.1. GPS (Global Position System)**

GPS Türkçe adıyla küresel konumlama sistemi Amerika Birleşik Devletleri Savunma Bakanlığı'na ait uydulardan oluşan, belirlenmiş aralıklarla kodlanmış bilgi yollayan bir uydu ağı sistemidir. Uydularla aradaki mesafeyi ölçme vasıtasıyla dünya üzerinde ki bir nesnenin yerini tespit etmeyi mümkün kılar. Uydular radyo sinyali yayarlar ve dünyada ki GPS alıcıları, kendisine gelmiş olan bu radyo sinyallerini alıp yorumlar. Bu sayede konum belirlenmesi sağlanır. GPS sistemi 24 uydudan oluşan ve tam olarak 1994 yılında devreye alınmış askeri bir projedir. Bunların haricinde Avrupa Birliği'nin Galileo, Çin'in Compass ve Hindistan'ın ise IRNSS adı altında yer tespit sistemleri bulunmaktadır [25,26].

GPS kullanarak yer tespitinin belirlenmesinde en önemli husus uydulardan sinyal alınabilmesidir. Uydu sinyalinin alınabildiği her yerde GPS ile konum tespiti yapılabilmektedir. GPS sinyali ile doğru yer tespiti yapılabilmesi için dört veya daha fazla uydu görünür olmalıdır. Bazı özel durumlarda, bir değişken önceden biliniyorsa sadece üç uydu kullanılarak doğru konum tespiti yapılabilir. Dolayısıyla yeraltında GPS sistemi kullanılarak konum tespiti yapılabilmesi mümkün değildir.



## 2.6.2. ZigBee

ZigBee kişisel kablosuz alan ağları için kullanılan IEEE 802 standardı temelli, farklı radyo frekanslarında haberleşme yapabilen, IEEE'nin 802.15.4 numarasıyla standartlaştırdığı bir kablosuz erişim protokolüdür [27,28].

ZigBee 1,0'ın oluşturulması IEEE 802.15.4 tarafından Mayıs 2003'te tamamlanmış ve Haziran 2005'te ise kullanıma sunulmuştur. ZigBee 30 Eylül 2007 de yeni özellikleri ile yeniden kullanıma sunulmuştur. ZigBee, ilk olarak ev otomasyon sistemlerinde 2 Kasım 2007 tarihi ile kullanılmaya başlanmıştır [27].

ZigBee yonga üreticileri genelde 60 KB ile 256 KB arasında belleğe sahip bütünleşik devreler veya mikro denetleyiciler satmaktadırlar. ZigBee teknolojisinde ki veri iletim hızı 20 Kbps ile 900 Kbps arasında değişmektedir. ZigBee, ağ katmanı olarak yıldız, ağaç ve genel mesh ağlarını desteklemektedir. ZigBee haberleşmesi ortam koşullarına bağlı olarak 100 metreye kadar ulaşabilmektedir [27,28].

ZigBee düşük maliyeti, güvenliği, basit yapısı ve enerji tasarrufu gibi özellikleriyle ön plana çıkmaktadır. ZigBee sistemleri kolaylıkla kurulabildiği için kurulum maliyetleri çok düşüktür. Bunun yanında ZigBee, kurulu bir sisteme yeni bir cihaz eklemek ya da sistemi tamamen değiştirmek hem maliyetli değildir hem de kolaydır. Düşük güç kullanımı sayesinde daha küçük pil ile daha uzun ömür sağlanmış olur. ZigBee cihazları kullanılmadığı zamanlar kendini uyku moduna alır. Mesh ağ yapısı sayesinde güvenliği artırılmış ve daha kapsamlı bir yapıya büründürülmüştür. Aynı zamanda AES şifrelemesi ile iletilen bilgilerin doğrudan erişilmesini engeller.

ZigBee, IEEE 802.15.4 standardıyla bu standardın bütün özelliklerini barındırmaktadır. Bu özellikleri şu şekilde sıralayabiliriz.

- 250 Kbps, 40 Kbps, 20 Kbps hızlarında veri iletimi mümkündür,
- Noktadan noktaya ağ topolojisine ve yıldız topolojisine destek verir,
- 16 bit kısa veya 64 bit uzatılmış adresleme yapabilir,
- Kanal erişimleri için CSMA-CA algoritmasını kullanılır,
- İletişimde yüksek güvenli servisler kullanır,

- Güç tüketimi düşüktür,
- Enerji algılayabilme,
- Bağlantı kalitesinin düzeyini görebilme,
- 2450 MHz bandında 16 kanal, 915 MHz bandında 10 kanal ve 868 MHz bandında ise 1 kanal ile haberleşme imkânına sahiptir [28].

ZigBee teknolojisi ev bina, akıllı ev (ışık açma-kapama, kilit sistemleri vs.), medikal alanlarda, endüstriyel sistemlerde sensör haberleşmeleri için ve bankacılık sektöründe hızlı ödeme işlemleri için kullanılmaktadır.

### **2.6.3. RFID (Radio Frequency Identification)**

RFID, nesnelere radyo dalgaları kullanarak tanımlamaya yarayan yeni nesil bir kablosuz haberleşme teknolojisidir. RFID sistemler temel olarak, mikroişlemci ile donatılmış etiket(tag) taşıyan bir nesnenin ve okuyucudan(reader) oluşmaktadır. Her etiketin kendisine ait özel tek(unique) bir numarası vardır [29].

Herhangi bir nesnenin tanımlanabilmesi için okuyucu radyo frekansları gönderir, daha sonra etiketten gelen özel tek numaraya göre tanıma işlemi gerçekleşmiş olur. Etiket ve okuyucu arasındaki bilgi ve enerji transferi herhangi bir temas olmadan sağlanır. Bu iletişim çift yönlü olarak gerçekleşebilir [29,30].

Etiketler, etiketin bağlanacağı güç kaynağının olup olmama durumuna bağlı olarak aktif ya da pasif olarak ayrılmışlardır. Günümüzde hem aktif hem pasif etiketlerin özelliklerini içeren yarı-pasif etiketlerde bulunmaktadır. Aktif etiketler haberleşme işlemi için kendilerine bağlı bir enerji kaynağından faydalanırken, pasif etiketler enerjilerini haberleşme yapacakları okuyuculardan alırlar. Okuyucular ise sabit, portatif ve mobil okuyucu şeklinde üç kategoride sınıflandırılmaktadır. Okuyucular üç türde olmasına rağmen her tür okuyucu da 2 parça bulunmaktadır. Bu parçalardan birisi okumayı gerçekleştirir, diğeri ise antendir [31].

**Çizelge 2.1.**RFID sistemlerde farklı etiketlerin karşılaştırılması

<b>Etiket</b>	<b>Aktif</b>	<b>Pasif</b>	<b>Yarı-pasif</b>
Güç kaynağı	Pil	Okuyuculardan yayılan elektromanyetik dalgalarından yayılan indüksiyon	Pil ve İndüksiyon
Okuma mesafesi	30 m. kadar	3 metre	30 m. kadar
Yakınlık bilgisi	Zayıf	İyi	Zayıf
Frekans çatışması	Yüksek	Orta	Yüksek
Depolanan bilgi miktarı	32k veya daha fazla (okuma/yazma)	2k (sadece okuma)	32k veya daha fazla (okuma/yazma)

RFID teknolojisinin 5 temel bileşeni bulunmaktadır.

- RFID etiket (Tag)
- RFID anten
- Okuyucu/Yazıcı/Programlayıcı (Reader)
- Denetleyici (Host, Server)
- Programlama donanımı [31]

RFID'ler düşük (100-500 KHz), yüksek (10-15 MHz) ve çok yüksek (0,9-5 GHz) olmak üzere üç farklı radyo frekansında yayın yapabilmektedirler. Düşük frekanslar, düşük veri okuma hızı bulunduğu için dezavantaja sahiptir. Yüksek frekanslar ise dünya çapında olarak geçerli olduğu için avantajlıdır. Çok yüksek hızdaki frekanslar ise dalgaların karışmasına karşı hassastırlar [29].

RFID'in tarihi incelendiğinde 1926 yılına kadar uzandığı gözükmektedir. İngiltere ikinci Dünya Savaşı'nda RFID sistemini düşman uçakların belirlenmesi işleminde

kullanmıştır. RFID ilk olarak General Motors tarafından ticari amaçla kullanılmıştır. Günümüzde RFID birçok sektörde yoğun şekilde kullanılmaktadır [29,30].

RFID sistemlerin en önemli problemlerinden birisi çarpışmadır. Çarpışma farklı radyo dalgalarının birbirleriyle karışmasıdır. Günümüzde alışveriş merkezlerinde, satış işlemlerinde savunma sanayi, gıda sektörü ve lojistik faaliyetlerin birçoğunda RFID sistemi kullanılmaktadır. Halen geliştirilmekte olan RFID teknolojisi kullanım modelleri ve mimarisi değiştirilip, geliştirilmektedir.

#### **2.6.4. Wi-Fi (Wireless Fidelity)**

Wi-Fi olarak bilinen 802.11 standardı, 1997 yılında IEEE tarafından belirlenmiş kablosuz yerel ağ standardıdır. Wi-Fi uyumlu cihazlarla 11-54 Mbps gibi yüksek hızlarla veri alışverişini gerçekleştirebilmektedir. Bu teknolojinin asıl amacı kabloların önüne geçip, kablolu sistemlerin olarak genişlemesini sağlayabilmektir. IEEE, 802.11 temel standardını daha da geliştirmeye devam etmiş ve sırasıyla;

- 802.11a
- 802.11b
- 802.11g
- 802.11n

Standartlarını yayınlamıştır. Herhangi bir cihazda Wi-Fi logosunun bulunması, o cihazın bu standartlara uyumlu olarak çalışabildiğini gösterir [32].

##### **2.6.4.1. IEEE 802.11a Standardı**

1999 yılında yayınlanmıştır. Veri aktarımında 5GHz radyo frekansını kullanır.50 metreye kadar 6-54 Mbps hızında iletişimi destekler. 802.11a standardı diğer standartlara göre maliyeti yüksek bir standarttır. Bu standart genelde yüksek veri iletiminin gerektiği alanlarda kullanılmaktadır. Aynı zamanda iletişim mesafesi diğer standartlara göre daha kısadır [32].

#### **2.6.4.2. IEEE 802.11b Standardı**

802.11a ile aynı tarihte yayınlanmıştır fakat o yıllarda kullanıcılar tarafından daha çok kabul görmüştür. Bu standart aynı zamanda Wi-Fi olarak adlandırılmıştır. 2,4 GHz bandında çalışır ve 802.11a standardına göre maliyeti düşüktür. 100 metreye kadar veri iletimini destekler. Bu standart ofislerde, hastanelerde, fabrika ve depo gibi ortamlarda kullanılmaya oldukça uygundur. Yani orta hızda bağlantı hızına ihtiyaç duyulan alanlarda kullanılır [32].

#### **2.6.4.3. IEEE 802.11g Standardı**

2003 yılında yayınlanan bir IEEE standardıdır. 802.11a ile aynı modülasyon yöntemini kullanır. 2,4 GHz radyo frekans bandında çalışır. 100 metreye kadar maksimum veri hızı 54 Mbps'dir. Yani 802.11a ve 802.11b'nin üstün özelliklerini kendinde toplamış bir standart denilebilir. 802.11g standardının bazen 802.11b standardıyla uyum sorunu yaşamasından ötürü günümüzde kullanım oranı düşüktür. Maliyet olarakta 802.11b standardının daha üstünde bir maliyete sahiptir [32].

#### **2.6.4.4. IEEE 802.11n Standardı**

2009 Ekim ayında yayınlanan IEEE standardıdır. Bu standart ile kablosuz cihazların daha geniş bir alanı kapsamaları ve kablolu bağlantı kadar hızlı bir iletim yapılması hedeflenmiştir. Bu standartla sağlanan hız 144,4 Mbps'a kadar çıkabilmektedir. [32,33]. Bunların haricinde 802.11i standardı da kablosuz ağların güvenlik problemlerine çözüm bulmak amacıyla geliştirilmiştir [33].

Kablosuz ağlardaki bu standart ve iyileştirmeler sayesinde kablosuz ağ kullanımını günümüzde giderek yaygınlaştırmıştır. Kablosuz ağlarda radyo frekanslarının kullanılmasından dolayı güvenli zafiyetleri ortaya çıkabilir. Bu zafiyetlerin önüne geçebilmek için bir takım güvenlik tedbirleri alınmıştır. Bunların en önemlileri; cihaz

kimlik doğrulama mekanizmaları, SSID kullanımı, MAC adresi filtreleme ve şifreleme teknikleri olan WEP, WPA ve WPA2 şeklinde sıralanabilir [34].

