



T.C.  
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**İNŞAAT PROJELERİNDE RAMAK KALA OLAYLARININ  
TESPİTİ VE YÜKSEKTEN DÜŞMELERİN ÖNLENMESİNE  
YÖNELİK ÖNERİ GELİŞTİRİLMESİ**

**Fatih ODABAŞ**

**DANIŞMAN  
Dr. Öğr. Üyesi Cemil AKÇAY**

**İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı**

**İnşaat Mühendisliği Programı**

**İSTANBUL-2019**

Bu çalışma, 7.02.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından İnşaat Mühendisliğı Anabilim Dalı, İnşaat Mühendisliğı Programı'nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

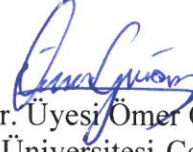
**Tez Jürisi**



Dr. Öğr. Üyesi Cemil AKÇAY(Danışman)  
İstanbul Üniversitesi  
Mimarlık Fakültesi



Doç. Dr. Barış SEVİM  
Yıldız Teknik Üniversitesi  
İnşaat Fakültesi



Dr. Öğr. Üyesi Ömer GİRAN  
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa  
Mühendislik Fakültesi



20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa’nın aboneli olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Lisansüstü Eğitim Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

## ÖNSÖZ

İnşaat Mühendisliğinin kökeni medeniyet mühendisliğidir ve inşai işler medeniyeti var eder. Ancak medeniyeti var ederken, insan hayatını tehlikeye atmamak birinci öncelik olmalıdır. Ne yazık ki inşaat işlerinde sık sık iş kazası meydana gelmektedir. Bu kazaların büyük bir oranı yüksekten düşme iş kazalarıdır. Bu tez kapsamında yüksekten düşme iş kazalarını önlemeye yönelik öneri geliştirilmesi ve ramak kala olaylarının tespiti amaçlanmıştır. Çalışmamda bilgi ve deneyimleriyle bana yardımcı olan danışmanım sayın Dr. Cemil Akçay'a, desteklerini bir an olsun eksik etmeyen aileme ve arkadaşlarıma en içten teşekkürlerimi sunarım.

Aralık 2018

Fatih ODABAŞ

# İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ .....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ŞEKİL LİSTESİ .....	viii
TABLO LİSTESİ.....	x
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ .....	xi
ÖZET .....	xiii
SUMMARY .....	xiv
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>2. GENEL KISIMLAR.....</b>	<b>2</b>
2.1. İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ İLE İLGİLİ GENEL KAVRAMLAR .....	2
2.1.1. İş Sağlığı ve Güvenliği .....	2
2.1.1.1. Kaza ve İş Kazası.....	3
2.1.2. İş Kazası Teknik Kavramı .....	4
2.1.3. İş Kazasının Hukuksal Tanımı .....	6
2.1.4. İş Kazalarının Finansal Etkisi.....	8
2.2. İNŞAAT SEKTÖRÜNDEKİ RİSK FAKTÖRLERİ .....	8
2.2.1. İnşaat Sektörünün Genel Profili .....	8
2.2.2. İnşaat Sektöründe İş Kazaları .....	9
2.2.3. İnşaat Sektöründe İş Kazaları Riskleri .....	10
2.3. İNŞAAT SEKTÖRÜNDE YÜKSEKTE ÇALIŞMA .....	10
2.3.1. Yüksekte Çalışma .....	10
2.3.2. İnşaat Sektöründe Yüksekte Çalışma ve Yüksekten Düşme İş Kazaları .....	11
2.3.2.1. Yüksekten Düşme Kazaları .....	15
2.3.3. Risk Kontrol Sıralaması .....	19
2.4. YÜKSEKTEN DÜŞME KAZALARININ NEDENLERİ VE ÖNLEME SİSTEMLERİ .....	21
2.4.1. Yüksekten Düşme Kazalarının Sebepleri .....	21
2.4.2. Yüksekten Düşme Kazalarını Engelleme Adına Eğitimler .....	23
2.4.3. Yüksekten Düşme Kazaları İçin Düşme Engelleme Yöntemi .....	23
<b>3. MALZEME VE YÖNTEM.....</b>	<b>25</b>

3.1. ŞANTIYE İSG UYARI LEVHALARI.....	26
3.2. ŞANTİYELERDEKİ İŞ GÜVENLİĞİ İKAZ LEVHALARININ ÇALIŞANLAR TARAFINDAN ALGILANMASI .....	28
3.3. OTOMATİK TANIMA YÖNTEMLERİ .....	30
3.3.1. RFID (Radyo Frekanslı Tanıma Teknolojisi).....	31
3.3.1.1. Sistem Bileşenleri.....	33
3.3.1.2. Etiket.....	35
3.3.1.3. Okuyucu .....	37
3.3.1.4. Anten.....	39
3.3.1.5. Yazıcı.....	39
3.3.1.6. Yazılım .....	39
3.4. SENSÖRLER (ALGILAYICILAR) .....	40
3.4.1. Sensör Tipleri .....	41
3.4.1.1. Analog sensörler.....	41
3.4.1.2. Dijital sensörler.....	42
3.4.1.3. Pasif sensörler .....	42
3.4.1.4. Aktif sensörler.....	42
3.5. ARDUINO .....	42
3.5.1. Arduino ile Yapılabilecekler .....	43
3.5.2. Arduino Donanım Özellikleri.....	44
3.5.3. Arduino Türleri (Arduino Boards) .....	44
3.5.4. Arduino İle İlgili Temel Kavramlar .....	46
3.5.5. Arduino Uno.....	48
3.5.6. Arduino Uno R3 .....	50
3.5.6.1. ATmega328 Mikro Denetleyici .....	53
3.6. HAREKETE DUYARLI SESLİ İKAZ CİHAZI.....	55
3.6.1. Sesli İkaz Cihazının Üretimi .....	55
3.6.1.2. Cihazın Üretimde Kullanılan Parçalar .....	57
3.6.2. Cihazın Yazılımı.....	57
3.6.3. Cihazın Şantiyelerde Kullanım Prensibi .....	58
3.6.3. Cihazın Şantiyede Denenmesi .....	61
<b>4. BULGULAR.....</b>	<b>67</b>
4.1. İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANKET SONUÇLARI .....	67
4.2. SESLİ İKAZ CİHAZININ ŞANTIYEDE DENENMESİ .....	83
<b>5. TARTIŞMA VE SONUÇ .....</b>	<b>90</b>

5.1. İSG EĞİTİMLERİNİN VE ANKET SONUCUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	90
5.2. CİHAZIN ŞANTIYEDE DENENMESİ VE RAMAK KALA OLAYLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ.....	91
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>93</b>
<b>EKLER .....</b>	<b>96</b>
EK 1. İnşaat Mühendisleri Odası'nın anketi duyurma onayına dair e-postası.....	96
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>106</b>



## ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 2.1: Domino etkisi (Özkılıç, 2005) .....	5
Şekil 2.2: Risk kontrolü basamakları (Ardıç, 2011) .....	20
Şekil 2.3: Yüksekten düşme kazalarını engelleme sistemi (Aydın, 2007) .....	24
Şekil 3.1: RFID çevrimi (Üstündağ ve Tanyaş, 2007) .....	32
Şekil 3.2: RFID sistem çevrimi (Finkenzeller, 2002) .....	34
Şekil 3.3: RFID etiket (Luckett, 2004) .....	35
Şekil 3.4: Örnek bir etiket anteni tasarımı (Anon. (1), 2018) .....	36
Şekil 3.5: RFID sistem şeması (Lahiri, 2005) .....	37
Şekil 3.6: RFID okuyucu çeşitleri (1) (Anon. (2), 2018), (2) (Anon. (3), 2018) .....	38
Şekil 3.7: RFID anteni örneği (Anon. (4), 2018) .....	39
Şekil 3.8: Farklı tipte tensör modelleri (Anon. (5), 2018) .....	41
Şekil 3.9: Arduino Uno kartı ve yazılım geliştirme program ekranı .....	43
Şekil 3.10: Arduino Uno ve temel birimleri (Anon. (8), 2018) .....	48
Şekil 3.11: Arduino Uno R3 kartın üstten görünüşü .....	50
Şekil 3.12: Arduino Uno R3 kartın alttan görünüşü .....	50
Şekil 3.13: Arduino Uno R3 ve şematik lokasyonu (Ocak, 2015) .....	51
Şekil 3.14: Arduino Uno R3 şematiği (Ocak, 2015) .....	52
Şekil 3.15: ATmega 328 pin diyagramı (Anon. (10), 2018) .....	53



Şekil 3.16: ATmega328 pin diyagramı ve Arduino Uno R3 (Anon. (10), 2018) .....	54
Şekil 3.17: Sesli ikaz cihazı tasarımı .....	56
Şekil 3.18: Arduino UNO R3 kod yazım ekranı .....	58
Şekil 3.19: Cihazın kurulumu .....	60
Şekil 3.20: İkaz cihazının kullanıldığı hastane projesi .....	61
Şekil 3.21: Cihazın şantiyede denenme aşamaları .....	62
Şekil 3.22: Ramak kala verilerinin belirlenmesi (1) .....	63
Şekil 3.23: Ramak kala verilerinin belirlenmesi (2) .....	64
Şekil 3.24: Ramak kala verilerinin belirlenmesi (3) .....	65
Şekil 4.1: Anketin 1. sorusuna verilen yanıtlar .....	68
Şekil 4.2: Anketin 2. sorusuna verilen yanıtlar .....	69
Şekil 4.3: Anketin 3. sorusuna verilen yanıtlar .....	71
Şekil 4.4: Anketin 4. sorusuna verilen yanıtlar .....	72
Şekil 4.5: Anketin 5. sorusuna verilen yanıtlar .....	74
Şekil 4.6: Anketin 6. sorusuna verilen yanıtlar .....	75
Şekil 4.7: Anketin 7. sorusuna verilen yanıtlar .....	77
Şekil 4.8: Anketin 8. sorusuna verilen yanıtlar .....	78
Şekil 4.9: Anketin 9. sorusuna verilen yanıtlar .....	79
Şekil 4.10: Anketin 10. sorusuna verilen yanıtlar .....	81
Şekil 4.11: Yüksekten düşme ramak kala olaylarının tespiti .....	87
Şekil 4.12: Ramak kala oranları .....	89

## TABLO LİSTESİ

### Sayfa No

<b>Tablo 2.1:</b> Sosyal Güvenlik Kurumu iş kazaları verileri (SGK, 2018) .....	9
<b>Tablo 2.2:</b> Nedenlerine göre iş kazası sayılarının dağılımı (Öcal ve ark., 2007) .....	11
<b>Tablo 2.3:</b> Yüksekten düşme süreleri (Aydın, 2007) .....	15
<b>Tablo 2.4:</b> Yüksekten düşme iş kazaları sebepleri ve risk kontrolü yöntemi örnekleri (Ardıç, 2011) .....	17
<b>Tablo 3.1:</b> Tez kapsamında yapılan anketin soruları .....	27
<b>Tablo 3.2:</b> Arduino modellerinin karşılaştırılması-1 .....	45
<b>Tablo 3.3:</b> Arduino modellerinin karşılaştırılması-2 .....	46
<b>Tablo 3.4:</b> Arduino Uno teknik özellikleri .....	49
<b>Tablo 3.5:</b> ATmega328 mikrodenetleyici genel özellikleri .....	54
<b>Tablo 4.1:</b> Anket sorularına verilen cevapların icmalı .....	82
<b>Tablo 4.2:</b> Cihazların şantiyede kullanımını sonucu ortaya çıkan ramak kala sayıları .....	83

## SİMGE VE KISALTIMA LİSTESİ

### Simgeler Açıklama

$\mu$ P : Mikroişlemci

### Kısaltmalar Açıklama

**ABD** : Amerika Birleşik Devletleri

**DC** : Doğru Akım

**EEPROM** : Electronically Erasable Programmable Read-Only Memory

**FTDI** : Future Technology Devices International

**GHz** : GigaHertz

**HF** : Yüksek Frekans

**I2C** : Inter-Integrated Circuit

**IC** : Entegre Devre

**ICSP** : In-Circuit Serial Programming

**ID** : Identification

**IDE** : Yazılım Geliştirme Platformu

**IR** : Infrared Sensör

**ILO** : Uluslararası Çalışma Örgütü

**İMO** : İnşaat Mühendisleri Odası

**KB** : KiloBayt

**kHz** : KiloHertz

**LF** : Düşük Frekans

**mA** : Miliamper

**mHz** : MegaHertz

**MISO** : Master In Slave Out

**MOSI** : Master Out Slave In

**OSHA** : Occupational Safety and Health Administration

**PCMCIA** : Personal Computer Memory Card International Association

**PDA** : Personal Digital Assistant

**pH** : Asitlik veya bazlık derecesini tarif eden ölçü birimi

**PWM** : Darbe Genişlik Modülasyonu

**RF** : Radyo Frekansı

<b>RFID</b>	: Radyo Frekanslı Tanıma Teknolojisi
<b>RX</b>	: Receive X
<b>SCK</b>	: Serial Clock
<b>SCL</b>	: Serial Clock
<b>SDA</b>	: Serial Data Line
<b>SPI</b>	: Serial Peripheral Interface
<b>SRAM</b>	: Static Random Access Memory
<b>TX</b>	: Transmit X
<b>UART</b>	: Universal Asynchronous Receiver Transmitter
<b>UHF</b>	: Ultra Yüksek Frekans
<b>USB</b>	: Universal Serial Bus
<b>V</b>	: Volt
<b>WHO</b>	: Dünya Sağlık Örgütü

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

#### İNŞAAT PROJELERİNDE RAMAK KALA OLAYLARININ TESPİTİ VE YÜKSEKTEN DÜŞMELERİN ÖNLENMESİNE YÖNELİK ÖNERİ GELİŞTİRİLMESİ

Fatih ODABAŞ

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Cemil AKÇAY

Ülkemizde meydana gelen iş kazalarının büyük bir kısmı inşaat projelerinde gerçekleşmektedir. Bu sektördeki iş kazalarının en büyük pay oranı ise yüksekte düşme iş kazalarına aittir. İnşaat sektörünün getirdiği çalışma şartları, yetersiz önlemler, eksik eğitimler gibi parametreler nedeniyle iş kazası oranları günden güne artmakta olup; özellikle yüksekte düşme iş kazaları, sayıca fazla olarak meydana gelmesinin getirdiği psikolojik etki ile; önlenmesi çok zormuş gibi algılanmaya başlanmıştır. Ancak teknolojinin gelişmesi ve maliyetlerin biraz da olsa azalmasına rağmen işçi sağlığı ve iş güvenliğini geliştirmek ve iyileştirmek adına teknolojiden ve teknolojinin getirdiği yeniliklerden pek de faydalanılmadığı maalesef ki aşikârdır. Bu çalışma kapsamında; en çok iş kazasının meydana geldiği inşaat sektöründe, en büyük orana sahip olan yüksekte düşme iş kazalarının gerçekleşmesine ve kayıtlara iş kazası olarak yansımayan yüksekte düşme ramak kala olaylarının araştırılmasına ve bu iş kazalarının önlenmesi için teknolojik bir sistem geliştirilmesine yer verilecektir.

Aralık 2018, 120 sayfa.

**Anahtar kelimeler:** İş kazası, yüksekte düşme, ramak kala

## **SUMMARY**

### **M.Sc. THESIS**

#### **DETECTION OF NEAR-MISS EVENTS AND DEVELOPING PROPOSALS INTENDED FOR PREVENTION OF FALLING DOWN FROM HEIGHT IN CONSTRUCTION PROJECT**

**Fatih ODABAŞ**

**Istanbul University-Cerrahpasa**

**Institute of Graduate Studies**

**Department of Civil Engineering**

**Supervisor : Assist. Prof. Dr. Cemil AKÇAY**

Most of the work accidents in our country are realized in construction projects. The highest share of occupational accidents in this sector belongs to falling down from high accidents. Occupational accident rates are increasing day by day due to parameters such as working conditions, insufficient measures and incomplete trainings. Especially with the psychological impact caused by the occurrence of more than number of work accidents, falling from high; It is perceived as very difficult to prevent. However, in spite of the development of technology and a little decrease in costs, it is obvious that technology and technology innovations have not been utilized much in order to improve and improve worker health and safety. Within the scope of this study; In the construction sector, where the most work accidents occur, the highest rate of falling accidents will be realized and the records will be examined in order to investigate the incidents that are not reflected as occupational accidents and to develop a technological system to prevent these accidents.

December 2018, 120 pages.

**Keywords:** Work accident, falling from high, near miss

## 1. GİRİŞ

İş kazalarının en yüksek oranda meydana geldiği inşaat sektörü içerisinde en yüksek orana sahip olan iş kazası, yüksekte düşme iş kazasıdır. Bu iş kazası türü, çalışanı ve işvereni en büyük zarara uğratan kaza türüdür. Her ne kadar iş kazalarının önüne geçmek adına iş sağlığı ve güvenliği kuralları çerçevesinde önlem alınmaya çalışılsa da yıldan yıla iş kazaları sayısının artış gösterdiği SGK verilerinde gözükmektedir.

İş sağlığı ve güvenliği adına inşaat sahalarında alınan önlemler, asılan uyarı levhaları, çalışanlara verilen eğitimler gibi uygulamaların yapılmasına karşın, meydana gelen kazaların sayısal verileri incelendiği takdirde iş kazalarını önleme adına gerçekleştirilen uygulamaların yeterli olmadığı kanaati oluşmaktadır. Nitekim, ikaz levhasının hemen önünde ikaz edilen hususla ilgili önlem alınmadan çalışıldığı şantiyelerde yapılan gözlemlerde tutanak altına alınmıştır.

Bu çalışma kapsamında, uyarı levhalarının görsel olarak ikaz etmesinin yeterli olup olmadığının, sesli ikaz cihazlarının şantiyelerde olası iş kazası meydana gelebilecek noktalara monte edilerek kaza sayısında azalmayı sağlayıp sağlamayacağının ve sesli ikaz ile personel kaynaklı yüksekte düşme iş kazalarını engellemeye faydası olabileceğinin araştırması yapılacaktır. İnşaat şantiyelerinde, iş kazalarının meydana geldikten sonra kayıtlara alınıyor olmasına karşın, sesli ikaz cihazının sayaç özelliği ile de ramak kala olaylarının sayısı hesaplanmış olacak ve daha gerçekçi veriler ışığında iş kazası önlem planları alınmasına katkı sağlayacaktır. Belirtilen bu cihazın tasarımı ve çalışma prensibi, bu çalışmada açıklanmıştır.

## 2. GENEL KISIMLAR

### 2.1. İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ İLE İLGİLİ GENEL KAVRAMLAR

#### 2.1.1. İş Sağlığı ve Güvenliği

İş sağlığı ve güvenliği kavramı, işçinin sahip olduğu çalışma şartları ile çalışma esnasında kullandığı ekipmanlardan ve araçlardan dolayı meydana gelebilecek tehlikeli durumlardan uzak veya bu tehlikelerin en düşük seviyeye kadar düşürüldüğü bir çalışma ortamında çalışabilmesi olarak tarif edilmiştir (Demircioğlu ve Centel 2012).

Bir başka taraftan ise iş sağlığı ve iş güvenliği kavramları zaman zaman aynı manada kullanılabilirler. Fakat iş güvenliği ibaresi mevcut hususları teknik olarak değerlendiren bir ifade olarak karşımıza çıkar (Arıcı, 1999).

World Health Organization (WHO-Dünya Sağlık Örgütü) ve International Labour Organization (ILO-Uluslararası Çalışma Örgütü) İş Sağlığı ve Güvenliği tanımını, “Bütün meslek gruplarında çalışanların beden ve ruhen, sosyal durumlarını maksimum seviyeye çıkarmak, bu seviyede devam ettirmek, çalışma şartları nedeniyle sağlık durumlarının bozulmasının önüne geçmek, çalışmaların devam ettiği esnada kaza olasılığı meydana getirebilecek tehlikeli durumları engellemek, çalışanların beden ve ruhsal sağlığını korumak adına optimum çalışma alanları sunmak ve bu çalışma şartlarını sürekli hale getirmek; özetlenecek olursa işlerin insanlara ve çalışanların ise yaptıkları görevlerine uyum sağlamaları” olarak tanımlamıştır.

Çalışma alanlarında, isg gereksinimlerinin giderilmesi ve bu yönde güvenlik tedbirlerinin alınması en önemli gerekliliktir. Meslek hastalıklarına karşı ve iş kazaları risklerine karşı bu gereklilikler önem arz etmektedir. Bu bağlamda isg, iş yerlerinde, çalışma ortamlarında, çalışma dolayısıyla meydana gelebilecek her türlü olumsuz durumlara karşı personellerin korunabilmesi için alınan önlemler olarak nitelendirilebilir (Arıcı, 1999).

İş Sağlığı Güvenliği kavramına geniş çerçeveden bakıldığında, çalışılan alanlardaki personelin veya başka kişilerin (bunlara taşeron çalışanları ve geçici süre ile çalışacak kişiler dahildir), misafirlerin ve sahadaki görevi olmayan başka kişilerin ya sağlığını ve güvenliğini tehlikeye



atabilecek ya da bu durumu olumsuz yönde etkileyecek koşullar şeklinde açıklanmaktadır (TS 18001 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemleri, Türk Standartları Enstitüsü, 2008).

İş sağlığı ve güvenliği, kısaca özet olarak işçilerin sadece iş yerinde çalışırken meydana gelebilecek tehlikelere karşı korunmasını ifade eder. Buna ek olarak bu tanım; gerçek manada bir devlet olmaya eşdeğer olarak, çalışanların çoğunun çalışma sebebiyle karşı karşıya kalabileceği riskli durumların haricinde, iş yerine ait farklı alanlarda ve çalışma sebepli tehlikelerin dışındaki tehlikelere karşı da isg tedbirlerinin gerekliliğini barındıracak şekilde bu yönüyle geniş perspektife açılmıştır (Karakaş, 2007). Bu manada, iş güvenliği hakkı bütün çalışanlara tanınmış olan sağlıklarının korunması yönündeki hakları görüşünde birleşmiştir. (Arpaçay, 2005).

Neticede, isg kavramı; bir işin sürdürülmesi esnasında iş yerindeki çevre koşulları yüzünden çalışanların yaşayabilmesi muhtemel sağlık problemlerinin tamamen önüne geçilmesi veya minimuma indirilmesi için çalışan bir bilimdir. Herhangi bir kurumun idamesindeki tüm çalışmalardan etkilenenlerin (işçilerin, taşeron işçilerinin, misafirlerin ve iş yerindeki başka kişilerin) sağlığını ve güvenliğini tehlikeye sokabilecek durumları tetkik eden bir bilim dalıdır (Demircioğlu ve Centel, 2012).

TS 18001:2008 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemlerinde, iş sağlığı ve güvenliği kavramı; “ilgili sektördeki çalışan insanların veya başka çalışanların (taşeron çalışanları da bu kategoridedir), misafirlerin ve sahadaki başka şahısların sağlığını olumsuz yönde etkileme olasılığı olan şartlardır” ibaresine yer verilmiştir.

#### **2.1.1.1. Kaza ve İş Kazası**

“Kaza” genel anlamda, önceden belli olmayan anlarda birtakım zararlara neden olan durumlardır. Kaza olayı ansızın, günün herhangi bir saatinde, yaşamın herhangi bir anında her yerde gerçekleşebilir. (Güzel ve ark., 2003).

İş kazalarının birbirinden farklı çokça tanımı mevcuttur. Dünya Sağlık Örgütü’ne (WHO) göre iş kazalarının tanımı “öncesinden planlanamayan, çoğunlukla yaralanma ile sonuçlanan, araç ve gereçlerin bozulmasına veya kırılmasına sebep olan durumlar” şeklinde açıklanmaktadır.

Uluslararası Çalışma Örgütü'ne (ILO) göre ise, iş kazalarının tanımı "herhangi bir istenmeyen olaya sebep olan, planlanması mümkün olmayan bir durum" olarak açıklanmıştır (Özkılıç, 2005).

Bunun haricinde, herhangi bir kasıt olmadan gerçekleşen, istenmeyen sonuçlar doğuran olaylar olarak da açıklanabilmektedir. Kaza tanımlarının bu şekillerdeki tanımlamaları ile ilgili ortak düşünce olmasına ek olarak "iş kazaları" kavramının değişik düşüncelerin olduğu tanımlardan ve uzmanların fikir farklılıklarından belli olmaktadır. Sektörlerdeki iş kazalarının işçi, iş veren, sigortacılar veya birtakım kurumları doğrudan etkileyen yasal durumlara sebep olarak ve çalışan sağlığının muhafaza edilmesi asıl kuralını, iş kazaları manasının gelişmesine sebep olup bu kavramı daha güçlü kılmıştır.

### **2.1.2. İş Kazası Teknik Kavramı**

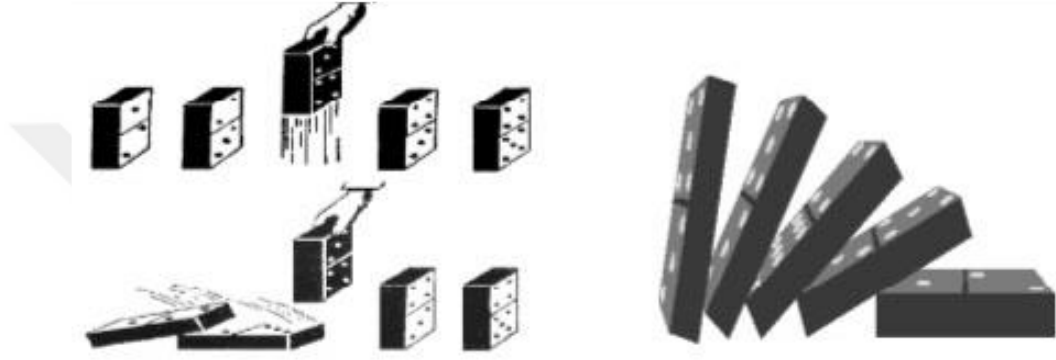
İş kazası teknik olarak; kişilere zararı olan durumlara ek olarak iş yerindeki makine ve ekipmanları bozan durumları ve iş yerindeki çalışanlara veya araçlara zararı olmayıp yapılan işlerin devam etmesini engelleyen ve aksamasına sebep olan hususlar şeklinde de tanımlanabilmektedir. Ekipmanlara zararı dokunan ve işlerin aksamasına sebep olan durumlar da arıza kapsamında değerlendirilmektedir. Kazaların oluşmasına göre, farklı kaza türleri adlandırılmıştır. Bu teorilerden, birinci aşamada, 5 ana adımdan meydana gelen kaza silsilesi olan Herbert W. Heinrich'in ortaya çıkardığı "dik duran domino taşları" yöntemi araştırılabilir. Teoride kaza adımları parametreleri şu şekilde özetlenmiştir:

- \* Doğal şartlar
- \* Bazı bireysel eksiklikler
- \* Güven vermeyen davranışlar
- \* Kazalar
- \* Ölümler ve yaralanmalar

Anlatılan teoremde gerçekleşen hususlar, 5 adet domino oyunu taşının dizilerek, ilkinin düşmesi halinde diğer domino taşlarını da düşüreceği şeklinde betimlenmiştir. Kazalar birbirinden farklı 5 ana sebebinin birbiri ardına sıralanması ile gerçekleşir ve bu durum "Kaza

Zinciri” olarak adlandırılır. Bu beş şarttan bir tanesi bile gerçekleşmediği zaman bu olay meydana gelmez ve sıralı dizin tamamlanmadığı sürece kaza olayı gerçekleşmez.

Kaza oluşmasını; “birey kaynaklı birtakım negatif öğelerin, güvenli olmayan konum veya davranışlarla ortaya çıktığında, yara almaya ve can kaybına sebebiyet verdiği” şeklinde izah eden domino etkisine, isg yanıtı; kazaların, tüm mevcut olumsuzlukları üzerinde bulunduran insan faktörü ile engellenebileceği yönündedir (Özkılıç, 2005).



Şekil 2.1: Domino etkisi (Özkılıç, 2005).

İş kazaları, bireyleri veya nesnelere zarara uğrattığından dolayı firmadaki eylemlerin durdurulmasına ve kesintisine sebebiyet veren, istenmeyen, ansızın ortaya çıkan bir olaydır.

İş kazaları, beklenmedik hız ile zarar verme olayını meydana getiren nedenler toplamıdır (Atabek, 1978).

İş kazaları adımları silsilesinde beklenmeyen ve yanlış hareket veya kullanılan araç ve gereçler sebebiyle meydana gelebilir. Neticesinde ise genellikle ya bir yaralanma ya bir hayatını kaybetme ya da zarar oluşmamış olsa da birtakım eylemin gerçekleşmesine engel olan bir husus meydana gelir (Akkök, 1999).

İş kazası -ya da çoğu zaman sadece kaza olarak nitelendirilir- önceden planlanamayan ve kontrol altına alınamayan, etrafında sorunlar meydana getirebilecek hususlardır.

### 2.1.3. İş Kazasının Hukuksal Tanımı

Olaylara yasal açıdan yaklaşıldığında iş kazası tanımlarında belirtilenlere göre farklı çerçeveden değerlendirmeler yapılabilir. Kaza tanımı, maksatı olmayıp umulmadık ve neticesi istenmeyen durumlar olarak belirtilebilir. Birtakım zarar ve hatta yaralanma olayına sebebiyet veren beklenmedik durumlar, genellikle bir kaza olmasının yanı sıra her seferinde “iş kazası” olarak belirtilemez (Güven, 1970; Yüksel ve Çalış, 2006).

5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu 13. Maddesinde açıklanan iş kazası aşağıdaki gibidir:

İş kazaları, aşağıda belirtilen davranışlar sonucunda veya durumlarda ortaya çıkan, çalışanların anlık olarak veya ilerleyen zamanlarda bedensel veya ruhsal zarara uğradığı durumlardır;

- a) Sigortalı personelin çalışma sahasında olduğu anlarda,
- b) Çalışana işverenin verdiği görevin yapıldığı süreçte çalışanın kendi işlerini veya işveren adına bağlı çalışmayıp yaptığı çalışmalar sebebiyle,
- c) Bir firmada çalışan personelin işveren kaynaklı başka bir işe yönlendirildiğinde işi yapmaktan bağımsız olarak geçen süreçte,
- d) İlgili yasanın 4’üncü maddesi birinci fıkrasının (a) bendi kapsamındaki emzirmekte olan kadın çalışanın, çalışma kanunu çerçevesinde evladını emzirmek için geçirdiği vakitler süresince,
- e) Çalışanların, işveren tarafından sağlanan ulaşım aracıyla çalışmanın yapıldığı lokasyona geliş ve gidiş anlarında,

Bu yasa çerçevesinde sigortalının bedenene veya ruhen zarara uğraması ve bu durumun anlık veya ilerleyen zamanlarda meydana gelmesi iş kazaları dahilinde değerlendirilmektedir. Buna ek olarak yasadaki belirtilen izahla iş kazalarının canlının uğradığı zarar bu kanun kapsamına dahil edilmiş; çalışma ekipmanlarına, iş yerine veya ham maddelerin uğramış olduğu zararlar

iş kazası kapsamında belirtilmemiştir. Yasal tarafından iş kazalarından söz edebilmek için aşağıdaki 6 unsurun aynı anda bulunması gereklidir:

- i. Ansızın etkisinin olması,
- ii. Bedenen ve/veya ruhen bir rahatsızlığın ortaya çıkması,
- iii. Zarara uğrayan bireyin, kasıtlı olarak uğramış olduğu bir zarar olmaması, kendi iradesi dışında bir etkiyle zarara uğramış olması,
- iv. Dışarıdan bir etkinin bulunması yani bireyin kendisinden kaynaklı bir sıkıntının sonucu olarak zararın gerçekleşmiş olmaması,
- v. Etkileyecek kadar şiddet barındıran unsur olması,
- vi. Dış unsur etkisiyle bedenen ve/veya ruhen meydana gelen rahatsızlık ile sonucuna bağlı olarak bir ilişkisinin bulunmasıdır.

Güven (1970), iş kazalarının öğelerini şu şekilde sıralamıştır;

- \* Kaza, ansızın meydana gelmeli,
- \* Kaza olayı yapılan çalışma nedeniyle ortaya çıkmış olmalı,
- \* Çalışan kaza anında ve yahut ileri ki bir zamanda bedensel ya da ruhsal aksaklık geçirmesiyle sonuçlanmalı,
- \* İş kazası olarak anılacak bir durum, dışarıdan kaynaklı bir sebep içermeli, çalışmanın gerektirdiği işle ilgili eylemi haricindeki bir sebep tarafından zarar görmeli, çalışma ile ilişkisi olmayan eylem nedeniyle ilgili kazanın ortaya çıkmasına sebebiyet vermelidir (Yüksel ve Çalış, 2007).

#### **2.1.4. İş Kazalarının Finansal Etkisi**

Tüm sektörlerde gerçekleşen ve inşaat kolunda başı çeken iş kazaları, manevi kayıpların haricinde ekonomik olarak da büyük kayıplara sebebiyet vermektedir. İş kazası başta kazayı geçiren çalışana olmak üzere, kazazedenin ailesine, yakınlarına, çalışma arkadaşlarına ve firmaya manevi açıdan huzursuzluk yaratır. Bu huzursuzluk yaşanan kazanın boyutuna göre doğru orantılılık gösterecektir. İş kazaları aynı şekilde finansal açıdan da kazazede, bağlı olduğu firma ve ülke ekonomisi yönünden de kayıp anlamı taşımaktadır.