### **2.6.5. Bluetooth**

Bluetooth kısa mesafeli radyo frekansı haberleşme teknolojisidir. Bluetooth Ericsson firması tarafından 1994 yılında kablosuz cihazları birbirine bağlamak için geliştirilmiştir. 2000 yılında IEEE tarafından 802.15 standardı oluşturuldu. 2002 yılında ise IEEE 802.15.1 adıyla duyurulmuştur. Bluetooth teknolojisinin en önemli özellikleri düşük maliyeti, düşük güç tüketimi, açık standart yapısı ve tüm dünyada uyumlu olması şeklinde sıralanabilir [35].

Bluetooth teknolojisi 2,4 GHz'lik lisanssız bölgeyi kullanabilir ve bu aralıkta ses ve veri iletimi de yapabilmektedir. Bluetooth cihazlarının etkili olduğu mesafe 10 ile 100 metre arasındadır. Bunların yanında, Bluetooth master-slave yapısında çalışır [35].

## **2.7. Yazılım Teknolojileri**

### **2.7.1. Nesneye Yönelik Programlama**

Nesneye yönelik programlama 1960'ların sonuna doğru ortaya çıkmış bir programlama yaklaşımıdır. Nesneye yönelik programlama, yazılım dünyasında karmaşıklığı ya da boyutu artan programların yapısından kaynaklı olarak bakım maliyetlerinin yükselmesi sebebiyle çözüm olarak ortaya atılmış bir yazılım geliştirme yaklaşımıdır. Nesneye yönelik programlama sayesinde çok uzun yazılımların dahi geliştirme ve bakım süreci büyük oranda kısalmıştır. Nesneye yönelik programın en önemli kavramlarından bir tanesi sınıf kavramıdır. Farklı özelliklere sahip üyelerin bir araya getirilmesinden oluşturulan bütün sınıf olarak adlandırılır. Ayrıca her sınıf birden fazla nesneden oluşabilir. Burada sınıfı oluşturan

nesneler herhangi bir şey olabilir. Nesneye yönelik programlama dört temel kavramı da yazılım literatürüne kazandırmıştır. Bu kavramlar aşağıdaki gibidir [36].

#### **2.7.1.1. Soyutlama**

Soyutlama işlemi karmaşık sistemlerin detaylı özelliklerini kullanıcıdan gizleyerek yazılımcının asıl yapması gereken işe odaklanmasını sağlayan bir ilkedir. Ayrıca karmaşık sistemlerin basitleştirilmesine ve kolayca anlaşılabilmesine olanak sağlar. Yazılım uygulamalarında soyutlama işlemi mimari şekilde ve kod şeklinde yapılabilmektedir. Nesneye yönelik programla da soyutlama nesnelerin gerekli özelliklerinin kodlanıp gereksizlerinin kodlanmaması ile sağlanmış olur.

#### **2.7.1.2. Sarmalama**

Sarmalama, sınıf içerisinde bulunan nesnelerin dışarıdan erişilip erişilmeme mekanizmasını sağlayarak, nesnenin dış etkilerden korunmasını sağlayan bir yapıdır denilebilir. Nesneye yönelik programlama dillerinde bu sistem erişim belirleyicileri ile sağlanır. Genel olarak bu erişim belirleyicileri private ve public sözcükleridir.

#### **2.7.1.3. Kalıtım**

Kalıtım nesneye yönelik programın en önemli özelliklerinden birisidir. Kalıtım yolu ile var olan herhangi bir sınıfın özellikleri başka bir sınıfa aktarılabilir. Kalıtım almış sınıfta da yeni özellikler tanımlanabilir. Böylelikle aynı özellikler tekrar tekrar tanımlanmak zorunda kalınmaz. Burada hangi özelliklerin aktarılıp aktarılmayacağı gene erişim belirleyiciler tarafından belirlenir.

#### 2.7.1.4. Çok Biçimlilik

Genel olarak iki veya daha fazla nesnenin dışarıdan aynı görünmelerine rağmen içeride farklı işlemler yapması yeteneğidir. Nesne işlevini değiştirdiğinden ötürü farklı bir nesneymiş gibi davranır.

Görüldüğü gibi nesneye yönelik programın diğer programlama yaklaşımlarına göre oldukça avantajlı yönleri bulunmaktadır. Dolayısıyla günümüzde en çok kullanılan programlama yaklaşım yöntemidir. Nesneye yönelik yaklaşım haricinde;

- Prosedür yönelimli diller (Fortran, Pascal),
- Fonksiyon yönelimli diller (Lisp),
- Mantık yönelimli diller (Prolog)

gibi yaklaşımlar mevcuttur.

Nesneye yönelimli dillere ise ABAP/4, C#, C++, Eiffel, Java, Object Pascal, Python, Objective-C, PHP, REALbasic, Ruby, Simula, Smaltalk, Visual Basic örnek olarak verilebilir.

#### 2.7.2. C# Programlama Dili

C# programlama dili Microsoft tarafından geliştirilmiş olan yeni nesil programlama dillerinden birisidir. Her ne kadar Microsoft geliştiriyor olsa da ECMA ve ISO ile standart haline getirilmiştir. C# ile yazılan uygulamaların çalışabilmesi için, kullanılacak bilgisayarda, .NET Framework'ün ilgili sürümünün yüklü olması gerekmektedir. C# orta seviyeli bir dildir ve seviye kavramı dilin insan dili ile makine dili arasındaki mesafeyi ifade eder. C#, Java ve C dilleri örnek alınarak geliştirilmiş bir dildir [37].

C# dilinin geliştirilmesinde ki en temel amaç, programlama işlemini basit ve hızlı bir şekilde yazılımcıya yaptırabilmektir. C# nesneye yönelik olup, genel amaçlı, basit ve moderndir.



Windows istemci uygulamaları, XML web hizmetleri, dağıtılmış bileşenler, istemci-sunucu uygulamaları, veri tabanı uygulamaları ve daha fazla uygulama çeşidi için C# programlama dili kullanılabilir [36]. C#, dünya da yaygın olarak kullanılmasının yanında en yakın rakibi olan Java'ya göre de daha üstün performans sergilemektedir. C#,%100 nesne yönelimi programlama özelliklerine sahiptir bu yönüyle C++ dilinden ayrılmaktadır. C# üzerinde işaretleyici kullanılabilir. Bu yönüyle de Java'dan ayrılmaktadır [38,39].

C# kodları, C++ ve Visual Basic'te olduğu gibi doğrudan makine koduna derlenmez. Önce IL denilen ara bir koda derlenir. Bu IL dosyası çalıştırılmak istendiğinde ise .NET framework devreye girer ve IL kodu bilgisayarın anlayabileceği makine koduna çevrilir. C#'ta kodun doğrudan makine koduna çevrilmesi yerine ara bir koda dönüştürülmesinin belli avantajları vardır. Bunlardan en önemlisi yazılmış olan kodun farklı işletim sistemlerinde de çalışabilmesi özelliğidir. Dolayısıyla taşınabilen IL kodu Windows işletim sisteminde .NET tarafından makine koduna çevrilebilirken, Linux'ta bu IL dönüştürme işlemi için Mono kullanılabilir [39].

### **2.7.3. HTML5**

HTML (HyperText Markup Language) web sayfalarında ve web uygulamalarında metin belgelerini gösterebilmek için kullanılan zengin metin işaretleme dili olarak tanımlanmaktadır. HTML'in temel amacı içerik üzerinde hiyerarşik bir düzen sağlamak ve anlamsal bir açıklama eklemektir. HTML sayfaların nasıl görüntülediğiyle ilgilenmez. Sayfa görünümleri ile CSS (Cascading Style Sheets) ilgilenir.

HTML4 1999 yılında standart haline gelmiştir. HTML5 2008 yılında geliştirilmeye başlanmıştır ve 2014 yılında ilk sürümü yayınlanmıştır. Günümüzün yeni ve en gözde teknolojilerinden birisidir. HTML4'e göre ek olarak birçok yeni elementle karşımıza çıkmaktadır. Bu yeni elementler sayesinde bir sayfanın tasarımını yapmak kolaylaştırılmıştır. HTML5 yeni çıkan bir teknoloji olduğu için HTML4' e nazaran daha çok güvenlik açıklıkları barındırabilir. Yalnız bunun aksine hız, performans,

kodlanmış olan sayfa dosya boyutlarını küçülmesi, sitelerin açılış hızlarının yüksek oranda artması, sitelerin arama motorları tarafından daha performanslı şekilde aranmasına olanak sağlanan bir teknolojidir. HTML5'e en büyük desteği YouTube'nin verdiği söylenebilir. HTML5, günümüzde modern tarayıcıların tamamı tarafından desteklenmektedir [40,41].

Bunların yanında HTML5 ile birlikte artık ActiveX elementleri ve Flash Player gibi eklentilere gerek kalmamaktadır. Slayt yayını yapmayı da doğrudan desteklemektedir.

HTML5'e yeni gelen elementleri aşağıdaki şekilde sıralayabiliriz.

<canvas>, <audio>, <video>, <progress>, <caption>, <header>, <nav>, <footer>, <article>, <aside>, <command>, <datalist>, <details>, <embed>, <figcaption>, <figure>, <hgroup>, <keygen>, <mark>, <meter>, <nav>, <output>, <rp>, <rt>, <ruby>, <section>, <source>, <summary>, <time>

Aşağıdaki elementlerde HTML'de olmasına rağmen artık HTML5'te desteklenmemektedir.

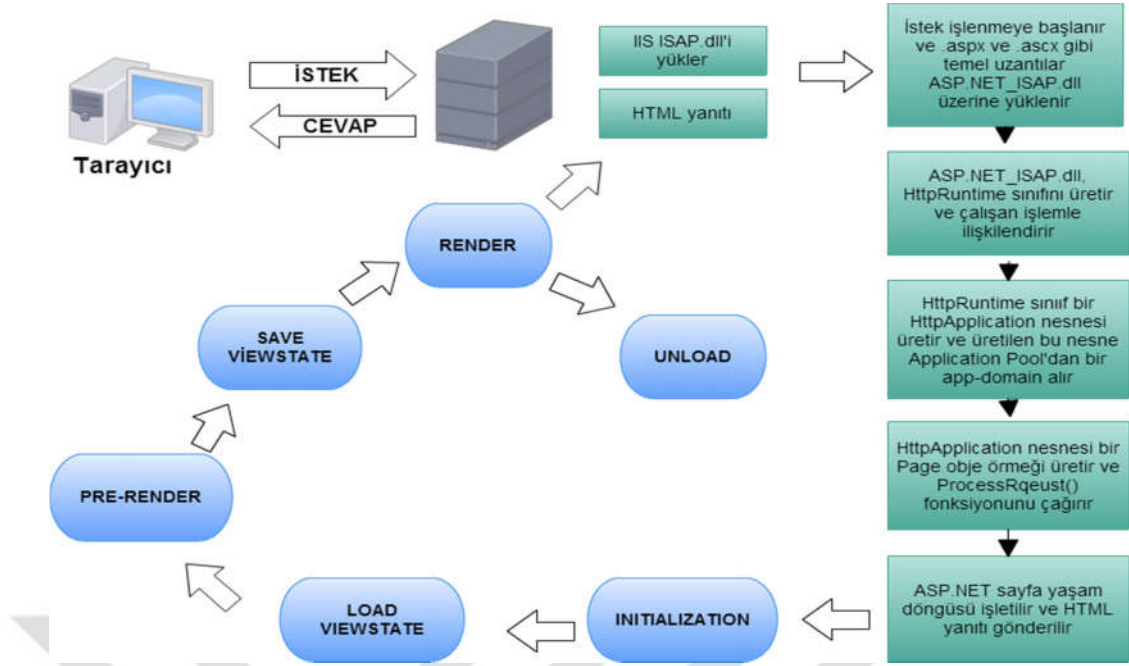
<acronym>, <applet>, <basefont>, <big>, <center>, <dir>, <font>, <frame>, <frameset>, <noframes>, <s>, <strike>, <tt>, <u>, <xmp>

#### **2.7.4. ASP.NET**

ASP.NET, Microsoft tarafından geliştirilmiş bir web uygulama geliştirme teknolojisidir. ASP.NET sayesinde yazılımcılar kolaylıkla dinamik web siteleri, web uygulamaları ve web servisleri geliştirebilirler. Aynen .NET mimarisinde ki tüm diğer platformlarda olduğu gibi, yazılımcı tarafından yazılan kod sanal katman tarafından ortak bir dile, yani IL'e çevrilir ve uygulama bu dil üzerinden çalışır. Aynı zamanda .NET'in sahip olduğu tüm nesnelere erişebilir [42].