Meydana gelen iş kazası, iş göremezliğe sebebiyet verdiği takdirde firma için iş kaybı ve üretimin aksaması nedeniyle imalat açısından ekonomik kayıp oluşturmasının yanı sıra; firmanın ödeyeceği sigorta, tazminat, ceza gibi olası ödeneklerle de iş kazasının finansal maliyeti artış göstermeye devam edecektir. Değerini finansal manada tam anlamıyla belirlemenin güç olduğu diğer bir kayıp ise firmanın yaşayacağı itibar kaybıdır. Firmanın müteahhitliğini yaptığı şantiyede meydana gelen iş kazası sonrasında kamuoyunda oluşacak tepkiyle beraber firma yaşayacağı itibar kaybıyla sonraki işlerini alma konusunda sorun yaşama olasılığı artacaktır.

Firmaların iş kazası sonucu yaşadığı kayıplardan bir diğeri ekipmanların veya malzemelerin uğradığı zararları gidermesi için gereken finansmandır. Gerçekleşen iş kazası, şantiyede, teçhizatlar zarar vermiş olma olasılığı mevcuttur. Böyle durumlarda bu hasarı gidermek için de firmanın bir takım harcama yapması gerekebilir.

## **2.2. İNŞAAT SEKTÖRÜNDEKİ RİSK FAKTÖRLERİ**

Çalışmanın bu bölümünde inşaat sektörünün genel durumu değerlendirilerek iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları kapsamında tehlike yaratabilecek risk faktörleri irdelenecektir. Sektörün getirdiği iş kazaları risk faktörleri göz önünde bulundurularak inşaat işleri genel profili, iş kazaları ve yüksekte düşme iş kazaları bu bölümde değerlendirilecektir.

### **2.2.1. İnşaat Sektörünün Genel Profili**

İnşaat sektörü doğrudan birçok farklı sektöre iş ve istihdam olanağı sağladığı gibi dolaylı olarak da çok fazla sektörle bağlantılı olarak ülke ekonomisine sağladığı katkı sayesinde bu kulvarda, iktisadi kalkınmanın ana unsuru sanayi kolları arasında yer almaktadır. Yurt içinde ve yurt

dışında büyük çaplarda gerçekleştirilen ve devam eden projelerle, inşaat sektörü, ülke ekonomisine katkılarını sürdürmektedir.

### 2.2.2. İnşaat Sektöründe İş Kazaları

İş kazası yaşanan sektörler içerisinde inşaat sektörü yüksek bir orana sahip olup, inşaat işlerinde işin durmasına sebep olan, ekipmanlara zarar veren, çalışanların yaralanmasına ve ölümüne neden olan iş kazaları sıklıkla meydana gelmektedir. Çalışmanın bu kısmında ülkemiz inşaat sektöründe meydana gelen iş kazalarının oransal verileri ile değerlendirmesine yer verilmiştir.

**Tablo 2.1:** Sosyal Güvenlik Kurumu iş kazaları verileri (SGK, 2018).

SENE	TOPLAM		İŞ GÖREMEZLİK		ÖLÜM	
	GENEL	İNŞAAT İŞLERİ	GENEL	İNŞAAT İŞLERİ	GENEL	İNŞAAT İŞLERİ
2016	286.068	44.552	* 100.519	* 14.998	1.405	496
2015	241.547	33.361	* 95.616	* 12.996	1.252	473
2014	221.366	29.699	* 74.301	* 9.166	1.626	501
2013	191.389	26.967	* 75.739	* 10.222	1.360	521
2012	74.871	9.209	** 2.036	** 563	744	256
2011	69.227	7.749	** 2.093	** 405	1.700	570

\* 5+ gün iş göremezlik sayıdır.

\*\* Sürekli iş göremezlik sayıdır.

İnşaat sektörü için alınan tablodaki verilerin başlıkları aşağıda belirtilen başlıklardır;

"41 - Bina İnşaatı"

"42 - Bina Dışı Yapıların İnşaatı"

"43 - Özel İnşaat Faaliyetleri"

### 2.2.3. İnşaat Sektöründe İş Kazaları Riskleri

İnşaat işlerinin kendine has bazı özelliklerinden dolayı, ekseriyetle şantiyelerde çok fazla sayıda iş kazaları meydana gelebilmektedir. İnşaat alanlarının direkt olarak iklim koşullarından etkilenmesi, yoğun ve uzun süre çalışılması durumları, alt yüklenicilerle çalışılması ve bu hususun örgütsel kültür ve çalışma anlayışlarının beraberinde getirdiği farklılık, iş kazası yönünden tehlike arz edebilecek durum veya bölgelerde gösterilmesi gereken azami dikkatin ve verilmesi gereken önemin düşük oranlarda olması inşaat sektöründe iş kazaları oranlarını arttırmaktadır.

## 2.3. İNŞAAT SEKTÖRÜNDE YÜKSEKTE ÇALIŞMA

### 2.3.1. Yüksekte Çalışma

Yükseklik kavramı bireyden bireye değişebilen göreceli bir görüş olmakla beraber genel manada yükseklik normal bir adım atışı ile çıkılamayan yerler olarak gözde canlandırılabilir. İnsanlarda denge noktası olan bel-göbek bölgesinden daha yüksek noktalar, kişiler için yüksek olarak nitelendirilebilir. İş kazalarını önlemeye yönelik yapılan korkulukların ortalama bel bölgesinden yüksek olmasına dikkat edildiğini ve bunun düşme engellemede etkili olduğu örnek olarak verilebilir.

Türk standartlarında yükseklik açıklamasıyla ilgili ölçüler; İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü'nde, 4 metreden daha fazla yüksekliklerde alınması gereken önlemler (Mad. 521'de) yönünde belirtilirken; Yapı İşleri İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü 13'üncü maddede ise 3 metreden daha fazla yüksek olan yerlerde güvenlik kemerinin kullanılması mecbur kılınmıştır (Ardıç, 2011).

Çalışma hayatında ise yüksekte çalışma kuralları ve düşmelerden korunma metotları farklı birçok standart ile belirlenmiştir. Her ülkenin kendine göre açıklık getirdiği yükseklik tanımı Avrupa ülkelerinde çoğunlukla 180 cm, Amerika'da 120 cm olarak belirlenmiştir (Aydın, 2005).

Belirtilen bu yüksekliklerde ve bu yüksekliklerin üzerindeki mesafelerde görevlendirilen işçilerin kesinlikle "Kişisel Koruyucu Donanımları" ile iş kazasına karşı önlemlerini almış



olması gerekmektedir. OSHA (Occupational Safety and Health Administration) verileri, 3,4 metrenin üzerindeki yüksekliklerde çalışma esnasında yüksekte düşme iş kazasına uğrayan işçilerin %85'inin yaşamını yitirdiğini belirtmektedir (Aydın, 2005).

### 2.3.2. İnşaat Sektöründe Yüksekte Çalışma ve Yüksekte Düşme İş Kazaları

İnşaat işlerinde çok sayıda farklı iş kaleminde yüksekte çalışma yapılmaktadır. Buna bağlı olarak da yüksekte düşme iş kazaları o denli fazladır. Yüksekte yapılan çalışmalarda en çok gerçekleşen iş kazaları; iskelelerden düşmeler, çatılardan düşmeler, asansör boşluğundan düşmeler, döşeme üzerindeki shaft boşluklarından düşmeler, merdiven açıklıklarından düşmeler, döşeme açıklıklarından düşmeler veya bu açıklıklardan malzeme düşmesi şeklinde gerçekleşebilir.

Bu bağlamda, inşaat işleri çalışanlarını ve bu çalışanların aile fertlerini koruma amacıyla gereken plan, amacına uygun korunma ekipmanı ve gerekli tedbirlerin alınması yapılan çalışmaların zorunluluğu şeklinde düşünülmelidir. İki metre gibi bir yükseklik hesaba katılacak olursa; iki metreden daha az bir yükseklikten gerçekleşen düşme kazaları “alçak yükseklikten düşme”, iki metreden daha yüksek bir mesafeden meydana gelen düşme kazaları ise ‘yüksek seviyeden düşme’ olarak adlandırılacak olduğunda, inşai işlerde alçak yüksekliklerde yapılan işlerin, yüksek bölgede gerçekleştirilen çalışmalar karşılaştırıldığında farklı türlerde yapılan uygulama ve süre bakımından daha uzun süren çalışmaların yapıldığı gözükmektedir. Çatıdan aşağı düşme “yüksek seviyeden düşme”, araçlardan düşme “alçak yükseklikten düşme”, merdivenlerden veya iskelelerden düşme kazalarıysa belirtilen bu iki düşme türüne de örnek gösterilebilen düşmeler şeklinde nitelendirilebilir. Merdivenlerden ve iskeleden düşme kazaları, çokça gerçekleşen düşme kazalarına örneklerdir (Ardıç, 2011).

**Tablo 2.2:** Nedenlerine göre iş kazası sayılarının dağılımı (Öcal ve ark., 2007).

Kazaların Sebepleri	Kaza Sayıları	Kaza Oranları
Yüksekte Düşme	48	46%
Taşıma	12	12%

**Tablo 2.2:** (devam)

Yükleme ve Kaldırma	10	10%
Elektrik	10	10%
Malzeme Düşmesi	7	7%
Kusurlu İskeleler	6	6%
El Aletleri	4	4%
Kayma	2	2%
Diğer	5	5%
<b>Toplam</b>	<b>104</b>	<b>100%</b>

İnşaat işlerinde genel olarak yapılan işin niteliğine göre, sehpa iskele, çıkma iskele, sıva iskelesi, rampa iskele, asma iskelesi gibi farklı özellikte ve farklı tipte ürünler kullanmak suretiyle amacına ve işlevine göre iskele tipleri kullanılabilir. İskelenin çeşidine kararlaştırılmadan evvel, öncelikle, bu çeşitlerden hangi tiptekinin diğerlerine göre daha kullanışlı, daha güvenli ve daha ekonomik imal edilebileceği hususunda detaylı bir ön planlama yapmakta yarar vardır. Bu sebeple, imal edilmesine karar verilen karmaşık oluşuna göre montaj, kullanım ve demontaj planlaması “Yapı İşleri İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü” gereğince iskele imal etmenin işin uzmanının yöneteceği ve belirtilen tüzüğün gerekliliklerine uygun yapılması gerekmektedir (Uykun, 2008).

Yüksekte çalışma platformları usulüne uygun monte edildikten sonra, bu platformları kullanacak çalışanlar için, iş sağlığı ve güvenliği uzmanı tarafından çalışma sırasında dikkat edilmesi gereken hususlar, olası kaza riskleri, çalışanların kullanması gereken kişisel koruyucu ekipmanlar hakkında bilgilendirme yapılmalıdır. İşin devam ettiği süreçte bu bilgiler periyodik olarak, bu bölgede çalışacak işçilere hatırlatılmalı, verilen bilgiler ve kişisel koruyucu ekipmanlara dair tutanakla imza altına alınmalıdır. Herhangi bir iş kazası olmadan işin devam ettiği süre zarfında tehlikeli durumlar veya ramak kala olayları yaşanırsa çalışanlar uyarılmalıdır. Uyarılara rağmen iş güvenliği kurallarına uymayan çalışan tespit edilirse hakkında işlem başlatılmalıdır ve gerekli mercilere bu durum iletilmelidir. İlgili çalışanın görevden alınması dair gerekli her işlem iş kazası gerçekleşmeden önce yapılmalıdır.

İskelelerin montajı, kullanımı ve demontajı esnasında gerekli tüm kişisel önlemler ve ayrıca toplu tedbirler mutlaka göz önüne alınmalıdır. Çoklu olarak alınan düşme kazası tedbirleriyle ilgili iskele elemanları montajı sırasında “Yapı İşleri İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü” belirtilen hususların ışığında çalışmalar yapılmalı, aşağıda belirtilen durumlara azami özen gösterilmelidir (Vink ve ark., 1997; De Looze ve ark., 2001; Van der Beek ve ark., 2005; Chang ve ark., 2009).

İş kazasına dair oluşabilecek riskler çalışan kaynaklı değil de malzeme bazlı olduğu takdirde, bu malzemeler için de gerekli önlemler alınmalıdır. Tehlike arz edebilecek bir iskele malzemesi fark edildiği takdirde iş hemen durdurulmalı, malzemedeki gerekli tamirat işleri yapılmadan veya yönetmeliklere uygun yeni malzeme ile değiştirilme yapılmadan çalışmaya başlanmasına kesinlikle izin verilmemelidir.

- Tüm düşey ve yatay elemanların ve çapraz bağlantıların uygun olmasına ve yeterli taşıyıcılıkta olması belirlenmelidir,
- İskele tabanında boşluk veya açık bir bölge olmamasına dikkat edilmelidir,
- Yapılan iskelenin dengesi yerinde olmalıdır, iskele elemanlarının yatay veya düşey yer değiştirme yapmadığından emin olunmalıdır,
- Ağ ile koruyucu önlem alınmalıdır,
- İskelenin ölçüleri dikkatlice hesaplanmalıdır,
- İskelede merdivenin boya ve eğimine göre alt, üst ve yan uçları sıkıca sabitleştirilmelidir,
- İskelenin korkuluk ve süpürgelik yapımı usulüne göre yapılmalıdır,
- İskelelerin iş makinesi ve araçlardan uzak, güvenli bir mesafede olmasına dikkat edilmelidir,
- Teleskopik veya boru kesitli iskele montajı yapılacaksa gerektiği gibi topraklama işlemi yapılmalıdır,
- Herhangi bir olumsuz durum halinde ulaşım imkânı sağlanabilecek şekilde dizayn edilmelidir.

Kişisel koruyucu ve önleme davranışlarından düşme kazasını durduran ya da sınırlandıran ekipmanların kullanılması önemli bir husustur (Uygun, 2008; Vink ve ark., 1997). Belirtilen hususlar doğrultusunda;

- Tüm iskeleler bu konuda yetkisi olan kişilerin yönetiminde montaj ve demontajı yapılmalı,
- İskelelerde sadece yüksek noktalarda çalışma ehliyeti olan personel çalıştırılmalı,
- Yüksekte çalışmak için sağlık raporu olmayanların iskelelerde çalışmalarına izin verilmemeli,
- İskelede çalışan işçilere gerekli her türlü kişisel koruyucu ekipmanı verilmeli ve bu ekipmanların doğru ve sürekli kullanılıp kullanılmadığı denetlenmeli,
- Kurulma aşamasında iskelelerde çalışma olmamalı,
- Montaj, demontaj ya da revizyon çalışması esnasında iskeleler kullanılmamalı, bu bölümler ikaz işaretçileri ile çalışanlara belirtilmeli ve bu kısımlara giriş yapılmaması için fiziksel araçlarla önlem alınmalı,
- İskelelerde malzeme düşmesini önlemek amaçlı usulüne uygun tekmelik kısımları bulunmalı,
- İskelelerin yük taşıyabilme kapasitesi herkes tarafından görülebilecek noktalara konulmalı,
- Eğer gerekliyse iskelelerde tamirat ve bakımlar aksatılmamalı,
- İskele üzerinde gece çalışılacak ise yeterli aydınlatma yapılmalıdır (Chang ve ark., 2009; Van der Beek ve ark., 2005; De Looze ve ark., 2001).

İskelelerin montajı, kullanım aşaması ve demontajı esnaslarında çalışılan alanlar periyodik olacak şekilde gezilerek personelin çalıştığı ortam ve iş sebebiyle yapmış oldukları çalışmada emniyet amacıyla koruyucu ekipmanlarını kullanıyor olmaları denetlenerek, kural dışı, plansız çalışmaların yapıldığının tespiti durumunda yapılması gerekenler yapılarak, durumun ilgililere iletilmesi ve gerçekleşen hususların tutanakları tutulmalıdır (Öcal, 2010).

### 2.3.2.1. Yüksekten Düşme Kazaları

İnşaat sektörü veya diğer sektörler fark etmeksizin, iş kazaları gerçekleşene kadar mevcutta var olan iş kazası riski fark edilmemektedir. İş kazası gerçekleşmeden önce çalışma alanıyla ilgili meydana gelebilecek olası iş kazaları periyodik olarak hatta çoğu zaman ilk sefer için bile personele gerekli eğitim verilmemektedir. Bu konular es geçildiği zaman iş sahalarında iş kazaları önüne geçilmez oranlarda gerçekleşmeye devam ediyor. İnşaat iş kolunda da iş kazaları oranlarının yüksek olduğu hususu göz önüne alındığında, bu kazaları engellemeye yönelik daha ciddi ve daha fazla önlemler alınması gerekmektedir. Özellikle yüksekten düşme iş kazaları inşaat işlerinde çokça meydana gelmektedir ve sonuçları ağır olmaktadır. Bu tip iş kazalarına karşı her türlü tedbir, eğitim, uyarıcı levha ve araçlar kullanılmalıdır.

Ülkemiz inşaat işlerinde çalışan personellerin kültürel ve eğitim durumları dikkate alındığında karşılaşılan durum maalesef ‘eğer kaza meydana gelecekse engellenemeyeceği’ gibi bir düşünce yapısı içindedir. Yüksek noktalarda yapılan çalışma esnasında alınması gereken korunma önlemleriyle ilgili gereken sorumluluk duygusu özellikle bu sektördeki bireylerde daha gelişmemiş durumdadır. Bu çalışanlara neden önlem almadığı sorulduğunda ise verdikleri cevapların büyük çoğunluğu ‘kısa bir süre çalışacakları için’ olduğu şeklindedir. Ancak şunu bilmiyorlar ki; birey düşüşe başladığı anda sadece 1 saniyelik sürede 4,91 metre düşmüş olmakla birlikte aynı süre içerisinde 35,32 km/saat gibi yüksek bir hıza çoktan ulaşmış olmaktadır (Ardıç, 2011).

**Tablo 2.3:** Yüksekten düşme süreleri (Aydın, 2007).

Yükseklik (m)	Süre (sn)	Hız (m / sn)	Hız (km / saat)
0,05	0,1	0,98	3,52
0,44	0,3	2,94	10,58
1,23	0,5	4,91	17,68
4,91	1,0	9,81	35,32

**Tablo 2.3:** (devam)

19,62	2,0	19,62	70,63
44,15	3,0	29,43	105,95
78,48	4,0	39,24	141,26
122,63	5,0	49,05	176,58

İş kazalarının haricinde, ramak kala olayları, “neredeysse düşecekti” gibi durumlar ise inşaat sektörünün doğasında olan bir olaymış gibi düşünülmektedir. Bu durumlar kayıt altına alınmamaktadır. Ramak kala durumlarının tekrarlamaması için herhangi bir kayıt tutulmadığı, gereken önlemlerin alınmadığı, firmalar tarafından gerçekleşen durumun analiz edilmediği maalesef ki bilinen bir gerçektir.

İnşaat sektöründeki yüksekten düşme iş kazalarının olası etkenlerinin dört grupta sınıflandırılması durumunda;

- **Doğrudan Etkenler:** Farkında olmak, riskin algılanma düzeyi başı çeken etkenler olarak düşünülebilir. Bunların devamındaki etkenlerse işin yapılması aktif olan araçlar veya ekipmanlar, isg donanımları, kişisel koruma ekipmanları ve çevre şartları şeklinde dikkate alınabilir.
- **Çevresel Koşullar:** Kanuni faktörler, sektör bazlı gereklilikler, siyasal ve sosyo-ekonomik hususlar
- **Kurum Kaynaklı Etmenler:** Şirketin kültürü, firma politikası, firmanın isg konusunda uyguladığı yönetim
- **Organizasyonsal Hususlar:** İşi yönetme, eğitim, denetleme, isg gerekliliklerine uyan dizayn ve bu duruma bağlı isg personeli grubu, planlama ekibi vs. (Ardıç, 2011).

**Tablo 2.4:** Yüksekten düşme iş kazaları sebepleri ve risk kontrolü yöntemi örnekleri (Ardıç, 2011).

Durum	Bazı Risk Yönetimi Örnekleri
<b>Doğrudan Etkenler</b>	
Yeterlilik	<ul style="list-style-type: none"> <li>Meslek içi bilgilendirme ve kurslar</li> <li>Firma içi periyodik süreçlerde eğitimler</li> </ul>
Motivasyon, Moral	<ul style="list-style-type: none"> <li>Çalışanlara saygılı davranma</li> <li>Ödüllendirme</li> <li>Çalışanların sosyal hakları</li> </ul>
Ekip Olma	<ul style="list-style-type: none"> <li>Çalışmalarda tüm kademedeki personelin katılımı</li> </ul>
Riski Anlama Düzeyi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kültürel değişiklik gerektirmekte, ilkokuldan başlayarak eğitimle pekiştirilebilir</li> <li>Personele yaptıkları işlerle ilgili daha fazla sorumluluk verilebilir</li> </ul>
Yorulma	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gerekli kontroller yapılarak personellerin çok fazla çalıştırılmaması</li> <li>Kanuni çalışma saatlerinin aşılmaması</li> </ul>
Çalışan Sağlığı	<ul style="list-style-type: none"> <li>İşe girişlerde ve aralıklarla personellerin sağlık kontrollerinden geçirilmesi</li> <li>Farklı görevlerde ya da farklı firmalarda çalışacak personellerin hastalık geçmişinin bilinebilir olması</li> </ul>
İletişimde bulunmak	<ul style="list-style-type: none"> <li>İletişim de bulunmanın önemine dair bilgilendirme</li> </ul>
Bilgilendirme	<ul style="list-style-type: none"> <li>Doğru örneklerin ve iş kazaları gerçekleştikten sonra yapılması gerekenler hakkında bilgilendirme</li> <li>Çalışılacak işten önce, personelin işle alakalı neler yapması gerektiği, hangi aletleri ve nasıl kullanması gerektiği, işin konusuyla alakalı iş güvenliği için nasıl önlem alınması gerektiği bilgisinin sorumlular tarafından verilmesi</li> </ul>
Çalışma ve Güvenlik Kurallarına Uyma	<ul style="list-style-type: none"> <li>Devamlı denetleme</li> <li>Koruyucu donanımların tedarikinde personelin görüşlerinin dikkate alınması</li> <li>Uygunsuz tutum ve davranış içinde bulunan çalışanların uyarılması</li> </ul>
İş Gücü	<ul style="list-style-type: none"> <li>Çalışmaya yeni başlayan personellere olası tehlikelerin haber verilmesi</li> <li>Yeni personellerin bir süre işin ehli bir personel ile birlikte çalışmasının sağlanması</li> </ul>

**Tablo 2.4:** (devam).

Çevre Şartları	· Tehlikeli hava şartlarına karşı önlem alınması
Kişisel ve Toplu Koruma Ekipmanları	· Koruyucu donanımların kullanımı kolaylığı ve rahatlığının dikkate alınması · Bireysel koruyucu ekipmanından ziyade toplu olarak koruma sağlayacak donanımların tercih edilmesi · Koruyucu ekipmanların yıpranma paylarının dikkate alınması ve periyodik olarak yenilenmesi · Personele kullanması gereken koruyucu ekipman hakkında bilgi verilmesi
<b>Organizasyon Kaynaklı Etkiler</b>	
Eğitim	· Yüksekte çalışmayla ilgili özel eğitimlerin verilmesi · Formenlere ve kalfalara yüksekte çalışmayla ilgili daha detaylı eğitimler verilmesi · Şirketlerin isg eğitimlerine bütçelerinden pay ayırması · Eğitimler verildikten sonra çalışanların bu eğitimlerde verilen bilgilere ne kadar uyduklarının tespiti
Planlama	· Çalışma planlanırken olası iş kazaları tehlikeleri dikkate alınmalı
Feed-back	· Personellerin feed-back yapması için bilgi verilmesi, kaza olmasa bile ramak kala olaylarının yetkililere bildirilmesi hususunun benimsetilmesi
Yönetme ve Denetleme	· Denetleme görevi olan personellerin dikkatlice seçilmesi · Yüksekte yapılacak çalışmalarda görev alacak personelin bu seçilen kişiler tarafından yönetilmesi ve denetlenmesi
İş Güvenliği Kültürü	· İSG kurallarının önemiyetinin tüm personeller tarafından kayda değer bulunmasının sağlanması
Tedarik	· İşin türüne göre güvenlik ekipmanı alımının, maliyeti düşük ama yanlış ekipman alımından çok daha doğru olduğunun benimsetilmesi · Ekipmanların tedarik edilmesinde risk değerlendirme sonuçlarına göre hareket edilmesi
Kontrol ve Bakım	· Ekipmanların personellerin her birine ayrı ayrı zimmetlenmesi, ortak kullanım olmamasına dikkat edilmesi · Tüm koruyucu ekipmanların (ağ vb.) ve kullanılan ekipmanların (iskele vb.) kontrol ve bakımlarının periyodik olarak tekrarlanması
Ödüllendirme	· İş güvenliği kurallarına uygun davranış gösteren personelleri ödüllendirme



**Tablo 2.4:** (devam).

Tasarım Güvenliği	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Kırılması muhtemel kısımlar daha dikkatli tasarlanmalıdır</li> <li>· Tasarımı yapanların, yapılacak iş hakkında montaj, bakım gibi durumlar hakkında önden detaylı bilgi vermesi</li> </ul>
<b>Kurum Kaynaklı Etkenler</b>	
Sözleşmesel Hususlar	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Sözleşmeler imzalanmadan önce iş veren olarak işi yapacak firmanın isg geçmişi hakkında bilgi toplanmalı</li> <li>· Yüklenici şirkete işin güvenliğini sağlamak amacıyla planlama ve malzeme tedariki için yeterli süre verilmeli</li> <li>· Sözleşmede isg konuları için açık ve net maddelerle istenmesi gerekenler, standartlar belirtilmeli</li> <li>· Yüklenici proje için iş sağlığı ve güvenliği bütçesi de ayırmalı</li> </ul>
Kurum İsg Kültürü	<ul style="list-style-type: none"> <li>· İsg ile alakalı konularda üst düzey yöneticilerin konulara müdahil olması önemlidir</li> </ul>
Kurumun Organizasyon Yapısı	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Çalışan personelin tüm yetkileri ve sorumlulukları tanımlanmış olmalı</li> <li>· İsg organizasyonunda proje çalışanlarının tümünün sorumlu olduğu unutulmamalı</li> </ul>
İsg Yönetimi	<ul style="list-style-type: none"> <li>· İsg ekibi doğrudan firma üst kademesiyle bağlantılı olmalı</li> </ul>
Şirket Gelirleri	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Henüz ihale süreci devam ederken firmaların finansal durumuna dikkat edilmeli</li> </ul>
<b>Çevre Koşulları</b>	
Kanuni Yaptırımlar	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Müfettiş denetimlerinin artırılması</li> <li>· İlgili odalar ile kanuni sorumluluklar kitapçık vs. şeklinde dağıtılmalı</li> <li>· Yeterli olan projelerde ilgili bakanlık aracılığıyla örnek çalışma vb. şeklinde duyurulması</li> </ul>

### 2.3.3. Risk Kontrol Sıralaması

Riskin kontrol sıralamasına göre uygulanacak hususlar sırasıyla aşağıdaki gibi belirtilerek Şekil 3.1.'de sunulmuştur;

- Mecburi olmadığı müddetçe yüksek noktalarda yapılacak işlerin önlenmesi,

- Yüksek noktalarda çalışma yapılmasının önüne geçilmesi mümkün gözüküyorsa personelin düşmesini engelleyecek tedbirlerin alınması,
- Yüksekten düşme kazalarının gerçekleşmesi olası durumlarda gereken her türlü donanım ve yöntemlerle gerçekleşebilecek yüksekten düşme iş kazalarının en aza indirilmesi yönünde adımlar atılması (Ardıç, 2011).



**Şekil 2.2:** Risk kontrolü basamakları (Ardıç, 2011).

Çalışma alanlarında yüksek noktadan düşme kazalarını engellemeye yönelik çok fazla sayıda uygulama teoride mevcut olsa bile birçoğunun eksik tarafları vardır. Örnek olarak emniyet kemeri kullanan personelin düşmesini engellemek için tasarlanmış olsa da personelin emniyet kemerini usulüne uygun kullanmaması durumunda bu koruma yöntemi yüksekten düşme iş kazasını önlemeye yönelik verimli olmayacaktır.

Bu risklerle ilgili kontrol yöntemleri, projesine göre riskin kategorilendirilmesi neticesinde bulunma olasılığına sahip olsalar da aşağıdaki bazı risk ve sebepleriyle ilgili denetleme yöntemlerine göre birtakım örnek modeller mevcuttur:

**Yüksekten Düşme Kazalarının Engellenmesi:** Boşluklarda veya yapının yüksek bölgelerinin dışı bakan kenarlarında korkuluklar kullanılmasıyla, düşeyde yer değiştirme için geçici merdiven kullanımının aksine yükselen platform, işçi sepeti gibi araçların kullanılmasıyla yüksekten düşme iş kazalarına karşı önlem alınmış olur.

**Yüksek noktalarda yapılan işlerin en aza indirilmesi:** Tasarım aşamalarında yüksek noktalarda yapılacak işleri en aza indirecek dizaynlar seçilmelidir. Örnek olarak kolon imalatlarının yapılması sırasında kolonun son halini alacağı şekilde gittikçe yükseğe çıkılarak imalatı sürdürmek yerine; yerde montaj yapıp kolonun kaldırılarak yerine konulması tarzında çalışmaların planlanması yüksekte çalışmanın sayılarını bir miktar azaltabilmiş olacaktır.

**Yüksekten Düşme Sonucu Oluşabilecek Zararların Minimize Edilmesi:** Düşüş yüksekliğini ve kazanın zararlarını en aza indirebilmek için isg ekipmanlarından düşme ağı, emniyet kemeri ekipmanı kullanılması tarzında önlemler yüksekten düşme iş kazalarının olumsuz sonuçlarını en aza indirecektir.

## 2.4. YÜKSEKTEN DÜŞME KAZALARININ NEDENLERİ VE ÖNLEME SİSTEMLERİ

Bu bölümde özellikle inşaat projelerinde çok fazla sayıda meydana gelen yüksekten düşme iş kazalarının birtakım sebeplerine ve hem kazaya uğrayan hem de firma tarafından maddi ve manevi büyük bir sancı yaşatan sürecin yaşanmaması için alınması gereken önlemlere yer verilmiştir.

### 2.4.1. Yüksekten Düşme Kazalarının Sebepleri

Yüksekten düşme iş kazalarına yol açan sebepler genel olarak şu şekildedir;

i. Kişisel Koruyucu Donanımların Yetersizliği:

Kişisel koruyucu ekipmanların yanlış ya da yeterli olmaması.

ii. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Hususlarının Göz Ardı Edilmesi:

İşverenlerin işçi sağlığı ve iş güvenliği hususlarında yapılması gerekenlerin uygulanabilirliğine inanmıyor olması sebebiyle yeterli önlemin alınması yönünde gerekenleri yapmıyor olması.

iii. Mühendislik:

Dizayn edilmiş durumun güvenli şekilde çalışabilmeyi zora sokması, çalışmanın gerektirdiği en ufak gerekliliklere bile imkan vermiyor olması.

iv. Çalışanlarda Yetersiz Bilgi:

Çalışanın yapmış olduğu işiyle ilgili yeteri kadar bilgi ve gerekli donanıma sahip olmaması.

v. Kalitesiz ve Yeterli olmayan Donanımlar:

Tedarik edilen isg donanımlarının gerekli standartları sağlamıyor olması.

vi. Çalışanın Atanması:

İşe işi yapabilecek ehli olan personelin atanmaması. İşe atanan kişinin fiziksel yapısının iş ile uyuşmaması (işitme engeli, görme problemi gibi)

vii. Ödüllendirme Eksikliği:

Çalışanların isg şartlarına uyduğu belirlendiğinde verilecek hediyelerin, çalışanları kurallara devamlı olarak uyma konusunda teşviklendirici etkiye sahip olması gerekmektedir.

viii. Çalışma Metotlarının Güvenli Olmaması:

Yapılan birtakım işlerde güvensiz olduğu halde güvensizliği fark edilmeyen veya güvensiz olarak kabul edilmeyen çalışma metotlarıyla çalışmaların devam etmesi.

ix. Kontrol ve Bakım Yetersizliği:

Kontrol ve bakım programlarının önemli donanımları kapsamayışı veya sürecin yeterli düzeyde kontrol edilemeyişi. Grupların arasında iletişimin zayıflaması, belirlenen eksikliklerin sorumlulara bildirilmemesi. (Aydın, 2007).

#### **2.4.2. Yüksekten Düşme Kazalarını Engelleme Adına Eğitimler**

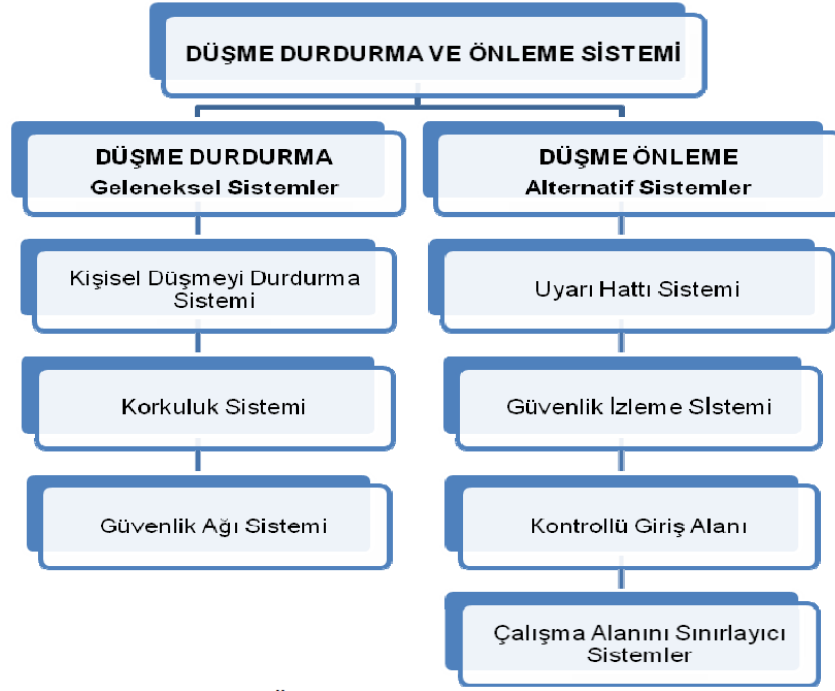
Bir projenin yöneticileri, iş sahasındaki yüksekten düşme iş kazaları olasılıklarını öngörmek ve bu olasılıkları engellemekten asli olarak sorumludur. Çalışmasına ve bölgesine uyan düşme engelleme sistemine karar karar vermek bu sorumluluğun birinci hususudur. Sonraki husus da karar verdikleri yüksekten düşme önleme sisteminin çalışanlara tanıtılması, bu konuyla ilgili çalışanlara bilgi verilmesi ve bu donanımların kullanımı ile ilgili çalışanlara eğitim verilmesidir. Yöneticiler tarafından alanında yetkili bir personelin çalışanlara eğitim vermesi organize edilmelidir (Aydın, 2007).