ASP.NET, oturum yönetiminde sadece sunucu belleği üzerine oluşturulabilecek bir mimari yerine dağıtık bir mimariyi gerçekleştirme imkânı verir. Bu tip oturum dağıtma işlemleri için durum sunucuları (State Server) kullanılabilir. Aynı zamanda ASP.NET'te içerik kodu program kodundan tamamen ayrılmıştır. Bilindiği gibi ASP'de Kod ve içerik aynı sayfa içerisine yazılabiliyordu. Bu işlemde, proje geliştirildikçe kod karmaşasından dolayı ciddi bakım maliyetlerine ve geliştirilme sürecinin uzamasına yol açmaktaydı. ASP'de ki cookie'den dolayı yaşanan sorunların önüne geçilmiş, istenirse cookie kullanılmadan da oturum yönetimin yapılabilirdiği bir mimari oluşturulmuştur.

ASP.NET, nesneye yönelik mimariyi desteklemektedir. PHP'de, kodlar ilk sunucu tarafında her bir istekte derlenirler ve isteğe göre işlem yapıp cevabı gönderirler. ASP.NET de ise kodlar sunucu üzerinde bir defa derlenir. Dolayısıyla sunucuya gelen istekler daha önceden derlenmiş olan küçük dll'ler sayesinde işlenebilir ve ciddi manada performans kazancı sağlanmış olur. Aynı zamanda PHP'de de ASP'de olduğu gibi kodlar HTML sayfasının içine yazılmaktadır. Bu işlemde daha öncede belirtildiği gibi uzayan kodlama işlemlerinde karmaşaya sebep olmaktadır. ASP.NET, IIS haricinde başka bir sunucuda yayını yapılamaz ama PHP daha fazla sunucuda yayın yapma imkânına sahiptir. ASP.NET kodları PHP'ye göre Linux üzerinde dahi daha hızlı çalışmaktadır. Bu hızın en önemli faktörü şüphesiz ASP.NET kodlarının sayfa daha çağrılmadan sunucuda derlenip hazır olmasındandır [43,44,45].



Şekil 2.2.ASP.NET yaşam döngüsü

Aynı zamanda ASP.NET kodları .NET çatısı altında bulunan herhangi bir yazılım dili ile Visual Studio IDE'si kullanılarak geliştirilebilir. ASP.NET olay güdümlü çalışmaktadır ve en önemli özelliklerinden biriside sunucu taraflı kontrollerin büyük ölçüde hazır olmasıdır. Böylelikle çok daha hızlı bir şekilde kodlama gerçekleştirilebilir. Bunun yanında HTML kullanarak kullanıcının kendi kontrollerini JQuery, AJAX, CSS kullanarak geliştirme imkânı verir [44,45].

### 2.7.5. ASP.NET MVC

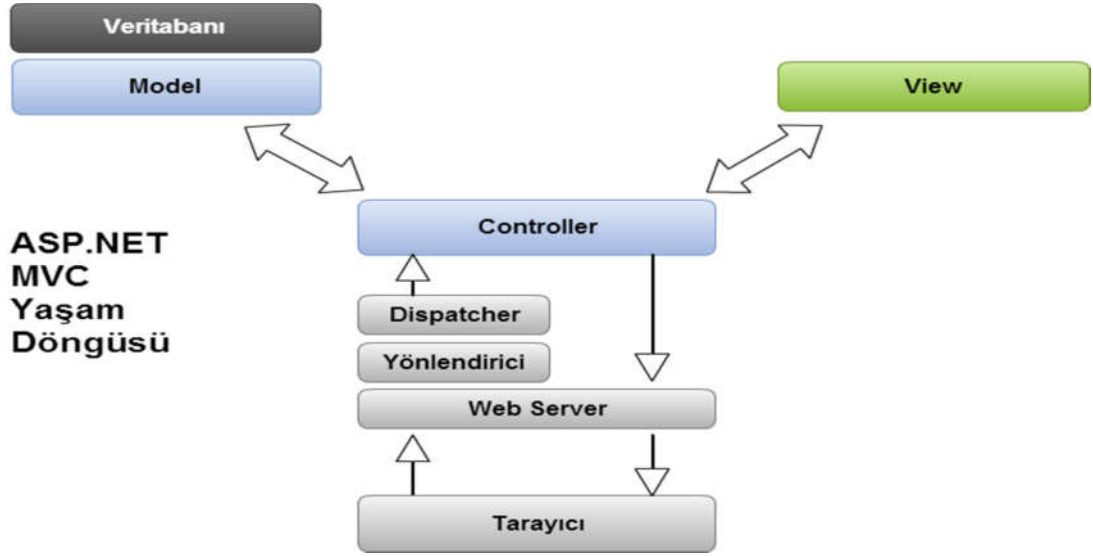
Günümüzde kullanıcıların eskiye nispeten daha aktif şekilde web teknolojilerini kullanmalarıyla web teknolojilerinin performansını arttırmaya yönelik birçok yeni yaklaşım ortaya atılmaktadır. Model-View-Controller da bunlardan birisidir. MVC, Trygve Reenskaug tarafından yaratılan yazılım mimari desenlerinden birisidir [46]. Birçok bilgisayar sisteminin amacı kullanıcıdan gelen talepler doğrultusunda herhangi bir veri kayıt, güncelleme ya da silme işlemlerinin yapılmasıdır. Bu kaydetme, güncelleme ve silme işlemleri elbette ki bir depolama birimine

olmaktadır. Dolayısıyla kodlama miktarını azaltmak ve daha iyi bir performans sağlamak için bu kullanıcı ve kayıt işlemleri arasındaki ilişki en sağlam ve optimize şekilde kurulmalıdır. Teoride bu kayıt işlemleri her zaman çok kolay gözükmetedir. Yalnız kullanıcının iş sürecinde ki taleplerinin devamlı değişmesiyle ilk başta kolay gibi görünen bu işlemler ilerleyen süreçlerde çok karmaşık ve zor haller alabilmektedir. Dolayısıyla kullanıcının gördüğü ara yüzden iş süreçlerinin ayrılması bir zorunluluktur. Aynı zamanda günümüzde teknolojinin hızla gelişmesi yazılım, tasarım ve veri yönetimini nerdeyse tamamen birbirinden ayırmıştır. Dolayısıyla bu alanların her biri ayrı birer uzmanlık gerektirmektedir. Tek bir insanın bu teknolojilerin tamamına birden hâkim olması oldukça zordur. Dolayısıyla hem iş süreci açısından hem de uygulamanın parçalara bölünerek daha kolay ve hızlı geliştirilebilmesi açısından bu katmanlı mimariye geçilmesi şarttır. Bu ihtiyaca binaen, MVC görünüm, iş ve veri işlemlerini birbirinden ayıran bir yazılım mimarisi tasarım deseni olarak ortaya çıkmıştır.

MVC, mimarisinde model adlı katman sadece veri işlemlerinden sorumlu olan katmandır. Bu katman iş katmanının veriyi kullanabilmesi için verinin şekillendirilmiş halini içerir. Model katmanı da istenirse kendi içerisinde daha alt katmanlara bölünebilir.

View katmanı, uygulamanın bilgilerinin görüntülediği ekran yani ara yüzüdür. HTML elementlerinden oluşur ve içerisinde herhangi bir algoritma içermez.

Controller katmanı, View ve Model arasındaki işlemlerin nasıl yapılacağına karar veren katmandır. Kullanıcının View üzerinden gerçekleştirdiği işlemler bu katmana gelir ve burada ilgili işlemler yapılarak geri dönlür. Bu katmanda şayet View katmanından veri işlemleri yapılmasına dair bir talep alınmışsa Model katmanına bağlanıp gerekli verileri alıp View'de görüntülenmesi için gönderebilir.



**Şekil 2.3.**ASP.NET MVC yaşam döngüsü

ASP.NET MVC ise Microsoft tarafından geliştirilen bir teknolojidir. 2015 itibariyle MVC 6 sürümü piyasaya çıkmıştır. ASP.NET altyapısını kullanır ama tamamen kendi yöntemiyle çalışır. ASP.NET' e göre birçok avantajı vardır. Öncelikle ASP.NET bir masaüstü programları mantığında olay güdümlü çalışmaktadır. Bu da web mimarisine tamamen terstir. Çünkü web sayfaları get-post isteklerine göre çalışmaktadır. http protokolünde temel olarak bunların haricinde bir istek mekanizması yoktur. Dolayısıyla ASP.NET'te kullanılan herhangi bir event (olay) dahi web uygulamalarında performans kaybına sebebiyet vermektedir.

Bunun yanında ASP.NET bahsedilen event yapısının oluşturulması için kendi içerisinde barındırdığı kontrollerin tamamına JavaScript kodları eklemektedir. Yani yazılımcıdan bağımsız olarak, yazılımcının istemediği şekilde her kontrol arka planında otomatik olarak kodlanmıştır. Bu da yazılım geliştiren birisinin uygulama üzerinde ki hâkimiyetini azaltmakla kalmayıp uygulamanın performansını da olumsuz yönde etkilemektedir. Aynı zamanda bu kodlar içerisinde kullanılan kontrollerin ASP.NET tarafından otomatik oluşturulmasından dolayı, kod takibi yapmak zorlaşmaktadır.

Bunların yanında ASP.NET üzerinde bulunan viewstate nesnesi, yazılımcı tarafından hiç kullanılsa dahi uygulamanın performansını düşürmektedir. Hatta gelişmiş ve çok kullanılan uygulamalarda uygulama üzerinde aşırı miktarda yavaşlamaya sebebiyet vermektedir.

Bu sebeplerden dolayı küçük uygulamalar için ASP.NET kullanılması, geliştirilmesi uzun sürecek, daha gelişmiş veya katmanlı mimaride yapılması düşünülen uygulamalar için ise ASP.NET MVC kullanılması daha uygun olacaktır.

### 2.7.6. MSSQL

Bilgi artışıyla birlikte bilgisayarlarda veri depolama ve veriye erişim yöntemlerinde yeniliklere ihtiyaç duyulmuştur. Veri tabanları büyük miktarlardaki verilerin depolanması ve hızlı erişim sağlanabilmesi için geliştirilmiş sistemlere verilen genel addir. Piyasada yaygın olarak kullanılan birçok veri tabanı sistemi mevcuttur. Bunlardan bazıları MSSQL Server, Oracle, MySql, Informix, IBM DB2, PostgreSQL, Interbase ve Sysbase şeklinde sıralanabilir [47].

**Çizelge 2.2.**Veri tabanı yönetim sistemlerin tarihi

VTYS	İlk Üretim Tarihi	Web Adresi	Satış Durumu
Oracle	1979	<a href="http://www.oracle.com">www.oracle.com</a>	Ücretli
IBM DB/2	1983	<a href="http://www.ibm.com">www.ibm.com</a>	Ücretli
MSSQL Server	1994	<a href="http://www.microsoft.com">www.microsoft.com</a>	Ücretli
MySql	1995	<a href="http://www.mysql.com">www.mysql.com</a>	Ücretsiz
FireBird	2000	<a href="http://www.firebirdsql.org">www.firebirdsql.org</a>	Ücretsiz
PostgreSql	1995	<a href="http://www.postgresql.org">www.postgresql.org</a>	Ücretsiz

MSSQL Server, Microsoft tarafından geliştirilmiş ilişkisel veri tabanı yönetim sistemidir. Programlama dilinin kadar veri tabanı seçimi de sistemin başarılı

olabilmesi için gereken adımlardan birisidir. Yazılım dili ASP.NET seçildiğinde buna en uygun veri tabanı yönetim sistemi MSSQL Server'dir [48].

MSSQL Server'in piyasada ki en önemli rakiplerinden bir tanesi MySQL veri tabanı sistemidir. MySQL veri tabanı sisteminin en önemli özelliği ücretsiz olmasıdır. Yalnız performans olarak MSSQL veri tabanı sistemi MySQL sisteminden çok daha iyidir [49].

Diğer bir veri tabanı yönetim sistemi olan Oracle ile kıyaslayacak olursak Oracle kimi özellikleriyle ön plana çıkmaktadır. Ama fiyat olarak MSSQL Server sisteminin daha düşük fiyatta olması bu yönetim sistemini gene ön plana çıkarmaktadır. Piyasada ki nerdeyse tek rakibinin Oracle olduğu düşünüldüğünde ve Oracle veri tabanına göre daha düşük maliyetlerde olmasından dolayı piyasanın büyük bir kısmı MSSQL veri tabanı yönetim sistemini kullanmaya başlamıştır. Tüm veri tabanı sistemlerinin yıllık büyüme oranları %13,2 iken MSSQL Server'in web uygulamalarında ki büyüme oranı her yıl %34 olarak gözlemlenmiştir. Tüm uygulamalarda ki büyüme kapasitesi ise %23,4'tür. Oracle'in tüm büyüme oranları ise %8,8'de kalmaktadır. [50].

### **2.7.7. WebGL**

OpenGL gelişmiş donanım desteğini kullanarak üç boyutlu grafikler çizmeye yarayan ücretsiz bir teknolojidir. Windows, Linux, MacOS ve Solaris gibi birçok işletim sisteminde kullanılabilir. Platform bağımsızdır. Donanım tarafında ise SGI, Ati, Nvidia, Intel gibi büyük üreticiler ekran kartı üretirlerken OpenGL desteği sunarlar. OpenGL ilk olarak 1992 yılında tasarlanmıştır ve en son sürümünü 2014 yılında yayınlanmıştır. 700'den fazla fonksiyonu vardır [51].

WebGL ise OpenGL'in web için geliştirilmiş halidir denilebilir. Web ortamında üç boyutlu grafik çizimi, görüntüleme ve etkileşimde bulunmayı sağlayan bir teknolojidir. Oluşturulmasında yüzlerce şirket görev almıştır. Bunlardan bazıları Intel, Amd, Nvidia, Apple, Google olarak sıralanabilir. Şu anda ise Khronos Group



tarafından desteklenmekte ve yönetilmektedir. WebGL, OpenGL'in küçük bir versiyonu olan OpelGL ES 2.0 üzerine temellenmiştir. WebGL, web üzerinde bir tarayıcı üzerinde çalışır ve başka herhangi bir kurulumla ihtiyaç duymaz. Aslında en önemli özelliği budur denilebilir. WebGL, JavaScript gibi çeşitli script dillerine uyum sağlaması için birtakım değişikliklere uğrasa da temel olarak OpenGL'den çokta farklı değildir [52].

Geleneksel web teknolojiler hiçbir şekilde web üzerinden son kullanıcının bilgisayarları üzerinde ki donanım özelliklerine erişemez. WebGL 'i çoğu web yazılımından ayıran en önemli özelliklerden biride budur. Çünkü WebGL, aynen OpenGL'de olduğu gibi kullanıcının bilgisayarının ekran kartını kullanabilmektedir. Aslında web üzerinden işlem yapabilen diğer teknolojilere karşı performans üstünlüğü de bu vesileyle sağlanmaktadır.

Uygulamaların daha çok web teknolojisine yönelmesi, web teknolojisinin özellikle dağıtım aşamasında ki avantajları, internet hızının eskiye oranla çok daha fazla artması dolayısıyla kaçınılmazdır. Web üzerinde ki uygulamalar tarayıcı aracılığıyla çalıştığı için, herhangi bir tarayıcı da masaüstü herhangi bir uygulamanın performansını alabilmek çoğunlukla mümkün değildir. Bilhassa çalıştırılacak bu uygulamalar grafik uygulamaları ise performans açısından ciddi sıkıntıların yaşanacağı çok açıktır. İşte WebGL tamda bu noktadaki ihtiyaçlara karşılık bulmak için ortaya çıkarılmış bir teknolojidir. WebGL sayesinde çok ağır grafik içeren web uygulamaları dahi tarayıcılar üzerinde rahatlıkla çalışabilme imkânına sahip olmuşlardır. WebGL, HTML5 teknolojisiyle ortaya çıkmış HTML5'in en önemli getirilerinden birisidir. İlk sürümü 2011 yılında ortaya çıkmıştır. Bunun yanında HTML elementleriyle de etkileşimde bulunabilir. WebGL aynı zamanda DOM uyumlu bir dildir ve DOM uyumlu herhangi bir programlama dili ile (JavaScript, Java, Objective C) kullanılabilir. OpenGL'de kullanılan GLSL isimli shading dilini de kullanma imkânı verir [52].

Şu anda WebGL'e çoğu tarayıcı destek vermesine rağmen bazı eski tarayıcılar hala destek vermemektedir. Örneğin internet explorer 10 ve altındaki sürümler hala

WebGL desteği vermemektedir. Şekil 2.4., WebGL desteği veren tarayıcıları ve desteklenme oranlarını göstermektedir [53].

IE	Edge *	Firefox	Chrome	Safari	Opera	iOS Safari *	Opera Mini *	Android Browser *	Chrome for Android
			45					4.1	
			46					4.3	
8		42	46					4.4	
10		43	47			8.4		4.4.4	
11	13	44	48	9	34	9.2	8	46	47
	14	45	49	9.1	35	9.3			
		46	50		36				
		47	51						

Şekil 2.4. Tarayıcıların WebGL desteği

WebGL'in bu kadar avantajlı olmasına rağmen bazı dezavantajları da vardır. Bunları Şu Şekilde sıralayabiliriz.

- Eski tarayıcılara destek vermemesi
- Eski donanımların WebGL desteği vermemesi
- Kendisine ait bir editör desteğinin olmaması
- Render işlemlerinde kod derlenmemiŐ olduğundan masaüstü uygulamalara göre daha yavaş alıŐması

Üç boyutlu grafik işlemleri uygulanırken bazı kavramların bilinmesinde yarar vardır.

### 2.7.7.1. Render

Render denilen kavram, yazılım dünyasında çok deđiŐik anlamlarda kullanılmasına rağmen üç boyutlu grafik çizimlerinde üç boyutlu bir görüntünün iki boyutlu olarak

izmesi işlemidir. Render işleminin çalışma mantığında, kameranın bulunduğu varsayılan konumdan bir fotoğraf çekilir ve bu fotoğraf ekrana çizilir [54].

#### **2.7.7.2. Animasyon**

Eğer ki render işlemi sırasında çok sayıda fotoğraf art arda gelirse insan gözü bu fotoğraflar arasında ki geçişi algılayamaz ve fotoğraflar hareketliymiş gibi gözükür. İşte bu art arda gelen fotoğraf görüntüleme işlemine animasyon denir. Saniye de çekilen fotoğraf sayısına göre görüntü kalitesi artar. İnsan gözü saniyede 16'dan fazla resim geldiği takdirde bunu animasyon olarak algılar [54].

#### **2.7.7.3. FPS (Frame Per Second)**

Animasyonlar oluşturulurken saniyede kaç resim geçeceği bilgisinin belirlenmesi gerekir. İşte bu saniyede geçen resim sayısı FPS olarak adlandırılır. FPS ne kadar yüksekse o kadar çok resim geçiyor demektir. Teknik olarak animasyonlar 60 FPS değeri yukarisına ulaşamazlar [54].

#### **2.7.7.4. Canvas**

Canvas, HTML5 ile gelen üzerinde çizim yapılabilen bir elementtir. Statik ya da dinamik olarak nesne ekleme işlemlerine izin verir.

#### **2.7.7.5. FOV (Field Of View)**

Ekrandaki görüş açısının genişliğidir. Yani kameranın sahneye olan uzaklığıdır da denilebilir. Kamera sahneden ne kadar uzaksa ekranda görülen nesne sayısı o kadar fazladır. Kameranın sahneden uzaklaşması daha çok nesne görüntülenmesine yol açtığı gibi ekran kartına düşen yükü de arttıracadı muhakkaktır. FOV değeri WebGL

içerisinde açıyla ifade edilir. Genel olarak 45 derecelik açı kullanılır. İnsan gözünün FOV değerinin 90-100 olduğu düşünüldüğünde sistem performansı açısından bu değerlerden daha fazlasının verilmesi pek cazip gözükmemektedir [54].

#### **2.7.7.6. Vertex**

Üç boyutlu uzaydaki bir noktaya vertex denir. X, Y, Z koordinat bilgilerini içerir ve bu değerler float yani ondalıklı sayı tipindedir. Ekranın tam orta noktasının vertex değeri (0,0,0) kabul edilir [54].

#### **2.7.7.7. Shader**

Shader görüntüyü gerçeğe daha yakınlaştırmak için kullanılan işlemlerin tümüdür. Üç boyutlu grafik çizimlerinde kullanılan ışıklandırma, kamera açısı, gölgelendirme, efekt verme işlemlerinin tamamına birden shader denir. Görüntü oluşturulurken gerçeğe yakın görüntü elde etme işlemi gerçekten zor bir işlemdir ve başlı başına çok karmaşık bir konudur. Dolayısıyla WebGL altyapısını kullanarak geliştirilen kütüphaneler üzerinde bu işlemleri daha kolay yapabilmemize imkân sağlayan fonksiyonlar geliştirilmiştir [54].

#### **2.7.7.8. Material**

Üç boyutlu uygulamalarda kullanılacak nesnenin yüzey bilgisine, dokusuna texture denir. Material ise daha geniş bir kavram olarak bu dokuya ait rengin belirlendiği, dokunun renge nasıl giydirileceği, dokunun parlaklığı, yansımaları gibi bilgileri de ihtiva eder. Three.js'de kütüphanesinde hazır kütüphaneler geliştirilmiştir [54].

### 2.7.7.9. Mesh

Kısaca Türkçesi tel kafestir. Yani üç boyutlu grafiklerin çizgilerle tasarlanmış, daha sonra da texture giydirilerek elde edilen her üç boyutlu nesneye mesh adı verilir [54].

### 2.7.8. JavaScript

JavaScript web uygulamalarında kullanılan nesne tabanlı bir programlama dilidir. Bilindiği gibi, web uygulamaları istemci, sunucu mantığına göre çalışmaktadırlar. İstemciden bir talep geldikten sonra sunucu gerekli işlemleri yapar ve oluşturmuş olduğu bilgileri isteyen kullanıcıya gönderir. Bu durumda kullanıcının her yaptığı işlem için istekte bulunması gerekir. Yalnız bazı durumlarda istemci tarafından yapılan her istek gereksiz yere performans kayıplarına sebep olabilir. Bu durumu aşabilmek için kullanıcı sayfayı post etmeden sayfa üzerinde değişiklik veya işlem istenebilir. Bu durumlarda kullanıcının tarayıcısında çalışabilecek kodlara ihtiyaç vardır. JavaScript, işte bu durumlar için geliştirilmiş bir dildir. JavaScript sayesinde kullanıcıların tarayıcılarında başka bir eklenti veya programa ihtiyaç duymadan çalışabilecek kodlar yazılabilir. HTML içerisine gömülerek yazılan kodlar sayesinde kullanıcı tarayıcı etkileşimi sunucuyla iletişime geçilmeden sağlanmış olur [55].

NetScape firması tarafından geliştirilen JavaScript 1995 Aralık ayında piyasaya sürülmüştür. JavaScript isminin Java programlama diliyle isim benzerliği haricinde hiçbir alakası yoktur. JavaScript'e ismi, kendisiyle aynı dönemde Sun Microsystems firması tarafından piyasaya sürülecek olan Java programlama dilinin isim popülaritesinden yararlanmak için konulmuştur. JavaScript'in yazım şekli C programla dilinden türetilmiştir ve kodlarının yorumlanması için bir tarayıcıya ihtiyaç vardır. 1997 yılından beri tüm tarayıcıların desteklediği bir dildir [56].

JavaScript kullananların bilmesi gereken en önemli kavramlardan bir tanesi de DOM (Document Object Model) kavramıdır. DOM, HTML ile farklı programlama dillerinin nesnelere üzerinden iletişimini sağlayabilmek için oluşturulmuş bir standarttır. DOM, nesnelere ve özelliklerden oluşur. Web sayfasını yapısal bir

hierarchy düzene koyarak HTML ve script dilleri arasında ki iletişim için bir yol tanımlar.