Firmaların iş güvenliğinden sorumlu yetkili personelleri, çalışanlara verdiği iş güvenliği eğitimlerinin kanıtını, eğitimi alan bireylerin adı, eğitimin tarihi, içeriği vs. bilgilerin yazılı olduğu tutanak ile ispatlayabilmelidir. İşveren bu evrakları arşivinde tutmalıdır.

Bazı durumlarda iş sahalarında yüksekten düşme kaza olasılıklarını öngöremeyen çalışanlar gerekli eğitimin tam manada idrak edene kadar eğitime tabi tutulmalıdır. İş alanlarının değişebilmesi, kullanılan yüksekten düşmeyi engelleme sistemlerinin ve ekipmanlarının değişmesi veya işçilerin bu ekipman ve sistemleri tam anlamıyla anlayamamış ve doğru olarak kullanamıyor olması durumunda daha önceden verilmiş olan eğitimler tekrar edilerek konunun ehemmiyeti çalışanlara benimsetilmelidir. (Aydın, 2007).

#### **2.4.3. Yüksekten Düşme Kazaları İçin Düşme Engelleme Yöntemi**

Kişisel düşüş engelleme sistemlerinde, korkuluk ya da güvenlik ağı yöntemleri yüksekten düşme iş kazalarının engellenmesinde çokça kullanılan yöntemler arasında anılır. Çalışanların yüksekten düşme iş kazasına uğrama olasılığı olan birçok sektörde kullanılır. İkaz halatı, ayarlanabilir araçlar ya da emniyet izleme metotları alanına göre tercih edilen bazı uygulama yöntemleridir. Bu uygulamalar genellikle betonarme inşai işlerinde ve çatı imalatı veya onarım çalışmalarında personelleri koruma amaçlı kullanılmaktadır. Bunların dışında başka bir yöntem de yüksekten düşmeyi sınırlamak amaçlı kullanılan yöntemlerdir. Bu yöntem, kişilerin yüksekten düşme iş kazalarına karşı durdurucu yöntemler gibi çalışır ancak düşme olayını sınırlamak için tasarlanmıştır. (Aydın, 2007).



Şekil 2.3: Yüksekten düşme kazalarını engelleme sistematığı (Aydın, 2007).

### 3. MALZEME VE YÖNTEM

İnşaat iş sahalarında çokça meydana gelen her türden iş kazalarını önlemek için, çalışanların iş güvenliği kurallarına uymaları adına her ne kadar yönetici grubu uyarılarda bulunuyor olsa da, gerekli eğitimler veriliyor olsa da ve şantiye içi ve dışı her türlü yasak ve uyarıları gösteren ikaz işaretçileri konulmuş olsa da; gerek inşaat sektörü zorluğundan kaynaklı mental ve fiziksel açıdan yorgunluk, gerekse sektör çalışanlarının eğitim durumu hususlarının getirdiği tablo göz önüne alındığında; iş sahalarında kişisel koruyucu ekipman kullanımı, dikkat veya yasak ikaz işaretçileri gibi tabelalara uygun davranılma oranı çok düşüktür.

Son yıllarda inşaat sektöründe uyarı ve ikaz işaretleri çokça kullanılıyor olmasına karşın inşaat sektöründe meydana gelen iş kazalarında azalma meydana gelmemiştir. Çünkü bu ikaz ve uyarı işaretçilerine göre önlem alınarak sahada çalışma gerçekleştirilmemektedir. Sahada yapılan çalışmalar sırasında gözlemlenen hususlardan örnek verilecek olursa; “Baret Takınız” ikaz işaretinin hemen önünde baretsiz çalışanlara rastlanılmıştır. Şantiyelerin birçok noktasında asılı olan uyarı levhaları, çalışanların dikkate almadığı bir görselden ibaret hale gelmiştir. Hemen hemen her şantiyede bunun gibi örneklere rastlamak ne yazık ki mümkündür.

İnsan psikolojisi gereği bir noktadan sonra sürekli görsel olarak maruz kalınan uyarı ikazlarına tepki verilmemeye başlar. Her zaman gözler önünde olan husus, beynin o hususa alışması neticesinde sanki yokmuş gibi davranış sergilemesiyle neticelenir. İnşaat işlerinde görülen bu ikaz işaretlerine tepkisizlik durumunu, saha sorumluları tespit ettiği sürece uyarabilmektedir. Saha sorumluları artık bir süre sonra, asıl işle ilgili mesuliyetlerinden ziyade, çalışanların sorumsuzluğu sonucu oluşabilecek muhtemel iş kazalarını önlemek amaçlı, çalışanları takip ederek ve sürekli onları uyarı yağmura tutarak mesailerini geçiriyor hale gelmektedirler.

Görsel ikaz işaretlerine uymayan şantiye çalışanları, saha amirlerinden gelen sözlü uyarı sonrasında iş güvenliği hususunda alması gereken önlemi almaktadır. Amiri tarafından ikaz edilmediği sürece tam anlamıyla iş güvenliği kurallarına uyan personel oranının düşük olduğu gözlemler sonucu ortaya çıkmıştır.

İş sahalarında her ne kadar kullanımı yaygın olsa da görsel ikaz ve uyarı işaretçileri, belirtilen konular dahilinde iş güvenliğini tam manasıyla sağlamada uygun olmamaktadır. Bu çalışma

kapsamında, iş güvenliği uyarı levhalarının yetersiz kaldığı durumların ortadan kaldırılması, inşaat sektörü çalışanlarının iş kazalarına sebebiyet verme oranlarının düşürülmesi amacıyla, iş kazalarının yaşanabileceği muhtemel noktalara sesli ikaz cihazı monte edilerek iş kazalarını engellemek, iş verimini arttırmak ve en önemlisi de insan hayatını korumak amaçlanmıştır.

### 3.1. ŞANTIYE İSG UYARI LEVHALARI

İş kazalarını engellemek ve sıfır iş kazası politikasıyla firmaların üretimlerine devam etme düşüncesi hâkim olsa da alınan iş kazası önlemleri sadece ikaz levhalarının kullanımı ile olmaktadır. Hemen hemen her iş sektöründe iş kazalarına karşı önlem almak amacıyla kullanılan görsel ikaz ve uyarı işaretçileri mevcuttur. İnşaat iş kolunda da bu ikaz ve uyarı işaretçileri kullanılmaktadır. Bu ikaz ve uyarı işaretçilerinin şantiyelerde kullanımı, yeterli verimin alınıp alınmadığı, iş kazalarını önlemede etkisi gibi hususlarla ilgili çok yüksek oranda inşaat mühendisi olmak üzere inşaat sektörü çalışanlarının görüşlerine başvurularak anket çalışması yapılmıştır.

Anket çalışmasında, en önemli husus olarak ikaz ve uyarı işaretçilerinin gerçek manada olması muhtemel bir iş kazasını önleme konusunda ne kadar etkili olabildiği idi. Zira, hemen her şantiyede bu ikaz levhaları kullanılıyor olmasına rağmen yıllık periyotlarda gerçekleşen iş kazaları on binlerle ifade edilmektedir. Bu sayısal verilerin göz önüne alınması sonucunda, şantiye iş kazalarını önlemeye yönelik kullanılan ikaz ve uyarı levhalarının kazaları önlemede yetersiz kaldığı gözükmektedir. Yapılan anket çalışmasına verilen cevaplar bu durumu desteklemektedir.

On sorunun seçenekli ve iki sorunun da yoruma dayalı hazırlanan anketin soruları ve sonuçları aşağıda belirtilmiştir. Anket yanıtları, yüzde yüze yakın bir oranda inşaat mühendisleri tarafından cevaplanan verilerdir. Anket İnşaat Mühendisleri Odası tarafından yayınlanmaya uygun görülmüş ve odaya kayıtlı üyelere mail yoluyla iletilmiştir.



**Tablo 3.1:** Tez kapsamında yapılan anketin soruları.

YÜKSEK LİSANS TEZİNE AIT ANKET ÇALIŞMASI							
AD-SOYAD:							
MESLEK:							
ŞU ANKI GÖREVİ:							
MESLEKTE KAÇINCI YILINIZ:							
KONU	NO	YÜKSEK LİSANS TEZİ ANKET ÇALIŞMASI	Kesinlikle Hayır	Hayır	Bazen	Evet	Kesinlikle Evet
İSG EĞİTİMLERİ	1.	İNŞAAT PROJELERİNİZDE İŞ GÜVENLİĞİ EĞİTİMLERİ SIKLIKLA YAPILIYOR MU?					
	2.	ŞANTİYELERDE YAPILAN İŞ GÜVENLİĞİ EĞİTİMLERİ FAYDALI OLUYOR MU?					
	3.	ŞANTİYELERDE İŞ GÜVENLİĞİ ÖNLEMLERİNİ YETERLİ BULUYOR MUSUNUZ?					
GÖRSEL İKAZ VE İŞARETÇİLERİ	4.	ÇALIŞMA MAHALLERİNİZDE İSG İKAZ LEVHA VE İŞARETÇİLERİ KULLANILIYOR MU?					
	5.	ŞANTİYELERİNİZDE YETERLİ SAYIDA İKAZ LEVHA VE İŞARETÇİLERİ MEVCUT MUDUR?					
	6.	ŞANTİYELERDE İKAZ LEVHA VE İŞARETÇİLERİNİN İŞ KAZALARINI ÖNLEMEDE YETERLİ FAYDAYI SAĞLADIĞINI DÜŞÜNÜYOR MUSUNUZ?					
	7.	İKAZ LEVHA VE İŞARETÇİLERİNİN YERLEŞTİRİLDİĞİ KONUMLARINA GÖRE DAHA ETKİLİ OLABİLECEĞİNİ DÜŞÜNÜYOR MUSUNUZ? (ŞANTIYE GİRİŞİ/YAPININ GİRİŞİ/YAPININ KATLARI VS.)					
	8.	İKAZ LEVHA VE İŞARETÇİLERİNİN AMACA YÖNELİK NET VE KOLAY ANLAŞILIR OLDUĞUNU DÜŞÜNÜYOR MUSUNUZ? (ÜZERLERİNDEKİ YAZI VE RESİM DİKKATE ALINDIĞINDA)					
	9.	ÇALIŞANLARIN İKAZ LEVHA VE İŞARETÇİLERİNE TAM MANADA DİKKAT EDİP UYDUĞUNU DÜŞÜNÜYOR MUSUNUZ?					
	10.	ÇALIŞANLARIN İŞ GÜVENLİĞİ KURALLARINA UYMAYIP AMİRİNİN İKAZI SONUCUNDA UYDUĞU DURUMLARA SIKLIKLA RASTLIYOR MUSUNUZ?					
11- GÖRSEL İKAZ LEVHA VE İŞARETÇİLERİNİN AVANTAJ-DEZAVANTAJLARI İLE İLGİLİ EKLEMELER İSTEDİKLERİNİZ:							
12- YÜKSEKTEN DÜŞME İŞ KAZALARI İLE İLGİLİ YORUM VE ÖNERİLERİNİZ:							

Anket çalışmasının İnşaat Mühendisleri Odası tarafından onaylandığına dair bilgilendirme yazısı ile anketi oda üyelerine göndermek için uygunluğuna onay verdiği yazı Ek-1’de ve İMO’nun anketi üyelerine duyurduğu mail Ek-2’de verilmiştir.

Anket çalışmam İnşaat Mühendisleri Odasına kayıtlı üyelerin dışında, şantiyede görev alan Elektrik Mühendisleri, Makine Mühendisleri ve teknikerlere de ulaştırılmıştır. Anketi yanıtlayanlar içerisinde büyük çoğunluk İnşaat Mühendislerine aittir. Ankete verilen yanıtlardan; arka arkaya aynı şıkların işaretlenmesi, eksik yanıtlanması vs. durumlarında anket geçersiz sayılarak, anketin doğruluk oranının ve geçerlilik payının artırılması amaçlanmıştır. Sonuç olarak 250 adet yanıt üzerinden değerlendirme yapılmıştır ve hazırlanan grafiklerle anket sonuçları özetlenmiştir.

### **3.2. ŞANTİYELERDEKİ İŞ GÜVENLİĞİ İKAZ LEVHALARININ ÇALIŞANLAR TARAFINDAN ALGILANMASI**

İş güvenliğini sağlamak, çalışma şartlarını optimize etmek için şantiyelerde en yaygın olarak kullanılan sistemler iş güvenliği eğitimleri ve şantiyelerde bazı noktalara yerleştirilen uyarı levhaları ve işaretçileridir. Hal böyle iken, iş kazalarının gerçekleşme durumu büyük oranda, iş güvenliği kurallarına ve ikaz işaretlerine uyma konusunda, şantiyelerde çalışan personelin kişisel özelliklerine bağlı olmaktadır.

İş kazalarını önlemeye yönelik kullanılan uyarı levha ve işaretçileri göze hitap eden bir yöntemdir. Bu yöntemin amacını ne kadar gerçekleştirebildiği, gerçekleşen iş kazaları sayıları dikkate alındığında ortaya çıkmaktadır. Yaptığımız anket sonucunda da şantiyede kullanılan iş güvenliği uyarı levha ve işaretçilerinin kullanımının iş kazalarını önleme konusunda yeterince fayda sağlamadığı anlaşılmıştır.

Uyarı levha ve ikaz işaretçileri artık bir klişeden ibaret hale gelmiştir. Oysa ki bu levhalara yüklenen manevi yük çok büyüktür ve bu levhaların bilinçli olarak algılanması ve şantiye çalışanın üzerinde etkileyici bir rolü olması gerekmektedir. Bu levha ve işaretçilerinin, çalışılan mahallerde ve geçiş yollarında görselle, yazıyla veya hem görsel hem de yazıyla uyaracak ve çalışanları olası iş kazalarına karşı dikkatli olmalarına yardımcı olmalıdır.

İş güvenliğini sağlamak için kullanılan uyarı levha ve işaretçilerinin kategorileri aşağıdaki gibidir:

- İkaz levhaları
- Yasak levhaları
- Yol gösterici levhalar
- Zorunluluk levhaları
- Uyarı afişleri

Uyarı levha ve işaretçilerinin hazırlanmasında dikkat edilmesi gereken hususlar da mevcuttur.

Bu hususlardan bazıları şu şekildedir:

- İyi hazırlanmış bir uyarı levhasında yazı bulunmamalıdır.
- Bir defada ve çok kısa bir sürede anlaşılacak şekilde tasarlanmış olmalıdır.
- İkaz işaretçisinin verdiği mesaj belirsiz olmamalıdır.
- Kaza sonucu olacaklar, kan vs. görselleri olmamalıdır (Önen, 1988).

Algıyı, çevremizden aldığımız duyuları yorumlama süreci olarak nitelendirebiliriz. Uyarı levhaları ve ikaz işaretçileri ne denli olması gibi tasarlanırsa ve gerekli her yere monte edilse dahi, çalışanların bu ikazları algılayabildiği ölçüde iş kazası önleme hususunda fayda sağlayacaktır. Ancak idrak olayının tüm şartlarda tam olarak gerçekleşebilmesi beklenemez. İnşaat sektörünün çalışma zorluğu derecesi, çalışanların dikkat konusunda kişisel özelliği, sosyo-kültürel özellikleri, fizyolojik olarak sahip olduğu bir hastalık veya engel, ikaz işaretçilerine karşı güdülenmesi, iş kazası önlemlerine yönelik ödüllendirme ya da cezalandırma, yorgunluk gibi birçok etken inşaat sektörü çalışanlarının uyarı levhalarını ve ikaz işaretçilerini algılama hususunda büyük etkilere sahiptir.

Durum böyle olunca, sadece görsel olarak çalışanları uyaran ikaz levha ve işaretçilerinin yerine, şantiyelerde, en çok meydana gelen yüksekten düşme iş kazalarından yapı içi shaft boşlukları, asansör boşlukları, merdiven boşlukları gibi döşeme boşluklarında düşme kazalarının meydana gelmemesi ve düşmeye ramak kala olaylarını tespit edebilmek için görsel ikaz işaretçilerinden farklı olarak tehlike arz edebilecek durumlarda sesli ikaz veren cihazın kullanımının, bu

yüksekten düşme iş kazalarını engelleme hususunda görsel uyarı işaretçilerine göre daha fazla fayda sağlayacağı aşikardır.

Şantiyelerde iş kazalarını önlemeye yönelik yapılan az sayıda uygulama mevcuttur. Bunlar, iş güvenliği konusunda verilen eğitimler ve şantiyenin bazı bölgelerine yerleştirilen görsel ikaz ve uyarı levhalarıdır. Sosyal Güvenlik Kurumu'nun verilerinde yola çıkılarak, her yıl yüz binler seviyesinde iş kazası sayısının meydana geliyor olması, mevcut iş kazası önleme uygulamalarının yeterliliğini sorgulamak hususunda aşikâr ve acele edilmesi gereken bir konu haline geliyor.

İş kazaları için verilen eğitimler çalışanlar tarafından yeterince verimli olamamaktadır. Durum böyle olmasına karşın, periyodik olarak yapılması gereken bu eğitimler çoğu firma tarafından da yapılmamaktadır. Bu sebeplerle çalışanlar hem iş kazalarına karşı yeterince bilgilendirilememekte hem de kaza öncesi ve sonrasında yapılması gerekenleri bilmemektedir. İş kazalarına karşı verilmesi gereken eğitimlerin bazı firmalar tarafından yeterince verilmediği, eğitim verilen bazı firmalarda çalışıp anketimizi yanıtlayan kişilerin ise bu eğitimlerin yetersiz olduğu ve iş kazalarını önlemede tam anlamıyla başarılı olamadığı görüşü hâkim kalmıştır.

İş kazası eğitiminden sonra, çalışan, sahada, aklında kalan bu bilgilerle ve görsel ikaz ve uyarı işaretçileriyle baş başadır. İş kazalarının meydana gelmemesine yönelik bu bilgiler ve ikaz levhalarıyla birlikte hareket ederek nasıl davranması gerektiğini kestirmeye çalışacaktır. Çünkü sahada geçen zamanın büyük çoğunluğunda amiri ile birlikte veya amirinin gözetiminde değildir. Durum böyle iken, çalışan ne kadar dikkat etmeye çalışırsa çalışsın, inşaat sektörünün zorluğu, yoğun temposu, fazla efor sarf ettirmesi gibi nedenlerle ve bu nedenler sonucu ortaya çıkması kaçınılmaz dikkat bozukluğu ile inşaat sahalarında iş kazaları maalesef kaçınılması güç bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır.

### **3.3. OTOMATİK TANIMA YÖNTEMLERİ**

Otomatik olarak çalışan tanıma yöntemlerinde, ürünlerin id verilerinin otomatik olarak toplanabilmesine yardımcı olan teknolojiler mevcuttur. Birbirinden değişik beş otomatik tanıma yönteminden söz edilebilir (Finkenzeller, 2002).

- OCR Teknolojisi
- Biyometrik Yöntemler (parmak izi veya göz tanıma vs.)
- Barkodlu Sistemler
- Akıllı (Çipli) Kartlar
- RFID Sistemi

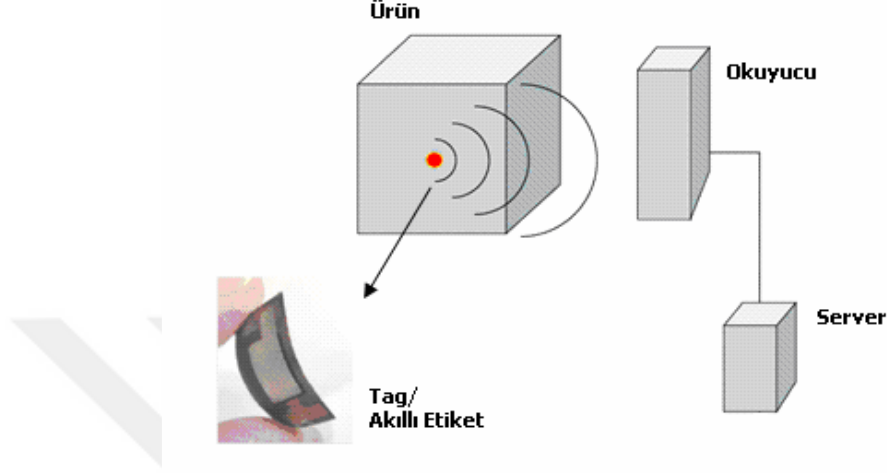
Optik karakter tanıma elle veya bilgisayar ile yazılan farklı tipte yazıların okunup işlenmesi esasına dayanır. Bu teknoloji sistemi pahalı olması sebebiyle kullanım alanı fazla değildir. En yaygın olarak bankalarda, çeklerin tanımlatılması için kullanılır. Biyometrik sistemler, kişilerin fiziksel özelliklerini tanımlayarak kimlik bilgilerine ulaşılmasını sağlayan bilgisayar destekli bir teknolojidir. Barkotlu sistemler, bir dizi paralel dikey çizgiden meydana gelen işaretlemeleri tanımlayan sistemlerdir. Barkodlar ürünlerin üzerinde yapıştırılmış halde bulunur ve optik okuyucu yardımı ile barkoda tanımlı veriler okunur. Çipli kartlarda, sistem mikroçip ve okuyucunun teması ile gerçekleşmektedir. Zaman içinde yıpranma kaynaklı sorunlar yaşanabilmektedir. RFID teknolojisi barkotlu sistemin çalışma prensiplerine benzerlik gösterir. Ancak genel manada RFID sisteminin günümüz teknolojisinde avantajları daha fazladır. RFID sisteminde kullanılan etiketin içinde barkotlu sisteme göre daha fazla bilgi tutulabilmesi, bu bilgilerin değiştirilebilmesi, okuyucunun verileri hatasız olarak okuyabilmesi, okuma hızının yüksek olması, aynı anda çok sayıda etiketi okuyabilmesi, okuma uzaklığının fazla olması; RFID sistemin barkotlu sisteme göre avantajlarındandır.

### **3.3.1. RFID (Radyo Frekanslı Tanıma Teknolojisi)**

RFID sistemi, otomatik tanıma sistemlerindedir. RFID sisteminin önemi günden güne artış göstermektedir. RFID teknolojisinde, okuyucu ve etiket arasındaki dataların radyo dalgaları ile iletildiği bir tanıma sistemidir. Yeni bir teknoloji olmayan bu sistemin, günden güne maliyetlerinin de azalmasıyla birlikte geniş bir kullanım alanına ulaşacağı zamanlar hem dünya genelinde hem de ülkemizde çok uzakta gözükmemektedir.

RFID yönteminde, çevresinde alıcı mevcut olan bir mikroçip ile okuyucu unsurundan oluşan otomatik bir tanıma yöntemidir. Data ve sinyal gönderimi, mikroçip ile okuyucunun etkileşimiyle hiçbir temasa gerek olmaksızın sağlanabilmektedir. Okuyucudan çıkan elektromanyetik dalgalar sistemdeki antene aktarılır. Sonrasında mikroçip üzerindeki devreler

hareketlenmeye başlar. Mikroçip frekansları tanıyıp sistemdeki okuyucunun görmesi için geri ileterek okuyucunun mikroçipin modüle ettiği bu frekansı dijital data formatına çevirmektedir.



Şekil 3.1: RFID çevrimi (Üstündağ ve Tanyaş, 2007).

RFID yönteminin kablosuz veri aktarımı özelliği ile benzer teknolojiler arasındaki ehemmiyeti günden güne yükselmekte, kullanılacak alanların sayıca fazla olması sebebiyle de tüm sektörleri etkileyebileceği düşünülmektedir. Radyo Frekanslı Tanıma Sistemleri, radyo dalgaları sayesinde ürünlerin tanınabilmesini sağlamaya yarayan otomatik bir tanıma yöntemidir. RFID tabanlı bu otomatik tanıma sistemlerinin oluşturduğu etmenler şu şekilde belirtilmektedir:

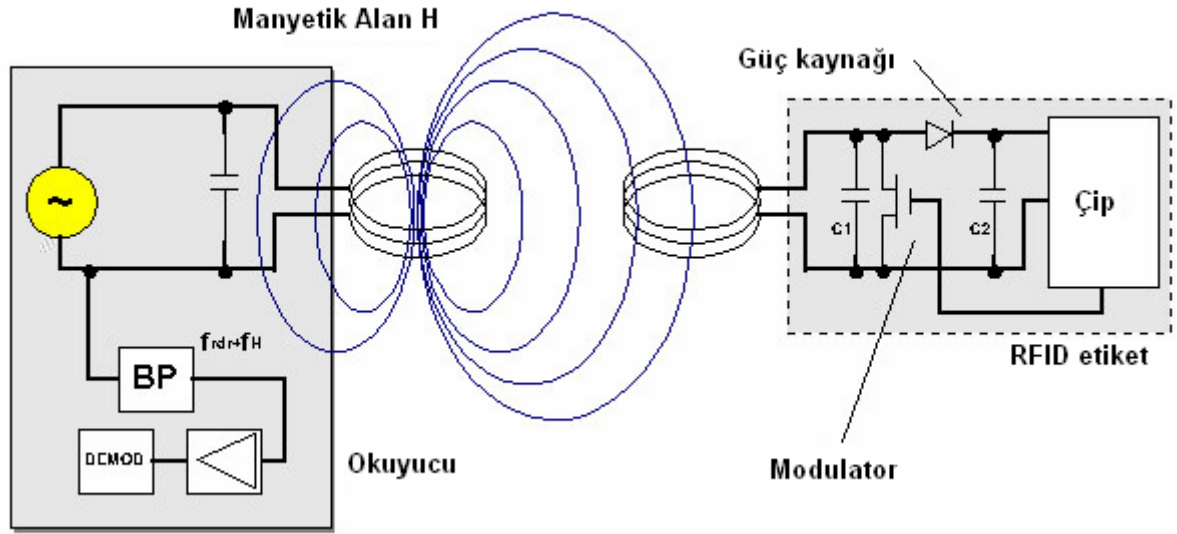
- Belli bir ürün veya malzemeye atanan tekil kimlik verisi,
- Birden fazla miktarda malzeme bilgilerini kayıt etme özelliği olan, sistem çevriminde bulunan tek ya da daha fazla veri tabanı
- Birden fazla sayıda mikroçipten gönderilen elektronik sinyali hızlı ve doğru olarak okuma yeteneği olan, okuyuculardan ve data işleyebilme modüllerinden gelen iletişim ağı,
- Ürün veya malzemenin üzerine sabitlenmiş, data depolama kapasitesi olan frekanslar ile etrafıyla iletişimde bulunabilen id bilgisi mikroçipi, (McFarlane ve Sheffi, 2003).

Radyo frekansı ile tanıma sistemi artık ulaşım, otomotiv, sağlık, eğitim, askeri sanayi gibi çok fazla alanda farklı kullanım amaçlarına yönelik ihtiyaçlara cevap vermeye başlamıştır. ABD ordusunun I. Körfez Savaşı'nda stok malzemelerinde çok fazla kaybın yaşanması ile ordu, RFID teknolojisinden yararlanmaya başlamıştır ve stok kontrolünü bu şekilde yapmaya başlamıştır. Bunun sonucunda stoklarında kaybedip sebebini açıklayamadığı ürünlerin kaybolma durumlarını ortadan kaldırmıştır. Bu teknoloji malzeme tedarikçisinde ve stoklanmasında büyük kolaylık sağlayarak kullanım alanlarını arttırmaya başlamıştır. İngiltere Ordusu ise bu teknolojiye 2003 yılında geçiş yapmıştır ve NATO ülkeleri ile bu teknolojinin standartlarını geliştirme konusunda çalışmalarına devam etmektedir. Yüksek bir perakende hacmine sahip olan Wall-Mart şirketi ise 2005 yılından itibaren RFID teknolojisi ile çalışmalarını sürdürmeye başlamış ve kendi büyük tedarikçilerini bu teknolojiye geçmeleri için yönlendirme politikası uygulamıştır. (Poirier ve McCollum, 2006).

Barkod teknolojisi de ürünlerin etiketlenip hızlıca otomatik olarak okunmasında günümüzde çok kullanılan bir teknoloji olsa da bu yöntemin birtakım dezavantajları mevcuttur. Kompleks proseslerde takip işlerinin zor olması, iş gücü giderlerinin fazla olması, kullanımın fazla vakit alması ve mikroçipe ürünler için fazla veri konulamaması bu teknolojinin kritik taraflarını içermektedir. Barkodlu sistemde çok mühim engellerden biride okuyucunun okuması gereken etiket verilerinin okuyucuya çok fazla yaklaştırılması gerektiğidir. Barkodlu sistemlerin iş gücünden bağımsız olarak kullanımı kolay değildir. Amerika Birleşik Devletleri Posta Ofisi, tüm postaların etiket tanıma işleminden geçirilebilmesi amacıyla okunabilecek mesafeye yaklaştırma giderinin 0,04 dolar olarak bildirmiştir. Bu giderin senelik bazda posta adetinin yaklaşık 50 Milyon olduğu ve her posta başına yaklaşık 3 kere okuma yapılması gerektiği hesaba katıldığında yıllık 6 Milyon Dolar civarında gereksiz bir maliyetin olduğu hesaplanmıştır. (Vrba ve diğ., 2005).

### **3.3.1.1. Sistem Bileşenleri**

RFID sistemleri; etiketin, okuyucunun, okuyucuya monte edilmiş antenlerin, bilgisayar ve sistem yazılımlarının oluşturduğu sistemlerdir. RFID teknolojisinde ana prensip olarak data transferi kabul edilebilir. Bu sistemlerde, etiket ile okuyucu arasında gerçekleşen veri transferine "coupling" olarak adlandırılır.



Şekil 3.2: RFID sistem çevrimi (Finkenzeller, 2002).

Çoğu zaman etiket ile okuyucu arasındaki veri transferi, elektromanyetik modülasyon ile gerçekleşmektedir. Bu metotta okuyucunun yaymış olduğu elektromanyetik dalgalar antenle buluşarak etiketin içindeki devrelerin harekete geçmesini sağlamaktadır. Etiket içinde bulunan kondansatör de okuyucu tarafından iletilen elektromanyetik frekanslardaki veriyi alarak mikroçipin bu veriyi kullanıp enerjisi okuyucu modüle göndererek okuyucunun gelen bu yenilenmiş frekansı kullanılabilir data şekline dönüştürmesini sağlar (Bhuptani ve Moradpour, 2005).

RFID teknolojisinde veri aktarımı; elektromanyetik ve manyetik olarak iki türlü gerçekleşebilir. Bu yöntemlerden hangisinin kullanılacağı başta okuma uzaklığı olmak üzere etiket maliyeti, okuma hızı gibi parametreler göz önünde bulundurularak tercih yapılır. Kısa mesafe okumalarda manyetik bağlama sistemi kullanılmaktadır.

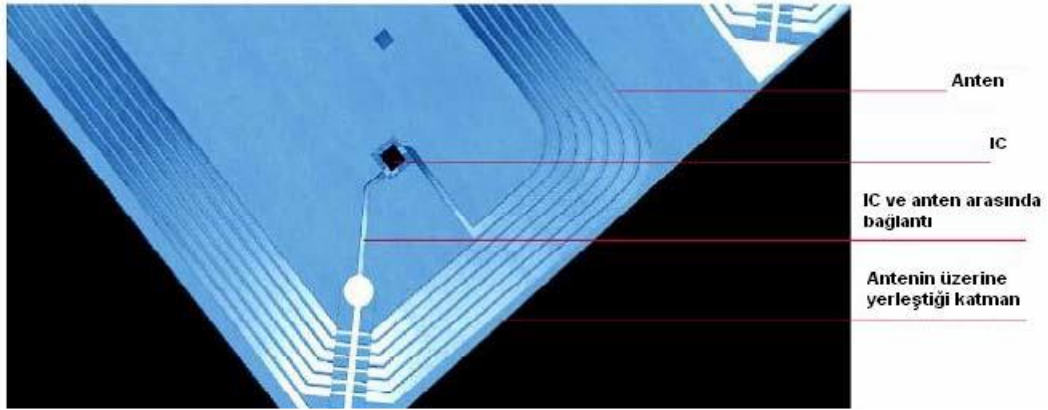
RFID sistemleri değişik frekanslarda çalışabilmektedir. Farklı frekanslarda farklı niteliklere göre çalışabilmektedir. RFID frekansının seçilmesinin nasıl yapılması gerektiğine, yapılacak çalışmaların gereklilikleri hesaba katılarak karara bağlanır. Genel olarak RFID sistemleri dört farklı frekansta çalıştığından söz edilebilir. Bu frekansların aralıkları şu şekilde tanımlanabilir (Finkenzeller, 2002):



- Low Frekans - LF, 30 kHz ile 300 kHz arası frekanslar
- High Frekans - HF, 3 MHz ile 30MHz arası frekanslar
- Ultra High Frekans - UHF, 300 MHz ile 3 GHz arası frekanslar
- Mikrodalga - 3 GHz 'den yüksek frekanslar

### 3.3.1.2. Etiket

Radyo frekanslı tanıma teknolojisinde etiketlere aynı zamanda transponder da denilir. İngiliz dilinden gelen transponder kelimesinin anlamı verici ya da yanıtlayan sözcüklerinden meydana gelmiştir. Günümüzde neredeyse tüm etiketler, hafıza özelliğine sahip iç içe devrelerin (IC), başka bir söylemle mikro işlemcisi olan akıllı kartlardan meydana gelmektedir. Bu sistemin transponderi; mikro kart, alıcı ve alıcının sabitlenmesini sağlayan yüzeyden oluşmaktadır.

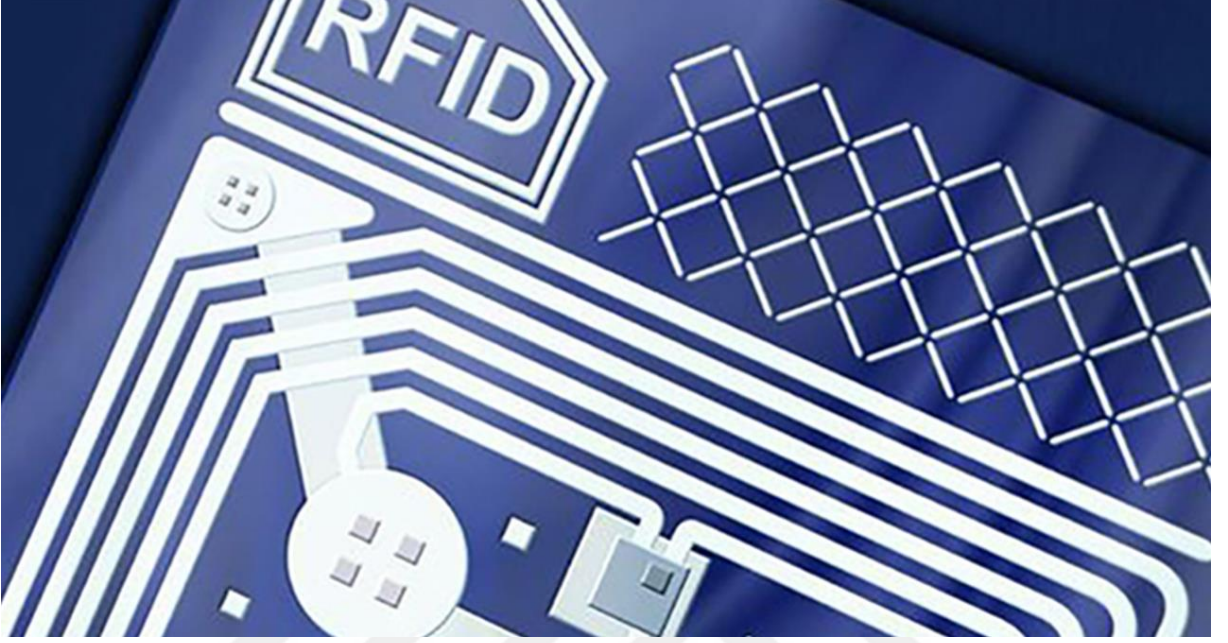


Şekil 3.3: RFID etiket (Luckett, 2004).

RFID etiketin anten kısmı, fotopolimer tablaya damgalanarak elde edilebilir. Bu metot ile iletkenliği yüksek bakır bir katman üretilmiş olur. Diğer bir yöntem olarak mürekkep püskürtme metodu kullanılabilir. Bu yöntemde karbon ve gümüşten oluşan karışım özel, iletme özelliği olan taneciklerle püskürtme yöntemi ile uygulanır. Bakır metal ile üretilen antenlerin iletkenliği daha fazladır ve sağlamlığı performansı bakımından yüksektir.

RFID etiketlerin performansı anten tasarımı ile doğrudan etkilenir. Ana husus olarak frekanslar anten boyuna göre farklılık gösterir. Anten boyları çok uzun olduğu takdirde zayıflamış sinyalleri dahi yakalayabilir. Anten boyu büyüdükçe okuma performansı da aynı oranda artar.

Anten boylarının uzun olması sayesinde zayıf frekansları okuyabilir. Antenin büyüklüğüne göre okuma performansını arttırabilir. Şekil 3.4'te örnek bir RFID etiket anteni eklenmiştir.



Şekil 3.4: Örnek bir etiket anteni tasarımı (Anon. (1), 2018).

RFID etiketi seçimi kararlaştırılırken dikkate alındığında fayda sağlayacak bazı parametreler vardır (Kleist ve diğ., 2005):

**Büyükklük:** Etiket büyüklüğü arttıkça okunma mesafesi de artacaktır.

**Data:** Etiketlerin kapasitesi ve bulundurduğu veri içeriği değişkenlik gösterebilir.

**Duyarlılık:** Okuyucu tarafından iletilen enerji etiket tarafından uygun biçimde kullanılmalı ve yeterli güçte sinyali geri göndermeli.

**Tekrarlı kullanım:** Etiketler, zarar görüp aşınmadığı sürece tekrar tekrar kullanılabilir.

**Yerleştirme:** Etiket; okunması istenecek nesnenin neresinde bulundurulacağı okuma oranı ile orantılıdır.

**Okuyucu:** Okuyucu ve etiket standardının birbirini destekliyor olması gerekir.

**Okuma hızı:** Okuyucunun etiketin okuyabilmesi, etiketin etki alanında kaldığı süre ile doğru orantılıdır.

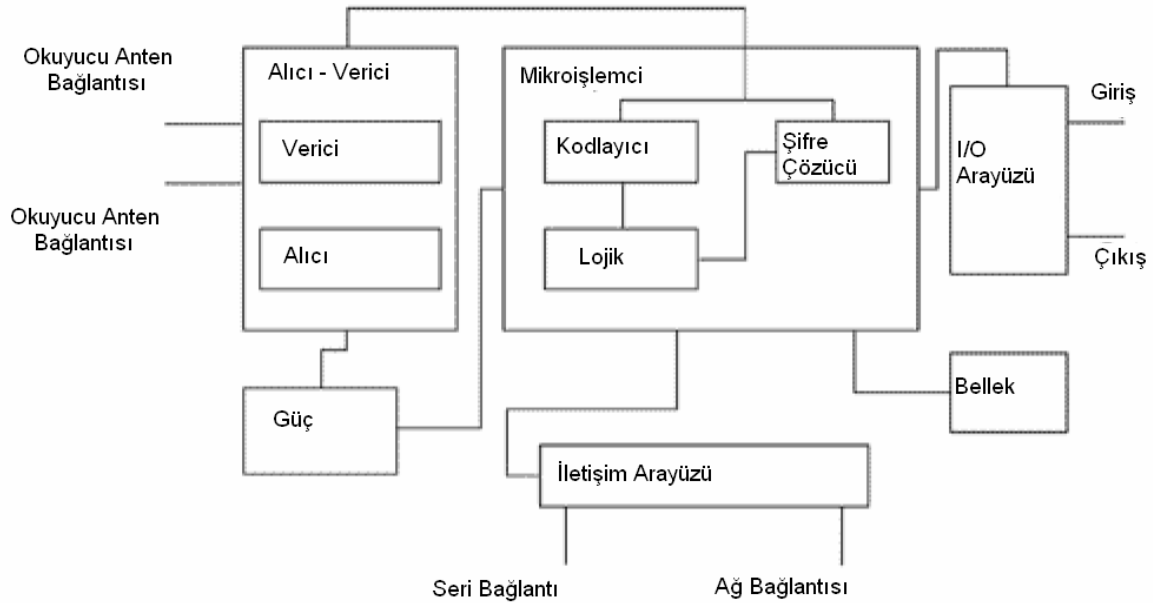
**RF sinyal karışma:** Etiketlerin birbirine yakın kalması, ilgili malzemesinin cinsi veya çevresel nedenler ile okuyuculardan iletilen sinyallerde karışmalar meydana gelebilir.

**Dışarıdan etkiler:** Havadaki nemin, kimyasal partiküllerin ve aşırı soğukluğun etiketin sağlıklı bir şekilde çalışmasını etkileyebilir.

**Güvenlik:** Gizli veriler için şifreleme gibi güvenlik tedbirleri alınabilir.

### 3.3.1.3. Okuyucu

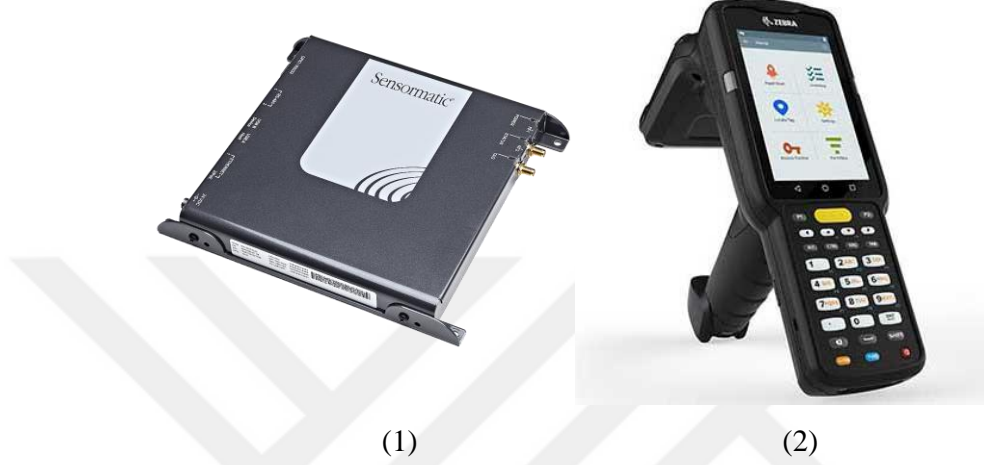
RFID okuyucusu, kodlanmış dijital bilgiyi antenleri aracılığı ile frekans olarak etikete iletir. Böylece aktif hale geçen etiketin geri ilettiği sinyal okuyucu tarafından alınır. Okuyucu, etiketten gelen datayı okuyabildiği gibi aynı zamanda etikete tekrar bilgi kodlayabilir. Bunlara ek olarak birden çok frekans aralığını da destekleyebilme özelliği vardır. RFID okuma yöntemi; bellek, alıcı-verici, işlemci, giriş-çıkış (I/O) ara yüzleri ve antenlerden meydana gelir.



**Şekil 3.5:** RFID sistem şeması (Lahiri, 2005).

RFID okuyucuları üç çeşittir: hareketli okuyucu, sabit okuyucu ve el terminalidir. Sabit okuyucu sistemler, herhangi bir noktaya monte edilebilirler. Dışarıdan enerji ile kullanılabilir. Genel olarak sayıca birin üstünde antene sahiptir. El terminallli sistemlerde ise antenin bulunduğu yer donanımın içindedir. Çoğunlukla kablo kullanılmayan ağla bilgi-işlem sistemine entegre edilmiş olup

taşınabilirlik açısından uygundur. Güç kaynağı olarak pil ile çalıştırılabilir. Mobil okuyucu sistemler, dizüstü bilgisayarlar için PCMCIA kartlarına sahiptir. PDA özelliği mevcut olabilir. Birçoğunda mobil telefon niteliği de bulunabilmektedir. Ayrıca bazı lojistik araçlarına sabitlenerek de kullanılabilir. Kablosuz ağ üzerinden bilgi-işlem sistemine bağlanabilir.



Şekil 3.6: RFID okuyucu çeşitleri (1) (Anon. (2), 2018), (2) (Anon. (3), 2018).

Okuyucu ekipmanlar, etiket yönetiminde üç temel komut kullanmaktadır. Bu komutlar seçim, stoklama ve giriş şeklinde isimlendirilmektedir. Hangi etiketin sinyalleri yanıtlanması istendiği seçme komutu ile belirlenir. Okuyucunun özellikle tüm etiketlerin arasında okunması istenen bir etiketin okunma işlemi bu komut ile gerçekleştirilir. Stok komutu ile grup halinde bulunan etiketlerin ayrı ayrı bilgilerinin okunması sağlanır. Belirlenen etiketin verilerinde işlem yapılması giriş komutu ile gerçekleştirilir. Giriş komutunun altında dört farklı komut vardır. Bunlar;

**Yaz (write):** Etikete istenilen verinin yazılabilmesi,

**Oku (read):** Etiket içindeki farklı verilerin okunabilmesi,

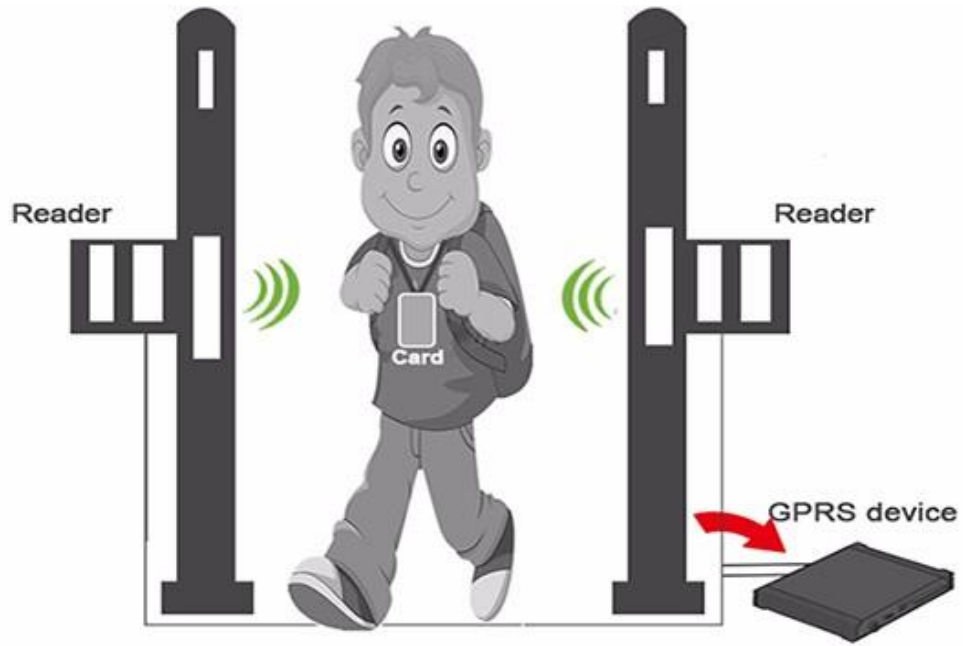
**Öldür (kill):** Etiketi imha edilmesi,

**Şifrele (lock):** Etiket verilerinin korunmasını sağlar.

Bu komutlara ek olarak belirli özellikteki etiketlerin toplu bir şekilde okunması, veri girilmesi veya verilerinin silinmesi sağlanabilir.

### 3.3.1.4. Anten

Okuyucunun ürettiği radyo frekansları anten tarafından yayılır. Antenlerin tasarımı, kullanılacak sistemin amacına göre farklı şekillerde tasarlanabilir. Antenin fiziksel büyüklüğü sinyal yayma kapasitesinin büyük olduğu manasını taşımaz. Çünkü antenin dış muhafazası, antenin büyük olduğu yanılgısına sebebiyet verebilir. Bu nedenle antenin büyüklük algısı RF sisteminin frekansı ile ilgilidir.



Şekil 3.7: RFID anteni örneği (Anon. (4), 2018).

### 3.3.1.5. Yazıcı

RFID etiketlerinin üzerinde bulunan akıllı çiplere bilgi yazmak üzere özel olarak üretilmiş RFID etiket yazıcılarıdır. Önce etiket içindeki çip test edilir ve bilgi çipe yazılır. Sonrasında etiket yazıcı tarafından basılır.

### 3.3.1.6. Yazılım

RFID yazılımları üç ana başlıkta; bilgisayar, okuyucu ve etiket unsurları çerçevesinde irdelenebilir (Bhuptani ve Moradpour, 2005):

- Sistemsel yazılım
- Orta yazılım

- Operasyonel yazılım

Sistemsel yazılım, etiketle okuyucu arasında iletişim sağlanması amaçlıdır. Etiket içerisindeki çipe okuma ve yazma, bu verilerin okunması, doğrulanması gibi işlemleri gerçekleştirilmesini sağlar. Orta yazılım, tedarik zinciri gibi uygulamalarda kullanılan yazılımlarda etiket ile okuyucu arasında bağlantı görevini gerçekleştirir. Operasyonel yazılım, RFID verilerini ara yazılım üzerinden elde ederek stok yönetimi gibi uygulamalarda kullanılır.

### 3.4. SENSÖRLER (ALGILAYICILAR)

Sensörler, fiziksel nesnelere elektrik sinyallerine dönüştüren aktif veya pasif olarak çeşitleri bulunan aygıtlardır (Özcan, 2011). Sensörler, fiziki ortamla endüstriyel amaçlı kullanılan cihazları birbirine entegre etmeye yarayan bağlantı görevini yerine getirirler. Bu aygıtlar, birçok sektör ve birçok amaç için kullanılan geniş bir yelpazeye sahiptirler. Bu geniş skalanın yanında birbirinden farklı tiplerde birçok sensörden söz edilebilir. Günden güne gelişen teknoloji ile yeni uygulama tipleri geliştirilmeye devam etmektedir.

Aşağıdaki bazı alanlar ile ilgili algılanabilecek büyüklükler örnek olarak verilmiştir:

- Mekanik: Uzunluk, miktar, alan, sıcaklık, kuvvet, moment, basınç, hız, ivme, yoğunluk, ses dalga boyu...
- Elektrik: Akım, voltaj, direnç, polarizasyon, frekans ...
- Işı: Yoğunluk, faz, yansıtma, dalga boyu ...
- Kimya: Reaksiyon hızı, pH miktarı ...

Bazı zamanlarda aynı fiziksel özellik farklı metotlarla çalışan algılayıcılar ile ölçülebilir. Şekil 3.10'da farklı tiplerde algılayıcılar görülmektedir (Özcan, 2011).





Şekil 3.8: Farklı tipte sensör modelleri (Anon. (5), 2018).

### 3.4.1. Sensör Tipleri

Birbirinden farklı tipte sensör çeşitleri bulunmaktadır. En çok kullanılan sensör tipleri aşağıdaki gibi anlatılmıştır.

#### 3.4.1.1. Analog sensörler

Analog sensörler, kendisine referans olan fiziksel değerlerden oluşan akımları ya da gerilimleri bir çıktı olarak veriye dönüştüren sensörlerdir (Özcan, 2011). Bu sensörler, 0 V ile 5 V arasında

veya 4 mA ile 20 mA aralığındaki verileri algılama yöntemiyle iletişim kurabilir. Böylece farklı değerler aralığındaki verilerin okunması gerçekleşebilir. Analog sensörlerin kullanıldığı durumlarda değerleri mikro denetleyicilere göndermeden önce analog - dijital konvektörü kullanılarak bu sinyaller dijital sinyallere dönüştürülmelidir (Ocak, 2015).

#### **3.4.1.2. Dijital sensörler**

Dijital sensörler, analog sensörlerden farklı olarak ayrı sinyaller gönderirler. Dijital sensörler ile ulaşılabilecek bilgiler daha geniş alanlardan ulaşılabilir ve daha yüksek boyutlardadır.

#### **3.4.1.3. Pasif sensörler**

Pasif algılayıcılar, etrafından aldığı sinyallerle çalışan sensörlerdir. Herhangi bir sinyal gelmediği sürece çalışmazlar. Anahtar tip algılayıcılar örnek olarak gösterilebilir (Özcan, 2011). Anahtar tipi algılayıcıların haricinde, ışık sensörleri, sıcaklık ve basınç sensörleri de pasif algılayıcılar grubundadır.

#### **3.4.1.4. Aktif sensörler**

Aktif sensörler, kendi sinyallerini üreterek çevresiyle etkileşime giren ve ölçüm yapan sensörlerdir. Tez kapsamında kullanılan sensör aktif sensördür. Mesafe sensörleri, IR sensörler, ultrasonik uzaklık sensörleri bu sensör kategorisindedir. Bu sensörler kendi sinyallerini oluşturup yaydıklarından dolayı diğer sensörlere nazaran daha fazla enerji tüketmektedir (Ocak, 2015).

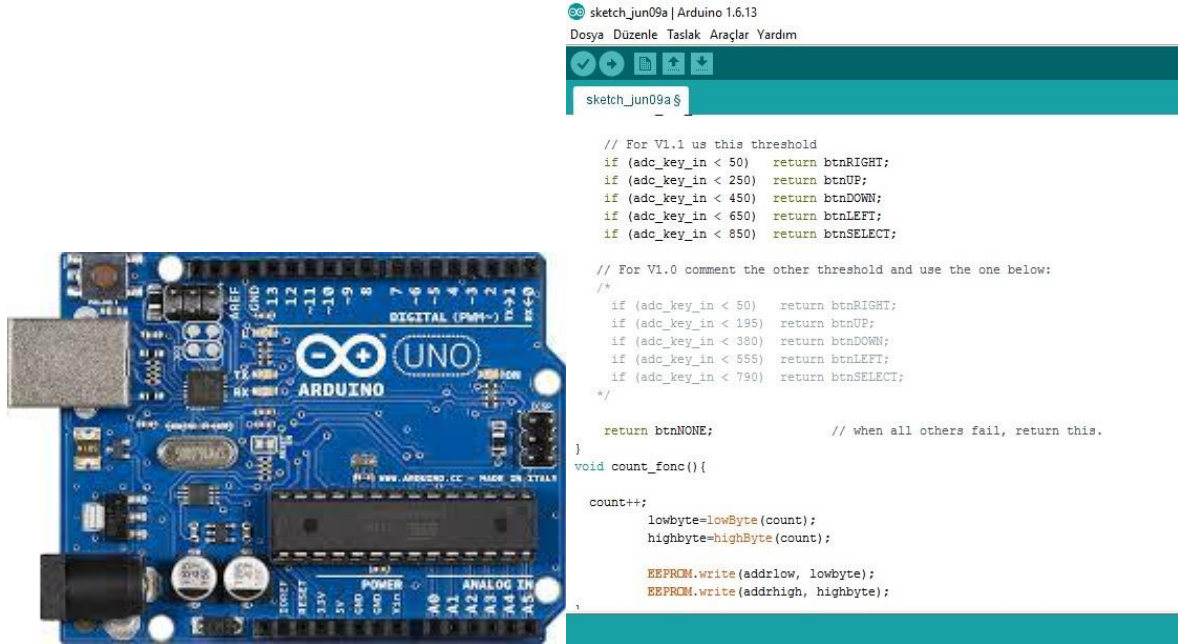
### **3.5. ARDUINO**

Arduino programı, giriş-çıkış kartı ile processing ve wiring yazılımının bir uygulamasını barındıran geliştirme ortamının, açık kaynak kodları ile geliştirilen, üzerinde çalışma yapmak isteyenlerin kendi devreleriyle sistemler oluşturabileceği veya hazır bulunan sistemleri alıp seri bir şekilde kullanmaya başlayabileceği, kullanımı kolay donanıma sahip ve yazılım gerektiren bir program sistematiğidir.

Arduino, diğer yardımcı sistemler olmadan kendi başına çalışabilen sistemler veya cihazlar üretmek için kullanılabilmesinin yanı sıra bilgisayarlarda çalışan yazılımlarla da birlikte çalıştırılabilir. Önceden üretilmiş olan hazır kartlar alınabilir veya üretim yapmayı



amaçlayanlar donanımın bilgileri yardımıyla sistem kurabilir. Arduino'nun geliştirilebilen mikroçipi, program diliyle programlanabilir ve Processing altyapılı Arduino kartları için yazılım geliştirilebilen platform olan IDE platformundan çipe yüklenerek çalıştırılmaya hazır hale getirilir.



Şekil 3.9: Arduino Uno kartı ve yazılım geliştirme program ekranı.

### 3.5.1. Arduino ile Yapılabilecekler

- Çevresini çok kolay bir şekilde etkileyen veya tepki veren sistemler üretilebilir.
- Arduino açık kaynaklı sistematiği ile kullanımı kolaydır. Bu sayede istendiği şekilde geliştirilip eklemeler ve çıkarmalar yapmak mümkündür.
- Arduino'nun kütüphaneleri sayesinde mikro denetleyiciler rahatlıkla programlanabilir.
- Dijital ve analog girişleri mevcuttur. Bu sayede dijital ve analog datalar işlenebilir.
- Sensörlerden veriler alınabilir ve bu veriler kullanılabilir.
- Çevreye ses, ışık, hareket vs. üretilebilir.

- Robotik ve elektronik işlemler kolayca programlanabilir.
- Arduino’da Processing programlama dili kullanılır. Bu program basittir ve fazla sayıda kaynak bulunabilir.
- Arduino yazılımları Windows ve Linux işletim sistemlerini desteklemesi sayesinde işletim sistemlerine uygunluk konusunda problem oluşmadan uygulama geliştirmek mümkündür (Anon. (6), 2018).

### 3.5.2. Arduino Donanım Özellikleri

Arduino çeşitlerine göre donanım özellikleri farklılıklar gösterir. Ancak temel anlamda bir Arduino’nun sahip olduğu özellikler (Anon. (6), 2018):

- Mikro işlemci ATmega8, ATmega168, ATmega328
- EEPROM
- Bellek
- Regüle modülü
- 16 MHz osilator ya da rezonatör
- SRAM

### 3.5.3. Arduino Türleri (Arduino Boards)

Sürekli gelişmekte olan teknoloji ile farklı türlerde arduino kartları üretilmektedir ve böylece yeni Arduino çeşitleri meydana çıkmaktadır. Bazı Arduino tiplerini aşağıdaki şekilde sıralayabiliriz (Anon. (6), 2018):

- Uno
- Robot
- Leonardo
- Ethernet
- Mini
- Pro Mini
- Yun

- Tre
- Esplora
- Simple Snap
- Mega ADK
- Lily Pad
- Lily Pad USB
- Pro
- Fio
- Mega 2560

Arduino modelleri birbirinden farklı özelliklere sahip olmakla birlikte bu farklılıklarını bilmek, yapılacak çalışmanın daha olumlu sonuçlanması açısından önem arz etmektedir. Çünkü tasarlanan çalışmaların kendine özgü gereksinimleri nedeniyle, ilgili Arduino kartı daha çok etkinlik sağlama ve ihtiyaçlara daha net cevap verme yönünde yararlı olacaktır. Bu nedenle yapılacak işe göre farklı kartlar seçilmelidir. Bazı Arduino modelleri ile ilgili Tablo 3.2’de Tablo 3.3’de yapılan çalışmalarda, modellerine göre Arduino özellikleri belirtilmiştir.

**Tablo 3.2:** Arduino modellerinin karşılaştırılması (Anon. (7), 2018).

Adı	İşlemci				
	Kategori	Bellek	Hız	EEPROM	SRAM
Uno	Atmega 328	32KB	16 MHz	1KB	2KB
Leonardo	Atmega 32 U4	32KB	16 MHz	1KB	2,5KB
Mini	Atmega 328	32KB	16 MHz	1KB	2KB
Pro Mini	Atmega 328	32KB	16 MHz	1KB	2KB
Mega ADK	Atmega 2560	256KB	16 MHz	4KB	8KB
Pro	Atmega 328	32KB	16 MHz	1KB	2KB
Fio	Atmega 328	32KB	8 MHz	1KB	2KB
Mega 2560	Atmega 2560	256KB	16 MHz	4KB	8KB

**Tablo 3.3:** Arduino modellerinin karşılaştırılması-2 (Anon. (7), 2018).

Model	Güçü		Ölçüler(mm)	Input-Output				
	Aktif Halde Voltaj	Giriş Voltaj		PWM	UART	Digital Giriş-Çıkış	Analog Giriş	Analog Çıkış
Uno	5 V	7 ila 12 V	75 x 53 x 15	6	1	14	6	-
Leonardo	5 V	3,3 ila 5 V	75 x 53 x 15	7	1	25	12	-
Mini	5 V	7 ila 9 V	30,5 x 18	6	1	14	8	-
Pro Mini	5 V	5 ila 12 V	18 x 33	6	1	14	6	-
Mega ADK	5 V	7 ila 18 V	110 x 55 x 12	14	4	50	16	-
Pro	5 V	5 ila 12 V	52,8 x 53,4 x 7,3	6	1	14	6	-
Fio	3,3 V	3,3 ila 12 V	66 x 28	6	1	14	8	-
Mega 2560	5 V	5 ila 12 V	53 x 90	14	4	54	16	-

### 3.5.4. Arduino İle İlgili Temel Kavramlar

**µP (Mikroişlemci):** Mikroişlemciler Arduino'ların beynidir. Arduino'ların geliştirme kartları farklı mikroişlemcilere dayanır ve tümünün kendine özel özellikleri ve fonksiyonları vardır.

**Giriş Voltajı:** Kartların çalışması için gereken voltajın aralığını belirtir. Kartlar azami voltaj değerinden biraz daha fazla voltajla da çalışabilir. Bu durumda sorun oluşmaz. Ancak önerilen voltaj aralığında kartın beslenmesi uygun olacaktır.

**Sistem Voltajı:** Kartların sistem voltajıdır yani mikroişlemcilerin çalışması için uygun olan voltajdır. Bu voltaj, kartın uyumluluğu için önemli faktörlerden biridir. Programlanmak istenen sistem her ne olursa olsun kullanılan işlemcinin voltajı ile eşleştirilmesi gerekecektir.

**Dijital I/O:** Bu kartların sahip olduğu Giriş ve Çıkış kısımlarıdır. Bu sistem giriş ve çıkış olarak bir kısmı da PWM olarak tasarlanmıştır.

**Saat Hızı:** Mikroişlemcilerin hızına bağlı frekansı saat hızı olarak adlandırılır. Komutların çalıştırılma hızına doğrudan bağlantılıdır. Birçok AT Mega işlemcisi 3 V ile çalışırken 8 MHz hızında ve bazılarının ise 5 V ile çalışırken hızı 16 MHz'dir.

**Analog Giriş:** Arduino'ların sahip olduğu analog giriş adetidir. Bu girişler "A" harfinin yanında rakamlarla adlandırılır. Analog girişler ihtiyaç olması durumunda daha çok Giriş ve Çıkış olarak kullanılabilir.

**PWM:** PWM ise sinyal üretme kapasitesine sahip olan dijital Giriş ve Çıkış'lardır. PWM giriş ve çıkışlarının sinyalleri analog çıkışlarla benzerdir.

**UART:** Arduino'ların desteklemiş olduğu birbirinden farklı olan serial bağlantıların adetidir. Birçok kartta, dijital input ve output'lar 0-1 serilerin iki katı fazladır ve bu kısımlar doğrudan program girişine bağlanmıştır. Çoğu kartların birden çok seri bağlantısı vardır ve çokça seri portunu aynı anda destekleyebilir. Tüm Arduino kartların bünyesinde programlanabilmesi için en az bir UART mevcuttur. Ancak bazılarında pinlere ulaşma durumu mümkün değildir.

**Bootloader:** Bootloader AT Mega içinde bulunur. Seri port sayesinde donanımın programlaması için olanak sağlar. Zira farklı tipte Arduino'ların farklı tipte kartları, farklı mikroişlemcilerle sahiptir ve programlama ara yüzleri de farklıdır. Tümünde değişik programlar mevcuttur. Bootloaderlar için yazılım kodları, Arduino'da da bulunuyor olabilir. Tüm Arduinoların bootloaderları kendi yazılımından kodların yüklenmesine olanak sağlayabilir.

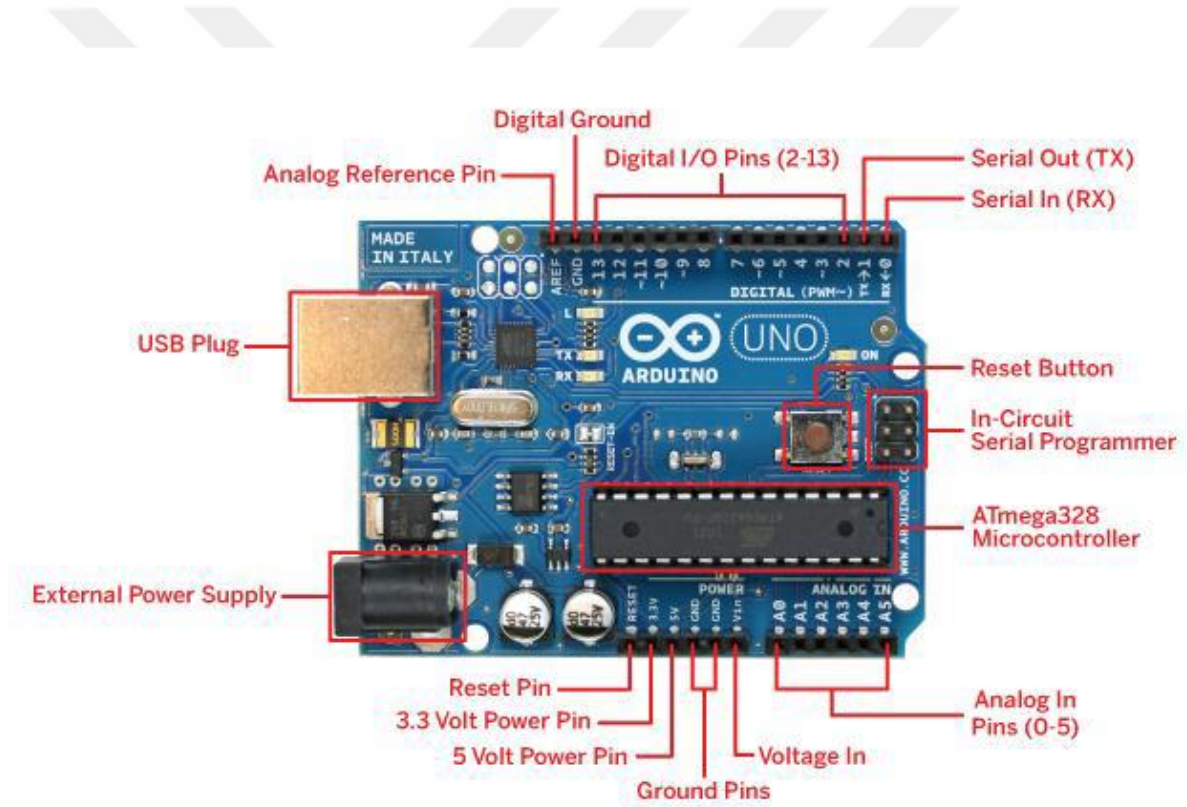
**Flash Memory:** Dataların depolanabildiği mevcut maksimum hafızadır. Tüm bu hafızanın tamamı kullanılamayabilir. Çünkü bootloader 0,5 ila 2 KB gibi küçük bir kısmını kullanmaktadır.