### **2.7.9. Three.js**

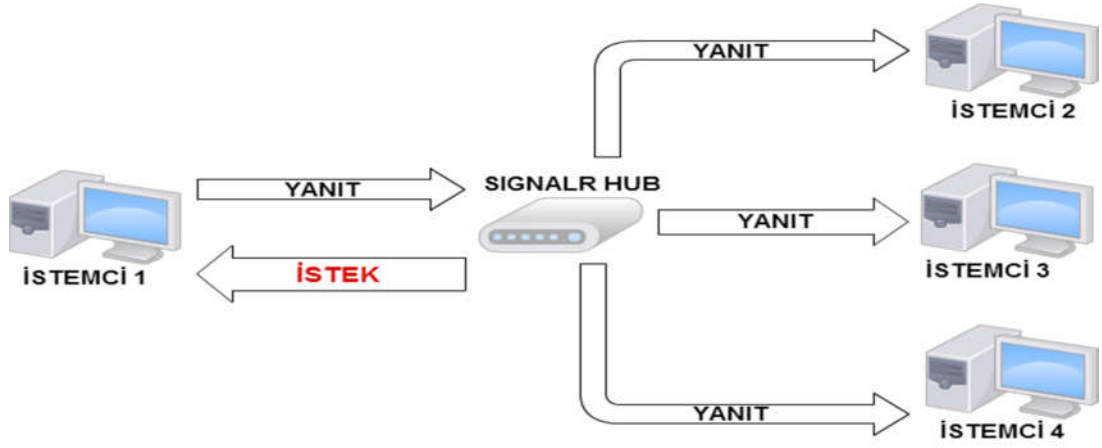
WebGL ile web üzerinde çalışabilecek üç boyutlu uygulamalar çok rahat yapılabilmesine rağmen, WebGL'in alt düzey bir geliştirme dili olmasından kaynaklı, basit uygulamalar yapabilmek için dahi çok detaylı WebGL bilgisine ihtiyaç olabilmektedir. İşte bu sebepten dolayı WebGL altyapısını kullanarak çeşitli kütüphaneler geliştirilmiştir. Three.js, WebGL'in JavaScript ile geliştirilmiş açık kaynak kodlu kütüphanelerinden birisidir [57].

Three.js ilk olarak Ricardo Cabello tarafından Nisan 2010'da yayınlanmıştır. Three.js ilk olarak ActionScript olarak geliştirilmiş daha sonra JavaScript' e taşınmıştır. Son sürümü 2015 Ekim ayında yayına alınmıştır. Toplamda 390 üzerinde kişi yazılımın geliştirilmesine doğrudan katkıda bulunmaktadır. Three.js, WebGL'in yapabildiği aşağıdaki özellikleri daha rahat yapmamıza imkân verir.

- Basit ve karmaşık grafikler rahatlıkla çizilebilir.
- Nesnelere üç boyutlu sahnedeki hareket ettirebilir.
- Nesnelere texture ve material bilgisi verilebilir.
- Nesnelere üç boyutlu yazılımlardan yüklenebilir.
- İki boyutlu nesnelere oluşturulabilir [58].

### **2.7.10. SignalR**

SignalR, ASP.NET uygulamalarının gerçek zamanlı çalışabilmesi için geliştirilmiş bir kütüphanedir. Gerçek zamanlı çalışabilme sunucunun istemci tarafından istek gelmesini beklemek yerine, kendisine bağlı olan tüm istemcilere ya da belli istemcilere doğrudan veri gönderme işlemi yapabilmektedir. Herhangi bir istemcide yapılan değişiklik sunucuya bağlı tüm istemcilere anında yansır [59].



**Şekil 2.5.**SignalR çalışma şekli

SignalR, her türlü ASP.NET uygulamasına gerçek zamanlı işlevselliği kazandırmak için eklenebilir. Bilindiği gibi WebSocket tarayıcı ile sunucunun doğrudan etkileşimini sağlayan bir HTML5 API'sidir. SignalR, temel olarak WebSocketleri kullanarak çalışmaktadır [59].

Sadece WebSocket kullanılarak gerçek zamanlı uygulamalar geliştirilebilecekken SignalR sayesinde yazılımlarınıza ekstradan bir fonksiyonellik ve yazılım yazma kolaylığı sağlanmış olur. SignalR WebSocket sürümlerine genellikle tutarlı bir uyum sağlamaktadır. WebSocket güncellemelerine destek vermektedir [59].

SignalR şu şekilde çalışmaktadır. Öncelikle sunucu istemci uzak işlem çağruları (RPC) için bir API oluşturur. Bu API sayesinde istemci tarafındaki JavaScript fonksiyonlarını çağırarak sunucu tarafındaki kodların çalışmasını sağlar. SignalR bağlantısı bir http olarak başlar ve eğer varsa daha sonra kendisini bir WebSocket bağlantısına yükseltebilir [59].

### 2.7.11. ORM ve Entity Framework

ORM veri tabanında bulunan her tablonun, nesneye yönelik bir dilde bir nesne olarak yaratılıp karşılığının oluşturulmasıdır. ORM sayesinde veri tabanında bulunan

tablolara, bir nesneymiş gibi müdahale edilebilir. Piyasa da birçok ORM aracı bulunmaktadır. Bunların yaygın olarak kullanılanları şu şekilde sıralayabiliriz [60].

- Entity Framework
- NHibernate
- Hibernate
- Propel
- Doctrine
- JPA

ORM üzerinde her tablo nesneye dönüştürüldüğü için veri tabanı bağımlılığın önüne geçilmiş olur. Her tablo nesneye dönüştürüldüğü için veri tabanı değişim işlemlerinde sadece bağlantı sağlayıcının değiştirilmesiyle veri tabanı komple değiştirilmiş olur. Aynı zamanda ORM ile doğrudan SQL cümleleri yazılarak sorgu çekilebileceği gibi SQL cümleleri yazmadan da sorgular çalıştırılabilir. ORM veri tabanı tabloları üzerinde ki ilişkisel düzeni korur ve veri tabanı “transaction” yapısının tek elde toplanmasından dolayı işlem tiplerine göre performans kazandırabilir.

Entity Framework Microsoft tarafından geliştirilen ve .NET platformunda kullanılan ORM (Object Relational Mapping) araçlarından birisidir. Entity Framework ve linq sayesinde veri tabanı nesnelere üzerinde güçlü şekilde sorgulama yapma imkânına sahip oluruz [61].



### 3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bilgisayar teknolojisinin gelişmesiyle maden endüstrisinde işleri kolaylaştırmak için çok sayıda yazılım geliştirilmiştir. Geliştirilmiş olan yazılım sayısının fazlalığına rağmen maden endüstrisinde ki maden ve işçi güvenliği için gereken yazılım eksikliği hala tam olarak kapatılamamıştır [62].

Piyasada, maden kazalarını önlemek için erken uyarı sistemleri bulunmaktadır. Yalnız maden kazası sonrasında maden işçilerine daha hızlı ulaşabilmek için kullanılacak madenci izleme yazılımı sayısı yetersizdir. Bu yetersizliğin yanında, literatür araştırması sonuçlarına göre yapılmış olan izleme sistemlerinin hiçbirinde görüntülü, üç boyutlu bir madenci izleme sistemi mevcut değildir. Mevcut madenci izleme sistemlerinin tamamı madencinin bulunduğu konumun log bilgisini tutmaktadır. Bu log kaydı madencinin konumunu sadece yazı olarak göstermekte olup herhangi bir görsel grafik barındırmamaktadır.

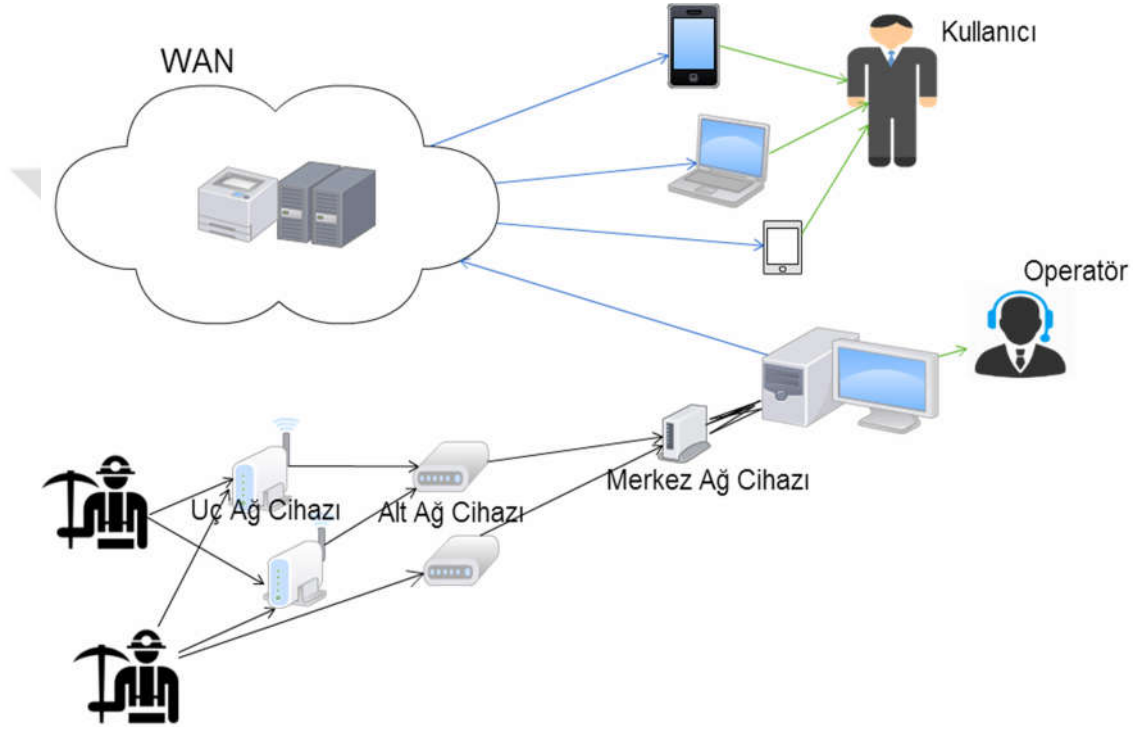
Aynı zamanda başka bir açıdan bakıldığında, günümüz izleme yazılımları maden ocaklarının devamlı değişen ve gelişen yapısına tam destek sağlayamamaktadır. Üzerinde grafik çizimi yapılabilen yazılımların hiçbirinde ise görüntülü izleme sistemi mevcut değildir. Bu çizim yapılabilen yazılımların kullanılması da çoğunlukla uzmanlık gerektirmektedir. Dolayısıyla bir maden için görüntülü bir izleme sistemi kurulduğu farz edildiğinde bu yazılımı kullanabilecek bir operatöründe ilgili maden ocağında görev alması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Bu ihtiyaçlara binaen maden ocaklarında ki işçi güvenliği için kullanımı kolay, devamlı teknik destek gerektirmeyecek, görsel bir madenci izleme sisteminin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu çalışma bu eksiklikler göz önünde bulundurularak üç boyutlu bir maden izleme sistemi üzerine yazılmıştır.

### 3.1. Sistemin Çalışma Şekli

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

- Sensör verilerinin iletimi
- Madenci konumlarının iletimi



Şekil 3.1. Madenci izleme sisteminin çalışma prensibi

#### 3.1.1. Sensör Verilerini İletimi

Maden ortamının sıcaklık, nem ve gaz oranları gibi sensörler aracılığıyla okunabilen ölçüm değerlerinin iletilmesi işlemidir. Şekil 3.1. de görüldüğü gibi uç cihaz adını verdiğimiz network ağının en uç noktasında çalışan cihazlar bulunmaktadır. Bu cihazlar kendisine bağlı bulunan sensörler vasıtasıyla bulunduğu ortamdaki verileri belli aralıklarla okumaktadırlar. Daha sonra toplamış oldukları bu verileri bağlı

buldukları bir üst network cihazına belirli bir protokolle iletmektedirler. Veri gönderdikleri bir üst network cihazı uç network cihazı veya ara network cihazı ismini verdiğimiz cihazlardan herhangi biri olabilir. Veriyi almış olan cihaz da kendisinin bir üstü olan network elemanına kendisinde toplanmış olan tüm veriyi iletir. Bu iletim ağının en sonunda bilgisayara bağlı olan ana alıcı cihaza toplanan tüm veri ulaştırılmış olur.