**Programlama Ekranı:** Arduinoların kartlarının programlanması gayesiyle bilgisayarla köprü oluşturulmasını sağlar. Bazı kartlarda gömülü USB girişleri mevcuttur. Bu sayede bilgisayar bağlantısı kolaylıkla yapılabilir hale gelir. Bazı kartlarda ise headerlar mevcuttur. Bu kartlarda yapılması gereken tek ve basit işlem FTDI Basic Breakout veya FTDI kablonun bağlanmasıdır. Arduino Mini tipli kartlarda ise programlama için seri pinler mevcuttur ancak headerlar ile uyumlu değildir. Gömülü USB girişi olan her Arduino'nun USB dönüşümleri için farklı donanımları vardır. Bazı kartların herhangi bir ek donanıma ihtiyacı yoktur zira mikroişlemcilerinin USB desteği mevcuttur (Anon. (7), 2018).

### 3.5.5.Arduino Uno

Arduino Uno tipi, AT Mega 328 uyumlu mikroişlemci programlama kartıdır. Bu kartta, 14 farklı dijital giriş ve çıkış bağlantısı (bunlardan 6 adeti PWM çıkışı gibi kullanılabilir), 6 tipte analoglu girişi, 16 Mhz'lik osilatörü, bilgisayar giriş portu ile enerji bağlantısı, ICSP bağlantısı ve reset tuşu mevcuttur. Bilgisayarlar ile USB bağlantısı üzerinden bağlanması bu kartların programlanmasına başlanabilir. Ayrıca bir enerji kaynağı veya şarj cihazıyla birlikte kullanıma da uygundur.

Şekil 3.10 'da örnek olarak Arduino Uno modeli ve kartın diğer elemanları gösterilmiştir.



Şekil 3.10: Arduino Uno ve temel birimleri (Anon. (8), 2018).

Teknik özellikleri ise Tablo 3.4 'te ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

**Tablo 3.4:** Arduino Uno teknik özellikleri (Ocak, 2015).

Mikroişlemci	AT Mega 328
Analog Girişi	6
Digital Giriş-Çıkış Bağlantı Sayısı	14
Giriş-Çıkış bağlantıları DC Akımı	40mA
İşlem Enerjisi	5 V
Besleme Enerjisi	7-12 V
3,3 V girişi DC Akımı	50mA
Memory	32KB
Hız	16MHz
EEPROM	1KB
SRAM	2KB

Arduino Uno'larda 6 analog girişi mevcuttur ve bu girişlere A0 ila A5 arasında numaralar verilmiştir. Her bir girişin 10 bit çözünürlüğü vardır. Genel olarak kullanımda 5 Volt ile topraklama arasında ölçüm yapılan girişlerde RF bağlantısı kullanmak suretiyle ölçüm aralığının değiştirilmesi söz konusu olabilir. Analog Reference komutuyla bu işlemi gerçekleştirmek mümkün olur.

Arduino kartı, bilgisayara USB ile bağlanarak veya herhangi bir enerji verici cihaz ile çalıştırılabilir. Karta enerji verilmesi, voltaj giriş kısmından yapılmasına ek olarak Gnd ya da Vin girişleri aracılığıyla da yapılabilir. Enerji girişleri aşağıda açıklanmıştır:

**Vin:** Enerji bağlantısı girişine ek olarak Arduino Uno'nun enerji beslemesi için kullanılacak olan giriş bağlantısıdır. Yalnızca tek bağlantı ile enerji verilmesi yeterlidir. Enerji bağlantı girişi ya da Vin giriş soketinden bir tanesinin kullanılması yeterli olacaktır.

**GND:** Topraklamasıdır.



**3,3V:** Kartın devresine monte olan 3,3 Volt çıkışı olan sokettir.

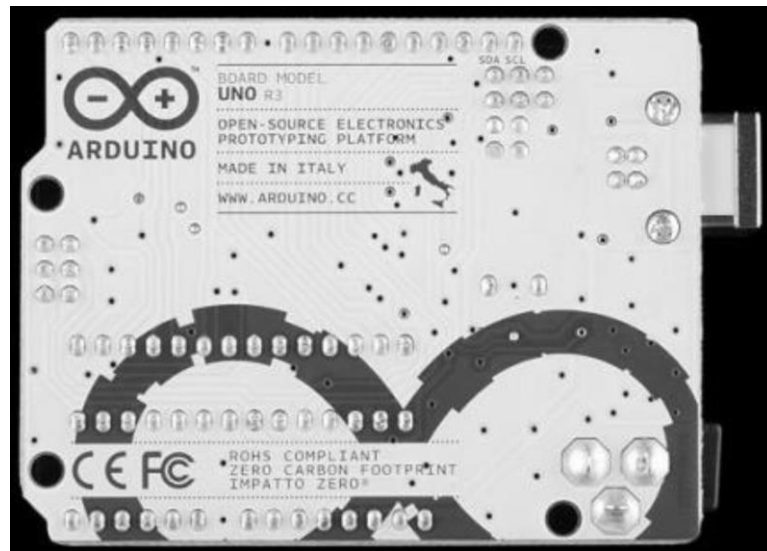
**5V:** Kartın devresine monte olan 5 V kapasiteli sokettir.

### 3.5.6. Arduino Uno R3

Arduino modellerinin genel olarak tanıtımı bu şekildedir. Piyasada en çok kullanılan modellerden ve bu tez çalışmamda kullandığım model olan Arduino Uno R3 modelinin özelliklerini, yazılımını ve sistemin çalışır hale getirilmesinin açıklaması şu şekildedir.



Şekil 3.11: Arduino Uno R3 kartın üstten görünüşü.

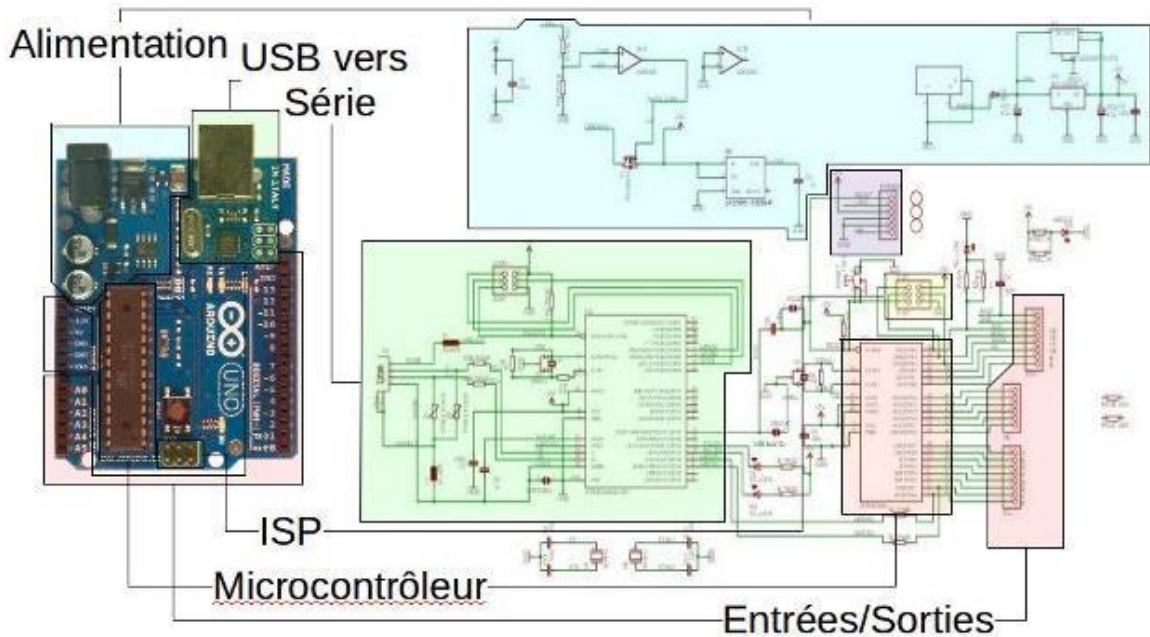


Şekil 3.12: Arduino Uno R3 kartın alttan görünüşü.

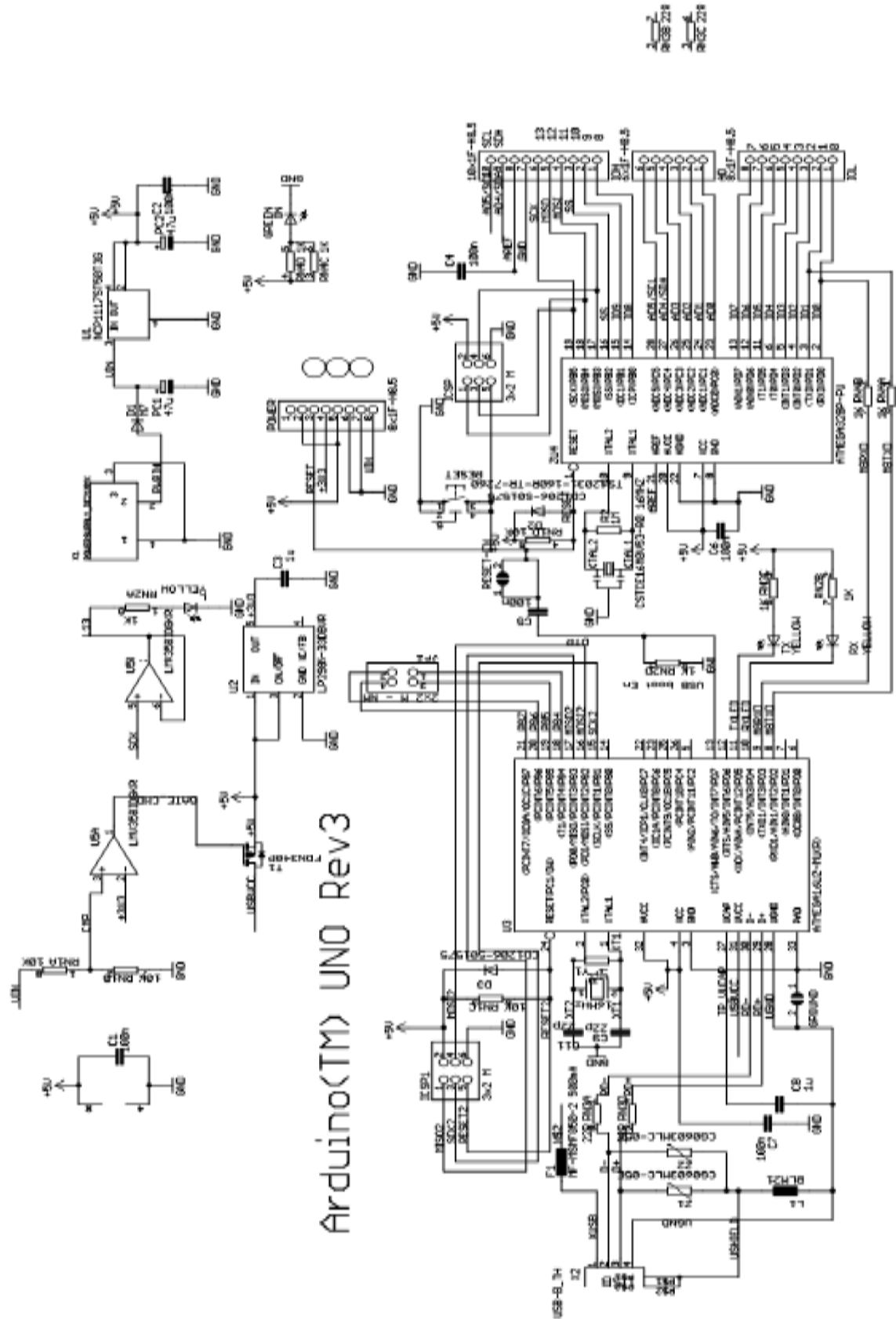


Arduino Uno'nun son versiyonu olan R3, önceki versiyonlarının sahip olduğu bütün özelliklere ek olarak Atmega16U2'nin çalışma kapasitesi sayesinde daha hızlı data transferi gerçekleşmesini sağlar. Arduino Uno R3'ün diğer versiyonlara göre çok daha fazla hafızası mevcuttur. Önceki versiyonlarda da bulunan USB bağlantısıyla haberleşme olanağı ve Atmega16U2 kartı ile bundan sonra Arduino'lar daha hızlı olarak programlanabilme özelliği kazanmıştır. Arduino Uno R3'ün, Linux ya da Mac işletim sistemi olan uygulamalarında USB bağlantısıyla çalıştırılmak istendiğinde başka sürücülere gereksinim bulunmamaktadır. Windows'un işletim sistemi içinse Arduino'nun kendisinde mevcut olan yükleme dosyası yeterli olacaktır. Bu şekilde, işletim sistemi USB gibi kolay bağlantı yapılabilen herhangi bir donanım gibi tanınabilecektir (Anon. (7), 2018).

Arduino Uno R3 bütün bu niteliklerin yanında RF piniyle SDA ve SCL pinlerine de sahiptir. RESET pininin yanında ise konumlanan farklı iki adet pin mevcuttur. Bunlardan biri IOREF pinidir. IOREF pini kart sayesinde sağlanan voltaj ile Arduino shieldların çalışmasına olanak verir. Bu iki pinden diğeri ise herhangi bir noktaya bağlanmamıştır ve sonraki uygulamalar için boş olarak konumlandırılmıştır. Arduino Uno R3 mevcut bütün Arduino shieldlar ile uyumlu olacak şekilde çalışabilir. İlerleyen yıllarda geliştirilecek olan shieldlarla da bu boş bırakılan pin sayesinde uyumlu olacak şekilde çalışabilecektir (Anon. (7), 2018).



Şekil 3.13: Arduino Uno R3 ve şematik lokasyonu (Ocak, 2015).



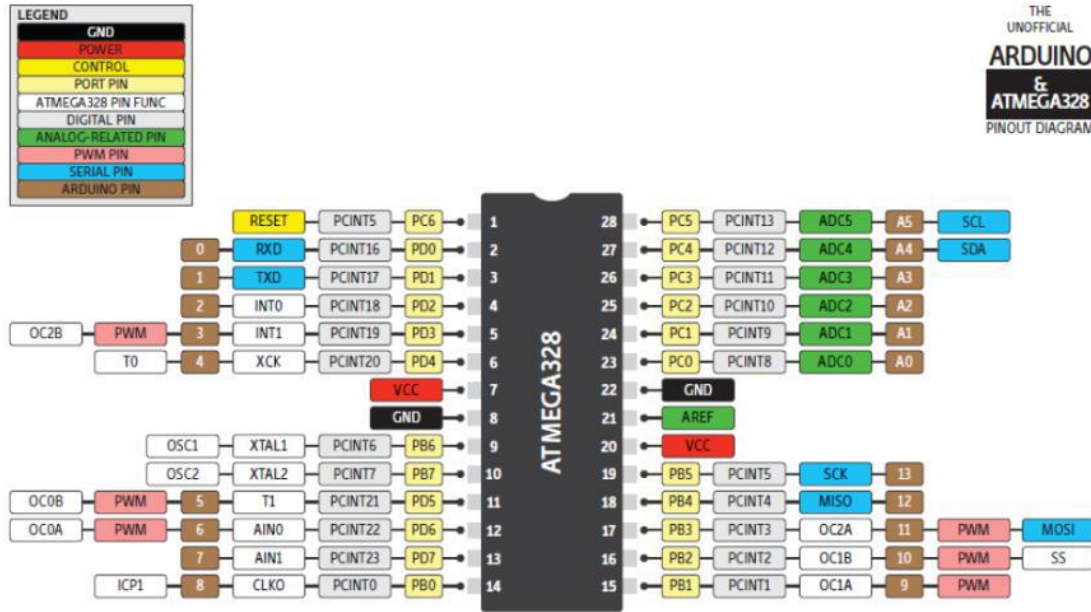
Şekil 3.14: Arduino Uno R3 şematığı (Ocak, 2015).

### 3.5.6.1. ATmega328 Mikro Denetleyici

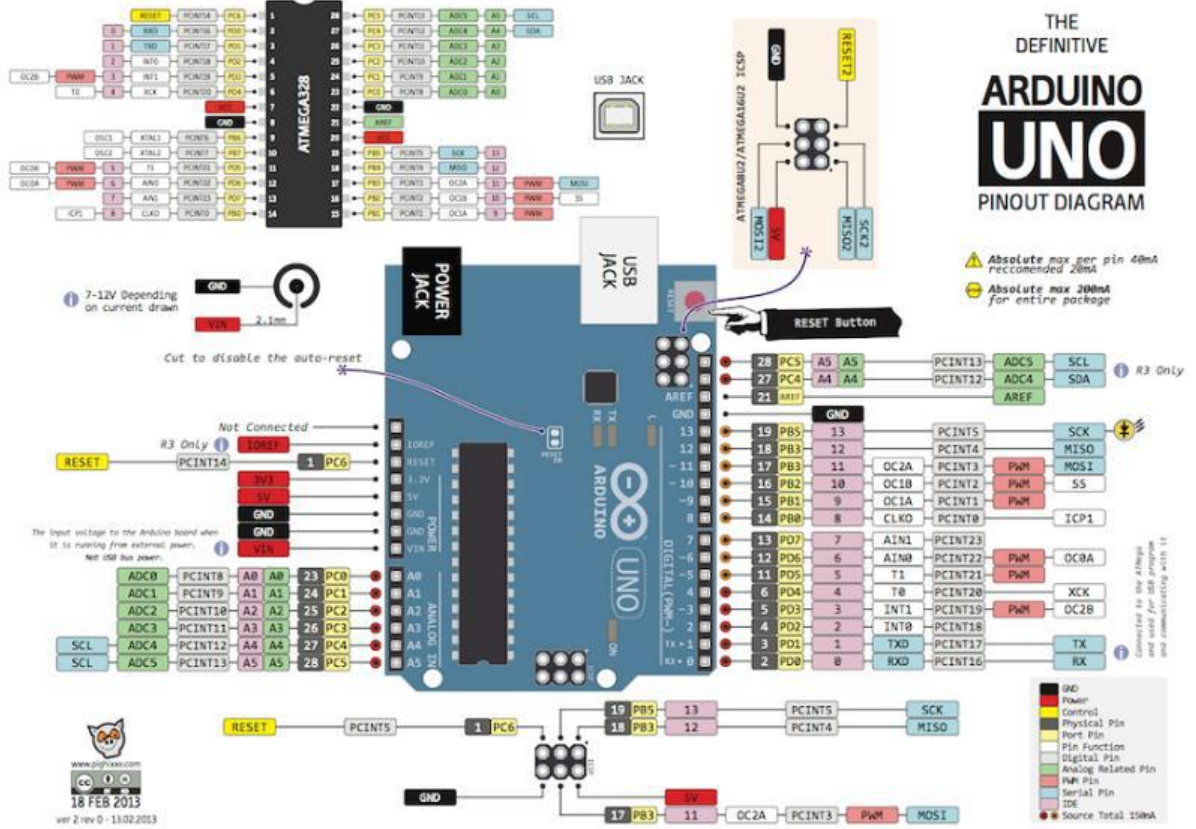
Tez çalışmam için tasarlamış olduğum sistemde kullandığım Arduino Uno R3 modelinde ATmega328 mikro denetleyicisi bulunmaktadır.

Atmel firması tarafından geliştirilen ATmega328 mikro çipin, 8 bit işlemcisi mevcuttur. Atmega168'in hafıza özelliklerinde olduğu gibi, 2KB flash bellek ve 32KB program belleği vardır. 10 bit için 6 adet giriş ve çıkış bağlantısı, toplamda ise 23 adet giriş çıkış bağlantısı vardır. İlave kristalle 20MHz seviyelerinde çalışması mümkündür. İşlem sırasında 1,8 ila 5 Volt aralığındadır. Bu denetleyici, programlanma özelliğine sahiptir (Anon. (9), 2018).

Şekil 3.15'te ATmega328 mikro denetleyicisine ait pin diyagramı görseli eklenmiştir. Şekil 3.16'da da Arduino Uno R3 ile entegre olmuş diyagramın daha detaylı olarak görseli mevcuttur.



Şekil 3.15: ATmega 328 pin diyagramı (Anon. (10), 2018).



Şekil 3.16: ATmega328 pin diyagramı ve Arduino Uno R3 (Anon. (10), 2018).

Bu tez çalışmamda kullanmış olduğum ATmega328 mikro denetleyicinin özellikleri aşağıdaki tabloda detaylı olarak gösterilmiştir.

Tablo 3.5: ATmega328 mikrodenetleyici genel özellikleri (Anon. (11), 2018).

Üretici	Atmel
İmalat Kategorisi	8bit mikro kontrollü
Serisi	Atmega 328
Çekirdek	AVR
Veri Yolu	8bit
Maksimum saat frekansı	20MHz
Program Hafızası	32KB
Veri Ram Boyutu	2KB
Maksimum Voltaj	5,5 Volt
Minimum Voltaj	1,8 Volt

**Tablo 3.5:** (devam)

Maksimum çalışma sıcaklığı	+85 C
Montaj stili	Açık delik
A/D Bit Boyutu	10bit
A/D Kanalları	6
Marka	Atmel
Ram Tipi	SRAM
Veri ROM Boyutu	EEPROM
Interface Type	SPI, 12 C, USART
Minimum çalışma sıcaklığı	-40 C
Programlanabilir Giriş-Çıkış Sayısı	23
Zamanlayıcı sayısı	3
İşlemci	mega AVR
Program hafıza tipi	Flash

### 3.6. HAREKETE DUYARLI SESLİ İKAZ CİHAZI

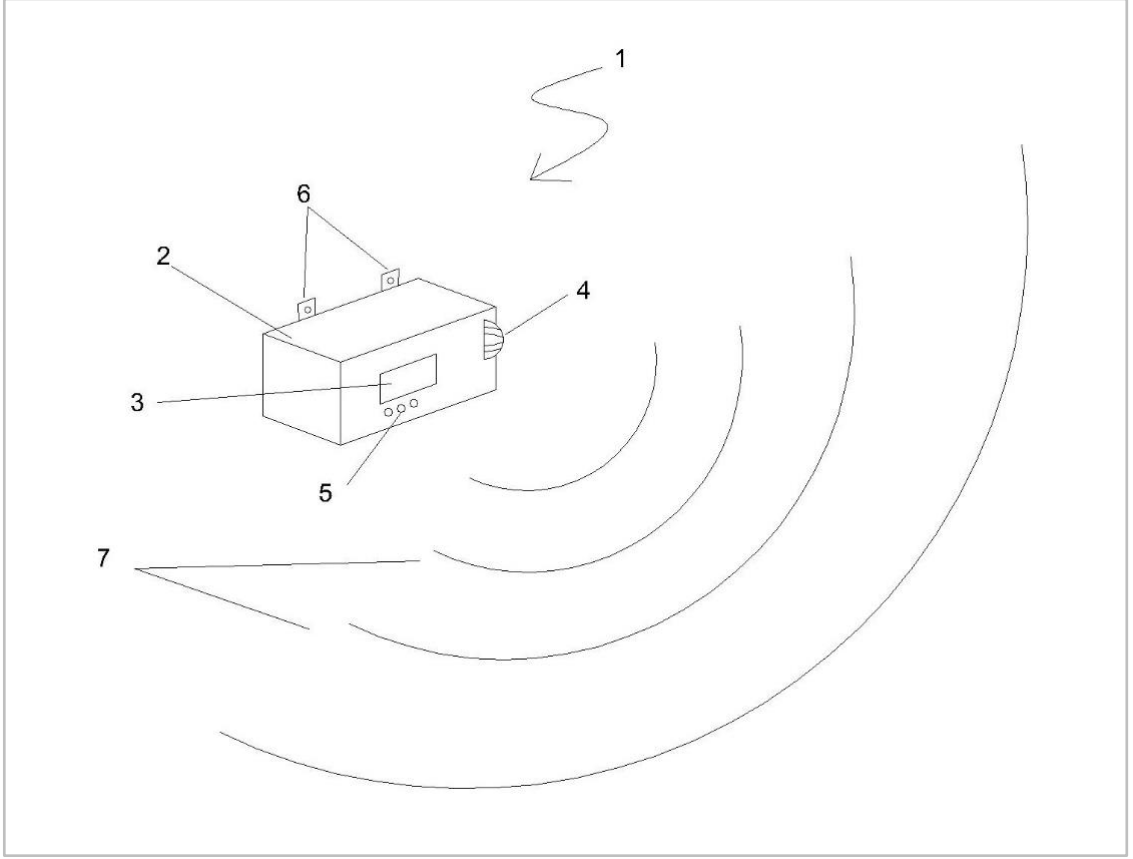
Bu çalışma içeriğinde, inşaat sahalarında tehlike arz edebilecek konumlarda, iş kazası gerçekleşmesi söz konusu olan noktalara yerleştirilecek sesli ikaz cihazının üretilmesinden, çalışma prensibinden ve bu ikaz cihazının muhtemel faydalarından bahsedilecektir.

#### 3.6.1. Sesli İkaz Cihazının Üretimi

Şantiyelerde kullanılmak üzere, özellikle yapı içi şaft boşlukları, asansör boşlukları, merdiven boşlukları gibi yüksekten düşme iş kazalarının sıkça meydana geldiği boşluklarda iş kazalarını engellemek adına bu cihaz tasarlanmıştır ve üretimi yapılmıştır.

Tasarlanan cihaz, hareket algılama prensibine dayalı olarak çalışacaktır. Yapı içlerindeki boşluklara yaklaşık 40 cm ve daha az yaklaşan çalışanları anlık olarak algılayıp sesli ikaz vererek yüksekten düşme iş kazasına yaklaşan çalışmanı uyaracaktır ve çalışanın tedbir almasını, o bölgeden uzaklaşmasını sağlayacaktır.

Cihaz içeriğinde bulunan parçalar; hareket algılama sensörü, cihaza güç sağlayacak batarya, hareketi algıladığında sesli ikaz veren hoparlör, cihazın açma-kapama düğmesi, cihazın hareket algılamalarını sayacak sayaç, bu sayıları gösterecek bir göstergeden oluşmaktadır.



Şekil 3.17: Sesli ikaz cihazı tasarımı.

1. Sesli İkaz Cihazı
2. Cihaz Kutusu
3. Ekran
4. Sensör
5. Tuşlar
6. Sabitleme Aparatı
7. Temsili, Hareket Algılayıcı Frekanslar

### 3.6.1.2. Cihazın Üretimde Kullanılan Parçalar

Harekete duyarlı, sesli ikaz veren cihazda kullandığım elektronik parçaların adları ve genel özellikleri aşağıdaki gibidir.

**Arduino Uno R3:** Arduino bir i/o kartı ve programlama dili ile uygulamaları fiziksel hale dönüştürme platformudur.

**Arduino LCD Shield:** Arduino ile çalışan ve kartın üzerine takılan bir ek donanımdır. Gerçekleşen ihlaller bu ekran üzerinden görüntülenir.

**Devreli Buzzer 5v-12v 12mm:** Bu donanım, ihlaller sırasında cihazın ilettiği voltajla sesli ikaz vermektedir.

**Sensör:** Alandaki hareketi algılayarak cihazı harekete geçiren donanımdır. Cihazlarda Passive Infrared sensörler kullanılmıştır.

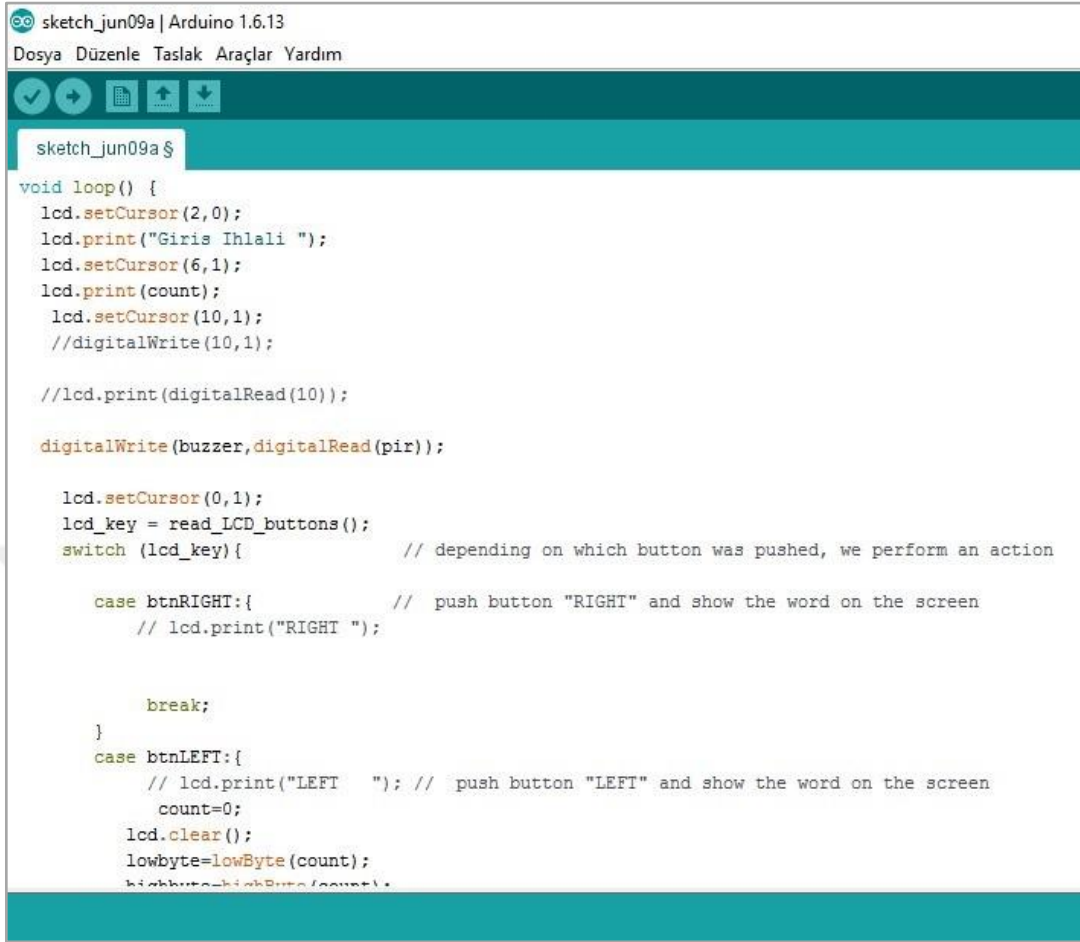
**Akü:** Cihaza enerji sağlayan araçtır. Akü kablosuz cihazda vardır. Kablolu cihazda mevcut değildir. Şantiyede günlük çalışma süresini 8 saat olarak hesaba katılırsa, cihaz yaklaşık üç gün boyunca kullanılabilir.

### 3.6.2. Cihazın Yazılımı

Parçaların birbirine bağlantı lehimleri tamamlandıktan sonra yazılım aşamasına geçilmiştir. Kodları yazabilmek için Arduino UNO R3 kartının bilgisayara bağlanması gerekmektedir. Bağlantı aşaması tamamlandıktan sonra kodların yazımına geçilebilir. Ancak şu hususa dikkat edilmesi gerekmektedir. Arduino'nun bilgisayara bağlandığı usb portunun tanıtılması gerekmektedir. Bu tanıtma işlemini yapabilmek için Arduino programının içindeki Tools sekmesinden Arduino'nun bağlanmış olduğu usb portu seçilerek bilgisayar ile Arduino'nun bağlantısının hatasız olarak kurulduğundan emin olunmalıdır.

Kodlar, Arduino'nun internet sitesinden temin edilen program aracılığıyla yazılmıştır ve bu kodlar Ek-3'te belirtildiği gibidir.





```

sketch_jun09a | Arduino 1.6.13
Dosya Düzenle Taslak Araçlar Yardım

sketch_jun09a $
void loop() {
  lcd.setCursor(2,0);
  lcd.print("Giris Ihlali ");
  lcd.setCursor(6,1);
  lcd.print(count);
  lcd.setCursor(10,1);
  //digitalWrite(10,1);

  //lcd.print(digitalRead(10));

  digitalWrite(buzzer,digitalRead(pir));

  lcd.setCursor(0,1);
  lcd_key = read_LCD_buttons();
  switch (lcd_key) { // depending on which button was pushed, we perform an action

    case btnRIGHT: { // push button "RIGHT" and show the word on the screen
      // lcd.print("RIGHT ");

      break;
    }
    case btnLEFT: {
      // lcd.print("LEFT "); // push button "LEFT" and show the word on the screen
      count=0;
      lcd.clear();
      lowbyte=lowByte(count);
      highbyte=highByte(count);
    }
  }
}

```

Şekil 3.18: Arduino UNO R3 kod yazım ekranı.

### 3.6.3. Cihazın Şantiyelerde Kullanım Prensibi

Bu cihaz, iş kazalarının meydana gelebilme ihtimali olan noktalara yerleştirilecektir. Yerleştirme işlemi yapılırken, cihazın hareket algılayan parçasının açısı hareketin gelebileceği yöne göre dikkatli ve planlı olarak yapılmalıdır. Cihazın sabitlenmesi yapıldıktan sonra açma tuşuna basılmalıdır. Cihaz aktive olduktan sonra kullanım için uygundur.

İnşaat sahalarında en yüksek oranda meydana gelen yüksekte düşme iş kazalarının büyük bir bölümü inşaat alanı içerisindeki şaftlardan, döşeme boşluklarından, asansör boşluklarından, merdiven ve merdiven sahanlıklarından düşme olarak gerçekleşir. Belirtilen bu bölgelerde her ne kadar iş güvenliği adına uyarıcı ikaz işaretleri yerleştirilse ve güvenlik bandı çekilse de bu kazalarının önüne geçilememektedir. Sektör kaynaklı yorgunluk, bu yorgunluğun getirdiği dikkat eksikliği, bu bölgelerden alt veya üst kata malzeme veya ekipman transferi gibi birçok husus, bu bölgelerde önlem alınmış olmasına rağmen iş kazalarını engelleyememektedir. Bu



cihaz, yüksekten düşülmesi muhtemel sınırlar içine giren personeli algılayarak sesli olarak ikaz verecektir. Sesli ikazı işiten personel, görsel ikazlardan farklı olarak, sesli ikaza tepki vererek; bilerek veya farkında olmadan girdiği yüksekten düşme tehlike sınırından uzaklaşacaktır. Cihaz, olası bir yüksekten düşme iş kazalarını önlediği gibi aynı zamanda bu hadiseyi sayacına işlemektedir. Bu sayede, cihazın yerleştirildiği bölgede ne kadar sayıda yüksekten düşme ramak kala olayının yaşandığı da kayıt altına alınabilmektedir.

İş kazalarının bir kısmı Sosyal Güvenlik Kurumu'na net ve doğru şekilde bildirilmemektedir. Kurumun verilerinde sadece kayıtlara geçen iş kazaları tutulabilmektedir. İnşaat sektöründe kaza olmayıp kazaya ramak kala olayları da çokça gerçekleşebilmektedir. Cihaz, olası kazayı önceden önleme adına uyarı verdiği gibi bu hususları da sayacına işleyerek iş kazası (bu örnekte yüksekten düşme iş kazası) gerçekleşmeden bile tüm bu ramak kala olaylarına göre daha gerçekçi veriler tutabilmektedir.

Bu, daha gerçekçi veriler ışığında, firmalar, iş güvenliği ile alakalı önlem planlarını hazırlama aşamasında hesaba kattıkları bu değerlerle, çalışma sürecinde iş kazalarını önleme adına daha başarılı olduklarını görecektir. Firma, iş kazalarını önleyerek, işin aksamamasını, kaza sonucu oluşabilecek yüksek meblağlarda tedavi ve tazminat masraflarına maruz kalmamayı, kendi firma adı ve markasının itibar kaybına uğramamasını ve en önemlisi de çalışan sağlığını ve hatta hayatını korumuş olacaktır.



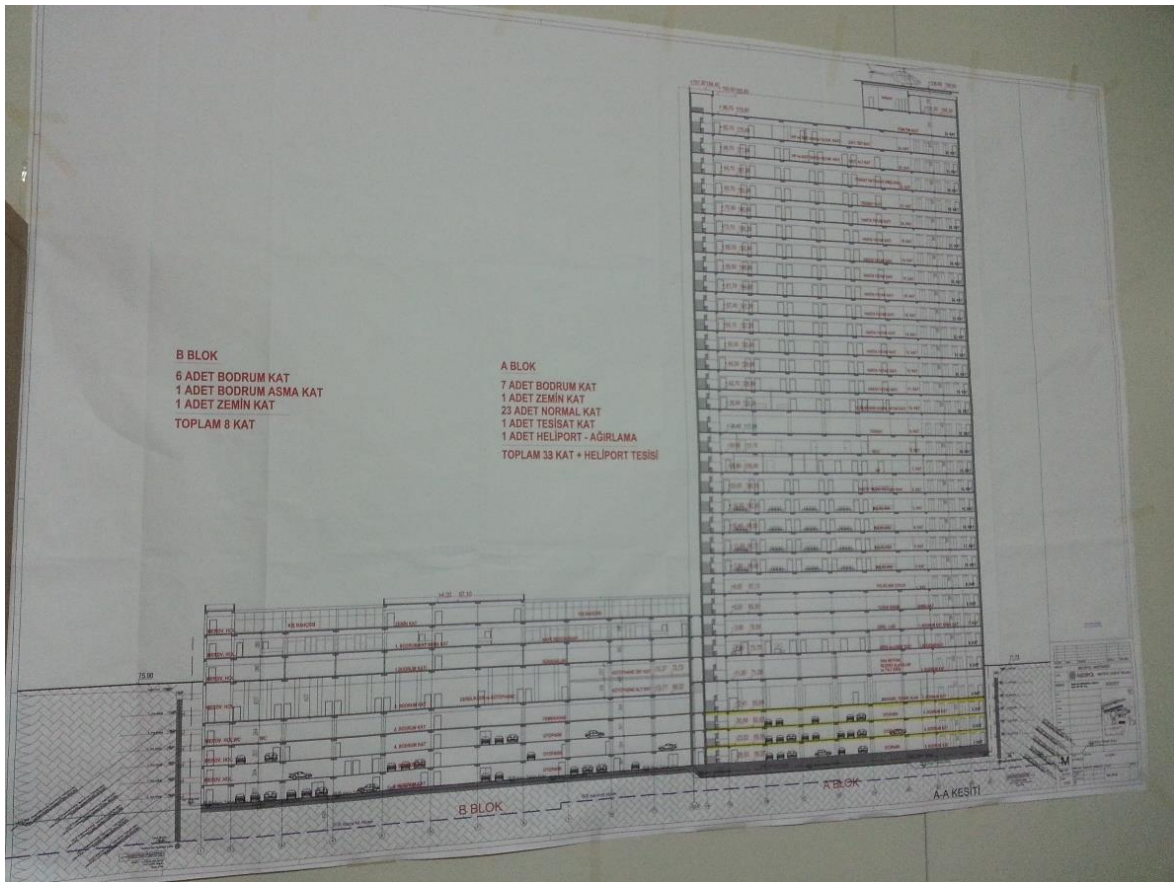
**Şekil 3.19:** Cihazın kurulumu.

İş sahasındaki kazalara ramak kala olaylarını engelleyecek bu cihazın özelliklerine ek olarak; şantiyedeki personellerin baretine veya iş kıyafetine vs. bir etiket veya barkod gibi o çalışanın ID numarasını tanımlamaya yarayacak unsur eklenerek ve cihazın bu unsur yardımıyla tehlikeli bölgeye yaklaşan çalışanı tespit ederek, sesli ikaz vermesine ek olarak aynı zamanda şantiye görevlisine ve teknik ofis bilgisayarlarına ilgili durumun verilerini iletme özelliği de farklı bir tasarımla eklenebilir. Cihazın bu özelliği sayesinde, çalışanların yüksekten düşme iş kazasına uğrama olasılığı göz önüne alındığında, cihazın bildirdiği ID'deki çalışanın diğer çalışanlarla karşılaştırıldığında kazaya uğrama olasılığı tahmin edilebilecektir. Firma bu verilerden yola çıkarak ilgili çalışanları uyarabilecek, durumu devam ettiren çalışanların işine son verebilecek ve böylece yüksek olasılıkla meydana gelebilecek bir iş kazasını önlemiş olacaktır.

### 3.6.3. Cihazın Şantiyede Denenmesi

Cihaz, betonarme imalatları devam eden bir hastane inşaatı projesinde kullanılmıştır.

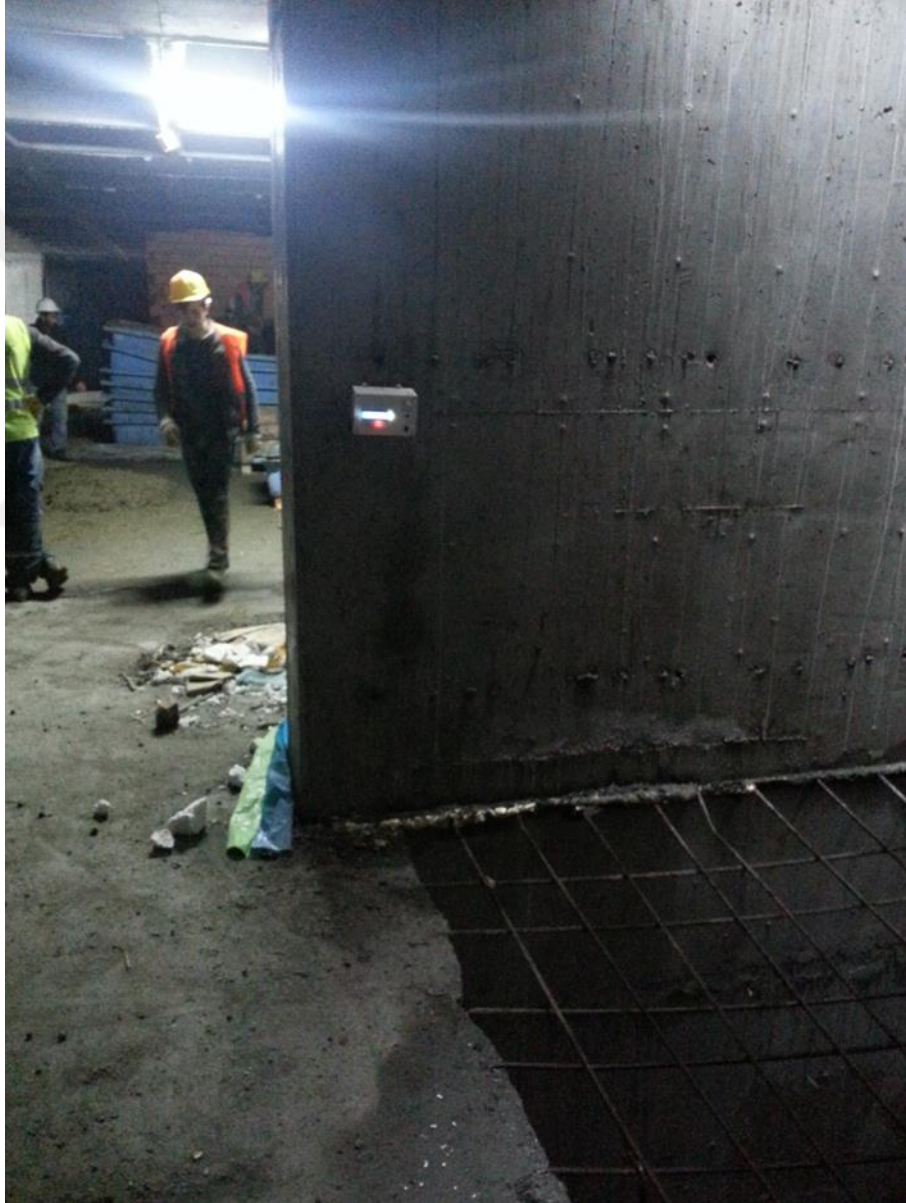
Hastane projesi A ve B Bloktan oluşan 65.000 m<sup>2</sup> inşaat alanına sahip, 335 yatak kapasiteli bir projedir. A Blok; 7 Bodrum Kat, 1 Zemin Kat, 24 Normal Kat, 1 Heliport-Ağırlama Katı olmak üzere toplam 32 Kat + Heliport Tesisinden oluşmaktadır. B Blok; 6 Bodrum Kat, 1 Bodrum Asma Kat, 1 Zemin Kattan olmak üzere toplamda 8 kattan oluşmaktadır.



Şekil 3.20: İkaz cihazının kullanıldığı hastane projesi.

Cihazların şantiyede kullanıldığı 36 iş günü için toplanan veriler tez çalışmamda değerlendirilmiştir. Cihazlar şantiyede çalışmaya devam etmiştir. Ancak 36. günden sonraki veriler günlük olarak tutulmamıştır. Bu süreç yaklaşık olarak 1,5 ay sürmüştür. Şantiyede cihazın kurulma sürecinde cihazın amacı ve ne sebeple kurulduğu çalışan personellere aktarılmıştır. Buna rağmen ilk iki günün değerleri, sonraki günlere göre kat kat fazla çıkmıştır. Bunun sebebi olarak saha personelinin cihazın varlığına alışma süreci olduğu

değerlendirilmiştir. Bu sebeple ilk iki günün değerleri, doğruluk oranını düşüreceğinden tez çalışmamda hesaba katılmamıştır. Sonraki 34 gün için veriler dikkate alınmıştır. Veriler günlük olarak tutulmuştur. Cihazın sayacı bir sonraki gün sıfırlanarak çalıştırılmaya başlatılmıştır. Gün sonunda cihazın sayacı okunma sırasında, cihaza yaklaşıldığında, cihaz tabii olarak ikaz vermiş ve sayacı bir arttırmıştır. Bu her okumada doğal olarak gerçekleştiğinden günlük okunan değerler doğru veriler olması amacıyla 1 eksilti olarak kayıt altına alınmıştır.



**Şekil 3.21:** Cihazın şantiyede denenme aşamaları.

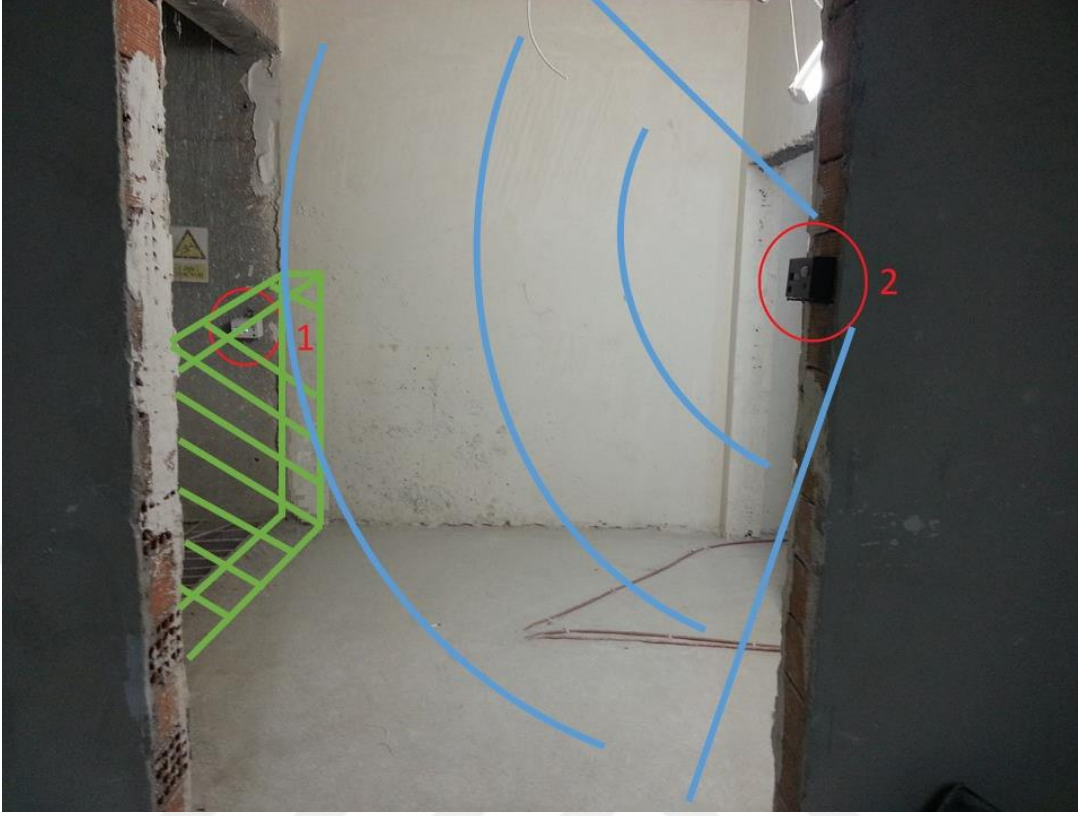


Cihazlarımızdan biri şantiyede istenilen her yere kurulabilmesi amacıyla şarjlı olarak tasarlanarak imal edilmiştir. Böylelikle şantiyede herhangi bir güç kaynağı aranmaksızın cihazımızı gerekli gördüğümüz noktalara monte edebilme avantajımız olabilmektedir.



**Şekil 3.22:** Ramak kala verilerinin belirlenmesi (1).

Sesli ikaz cihazlarımız, hastane projesinin A Blokunda kullanılmıştır. Belirlenen bir şaftta, bir cihazımız sadece ilgili bölgeden yapılan geçişleri yani şantiye personellerinin o gün için kaç defa şaft bölgesinden geçtiğini kayıt altına almıştır. Diğer cihazımız ise, ramak kala bölgesine yaklaşan personelin kaydını tutmuş ve yüksekten düşme olayı gerçekleşmemesi adına sesli ikaz vermiştir. Bu kullanımların 36 günlük verileri “Sonuç” bölümündeki listede verilmiştir.



Şekil 3.23: Ramak kala verilerinin belirlenmesi (2).

Şekil 3.23'te 1 numara ile gösterilen cihaz ramak kala bölgesini kontrol edecek şekilde yerleştirilmiştir. Şaft boşluğuna düşme olayı gerçekleşmeden, yeşil renkli tarama ile belirtilen bölgede, düşmeye bir adım mesafe kaldığı anda cihaz sesli ikaz vererek ramak kala olayını yaşayan personeli uyarmakta ve bu olayı hafızasına sayı olarak kaydetmektedir.



Şekil 3.24: Ramak kala verilerinin belirlenmesi (3).

Şekil 3.24'te de aynı şekilde geçiş bölgesine yerleştirilen 2 numaralı diğer cihazımız ise, yüksekten düşme iş kazası gerçekleşme olasılığı olan bölgeye giren personel sayısını sensörüyle tespit ederek belleğinde kayıt altına almaktadır. Bu cihaz bölgeye yaklaşan ve ilgili şafttan düşme riski yaşaması muhtemel personelin sayısını tutmaktadır. Bu bölgeye giren ve bölgeden geçen çalışanı sesli olarak ikaz etmemektedir.

Şekil 3.23 ve Şekil 3.24'te cihazların okuma aldığı bölge sırasıyla yeşil ve mavi renklerle taratılarak gösterilmiştir. Cihazların okuma bölgeleri; sensörlerinin yerleştirilmesi hususu ve algılaması gereken alanın dışında kalan bölgeyi görmemesi için sensörün ilgili görüş açısının kapatılması ile belirlenir. Bu sayede 1. cihaz sadece ramak kala bölgesine giren çalışanlar için, 2. cihaz ise sadece şaft boşluğu bölgesinden etkilenebilecek bölgeye giren çalışanlar için belirtilen işlemleri yapacaktır.

Riskli bölgeyi kullanan, geçen, çalışma yapan, malzeme taşıyan veya herhangi bir sebeple bu alandan geçen yani ilgili şaft boşluğundan yüksekten düşme iş kazasına uğrama olasılığı olan personel sayısı 2. cihaz tarafından sayılırken, bu personellerden kaçının ramak kala olayını yaşadığı 1. cihaz tarafından sayılarak iş kazası ramak kala oranlarına ulaşılması amaçlanmıştır.





## 4. BULGULAR

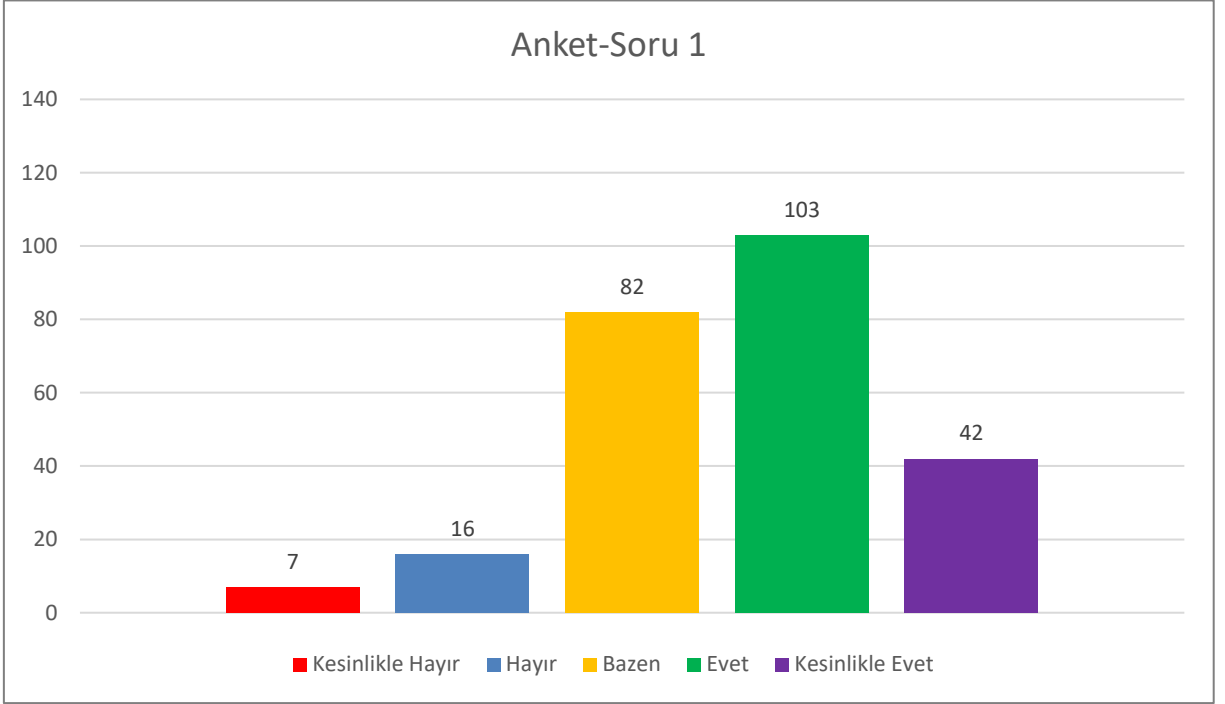
Özellikle inşaat işlerinde çok fazla meydana gelen yüksekten düşme iş kazalarını önlemeye yönelik yapılan bu tez çalışmasının bu kısmında; iş güvenliği ve yüksekten düşme kazalarının akıbetiyle ilgili yapılmış olan anket çalışmasının sonuçlarına ve tez kapsamında üretilen ve önceki bölümlerde açıklanan sesli ikaz cihazının şantiyelerde denenmesi sonucu ulaşılan verilere yer verilecektir.

### 4.1. İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANKET SONUÇLARI

İnşaat projelerinde alınan iş güvenliği önlemlerinden en çok fayda beklenen uygulama olan ikaz-uyarı levha ve işaretçileriyle ilgili yapılan anketin cevaplarına göre değerlendirme yapıldığında, aşağıda belirtilen anket sonuç grafiklerinden de anlaşılacağı üzere, şantiyelerde kullanılan bu uyarı levha ve işaretçileri iş kazalarını önleyip çalışan sağlığını korumada yeterli verimi verememektedir.

Çoğunluğunu inşaat mühendislerinin oluşturduğu anket katılımcılarının verdiği cevaplara göre iş güvenliği konularıyla ilgili sorulara verilen yanıtlar ve değerlendirmeleri şu şekildedir:

Soru 1. İnşaat projelerinizde iş güvenliği eğitimleri sıklıkla yapılıyor mu?



**Şekil 4.1:** Anketin 1. sorusuna verilen yanıtlar.

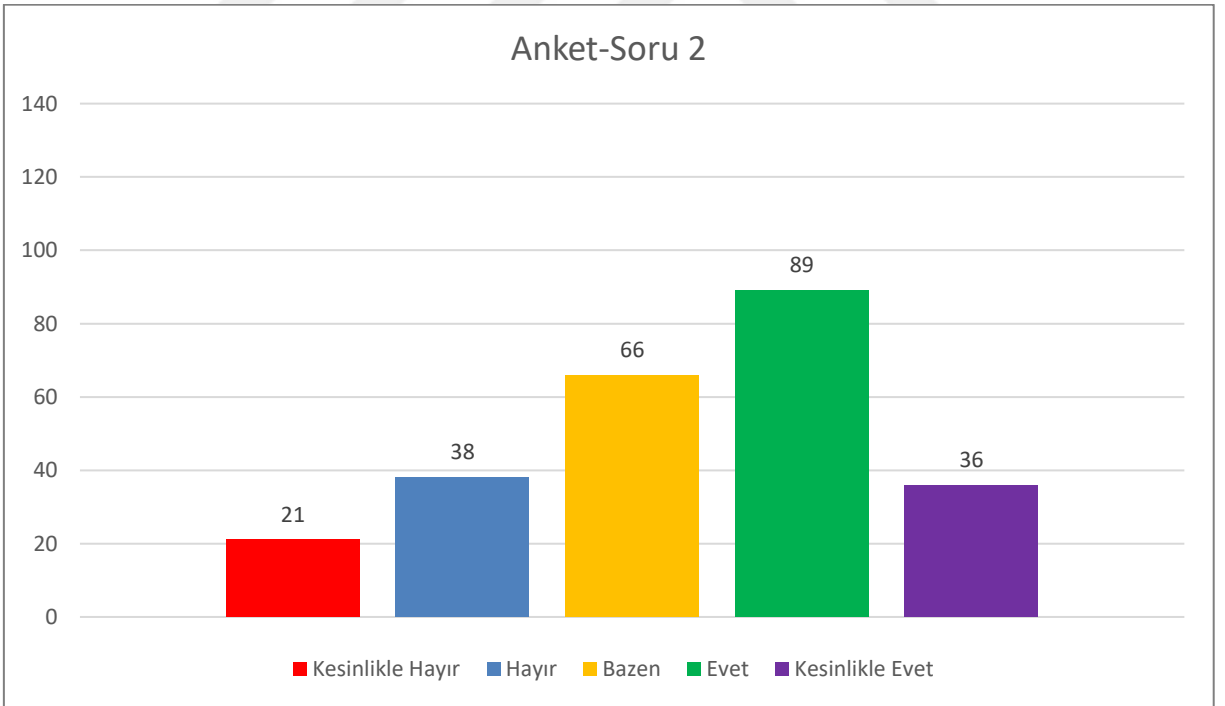
Yüksek oranda inşaat mühendislerinin ve sahada çalışan beyaz yakanın verdiği cevaplardan görüldüğü üzere şantiyelerde iş güvenliği eğitimleri yüzde 58 oranında sıklıkla yapılmaktadır. Sık aralıklarla olmamakla birlikte zaman zaman iş güvenliği eğitimi yapılan inşaat projelerinin oranına bakıldığında oran yaklaşık yüzde 33 olarak görülmektedir. Bu cevaplardan ve oranlardan görüldüğü üzere inşaat projelerinde yüzde 90'ın üzerinde bir oranla iş güvenliğine dair gerekli eğitimler -her ne kadar yüzde 33'ü sıklıkla olmasa da- verilmektedir. Şantiyelerde iş güvenliği eğitimi yapılmayan oran ise yaklaşık yüzde 9 civarındadır. Her 10 şantiyeden neredeyse 1 tanesinde iş güvenliği eğitimi verilmemektedir.

Anketin ilk sorusunda sorulan iş güvenliği eğitimlerinin sıklıkla yapılıp yapılmadığı hususunun görülmesi bilinçli olarak tasarlanmıştır. Çünkü tez çalışmasının amacı, öncelikle yüksekten düşme iş kazalarına çözüm üretmek ve şantiyelerdeki mevcut iş güvenliği önlemlerinin yeterliliğini sorgulamak. Anketin ilk sorusuna verilen cevaplardan 10 inşaat projesinin yaklaşık 9'unda iş güvenliği eğitimlerinin verildiği gözüküyor. O halde soru şu: yüzde 90 oranında iş güvenliği eğitimi verilmesine karşın, inşaat projelerinde neden eğitim verilmeyen yüzde 10 oranın çok fazla üzerinde oranla kaza meydana gelmektedir? Yani şantiyelerde iş güvenliğine dair eğitimler her 10 şantiyenin 1'inde verilmiyorsa, neden eğitim verilen diğer 9 inşaat

projesinde de kaza meydana gelmektedir. Bu tablodan akıllara gelen sonuç iş güvenliği eğitimlerinin iş kazalarının önlemede yeterli olamadığıdır.

İnşaat projeleri iş güvenliği açısından riski büyük, iş kazalarının gerçekleşmesi yüksek muhtemel olan iş kollarıdır. Bu nedenle iş kazaları hususunda bu iş kolunda özellikle önem gösterilmesi zaruri haldedir. Anketin ilk sorusunda verilen cevaplardan inşaat projelerinin yüzde 58'inde sıklıkla iş güvenliği eğitimlerinin yapıldığı anlaşılmakta ancak meydana gelen iş kazalarının daha yüksek oranda olması nedeniyle bu eğitimlerin yapılış formatı, içeriği, yeterliliği tartışma konusu olmalıdır. İş güvenliği eğitimlerinin yapılma oranına göre iş kazalarının gerçekleşme oranı göz önüne alındığında, bu eğitimlerin iş kazalarını önlemede yetersiz kaldığı ve yeni iş kazaları önleme yöntemlerinin araştırılmasının ve şantiyelerde denenmesinin gerektiğinin aşikâr durumu ortaya çıkmaktadır.

Soru 2. Şantiyelerde yapılan iş güvenliği eğitimleri faydalı oluyor mu?



Şekil 4.2: Anketin 2. sorusuna verilen yanıtlar.

Anketteki ikinci soruda şantiyelerde yapılan iş güvenliği eğitimlerinin faydalı olup olmadığı sorulmuştur. Bu soruya verilen cevaplardan anlaşıldığı üzere yüzde 24'e (21+38) yakın bir

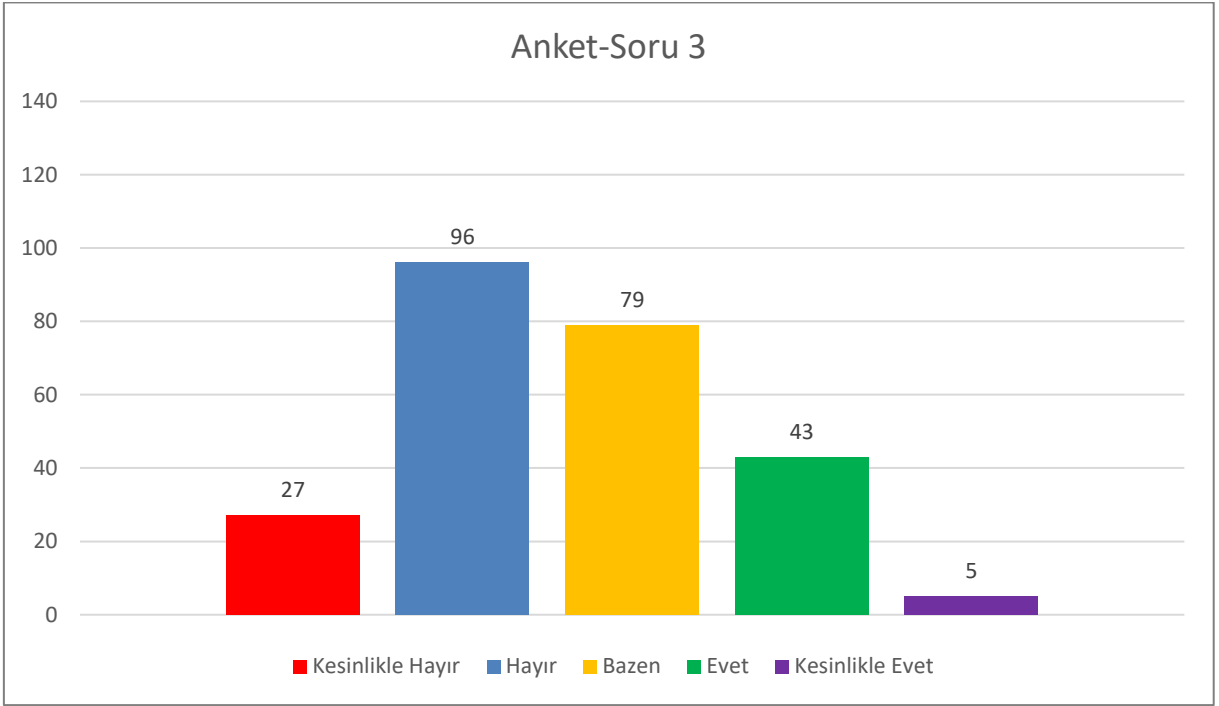
oranda şantiyelerdeki iş güvenliği eğitimlerinin faydalı ve verimli geçtiği düşüncesine sahip değil. Yani ankete cevap verenler olarak yaklaşık her 4 kişiden 1'i bu eğitimlerin faydasız olduğunu düşünmektedir. Hatta cevap veren 250 kişiden 21 kişi bu soruya “kesinlikle hayır” cevabını vererek bu eğitimlerin kesinlikle yararlı olmadığı kanaatindedirler.

İş güvenliği eğitimlerinin fayda hususunu sorgulayan anketin bu sorusunda 66 kişi ise bu eğitimlerin “bazen” faydalı olduğu görüşünü savunmuştur. Yani bu kişilere göre verilen iş güvenliği eğitimleri zaman zaman iş kazalarını önleyebiliyor olsa da bazı iş kazalarını önlemede yetersiz kalabiliyor. Bu yanıtı veren kişilerin oranına bakıldığında zaman yaklaşık yüzde 26 olarak görülmektedir.