### **3.1.2. Madenci Konumunun İletimi**

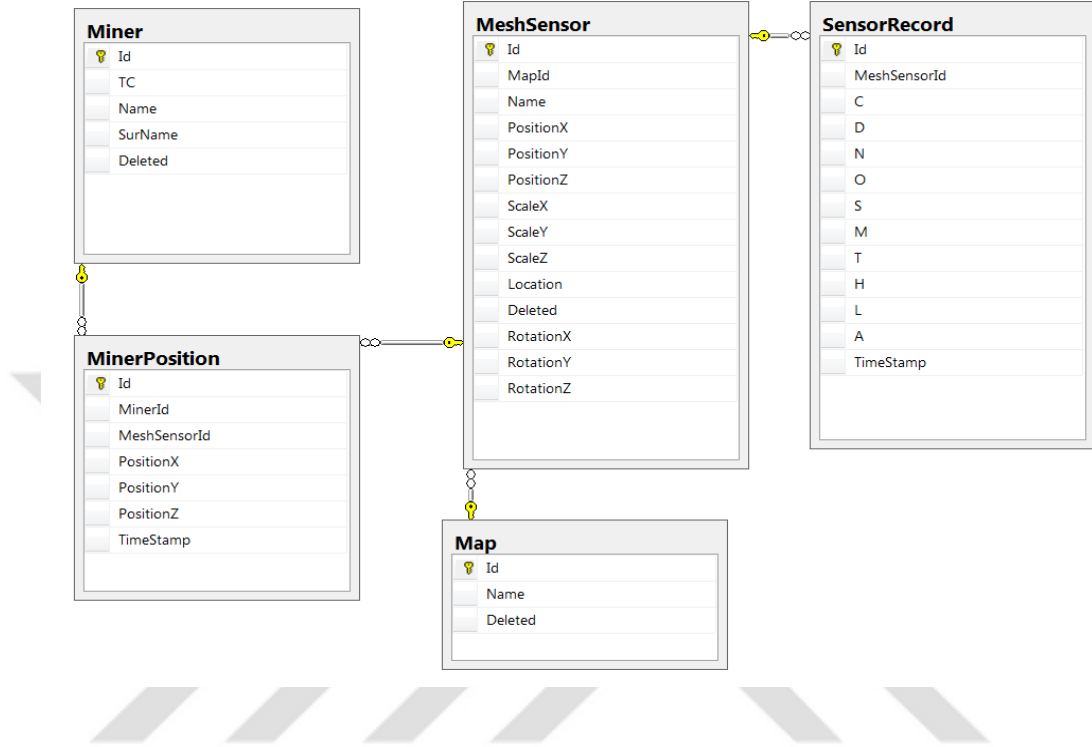
İkinci olarak ise madenci üzerine yerleştirilen bir verici sayesinde en uçta bulunan network cihazlarına madenci konumu iletilir. En uçta bulunan cihazların yerleri belli olduğu için gelen madenci verisi hangi uç cihazda okunuyorsa madenci konumunun da o bölgede olduğu tespit edilmiş olur. Bu çalışmada bu iletim mekanizmasının donanım yapısının üzerinde durulmamıştır. İletim mekanizmasında kullanılacak donanım elemanları ZigBee ya da wireless olabilir. Uç ağ cihazları da kendilerine gelen verileri aynen sensör iletim mekanizmasında olduğu gibi iletir. Bu sayede sensörler için bahsedilmiş olan aynı ağ iletim mekanizmasıyla madenci konumlarının da iletimi sağlanır.

### **3.2. Uygulama**

Bu çalışmanın ana konusu merkeze iletilmiş olan verilerin analiz edilmesi, gösterilmesi ve kullanıcıya sunulması işlemleridir. Ağ elemanları, verilerin iletimi işlemleri çalışmanın kapsamı dışındadır. Operatöre ulaştığı varsayılan veriler üzerinden üç boyutlu çalışan bir web uygulaması yapılmıştır. Yapılan uygulama da madenler için harita oluşturulması, anlık madenci takibi ve sensör verilerinin görüntülenmesi modülleri bulunmaktadır.

Sanal donanım elemanları 10 saniye aralıklarla rastgele oluşturulan madenci konum ve sensör verileri göndermektedir. Bu verilerin tamamı sistemde kurulu (MSSQL)

veri tabanına kaydedilmektedir. Şekil 3.1. uygulama için tasarlanan veri tabanı yapısını göstermektedir.



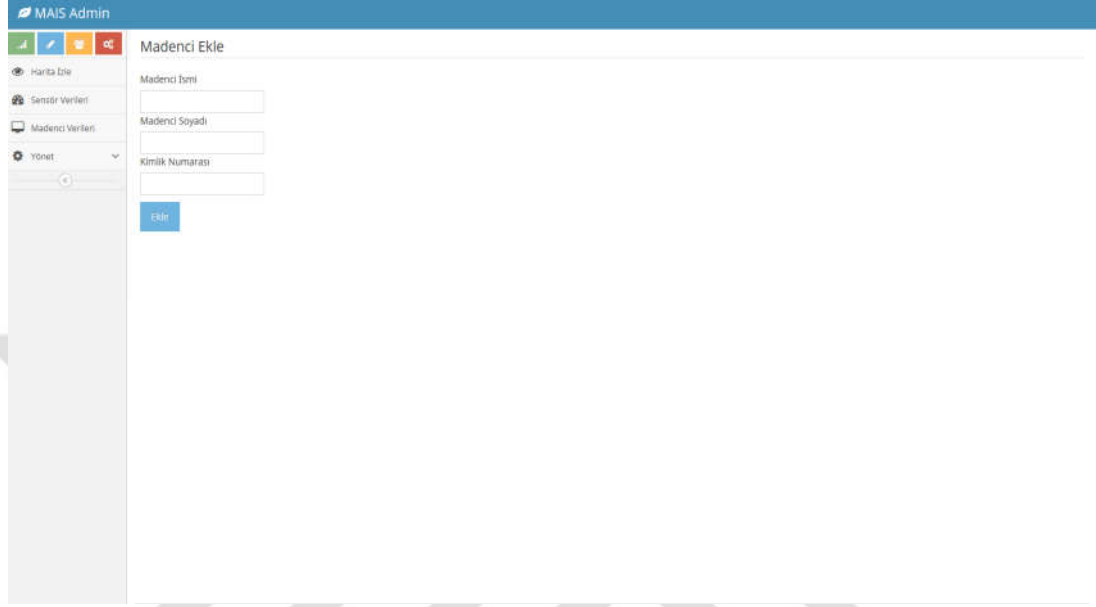
Şekil 3.2. Madenci izleme sistemi veri tabanı yapısı

Veri tabanına kaydedilen veriler yapılan uygulama sayesinde herhangi bir web tarayıcı üzerinde görüntülenebilmektedir. Bu uygulama ASP.NET MVC teknolojisi kullanılarak geliştirilmiştir. Yani bir web uygulamasıdır. Uygulama üzerinde hem sensör hem de madenci konumları için çok detaylı şekilde sorgulama işlemi yapılabilmektedir.

Madenciler isme, bulunduğu konuma ve tarih aralığına göre sorgulanabilmektedirler. Şekil 3.3. de birden fazla madenci için, birden fazla pozisyonda verilen tarih aralığına göre arama yapılmaktadır.



Bunların haricinde uygulama üzerinden madenciler için ekleme, silme ve güncelleme işlemleri yapılabilmektedir. Şekil 3.5. madenci ekleme için oluşturulan ekranı göstermektedir.



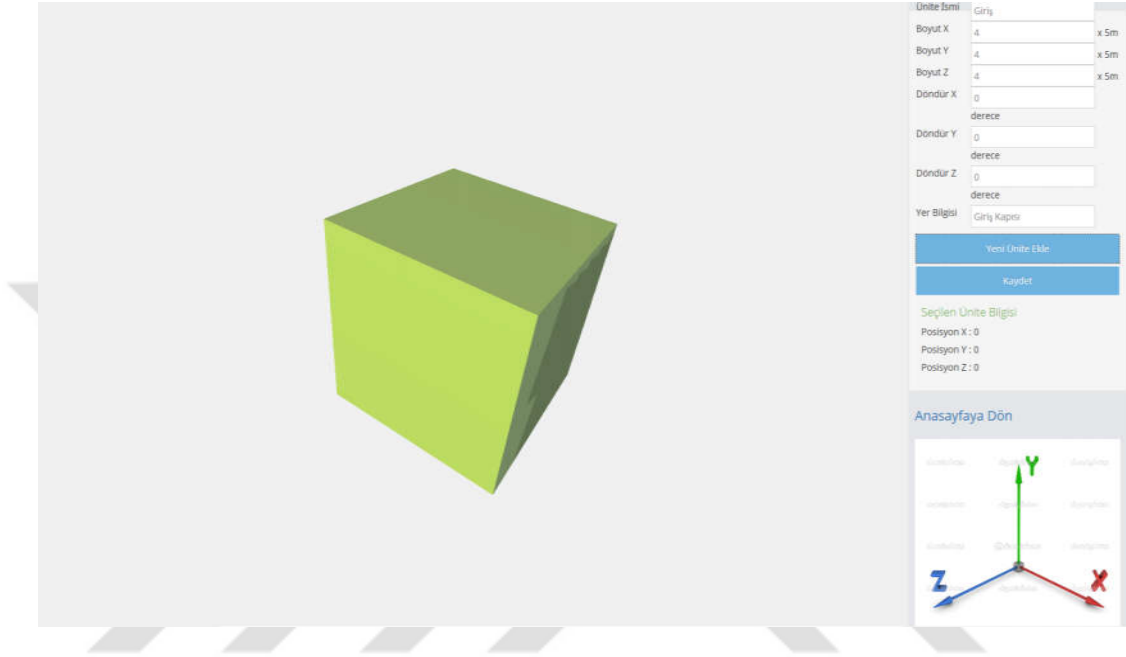
**Şekil 3.5.**Madenci izleme sistemi madenci ekleme ekranı

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 herhangi bir kullanıcı tarafından oluşturulması, çizilmesi çok daha uygundur. İşte bu ihtiyaçtan dolayı harita oluşturma işlemi uygulama içerisinde dinamik olarak yapılabilecektir.

### **3.2.1. Harita Oluşturulması**

Öncelikle belirtilmesi gereken husus harita üzerinde ki her bir hücrenin bir uç cihaza karşılık gelmesi, eşleşmesidir. Yani harita üzerinden yeni bir hücre eklediğimiz zaman maden içerisinde de o hücre ile eşzamanlı çalışacak bir cihazı ekleme

zorunluluğu vardır. Bunun tersi yapılan işlemde zorunludur. Yani yeni bir uç cihaz eklendiği zamanda harita üzerinden o cihazla eşleşen bir hücre eklemek gerekmektedir. Kullanımın kolaylığı ve karmaşıklığın önüne geçilmesi amacıyla hücre ve cihaz isimlerinin aynı olmasında fayda vardır.

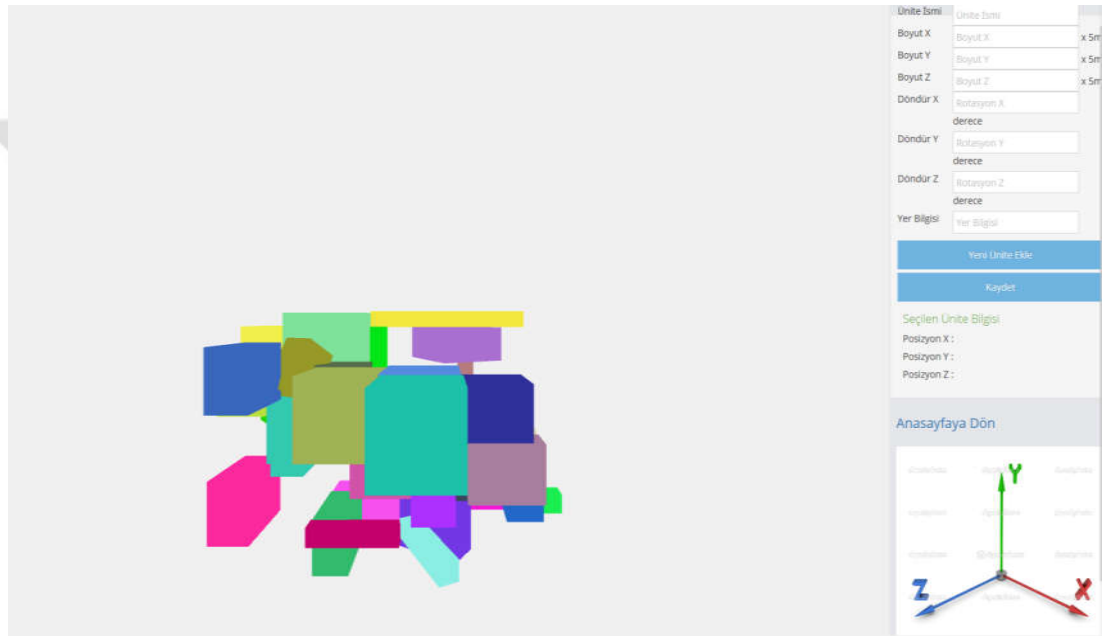


**Şekil 3.6.**Madenci izleme sistemi harita oluşturma ekranı

Hücreler uygulama üzerinden üç boyutlu olarak eklenmektedir. Şekil 3.6.'da harita üzerinden bir adet maden ünitesi yani cihaz ekleme kısmı gösterilmiştir. Bu ekranda sağ taraftan oluşturulacak olan maden ünitesinin boyutları x, y, z koordinatlarına göre girilir. Bu ünite aynı zamanda bir cihaza denk geldiği için bu cihazın kapsama alanını da temsil etmektedir. Şekil 3.6.'nın sağ tarafında görüldüğü gibi ünite için isim verilmesi gerekmektedir. Burada girilecek olan ismin cihaz ismiyle eşleşmesi kullanım kolaylığı açısından faydalı olacaktır. Aynı zamanda şekil 3.6.'da ki ekran görüntüsünün sağ tarafında bulunan açı dereceleri girilerek, ünite istenilen açılarda oluşturulabilir. Bu ekleme işlemleri sırasında yanlış eklenen bir harita ünitesi klavyenin alt tuşuna ve fareye basılarak ekrandan kaldırılabilir. Bu hücreleri ekleme sırasında kamera açılarıyla ve farenin topuyla oynanarak büyültme ve küçültme

işlemleri oynanabilir. Uygulamaya eklenen hücre kaydet tuşuna basılmadan veri tabanına kaydedilmez.

Şekil 3.7.'de çok sayıda ünite eklenerek oluşturulmuş bir haritanın şekli bulunmaktadır. Aynı zamanda uygulama da birden fazla harita ekleme imkânı da vardır. Bu sayede şayet maden ocaklarının bölümlendirilmesi istenirse veya birden fazla maden aynı anda yönetilmek istenirse buna imkân tanınmış olur.



Şekil 3.7.Harita oluşturma ekranı çok sayıda hücre eklenmiş hali

### 3.2.2. Madenci Konumlarının Görüntülenmesi

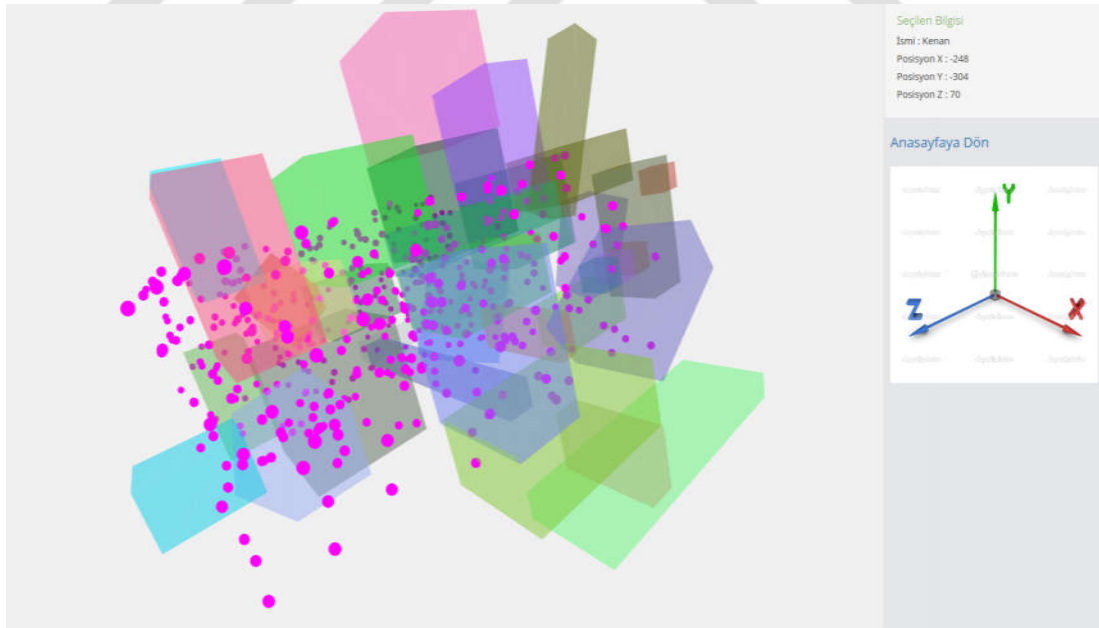
Uygulama sayesinde, daha önceden oluşturulmuş bir maden haritası üzerinden madencilerin konumu izlenebilmektedir. Öncelikle uç cihazlar kendisine sinyal gönderen madenci cihazlarından aldıkları verileri ağ sistemi sayesinde bilgisayara ulaştırır. Veri iletimi çizelge 3.1.'de ki protokol vasıtasıyla yapılır.



**Çizelge 3.1.** Madenci konumu gönderimi protokolü

	<b>Paket Türü</b>	<b>Uç Cihaz No</b>	<b>Madenci Numarası</b>	<b>Üst Cihaz No</b>	<b>Paketlenmiş Data</b>
Data Formatı	<b>9</b>	<b>A99</b>	<b>99999</b>	<b>A99</b>	<b>9A999999A99</b> = 12 Byte
Madenci Bilgisi	<b>1</b>	<b>E15</b>	<b>34567</b>	<b>E14</b>	<b>2E1534567E14</b>

Bu protokol sayesinde bilgisayara ulaştırılan byte dizisinin nasıl çözümleneceği anlaşılmaktadır. Byte dizisinde ki çözümlenmeden sonra paket türü 1 olan byte dizisinin madenci konum bilgisini taşıdığı anlaşılır. Daha sonra veri dizisi içerisinde madenci numarası alınarak harita üzerinde uç cihazla daha önceden ilişkilendirilmiş olan hücrede madencinin görüntülenmesi sağlanır. Gönderilmiş olan verinin netliğine göre madencinin nokta atışlı yer tespiti yapılabilir.



**Şekil 3.8.** Madenci izleme sistemi 500 madencinin anlık görüntüsü

Herhangi bir kaza olması durumunda madencinin son konumu kayıt altına alındığı için sorgulama işlemi sonrasında tespit edilebilir. Harita üzerinde ki madenciler birer nokta olarak görüntülenmektedir. Noktanın üzerine tıklandığında madencinin detaylı bilgileri ekranın sağ tarafında görüntülenir. Bu bilgiler madencinin kimlik bilgileri ve bulunduğu noktanın tam koordinat bilgilerinden oluşmaktadır. Bunların yanında harita üzerinde daha etkin görüntüleme işlemi yapılabilmesi için fare hareketleriyle büyültme ve küçültme işlemleri yapılabilir ve kamera açılarıyla oynanarak farklı açılardan bakılabilir. Uygulama görüldüğü gibi 500 madencinin anlık olarak görüntülenmesine rağmen sistemi hiç yormadan çalışabilmektedir.

Harita üzerinde ki herhangi bir hücreye tıkladığı 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.

Aynen madenci konum bilgisinin gönderildiği gibi uç cihazlardan sensör bilgileri de belirli bir protokolle alınır. Çizelge 3.2. bu protokolü göstermektedir.

**Çizelge 3.2.**Sensör gönderimi protokolü

	<b>Paket Türü</b>	<b>Uç Cihaz No</b>	<b>1.Sen sor</b>	<b>2.Sen sor</b>	<b>3.Sen sor</b>	<b>4.Sen sor</b>	<b>5.Sen sor</b>	<b>6.Sen sor</b>	<b>Üst Cihaz No</b>	<b>Paketlenmiş Veri</b>
Veri Formatı	<b>9</b>	<b>A99</b>	<b>A99</b>	<b>A99</b>	<b>A99</b>	<b>A99</b>	<b>A99</b>	<b>A99</b>	<b>A99</b>	<b>9A99A99 A99A99A 99A99A9 9A99 = 25 Byte</b>
Sensor Bilgisi	<b>2</b>	<b>E15</b>	<b>C36</b>	<b>N54</b>	<b>M28</b>	<b>T38</b>	<b>H43</b>	<b>L47</b>	<b>E14</b>	<b>1E15C36 N54M28T 38H43L4 7E14</b>

Çizelge 3.2.'de görüldüğü gibi bir uç cihaza en fazla 6 sensör bağlanabileceği varsayılmıştır. Madenci konum bilgisinin çözümlenmesinde olduğu gibi öncelikle gelen byte dizisi ayrıştırılarak paket türü belirlenir. Paket türü 2 olduğu için gelen verinin sensör verilerinden oluştuğu anlaşılır. Bir cihaza birden fazla sensör bağlandığı düşünüldüğü için ilgili uç cihaz birden fazla sensör verisini alıp bir paket halinde iletmektedir. Dolayısıyla gelen bu sensör veri paketinin ayrıştırılması gerekmektedir. Her sensör verisi 3 byte'lık veri dizisinden oluşmaktadır. Bu 3 byte'lık sensör dizisi de bölünüp parçalara ayrılarak sensör tipi ve sensör verisi tespit edilir. Burada bu 3 byte'lık dizi içerisinde ki ilk byte sensör tipine, diğer 2 byte ise sensörün gönderdiği veri için ayrılmıştır. Daha sonra bu ayrıştırılan veriler veri tabanında sensör türüne göre ilgili alanlara kaydedilir. Bu kısımda sensör verilerinin üç boyutlu olarak gösterilme imkânı olmadığı için sadece log kayıtları tutulmuştur.

#### 4. SONUÇ

Bu çalışma maden güvenlik sistemlerinin daha verimli çalışması için hazırlanmıştır. Madencilik işinin doğası gereği maden ocaklarında kaza olması kaçınılmazdır. Yalnız günümüz teknolojisi sayesinde, en azından maden kazalarını önceden belirleyebilme veya can kaybını en aza indirebilmek için kaza olduktan sonra madencilerin yer tespitini hızlı bir şekilde yapabilecek sistemler geliştirilmesi mümkündür. Yapılan literatür araştırması sonucunda, madencilik endüstrisi için geliştirilen çok sayıda donanım ve yazılım sisteminin bulunduğu görülmüştür. Bunlardan yaygın olanları örnek olarak verilmiştir. Bu sistemler ayrı ayrı incelendiğinde daha çok maden sondajları için geliştirilen yazılımların ön plana çıktığı ve teknoloji kullanımının daha çok bu alanlara odaklandığı görülmüştür. Maden içi güvenlik ve madenci güvenliği sistemleri teknolojilerinin daha geri planda kaldığı tespit edilmiştir. Geliştirilmiş olan güvenlik sistemlerinin yapısı incelendiğinde temel olarak sensör dinlemelerinden oluştuğu ve bazılarının madenci konumunu sadece yazıyla kaydettiği görülmüştür. Aynı zamanda bu sistemlerin görsel bir ara yüzü olmayışı ve bundan dolayı sistemin uzmanı ya da operatörü olmadıkça bu sistemlerin zor anlaşılacağı tespit edilmiştir.

Bu eksiklikler göz önünde bulundurularak bir madenci güvenlik sistemi geliştirmenin zorunluluğu ön plana çıkmıştır. Bundan dolayı bu çalışmanın konusu olan sistem tasarlanmıştır. Bu sistem günümüzde ki son teknolojiler kullanarak uygulama haline getirilmiştir. Bu uygulama yapılırken donanım elemanları kullanılmamış sadece yazılım uygulaması yapılmıştır. Donanım elemanlarından elde edilmesi gerekli olan veriler de yazılım vasıtasıyla sanal olarak oluşturulmuştur. Gerçekleştirilmiş sistem her türlü kullanıcının zorlanmadan üç boyutlu harita çizebildiği ve çizdiği bu harita üzerinden madenci konumlarını izleyebildiği bir ara yüze sahip olacak şekilde tasarlanmıştır. Uygulama 500 madenci eklenerek test edilmiş ve istikrarlı şekilde çalıştığı gözlemlenmiştir.

Bunun yanında sensörler vasıtasıyla madenden toplanan bilgiler uygulama sayesinde kayıt altına alınmış ve bu veriler üzerinden sorgulama işlemlerinin yapılabileceği bir

ara yüz tasarlanmıştır. Madenci konumlarının geçmişe ait sorgulamaları da gene bir ara yüz vasıtasıyla yapılabilmektedir. Sisteme 100000 civarında kayıt eklenmiş ve yapılan sorgu optimizasyonları sayesinde sorgulamaların birkaç saniyede tamamlandığı gözlemlenmiştir.