Şantiyelerdeki iş güvenliği eğitimlerini faydalı bulan anket yanıtlayıcı sayısı ise 125 kişidir. Bu kişilerin 36'sı iş güvenliği eğitimlerinin kesinlikle faydalı olduğu görüşüne sahiptir. Evet ve kesinlikle evet yanıtını veren kullanıcıların oranı ise yüzde 50'dir. Anketi yanıtlayan her iki kişiden 1'i iş güvenliği eğitimlerini faydalı bulmaktadır.

İş güvenliği eğitimleri inşaat projelerinde çalışan personel için çok önemli bir husustur. Bu eğitimlerde her türlü iş kazalarıyla ilgili çalışanlar bilgilendirilir ve bilinçlendirilir. Şantiyede yapılması ve yapılmaması gereken davranışlar öğretilir. İş güvenliği ile alakalı terimler, kaza öncesi önlemler, kaza sonrası yapılacaklar personele öğretilir. Bu eğitimler bilinçli ve dikkatli bir şekilde yapıldığı takdirde iş kazalarını önlemede fayda sağlayacaktır. Şantiyelerde yapılan iş güvenliği eğitimlerine bakıldığı zaman, “yapmış olmak için yapmak” deyiimiyle bu eğitimler özetlenebilir. Ankette verilen cevapları da göz önünde bulundurarak her 4 şantiyeden birinde iş güvenliği konulu eğitimlerin bu deyim ile açıklanacak şekilde yapıldığı akıllara gelebilir. Ancak her inşaat firmasında durum böyle değildir. Bu eğitimlere olması gerektiği gibi çok önemli yaklaşarak, iş güvenliği eğitimleri ve önlemleri konusunda hassas davranan inşaat firmalarının olduğu göz ardı edilmemelidir. Şantiye iş kazalarının engellemede ilk ve önemli adımlardan biri bu, iş güvenliği eğitimleridir. Her şantiyede usulüne uygun bu eğitimler yapılmalı ve olası iş kazaları hakkında personel bilinçlendirilerek sektördeki kaza sayıları engellenmeye çalışılmalıdır.

Soru 3. Şantiyelerde iş güvenliği önlemlerini yeterli buluyor musunuz?



**Şekil 4.3:** Anketin 3. sorusuna verilen yanıtlar.

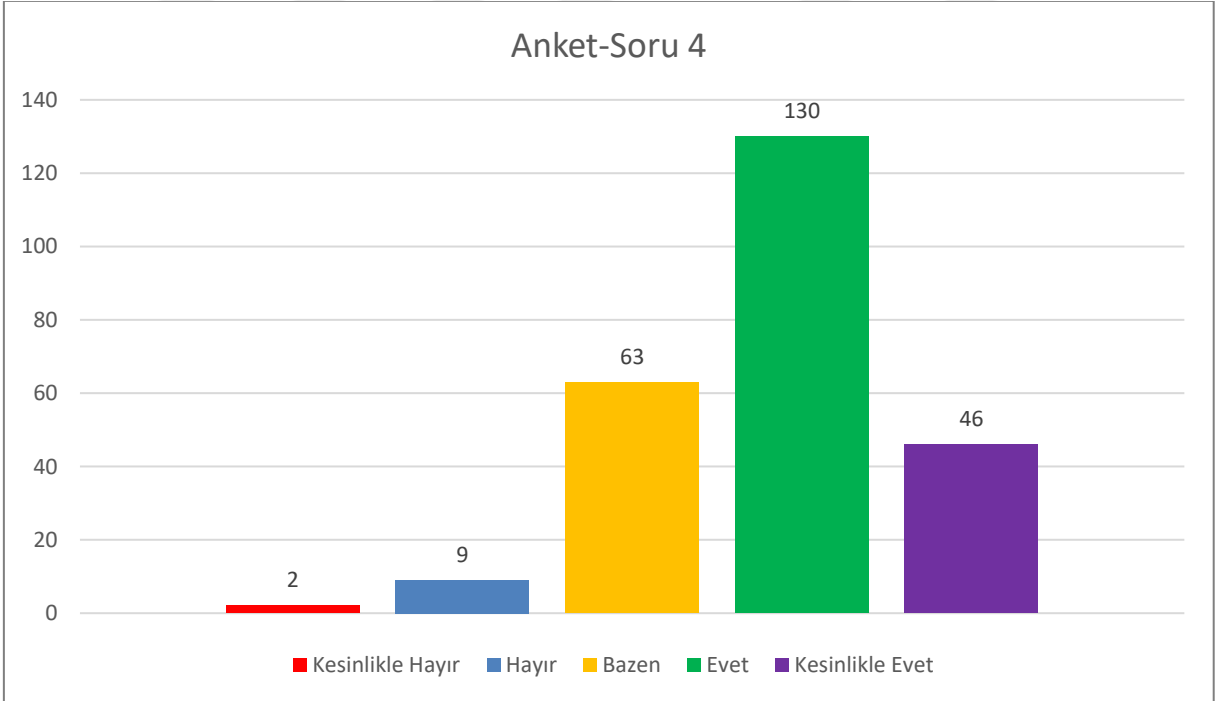
Anketin üçüncü sorusunda inşaat projeleri çalışmalarında alınan iş güvenliği önlemlerinin yeterli bulunup bulunmadığı sorulmuştur. Verilen cevaplardan anlaşıldığı üzere sonuçlar maalesef istenmeyecek ölçüde çıkmıştır. Şantiyelerdeki iş güvenliği önlemlerini yeterli bulmayan oran (27+96) yaklaşık yüzde 50'dir. Yani her iki şantiyeden birindeki iş kazalarını önlemeye yönelik çalışmaların yetersiz olduğu sonucu çıkmaktadır. İş kazalarındaki yüksek oran göz önüne alındığında sonuçların beklendiği gibi çıktığı düşünülebilir. Şantiyedeki güvenlik önlemlerini “kesinlikle yetersiz” bulan kişi sayısı 27'dir. Bu değer yüzde 10'un üzerindedir. Hal böyle iken şantiyelerde iş kazalarının gerçekleşmesinin beklenmedik bir durum olduğu söylenemez. İnşaat projeleri çalışanlarının verdiği bu cevaplar doğrultusunda ülkemizdeki inşaat sektörü iş kazalarının azaltılması yönünde çok uzun bir yolumuzun olduğu akıllara gelmektedir.

Anketin bu sorusuna cevap veren katılımcıların yaklaşık yüzde 32'si iş güvenliği önlemlerini zaman zaman yetersiz bulmaktadır. İnşaat sektörü için ne yazık ki, iş güvenliği önlemlerinin yeterli bulunma oranı yaklaşık sadece yüzde 19'dur. Ülke çapında bu oran dikkate alınarak şantiye iş kazalarını önlemek için gerekli tüm çalışmalar yapılmalıdır. Bu tezin amacı da iş güvenliğini arttırmak ve özellikle şantiyelerde en çok meydana gelen yüksekten düşme iş

kazalarını önlemeye yönelik yeni yöntemler geliştirmek ve başta inşaat sektörü olmak üzere iş sektörüne sunmaktır.

Şantiyelerde iş güvenliği önlemleri hem iş verenler tarafından hem de personeller tarafından alınması gerektiği hususu gözden kaçırılmamalıdır. İş veren üzerine düşen her türlü eğitim verme, ikaz levhaları ve işaretçileri temini gibi görevleri yerine getirecek; şantiyede çalışan personel de tüm iş güvenliği kurallarına eksiksiz uyacak ve bu kurallara aykırı hiçbir davranışta bulunmayacaktır. Bu iki husus birbirini tamamlar niteliktedir. Biri eksik olduğunda olası iş kazaları kaçınılmaz hal almaktadır. Anketin bu sorusunda cevap istenen konuyla ilgili; şantiyede iş güvenliği önlemi alınması hususu her ne kadar iş veren tarafından gerçekleştirilecek algısı çıkabilir olsa da iş veren bu görevini yerine getirmiş olmasına rağmen çalışan kaynaklı iş kazaları da meydana gelebilmektedir. Bu nedenle sahada uygulanan iş kazaları önlemlerinin iki kademeli hesaba katılması uygun olacaktır.

Soru 4. Çalışma mahallerinizde İSG ikaz levha ve işaretçileri kullanılıyor mu?



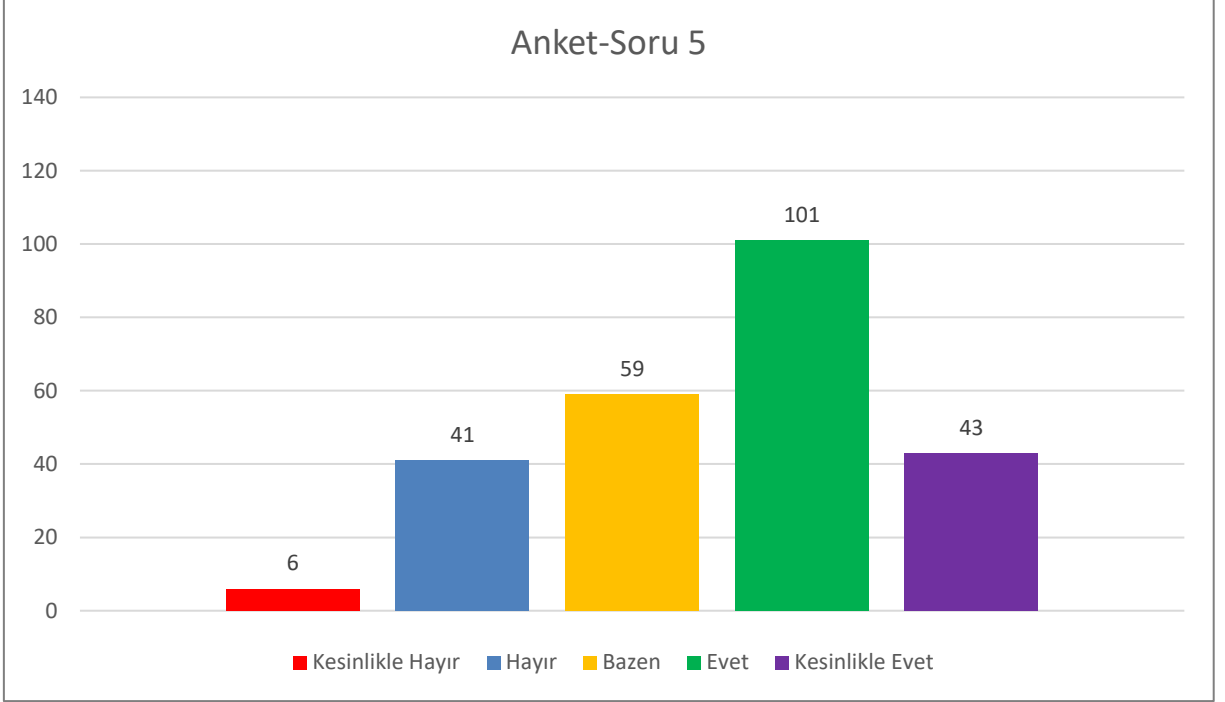
Şekil 4.4: Anketin 4. sorusuna verilen yanıtlar.

Anketin bu sorusunu yanıtlayan katılımcıların cevaplarına göre şantiyelerde iş güvenliği ikaz levhaları ve işaretçileri kullanılma oranı (130+46) yüzde 70'in üzerindedir. Zaman zaman kullanıldığını yanıtlayan katılımcıların sayısıyla birlikte bu oran yaklaşık yüzde 96 seviyelerinde çıkmaktadır. Bu oran çok yüksek bir orandır. Her 100 şantiyenin yaklaşık 96'sında iş güvenliği ikaz ve işaretçileri kullanımının olduğu sadece 4 şantiyede bu ikaz levha ve işaretçilerinin kullanılmadığı ortaya çıkmaktadır.

Anketin bu sorusunda cevaplanan iş güvenliği ikaz ve işaretçilerinin inşaat projelerinde yüksek oranda kullanılıyor olması göz önüne alındığında, inşaat projelerinde meydana gelen iş kazalarının çok fazla sayıda olduğu düşünüldüğünde, ikaz işaretçileri ve levhalarının iş kazaları önlemede ne derece etkili olduğunun düşünülmesi gerektiği hususu meydana çıkmaktadır. Bu oranların ışığında değerlendirme yapıldığı takdirde, şantiyelerde iş güvenliğini sağlamak için yeni ve iş güvenliği ikaz levha ve işaretçilerine göre çok daha etkili yöntemlerin geliştirilmesinin gerekliliğinin aşikâr bir durum olduğu gözükmektedir. Zira şantiyelerde iş güvenliği ikaz ve levhaları ne kadar fazla oranda kullanılıyor olsa da çalışanlar bu ikazlara yeterince dikkat etmemektedirler.

İnsan, psikolojisi ve yapısı gereği, sürekli gördüğü unsurları bir süre sonra algılamamaya başlar. Unsuru görür ama beyni o kadar alışmıştır ki artık o görsel olağan şekilde algılanır ve beyin tepki sinyali göndermez. Bu tepki sinyali kasları hareket ettirecek sinyalin dışında düşünme eylemi olabileceği de unutulmamalıdır. Yani "baret takınız" ikaz levhasını gören bir şantiye personelinin baretsiz çalışma sonucunda uğrayabileceği iş kazalarını düşünmesi ve gerekli önlemleri alarak kazaya davetiye çıkarmaması gerekmektedir. Ancak sürekli beyine giden bu görsel uyarı sinyali yani ilgili ikaz levhasını görmesi, bir süre sonra beynin tepki vermemesi durumuna dönüşmektedir. Bu çalışan için görsel ikaz sadece orada duran ve herhangi bir anlam içermeyen resimden ibaret hal almaktadır.

Soru 5. Şantiyelerinizde yeterli sayıda ikaz levha ve işaretçileri mevcut mudur?



**Şekil 4.5:** Anketin 5. sorusuna verilen yanıtlar.

Anketin beşinci sorusunda katılımcılara, şantiyelerinde kullanılan görsel ikaz ve işaretçilerinin yeterli sayıda olup olmadığı sorulmuştur. Bu soru anketin dördüncü sorusunun devamı niteliğinde gibi düşünülebilir. Çünkü şantiyelerde kullanılan iş güvenliği ikaz işaretçileri kullanımı, önceki anket sorusuna göre çok yüksek bir oranda çıkmıştır. Ancak kullanılan işaretçilerin yerlerinin doğru seçilerek, gerekli tüm noktalara asılması ve böylece yeterli sayıda kullanılması gerekmektedir.

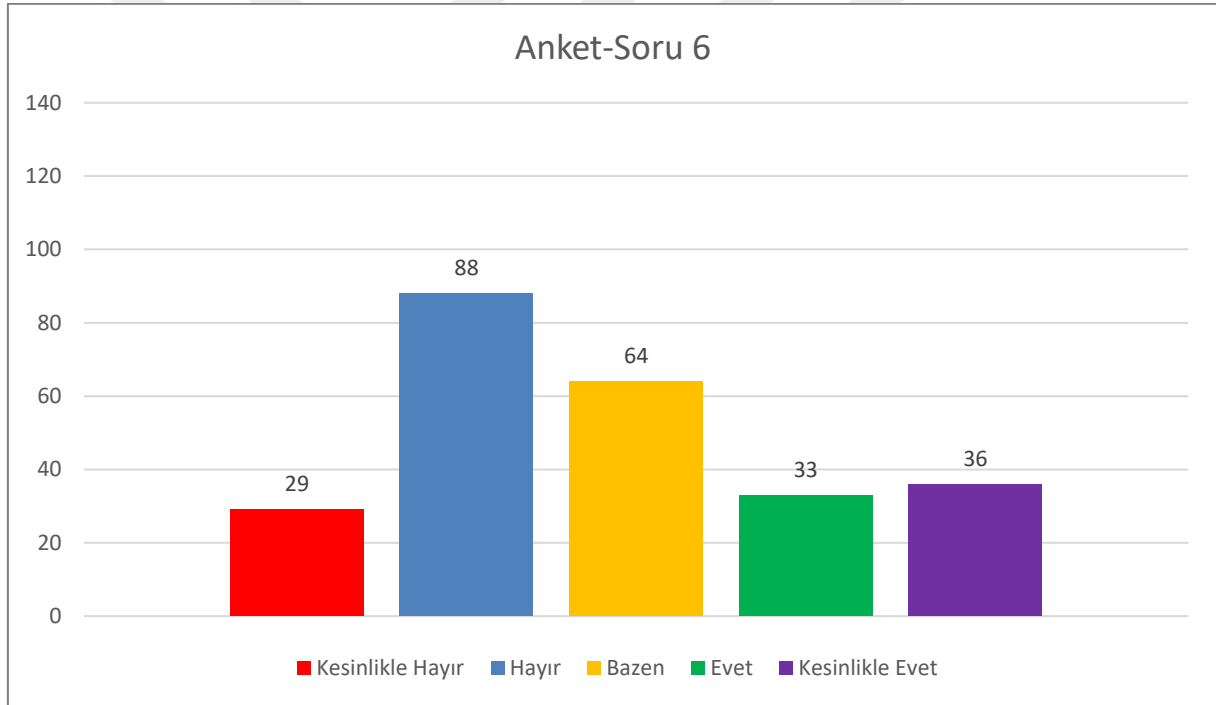
Katılımcılarımızın anketin bu sorusuna verdiği yanıtlarda göre, yaklaşık yüzde 58 oranında şantiyelerde yeterli sayıda iş güvenliğini sağlamak adına görsel ikaz ve işaretçileri kullanılmaktadır. 250 katılımcımızın 144'ü anketin bu sorusuna olumlu yanıt vermiş. Bazen cevabını veren katılımcılarımızın sayısı 59'dur. Bu oran yüzde 24 civarındadır. Şantiyelerde iş güvenliği sağlamak adına görsel ikaz ve işaretçilerini yetersiz bulan katılımcı sayımız 47'dir. Bu oran ise yüzde 19 civarındadır. Bu katılımcılarımızdan sadece 6 kişi ikaz levhalarının kesinlikle yetersiz olduğu kanaatindedir.



Anketin bu sorusunda verilen yanıtlara bakıldığında, şantiyelerde gerekli konumlara, yeterli sayıda iş güvenliği uyarı levhalarının yerleştirildiği, zaman zaman bunun gerçekleştiği cevabını veren sayıyla birlikte yaklaşık yüzde 82 civarındadır.

Kayıtlara geçen şantiye iş kazaları oranları dikkate alındığında, iş güvenliği levha ve işaretçilerinin iş kazalarını önlemede ne kadar pay sahibi olduğu tartışma konusu olarak değerlendirilebilir.

Soru 6. Şantiyelerde ikaz levha ve işaretçilerinin iş kazalarını önlemede yeterli faydayı sağladığını düşünüyor musunuz?



**Şekil 4.6:** Anketin 6. sorusuna verilen yanıtlar.

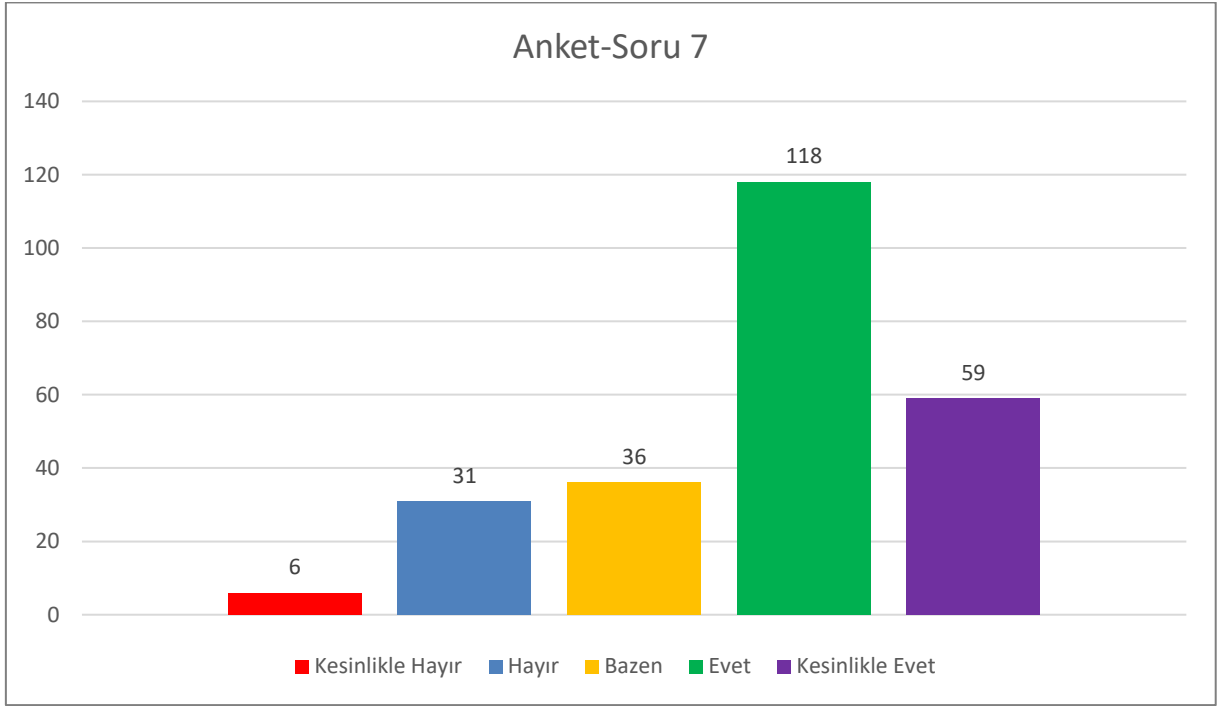
Şantiyelerde çok fazla oranda meydana gelen iş kazalarını önlemeye yönelik yerleştirilen uyarı ikaz ve işaretçilerinin ne denli iş kazalarını önlemede faydalı olduğu anket katılımcılarına sorulmuştur. Katılımcıların verdiği yanıtlardan en fazla olan “hayır” yanıtıdır. Bu yanıtın oranı yüzde 35 civarındadır. İş güvenliği uyarı ikaz ve işaretçilerinin iş kazalarını önlemede “kesinlikle” faydalı olmadığını savunan katılımcı sayısı ise 29’dur. Toplamda bu ikaz ve işaretçilerinin yararlı olmadığı kanaatinde olan katılımcı oranı ise yaklaşık yüzde 47

civarındadır. Yani neredeyse, ankete katılan inşaat sektörü çalışanlarının ve iş verenlerinin iki katılımcısından biri iş kazalarını engellemede bu uyarı ikaz ve işaretçilerinin faydalı olmadığı görüşündedir. Ne yazık ki bu çok yüksek bir orandır. Şantiyelerde iş kazalarını önlemesi amaçlanan, çalışanların yaralanmasını hatta ölmesini engellemeye yönelik yapılan bu önlem eylemi, sektör çalışanlarının iş tecrübesi ve fikirleriyle verdiği yanıtlar doğrultusunda, yeterince fayda sağlamadığı sonucu ortaya çıkmaktadır.

Anketin altıncı sorusuna verilen cevaplardan yaklaşık yüzde 26 oranında katılımcı, zaman zaman iş kazalarını önlemede uyarı ikaz ve işaretçilerinin faydalı olabildiği yanıtını vermişlerdir. İş güvenliği uyarı ikaz ve işaretçilerinin şantiyelerde iş kazalarını önlemede faydalı olduğu görüşüne sahip anket katılımcısı sayısı toplamda 69'dur. Bu katılımcılardan 33 kişisi "evet", 39'u ise "kesinlikle evet" cevabını vermişlerdir. Yani ikaz işaretçilerinin şantiyede iş güvenliği sağlayıp iş kazalarını önlediğini düşünen sektör çalışanları oranı sadece yaklaşık yüzde 28'dir.

İnşaat sektörünün en büyük sorunlarından olan iş kazaları sorununu önlemeye yönelik yıllardan beri alınana bu önlem çalışması, maalesef ki sadece 28'lik bir oran ile kabul görmektedir. Bu oran, iş kazaları için bu yöntemle baş edilebilmesinin yetersiz olduğu görüşünü ortaya çıkarmaktadır. Yıllardan beri iş kazalarına yönelik bu şekilde önlem alınmış olması, yıllardan beri inşaat sektöründe yüksek iş kazası oranları olması ve anket sorusuna verilmiş cevaplar değerlendirildiğinde, iş kazalarını önlemeye yönelik şantiyelere ikaz levhaları ve işaretçilerinin asılması uygulaması iş kazalarını önleme de pek de başarılı olamamış gibi algılanmaktadır. Bu nedenle, iş kazalarını önlemede farklı yöntemler geliştirilmesi ve uygulanması hususu mecburi bir hal olarak karşımıza çıkmaktadır.

Soru 7. İkaz levha ve işaretçilerinin yerleştirildiği konumlarına göre daha etkili olabileceğini düşünüyor musunuz? (şantiye girişi/yapının girişi/yapının katları vs.)



**Şekil 4.7:** Anketin 7. sorusuna verilen yanıtlar.

Anketin, iş güvenliği işaretçileriyle ilgili yerleştirildiği konularına göre daha etkili fayda sağlayabileceğiyle alakalı katılımcıların fikrinin sorulduğu soruda, yüksek oranda olumlu yanıt yani, levha ve işaretçilerinin konularına göre daha fazla yararlı olabileceği görüşü çıkmıştır.

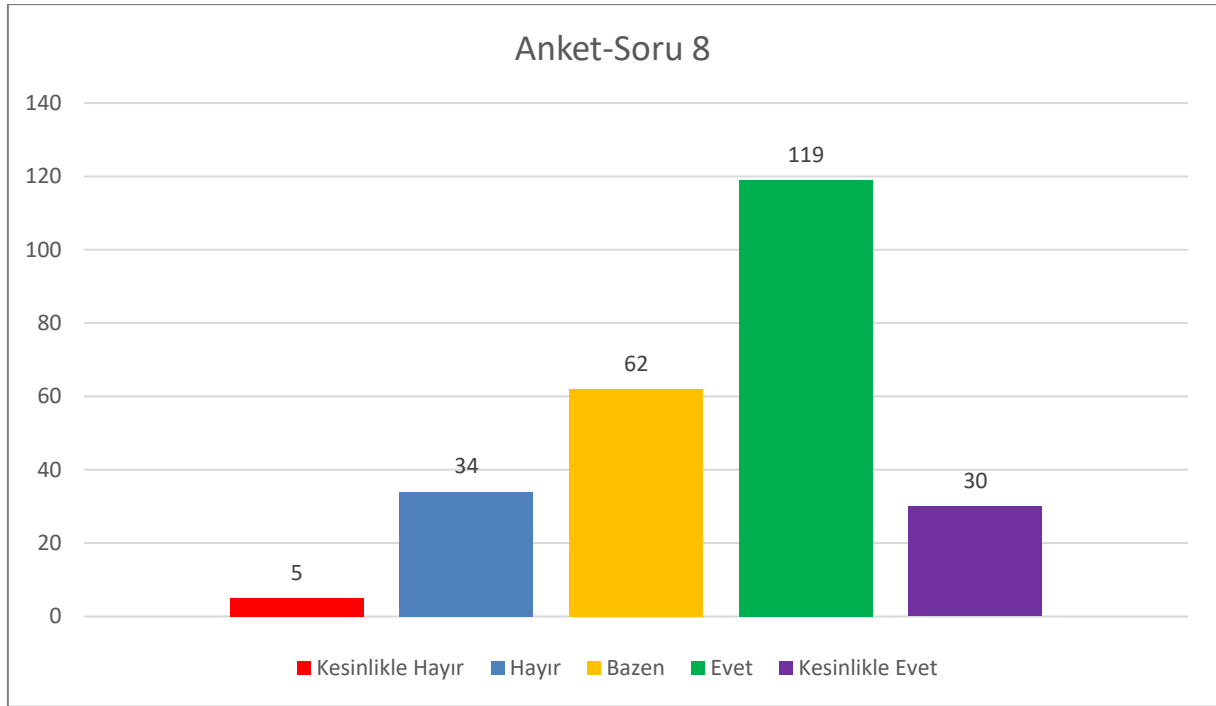
Bu soruya verilen yanıtlardan olumlu yanıt veren ve kesinlikle olumlu olduğu görüşüne sahip katılımcı sayısı toplamda 177 kişidir. Bu sayının oranı da yaklaşık yüzde 71 civarındadır. Sektör çalışanlarının ve iş verenlerinin katıldığı ankette yüksek oranda, ikaz levha ve işaretçilerinin konularının dikkatli olarak seçilmesiyle iş kazalarını önlemede daha çok faydayı sağlayabileceği görüşü hakimdir.

Katılımcıların 36'sı zaman zaman ikaz levha ve işaretçilerinin konularının, sağladığı faydaya etki edebileceği yönünde yanıt vermişlerdir. Bunun oranı yaklaşık yüzde 14'tür. İkaz levha ve işaretçilerinin konularının, iş kazalarını önlemede herhangi bir etkisi olmadığını belirten katılımcıların sayısı toplamda 37'dir. Bunun oranı ise yaklaşık yüzde 15'tir.

Yüksek oranla, iş kazalarının önlemeye yönelik en yaygın yöntem olan ikaz levha ve işaretçilerinin konularının sağladığı faydaya etkili olduğu görüşü ortaya çıkmıştır.

Şantiyelerde kullanılan ikaz levha ve işaretleri, şantiyelerin girişinden itibaren başlayarak, mobilizasyon alanı ve bu alandaki yapılar dahil şantiyede tüm çalışma bölgelerinde ve personellerin geçiş güzergahlarında kullanılmalıdır. Zamanla deforme olan ikaz levha ve işaretçileri değiştirilmelidir.

Soru 8. İkaz levha ve işaretçilerinin amaca yönelik net ve kolay anlaşılır olduğunu düşünüyor musunuz? (üzerlerindeki yazı ve resim dikkate alındığında)



**Şekil 4.8:** Anketin 8. sorusuna verilen yanıtlar.

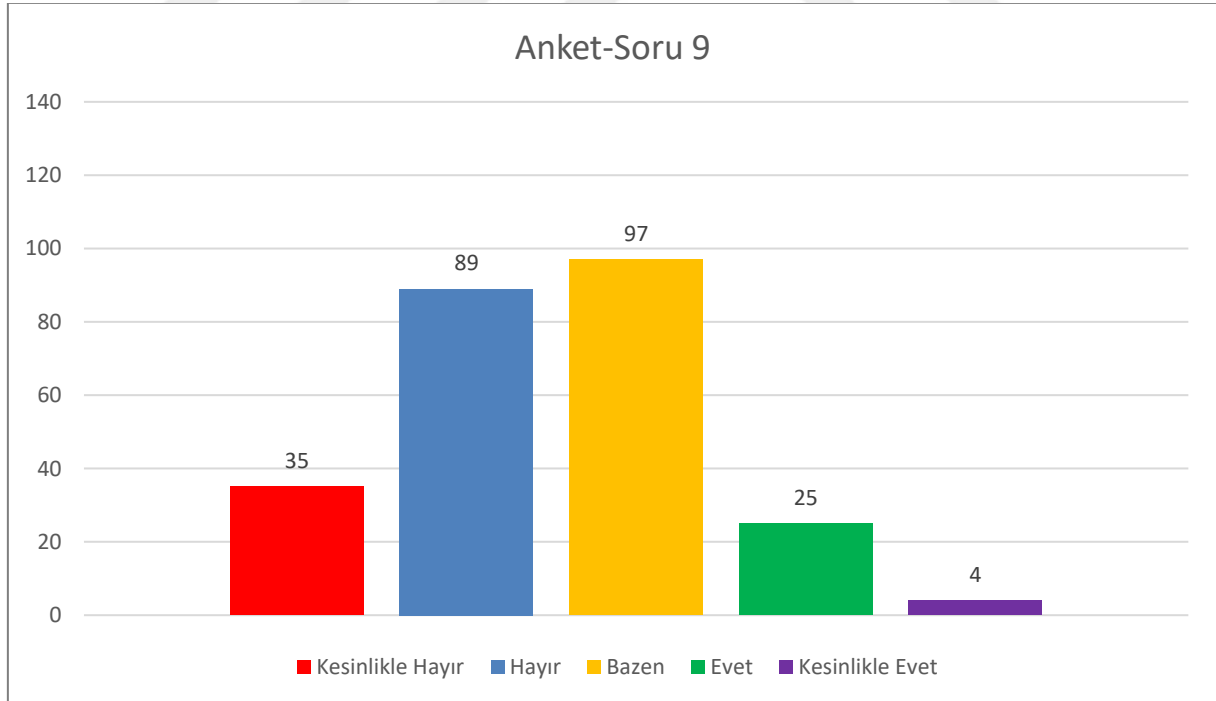
İnşaat projelerinde iş güvenliği önlemleri için en çok kullanılan yöntem olan ikaz levha ve işaretçilerinin kolay anlaşılır, mesajı net ve hızlı olarak verebilecek şekilde yani ikazı gören personelin anlık olarak mesajı anlayabileceği şekilde olmalıdır.

Şantiyelerde kullanılan ikaz levha ve işaretçilerinin amaca yönelik net ve kolay anlaşılır olup olmadığıyla ilgili anketin bu sorusu katılımcılara yöneltilmiştir. Verilen yanıtlar, çoğunluk olarak ikaz levha ve işaretçilerinin net ve kolay anlaşılır olduğu yönündedir. Anket katılımcılarının yaklaşık yüzde 60'ı (119+30) iş güvenliği uyarıcı işaretlerin amaca uygun ve kolaylıkla anlaşabildiği düşüncesine sahipler. Katılımcıların yaklaşık yüzde 25'i ise bazı uyarıcı

levha ve işaretlerin amaca yönelik kolay ve net anlaşılır olduğunu, bazılarını ise bunun tersi yönünde düşünmektedirler. Bazı levha ve işaretçilerde, görsel veya yazılı kısımlarında revizyonlar yapılabileceği görüşüne sahipler. Şantiyelerde kullanılan ikaz levha ve işaretçilerinin amaca yönelik net ve kolay anlaşılır olmadığı yönünde anketin sorusunu cevaplayan katılımcı sayımız ise 39'dur. İş güvenliği ikaz levha ve işaretçilerinin net olarak anlaşılmadığı ve amaca uymadığı yönünde fikirlere sahiptirler.