Bunlara ek olarak bu çalışmanın konusu olan yazılım uygulaması sadece madenler için değil; haritasını kullanıcıların çizmesini isteyebileceğiniz her türlü geliştirilebilir harita sistemi için kullanılabilir. Bunlara örnek olarak ofis ya da bina için personel takip sistemleri, hastaneler için cihaz takip sistemleri örnek olarak verilebilir.



## KAYNAKLAR

- [1] Anonim, <https://tr.wikipedia.org/wiki/Maden> (Erişim Tarihi: 23.08.2015)
- [2] Anonim, <https://tr.wikipedia.org/wiki/Madencilik> (Erişim Tarihi: 23.08.2015)
- [3] Mallı, T., Kun, M., Köse H., 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 Sayfa: 59-67 2014.
- [4] O. Karaoğlu, Maden Ocaklarında ZigBee Tabanlı Veri Haberleşme Uygulaması Ve Sonuçların Bilgisayar Ortamında İşlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Karabük Üniversitesi, Karabük, 2015.
- [5] Nadir, A., Madencilik Raporu, <http://www.anafikir.gen.tr/madencilik-raporu-1-nadir-avsaroglu/> (Erişim Tarihi: 01.09.2015)
- [6] Anonim,  
[http://www.fenimining.com/upload/dosyalar/m\\_rapor\\_1347711063.pdf](http://www.fenimining.com/upload/dosyalar/m_rapor_1347711063.pdf)  
(Erişim Tarihi: 01.09.2015)
- [7] Anonim,  
[http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/6b4f48fe09a313b\\_ek.pdf?tipi=5](http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/6b4f48fe09a313b_ek.pdf?tipi=5)  
(Erişim Tarihi: 01.09.2015)
- [8] Türkiye Madencilik Sektör Raporu (2007), Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği (TOBB) Madencilik Sektör Meclisi, TOBB Yayın Sıra No: 2008/77. 2008.
- [9] Mencik, D., Türkiye’de Madencilik, İTO, Yayın No: 2009-15, 2009.

- [10] Yeraltı Kömür Madenlerinde Güvenlik ve Sağlık, ILO Uygulama Kılavuzu, Ankara, 2011.
- [11] Madencilikte Yaşanan İş Kazaları Raporu, TMMOB Maden Mühendisleri Odası, Haziran 2010.
- [12] Tevfik G. G., Ümit Y. Ö., Kömür Madenciliğinde İş Güvenliği ve İşçi Sağlığına İlişkin Sorunların Değerlendirilmesi ve Çözüm Önerileri [http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/43a6403c1787070\\_ek.pdf](http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/43a6403c1787070_ek.pdf) (06.09.2015)
- [13] U. G. Akkaya, Coğrafi Bilgi Sistemi Temelli Maden İşletmesi Yönetim Modelinin Oluşturulması. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi, İstanbul, 2006.
- [14] U. Efe, Maden İşletmelerinin Planlamasında Üç Boyutlu Modelleme (3d) Ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)Uygulamaları. Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, 2013.
- [15] Ö. Öngen, Madencilikte Bilgisayar Uygulamaları ve Surpac Yazılımı İle Bir Ocak Planlaması. Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, 2008.
- [16] E. Göksüner, Bilgisayar Destekli Maden İşletme Tasarımının Kalker Ocaklarına Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, 2010.
- [17] Anonim, <http://portal.netcad.com.tr/display/HELP/NETPRO+MINE> (Erişim Tarihi: 15.09.2015)
- [18] Anonim, [http://benkoltd.com/yazilimlar/kaynak/MicroStation\\_tr.pdf](http://benkoltd.com/yazilimlar/kaynak/MicroStation_tr.pdf) (Erişim Tarihi: 15.09.2015)

- [19] Anonim, <http://www.maptek.com/products/vulcan/> (Erişim Tarihi: 15.09.2015)
- [20] Birol E., Sermin D. Sema E., Kömür Madenleri İzleme Sistemleri ve Uzman Sistemlerle Birleştirilmesi, [http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/91327d63593b0ba\\_ek.pdf](http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/91327d63593b0ba_ek.pdf) ( Erişim Tarihi: 01.10.2015)
- [21] Kocal, F., zelik Y., Kömür Madenciliğinde Uzaktan İzleme Ve Kontrol Sistemleri ve Kozlu (TTK-Zonguldak) Müessesesindeki Uygulamalar. Türkiye 13 Kontur Kongresi Bildiriler Kitabı, Mayıs 2002, Zonguldak, s. 357-370, 2002.
- [22] Durşen, M., Yasun B., Yeraltı Madenlerinde Bulunan Zararlı Gazlar ve Metan Drenajı, İSGÜM, Ankara, 2012
- [23] Olgun, B., Gltek, S., Bulgurcu, H., Yeraltı Maden Ocaklarında Havalandırma Kriterleri, 12. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir, 2015
- [24] Anonim, <http://www.nltinc.com/mining-networks/miner-tracking/> ( Erişim Tarihi: 05.10.2015)
- [25] Anonim, <https://tr.wikipedia.org/wiki/GPS-22> (Erişim Tarihi: 05.10.2015)
- [26] İ. Nakıp, Mobil Takip Sistemi ve Optimizasyonu. Yüksek Lisans Tezi. Bahçeşehir Üniversitesi, İstanbul, 2010.
- [27] Anonim, <https://tr.wikipedia.org/wiki/ZigBee> (Erişim Tarihi: 13.10.2015)
- [28] N. Başıfti, ZigBee Tabanlı Mobil Sağlık İzleme Sistem Tasarımı ve Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi, Konya, 2011.



- [29] RFID Teknolojisi, Fırsatlar, Engeller ve Örnek Uygulamalar, Ege Academic Review, 2006, vol. 6, issue 1, pages 24-35
- [30] S. Karaca, RFID Teknolojisi İle Anlık Personel Takip Sistemi. Yüksek Lisans Tezi. Maltepe Üniversitesi, İstanbul, 2010.
- [31] Yüksel M. E. Zaim A. H. Otomatik Nesne Tanımlama Teknolojisi Olarak RFID ve RFID'nin Faydaları, [http://www.emo.org.tr/ekler/c005118de912f94\\_ek.pdf](http://www.emo.org.tr/ekler/c005118de912f94_ek.pdf) (Erişim Tarihi: 01.12.2015)
- [32] Yüksel, M. E., Zaim, A. H., RFID'nin Kablosuz İletişim Teknolojileri İle Etkileşimi. Akademik Bilişim, Şubat 2009, Şanlıurfa, 2009.
- [33] E. Reisoğlu, Kablosuz Ağlarda Güvenlik. Yüksek Lisans Tezi. Bahçeşehir Üniversitesi, İstanbul, 2008.
- [34] Harmankaya A. O., Demiray H. E. Ertürk İ. Bayılmış C. Bandırmalı N., [http://www.emo.org.tr/ekler/3101d7f52390c29\\_ek.pdf](http://www.emo.org.tr/ekler/3101d7f52390c29_ek.pdf) (Erişim Tarihi: 01.12.2015)
- [35] Anonim, <https://tr.wikipedia.org/wiki/Bluetooth> (Erişim Tarihi: 01.12.2015)
- [36] Anonim, [https://tr.wikipedia.org/wiki/Nesne\\_y%C3%B6nelimli\\_programlama](https://tr.wikipedia.org/wiki/Nesne_y%C3%B6nelimli_programlama) (Erişim Tarihi: 05.12.2015)
- [37] Anonim, <https://msdn.microsoft.com/tr-tr/library/z1zx9t92.aspx> (Erişim Tarihi: 07.12.2015)
- [38] H. Chen, Comparative Study of C, C++, C# and Java Programming Languages. Degree Program of Information Technology. Vaasan Ammattikorkeakoulu University, Finland, 2010.

- [39] Anonim,  
[https://tr.wikibooks.org/wiki/C\\_Sharp\\_Programlama\\_Dili/C\\_Sharp\\_hakında\\_temel\\_bilgiler](https://tr.wikibooks.org/wiki/C_Sharp_Programlama_Dili/C_Sharp_hakında_temel_bilgiler) (Erişim Tarihi: 05.12.2015)
- [40] Durgut R., Çakır A., HTML5'in Sunduğu Yenilikler ve Bir Örnek Uygulama  
<http://ab.org.tr/ab13/bildiri/64.pdf> (Erişim Tarihi: 08.12.2015)
- [41] Anonim, <https://en.wikipedia.org/wiki/HTML5> (Erişim Tarihi: 08.12.2015)
- [42] Anonim, <https://tr.wikipedia.org/wiki/ASP.NET> (Erişim Tarihi: 13.12.2015)
- [43] Mishra, A., Critical Comparison Of PHP And ASP.NET For Web Development. International Journal Of Scientific & Technology Research Volume 3, Issue 7, July 2014.
- [44] Hacıfendioğlu Y., <http://blog.yigith.com/php-vs-asp-net-asp-x-ayrintili-karsilastirma/> (Erişim Tarihi: 13.12.2015)
- [45] S. P. Chandran, M. Angepat, Comparison between ASP.NET and PHP - Implementation of a Real Estate Web Application. Master Thesis. 2011
- [46] Anonim, [https://tr.wikipedia.org/wiki/ASP.NET\\_MVC\\_Framework](https://tr.wikipedia.org/wiki/ASP.NET_MVC_Framework) (Erişim Tarihi: 13.12.2015)
- [47] Anonim, <https://tr.wikipedia.org/wiki/Veritaban%C4%B1> (Erişim Tarihi: 13.12.2015)
- [48] A. Ergüzen, Kullanıcı Etkileşimli Öğrenim Yönetim Sistemi (ÖYS) Tasarımı. Doktora Tezi. Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale, 2012.

- [49] Amlanjyoti, S., Sherin, J., Dhondup, D., Roseline, M. R., Comparative Performance Analysis of MySQL and SQL Server Relational Database Management Systems in Windows Environment. International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering, Vol. 4, Issue 3, March 2015.
- [50] Anonim, [http://download.microsoft.com/download/0/a/f/0afa3a2d-827b-4a39-a2d4-9907aaa391ca/alinean\\_sql\\_server\\_and\\_oracle\\_tca\\_study.pdf](http://download.microsoft.com/download/0/a/f/0afa3a2d-827b-4a39-a2d4-9907aaa391ca/alinean_sql_server_and_oracle_tca_study.pdf) (Erişim Tarihi: 18.12.2015)
- [51] Anonim, <https://tr.wikipedia.org/wiki/OpenGL> (Erişim Tarihi: 18.12.2015)
- [52] Anonim, <https://tr.wikipedia.org/wiki/WebGL> (Erişim Tarihi: 22.11.2015)
- [53] Anonim, <http://caniuse.com/#feat=webgl>(Erişim Tarihi: 03.01.2016)
- [54] Parisi T., WebGL: Up and Running. O'Reilly, USA, 2012.
- [55] Anonim, [http://www.tutorialspoint.com/javascript/javascript\\_tutorial.pdf](http://www.tutorialspoint.com/javascript/javascript_tutorial.pdf) (Erişim Tarihi: 03.01.2016)
- [56] Anonim, <https://tr.wikipedia.org/wiki/JavaScript> (Erişim Tarihi: 03.01.2016)
- [57] Anonim, <https://en.wikipedia.org/wiki/Three.js> (Erişim Tarihi: 03.01.2016)
- [58] Dirksen J., Learning Three.js The JavaScript 3D Library for WebGL. Packt, USA, 2013.
- [59] Anonim, <http://www.asp.net/signalr/overview/getting-started/introduction-to-signalr> (Erişim Tarihi: 01.01.2016)
- [60] Anonim, [https://en.wikipedia.org/wiki/Object-relational\\_mapping](https://en.wikipedia.org/wiki/Object-relational_mapping) (Erişim Tarihi: 03.01.2016)

- [61] Anonim, [https://en.wikipedia.org/wiki/Entity\\_Framework](https://en.wikipedia.org/wiki/Entity_Framework) (Erişim Tarihi: 03.01.2016)
- [62] Ergin, H., Kırmanlı, C., Erdoğan, T., Yeni Bilgisayar Teknikleriyle Kaliteye Bağlı Olarak Sınıflandırılmış Rezervlerin Belirlenmesi. Cilt 37, Sayı 4, 1998