Katılımcıların çoğunluğu ikaz levha ve işaretçilerinin amaca yönelik olduğunu, anlık olarak algılanabildiği ve anlaşılmasının kolay olduğunu savunmuştur. Şantiyelerde gerçekleşen iş kazaları oranları da göz önüne alındığında, bu ikaz levha ve işaretçilerinin, iş kazalarını önleme de ne denli başarılı olduğu konusu üzerine düşünüldüğünde, başarı oranının düşük olduğu ortaya çıkıyor.

Soru 9. Çalışanların ikaz levha ve işaretçilerine tam manada dikkat edip uyduğunu düşünüyor musunuz?



Şekil 4.9: Anketin 9. sorusuna verilen yanıtlar.

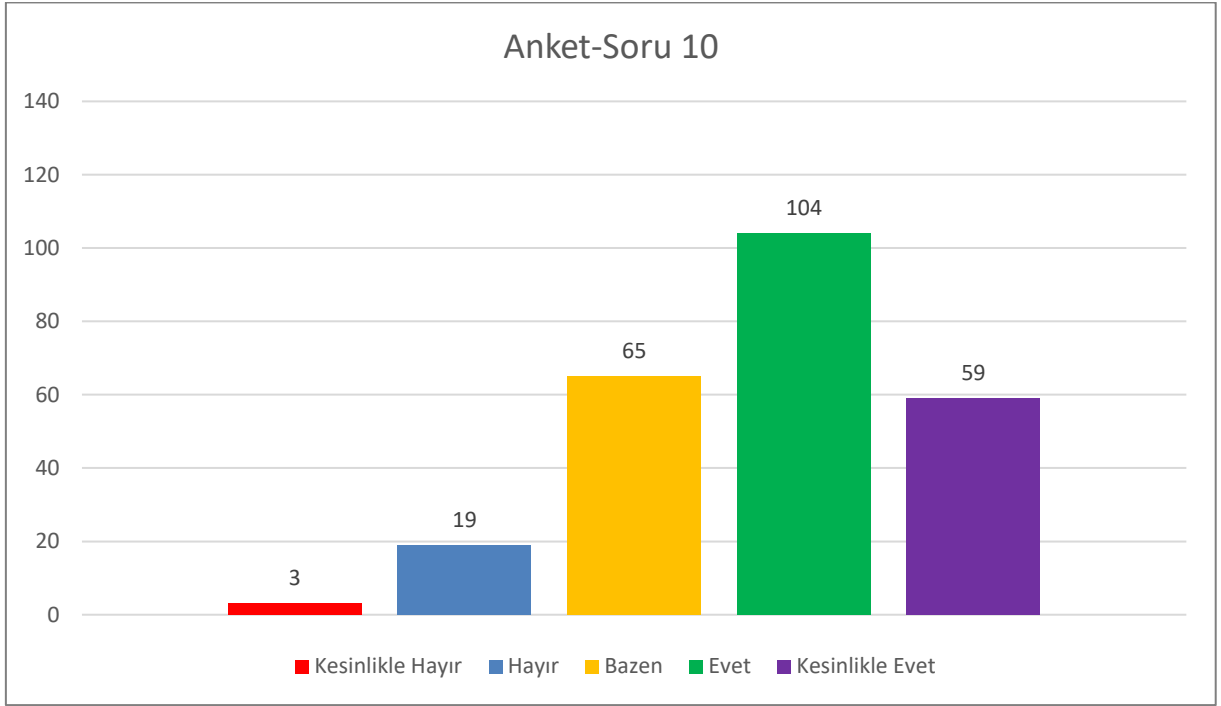
Şantiyelerde yaşanan iş kazalarının büyük çoğunluğu sahada fiili görevde bulunan çalışanların başına gelmektedir. Anketin bu sorusunda katılımcılara, sahada çalışan personelin, iş güvenliğini sağlamak için yerleştirilen ikaz levha ve işaretçilerine tam anlamıyla uyup uymadıkları sorulmuştur.

Katılımcıların verdiği cevaplara göre, şantiyelerde çalışan personellerin büyük çoğunluğu ikaz levha ve işaretçilerine tam manada uymamaktadır. Anketin bu sorusuna olumsuz cevap veren katılımcı oranı yaklaşık yüzde 50'dir. Yani şantiyede çalışan personellerin yarısı, şantiyelerdeki ikaz işaret ve levhalarına göre çalışma yapmamaktadır. Hatta bu soruya yanıt veren katılımcıların 35 yani yüzde 14'ü, çalışanların kesinlikle bu ikaz işaretçilerine tam manada uymadığı görüşüne sahiptirler. Bu oranlar karşısında şantiyelerde iş kazalarının gerçekleşmesi kaçınılmaz bir hal almaktadır.

Anketin bu sorusuna "bazen" yanıtını veren katılımcı oranı yaklaşık yüzde 39'dur. Bu katılımcılar inşaat projelerinde yapım kısmında çalışan personellerin, zaman zaman uyarı işaretlerine uymadığı düşüncelerine sahipler. Çalışanların ikaz levha ve işaretlerine uyduğunu düşünen katılımcı sayısı "maalesef" denilebilecek oranlarda. Katılımcıların sadece yaklaşık yüzde 12'si (25+4) ikaz ve uyarı levhalarına uyulduğu kanaatindedir.

Şantiyelerde iş güvenliği sağlama adına en yaygın olarak kullanılan ikaz levhaları ve uyarı işaretçilerinin, anketin bu sorusuna verilen cevaplara göre ne yazık ki, tam manada uyulmadığı, dikkat edilmediği, sahada iş kazalarını önleme adına bu şekilde alınan önlemin yetersiz olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır.

Soru 10. Çalışanların iş güvenliği kurallarına uymayıp amirinin ikazı sonucunda uyduğu durumlara sıklıkla rastlıyor musunuz?



**Şekil 4.10:** Anketin 10. sorusuna verilen yanıtlar.

Ne yazık ki inşaat projelerinde çalışıp iş güvenliği kurallarına uymayıp çalışanların kendi hatalarından dolayı yaralanmalı veya ölümlü sonuçlanan iş kazaları sıklıkla gerçekleşmektedir. Anketin bu sorusunda, iş güvenliği kurallarına uymayıp, amirinden ikaz alarak çalışma kurallarına uyan personellerin ne sıklıkla bu davranışlarda bulunduğu sorulmuştur.

Anket katılımcıları yüksek oranda, bu sorulara, sıklıkla karşılaştığı yanıtını vermişlerdir. Bu cevabı veren katılımcıların oranı (104+59) yaklaşık yüzde 65'tir. Hatta bu oranın yaklaşık yüzde 24'ü kesinlikle bu durumlarla karşılaştığını belirtmiştir. Bu oranlar, şantiyedeki çalışma ortamlarının iş kazalarına ne kadar meyilli olduğu konusunda beraber düşünüldüğünde hiç de iç açıcı bir durum olmadığı akıllara gelmektedir.

Katılımcıların yüzde 26'sı bu durumun zaman zaman yaşandığı yanıtını vermişlerdir. Bu soruya evet ve kesinlikle evet cevabını verenlerin oranlarını da dahil edip düşünüldüğünde yüzde 91 civarında bir oran çıkmaktadır ki bu oran gerçekten şantiye çalışanlarının iş kurallarına uyma konusunda ne kadar vurdum duymaz olduğunu ve iş kazalarının meydana gelmesinin sebepleri arasında büyük paya sahip olduğunu göstermektedir.

Şantiyede iş güvenliği kurallarına uymayıp amirinin ikazı sonrası bu kurallara uyulduğu konusunda sorulan anket sorusuna, hayır cevabını veren katılımcı sayısı sadece 22'dir. Bu sayının oranı ise yaklaşık yüzde 9'dur. Katılımcılar bu tarz durumlara sıklıkla rastlamadıklarını belirtmişlerdir.

**Tablo 4.1:** Anket sorularına verilen cevapların icmali.

NO	YÜKSEK LİSANS TEZİ ANKET ÇALIŞMASI	Kesinlikle Hayır	Hayır	Bazen	Evet	Kesinlikle Evet
1.	İNŞAAT PROJELERİNİZDE İŞ GÜVENLİĞİ EĞİTİMLERİ SIKLIKLA YAPILIYOR MU?	7	16	82	103	42
2.	ŞANTİYELERDE YAPILAN İŞ GÜVENLİĞİ EĞİTİMLERİ FAYDALI OLUYOR MU?	21	38	66	89	36
3.	ŞANTİYELERDE İŞ GÜVENLİĞİ ÖNLEMLERİNİ YETERLİ BULUYOR MUSUNUZ?	27	96	79	43	5
4.	ÇALIŞMA MAHALLERİNİZDE İSG İKAZ LEVHA VE İŞARETÇİLERİ KULLANILYOR MU?	2	9	63	130	46
5.	ŞANTİYELERİNİZDE YETERLİ SAYIDA İKAZ LEVHA VE İŞARETÇİLERİ MEVCUT MUDUR?	6	41	59	101	43
6.	ŞANTİYELERDE İKAZ LEVHA VE İŞARETÇİLERİNİN İŞ KAZALARINI ÖNLEMEDE YETERLİ FAYDAYI SAĞLADIĞINI DÜŞÜNÜYOR MUSUNUZ?	29	88	64	33	36
7.	İKAZ LEVHA VE İŞARETÇİLERİNİN YERLEŞTİRİLDİĞİ KONUMLARINA GÖRE DAHA ETKİLİ OLABİLECEĞİNİ DÜŞÜNÜYOR MUSUNUZ? (ŞANTIYE GİRİŞİ/YAPININ GİRİŞİ/YAPININ KATLARI VS.)	6	31	36	118	59
8.	İKAZ LEVHA VE İŞARETÇİLERİNİN AMACA YÖNELİK NET VE KOLAY ANLAŞILIR OLDUĞUNU DÜŞÜNÜYOR MUSUNUZ? (ÜZERLERİNDEKİ YAZI VE RESİM DİKKATE ALINDIĞINDA)	5	34	62	119	30
9.	ÇALIŞANLARIN İKAZ LEVHA VE İŞARETÇİLERİNE TAM MANADA DİKKAT EDİP UYDUĞUNU DÜŞÜNÜYOR MUSUNUZ?	35	89	97	25	4
10.	ÇALIŞANLARIN İŞ GÜVENLİĞİ KURALLARINA UYMAIYIP AMİRİNİN İKAZI SONUCUNDA UYDUĞU DURUMLARA SIKLIKLA RASTLIYOR MUSUNUZ?	3	19	65	104	59



#### 4.2. SESLİ İKAZ CİHAZININ ŞANTIYEDE DENENMESİ

Harekete duyarlı, Arduino Uno R3 işlemcisiyle hazırlanan, şantiyelerde şaft boşlukları, asansör boşlukları, merdiven boşlukları, döşeme yırtıkları gibi yüksekten düşme kazalarının sıklıkla ve fazla sayıda meydana geldiği bölümlere yerleştirilerek buralarda gerçekleşmesi muhtemel yüksekten düşme iş kazalarını engellemesi amaçlanan ve düşme olayına ramak kala durumlarını sayısal olarak kayıt altına alan cihazların bir hastane şantiyesinde kullanımı sonucu günlük olarak tutulan değerler sonucunda aşağıdaki tablo hazırlanmıştır.

**Tablo 4.2:** Cihazların şantiyede kullanımı sonucu ortaya çıkan ramak kala sayıları.

	1. Cihaz	2. Cihaz	İhlal Oranı
	(A) Toplam Geçiş	(B) Ramak Kala	(C) = (B) / (A)
1	*	*	*
2	*	*	*
3	110	9	0,0818
4	122	10	0,0820
5	98	8	0,0816
6	112	9	0,0804
7	99	8	0,0808
8	87	7	0,0805
9	102	8	0,0784
10	117	9	0,0769
11	112	8	0,0714
12	89	6	0,0674
13	105	7	0,0667
14	124	8	0,0645
15	96	6	0,0625
16	113	7	0,0619

**Tablo 4.2:** (devam)

17	118	7	0,0593
18	137	8	0,0584
19	141	8	0,0567
20	126	7	0,0556
21	114	6	0,0526
22	134	7	0,0522
23	156	8	0,0513
24	139	7	0,0504
25	102	5	0,0490
26	121	6	0,0496
27	103	5	0,0485
28	100	5	0,0500
29	122	6	0,0492
30	108	5	0,0463
31	110	5	0,0455
32	115	5	0,0435
33	100	4	0,0400
34	124	5	0,0403
35	122	5	0,0410
36	102	4	0,0392
<b>TOPLAM</b>	<b>3880</b>	<b>228</b>	

Cihazların şantiyede denenme süreleri ve günlük kayıt altına alınan değerleri tabloda belirtildiği gibidir.

Cihazlar hastanenin A Blok inşaatında 2. Bodrum katta kullanılmıştır. Şantiye sorumlularından alınan bilgiler doğrultusunda çalışılan bölümde 850 m<sup>2</sup>'lik alanda, ölçüm yapılan 6 haftalık periyotta 39 ila 42 personel çalıştığı günlük puantajlarda belirtilmiştir. Puantajlara göre 36 iş günü için günlük ortalama 41 personel ile çalışma yoğunluğu 20,7 m<sup>2</sup>'de 1 işçi olarak hesaplanmaktadır.

Belirtilen 850 m<sup>2</sup>'lik alan kat alanı değildir. Cihazın kurulduğu kattaki şantiye personelinin çalıştığı yaklaşık alandır. Kat alanının hesaba katılması durumunda daha yüksek m<sup>2</sup>'lere 1 işçi düşecektir. Bu da deneyin doğruluk payında azalma meydana getirecektir. Bu nedenle ortalama 41 şantiye personelinin çalışmış olduğu yaklaşık 850 m<sup>2</sup>'lik alan hesaba katılmıştır.

Cihazlardan biri, kontrol alanı olarak belirlenen bölgeden geçen, şafta yakın, düşme riskiyle karşılaşılabilir olasılığı olan personellerin sayısını hesaplamaktadır. İlgili bölgeden geçen personelin her geçişinde sayaç bir artmaktadır.

Diğer cihazımız ise şaft boşluğunun hemen kenarına kurulmuştur. Bu cihazımız, şaft boşluğuna yüksekten düşme ramak kala olayı gerçekleştirecek kadar yaklaşan şantiye çalışanlarının sayısını tutmaktadır. Ayrıca ramak kala olayı gerçekleşmesi sebebiyle düşme tehlikesi yaşayan çalışanları sesli olarak ikaz ederek ramak kala bölgesinden uzaklaşmasını sağlamaktadır.

İlk iki güne ait veriler, şantiyede çalışanların sesli ikaz cihazına alışma süreci olduğu düşünülerek tablodan çıkarıldıktan sonra, kalan verileri değerlendirdiğimizde ilk olarak dikkatlere çarpan durum, ihlal gerçekleşme oranlarının değerlendirilen günlerin sonuna doğru azalıyor olmasıdır. İhlal denilmesinin sebebi ise, şantiyede çalışan personelin, şafttan düşmesi için bir adım mesafeye kadar yaklaşmasıdır. Düşmeye bir adım mesafesi kadar yaklaşan çalışanı algılayıp sistem sesli ikaz vermektedir.

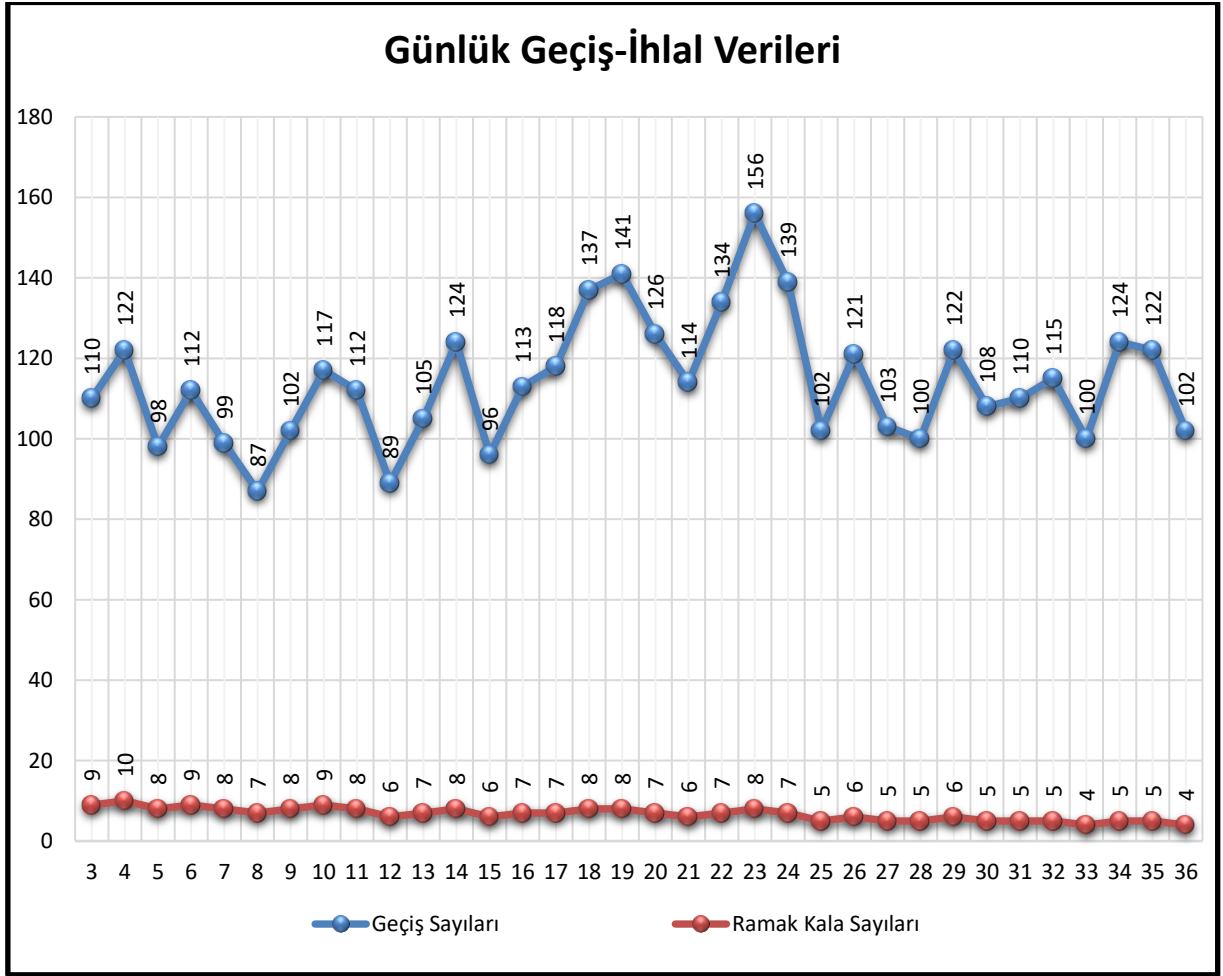
Cihazların kurulduğu çalışma mahallerinde çalışan personel sayısı çok fazla değişiklik göstermemektedir. Yaklaşık olarak sabit kalmaktadır. A Blokta ilgili mahallerde çalışan personel sayısı; en fazla inşaat ekibi olmak üzere, elektrik ekibi ve mekanik ekibi ile birlikte 39 ila 42 arasında değişmektedir. 36 günlük deney sürecinde çalışan sayısı bu aralığın dışına

çıkmamıştır. Yalnız pazar günleri çalışan personel sayısı düşüktür. Ama zaten pazar günlerine ait veriler hesaba katılmamıştır.

Cihazın kurulu olduğu günler boyunca, herhangi bir yüksekten düşme iş kazası meydana gelmemiştir. Aynı şekilde bu şafttan, malzeme veya araç ve gereç düşmesi olayı da yaşanmamıştır. Cihazın kurulu olduğu 36 günlük sürecin verileri kayıt altına alındıktan sonra, cihazlar şantiyelerde kullanılmaya devam etmiştir. Sadece alandan geçen personel sayısını tutan cihazın sesli ikaz verme özelliği devreye alınarak farklı bir şaftta, diğer cihazın çalıştığı şekilde, ramak kala olaylarının tespitini yapmaya ve bu olaya maruz kalan şantiye personelini sesli olarak ikaz etmeye devam etmektedir. Ancak bu veriler kayıt altına alınmamaktadır. Cihazlar, şantiyede iş güvenliğini sağlama ve yüksekten düşme iş kazalarını önleme adına kullanılmaya devam etmektedir. Yalnız 4-5 günde bir, şarjlı cihaz, mesai saatleri dışında şarj edilmek üzere yerinden alınıp şarj edilip tekrar yerine monte edilmektedir.

Her gerçekleşen ihlalde cihaz çalışanlara sesli uyarı vermektedir ve çalışanları çok hızlı bir şekilde tehlikeli bir durumda olduğunu hatırlatarak çalışanın dikkat seviyesini maksimuma yükseltip tehlikeli bölgeden uzaklaştırmaktadır.

Tablodan günlük değerlere bakıldığı zaman, günlük ramak kala oranlarının cihazın kullanımıyla birlikte düşüşe geçtiği görülmektedir. Bir süre sonra yaklaşık olarak sabit kalması söz konusu olsa bile cihazın ramak kala olaylarını zamanla azaltmış olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 4.11: Yüksekten düşme ramak kala olaylarının tespiti.

İnşaat projesinin A Bloğunda kurulan sesli ikaz cihazlarına ait günlük okunan verilere göre yukarıda Şekil 4.11’teki grafik hazırlanmıştır. İlk iki güne ait veriler, çalışanların cihaza adapte olma durumu göz önüne alınarak gerçekçi sonucu etkileyebileceğinden hesaba katılmamıştır. Çünkü ilk iki güne ait verilerin diğer günlere göre ortalamanın çok üzerinde olduğu gözlemlenmiştir. Okunan veriler haftanın altı günlük verilerini kapsamaktadır. Pazar günleri tam kadro çalışılmadığı için cihaz, pazar günleri kurulmamıştır.

Deneyin üçüncü gününden itibaren hesaba katılan değerlere bakıldığı zaman, üçüncü günde geçiş sayıları serisinde görülen “110 geçiş” kontrol alanı olarak seçilen bölgeden geçmiş şantiye personeli sayısı anlamına gelmektedir. Aynı günde “9 ramak kala” olayı olarak belirtilen veri ise bu bölgeden geçmiş 110 personelin 9 tanesinin bir sebeple ramak kala bölgesine girmiş, kontrol edilen şaftta yüksekten düşme iş kazasına bir adım kadar yaklaşmış olduğu anlamına gelmektedir.

Şantiyede zaman zaman personel sayısının artış ve azalım gösterdiği günlerde, seçili bölgeyi yani şaft bölgesini kullanan personel sayılarında değişiklik ve buna bağlı olarak da ramak kala olaylarında günlük değişimler söz konusudur.

Şaft bölgesinin en az kullanıldığı belirlenen gün 87 kez ile 8. gündür. Bu günde, ilgili şaftta 7 defa yüksekten düşme ramak kala olayı gerçekleşmiştir yani bölgeyi kullanan 87 çalışandan 7'si şafttan düşmeye bir adım mesafe kalacak şekilde yaklaşmıştır.

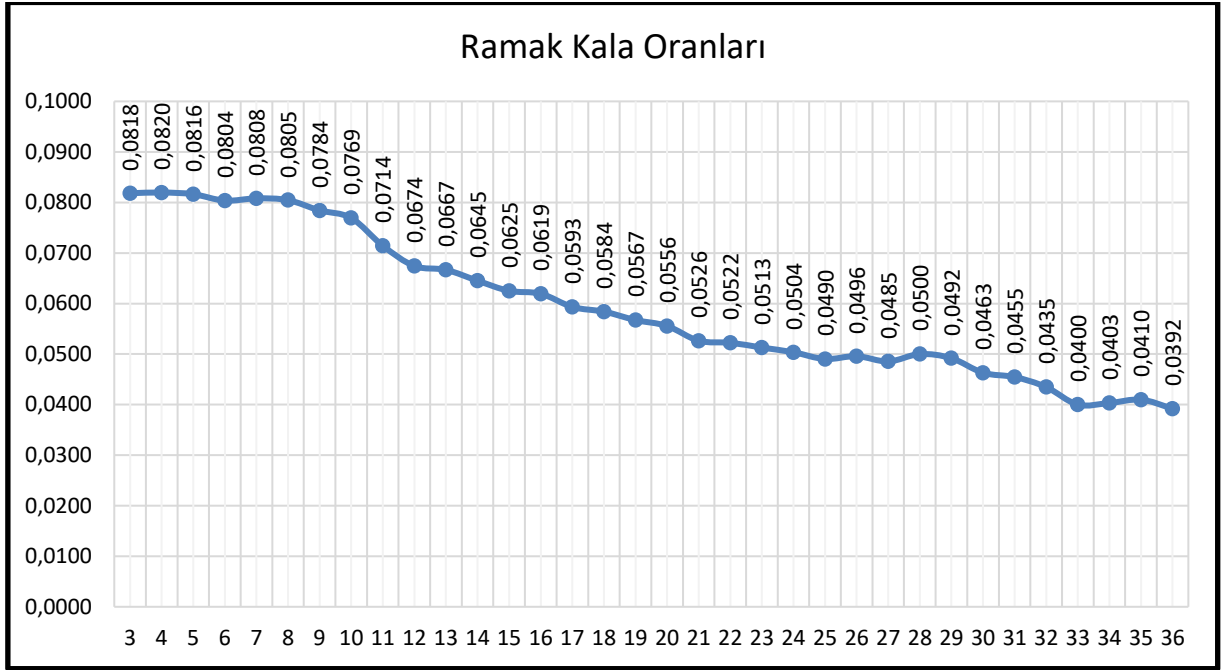
İlgili şaft bölgesinde yoğunluğun en fazla olduğu günde bölgeden 156 kez geçiş yapıldığı yani 156 defa yüksekten düşme ramak kala olayına maruz kalma olasılığı olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum 23. günde gerçekleşmiştir. Bu günde gerçekleşen ramak kala olayı, bu 156 geçişin 8'inde gerçekleşmiştir.

Cihazlardan okunan veriler 36 günlük (6 haftalık) periyot için devam ettirilmiştir ve okunan değerler ile ramak kala grafiği oluşturulmuştur.

Cihazın kurulduğu şaftta yüksekten düşme iş kazası veya herhangi bir inşaat malzemesi veya el aletinin düşmesiyle gerçekleşen bir kaza meydana gelmemiştir. Yani çalışılan mahalde cihazın kurulduğu şaftta, sadece, yüksekten düşme iş kazaları için “ramak kala” olayı gerçekleşmiştir. Yüksekten düşme iş kazasına bir adım kadar yaklaşıldıktan sonra kazanın önlenmesi sağlanmıştır.

Aynı sürelerde ve aynı formatta, hastane inşaatının B Blokunda da harekete duyarlı 2. sesli ikaz cihazımız kurulup denenmiştir. B Bloкта kurulan cihazın günlük tutulan verileri ile oluşturulan grafik şu şekildedir:

Şantiyenin ilgili bölgesindeki iş yoğunluğu, personel sayısı, bölgenin malzeme taşınması gibi devamlı kullanılma durumları gibi hususlar, doğal olarak etkileşim sayılarında farklılığa sebep olacaktır. Bunun gibi birbirinden farklı birçok parametre söz konusu olduğu için gerçekleşen ramak kala olaylarının, bölgenin kullanımı ile oranlanarak hesap edilmesi gerekmektedir. Bununla ilgili hazırlanan grafik Şekil 4.12'de görülebilir.



**Şekil 4.12:** Ramak kala oranları.

İhlaller 6 haftalık süreç içerisinde gün gün değişkenlik göstermiştir. Bu süreçte toplam 234 ramak kala olayı gerçekleşmiştir. Cihazın kurulu olduğu bu şaftta herhangi bir yüksekten düşme iş kazası veya dökme boşluğundan malzeme veya ekipman düşmesi kazası meydana gelmemiştir. Şantiye personelleri tarafından yapılan bu ihlallerde cihaz sesli ikaz vererek boşluğa yaklaşan çalışanı uyarılmış ve çalışanın boşluğa dikkat etmesini, daha fazla yaklaşmamasını ve muhtemel bir yüksekten düşme iş kazasını engellemiştir.

Cihaz, ihlal durumunda sesli ikaz vererek hem ihlal gerçekleştiren çalışanı uyarmakta hem de çıkardığı ikaz sesinin çevredeki diğer çalışanlar tarafından duyulmasını sağlayarak, çevredekileri de düşmeye ramak kalma durumundan haberdar etmektedir. İhlallerin 6 haftalık ölçümü sürecinde ramak kala oranlarının azalım eğiliminde olmasını sağlayan durumun bu sesli ikaz ile çalışanların (hem ihlali gerçekleştirenin hem de diğer çalışanların) uyarılması sayesinde olduğu gözükmektedir. Çalışanların sesli ikaza maruz kalması, onları psikolojik olarak etkileyerek aynı ihlali yinelenmesini azaltmış ve engellemiştir.

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Tüm iş alanı sektörlerinin iş kazaları oranlarına bakıldığında yüksek oranda iş kazası meydana gelen; bunun sonucunda da çalışanların yaralanması hatta ölmesi, finansal kayıplar, firmanın itibar kaybı gibi olumsuz durumların meydana gelmesinin yüksek oranda gerçekleştiği düşünüldüğünde, inşaat sektörünün iş güvenliği konusunda büyük ve radikal adımlar atmasının zaruri hale geldiği ortadadır.

### 5.1. İSG EĞİTİMLERİNİN VE ANKET SONUCUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ

Şantiyelerde iş güvenliğini sağlama adına en yaygın olarak kullanılan önlem şantiye içi geçiş yollarına, çalışma alanlarına asılan uyarı levha ve ikaz işaretçileridir. Ama bu tarz önlemlere rağmen inşaat sektöründe gerçekleşen iş kazası sayıları günden güne artmaya devam etmektedir.

İş güvenliği levha ve işaretçilerine yönelik yapılan anket sonucunda, çoğunluğu inşaat mühendisi olan katılımcıların verdiği yanıtlara göre şu hususları özetlemekte fayda var.

Anketin ilk sorusunda sorulan, şantiyelerde iş güvenliği eğitiminin yapılıp yapılmamasıyla ilgili soruda katılımcıların çoğu eğitimlerin yapıldığını belirtiyor. Bu durumda kaza oranlarının düşük olması gerekir. Ancak eğitim yapılmasına rağmen kaza oranları yüksekse, bu durumda, eğitimlerin, iş kazası sayılarını azaltmadığı ya da çok az miktarda azaltabildiği ortaya çıkmaktadır. İlk soruya olumlu yanıt veren katılımcıların bir kısmının anketin devamındaki soruda ise olumsuz cevap verdiği yani şantiyelerde eğitim yapıldığını ancak bu eğitimlerin faydalı olmadığını belirttikleri şıklara verilen cevapların sayısından anlaşılmaktadır. Diğer bir soruda ise şantiyelerdeki iş güvenliği önlemlerinin yeterli bulunup bulunmamasıyla ilgili soruya anket katılımcıları yüksek bir oranda yeterli olmadığı düşüncesindedir.

İş güvenliği uyarı levha ve işaretçileriyle ilgili sorulara ise katılımcılar, şantiyelerde bu ikaz işaretçilerinin kullanıldığını, ancak bu önlemin iş kazaları açısından yeterli olmadığını, şantiyede çalışanlarının bu levhalara dikkat etmediğini ve uymadığını belirtmişlerdir.

Anket sorularının tümüne aynı anda geniş çerçeveden bakıldığında, şantiyelerde iş güvenliği eğitimlerinin verildiği, yeterli sayıda iş güvenliği levhalarının kullanıldığı ancak bu önlemlerin



iş kazalarını engelleyemediği, çalışanların ikaz levhalarına uymadığı, bu çalışanların amirleri tarafından uyarıldığı takdirde iş güvenliği kurallarına uyduğu sonucu çıkmaktadır.

İş kazalarının büyük kayıplara, yaralanmalara, sakat kalmalara ve ölümlere yol açtığı ancak şantiyelerde çalışma esnasında yorgunluk gibi, işi çabuk bitirme isteği gibi hususlar nedeniyle alınan önlemlerden taviz verildiği, güvenlik kurallarına uyulmadığı, anket sonucundan da görüldüğü üzere, maalesef ki bilinen bir gerçektir. Bunun önüne geçilmesi adına atılabilecek önemli adımlardan birisi de bilinçli bir eğitimidir. Şantiye çalışanlarının yüksek oranda vasıfsız elemanlardan oluşması iş kazalarının fazla sayıda meydana gelmesinde büyük paya sahiptir. Bu çalışanların çok sıkı bir eğitime tabi tutulması, eğitim sonunda sınav yapılması ve sınav sonucunda başarısız olanların şantiyelerde çalıştırılmaması iş kazalarını engelleme çabasında doğru bir adım olacaktır. Bu konuda sorumluluk iş verenlere aittir. İş veren, bu ve benzeri uygulamalarla iş kazaları önlenmeye çalışmalıdır.

## **5.2. CİHAZIN ŞANTIYEDE DENENMESİ VE RAMAK KALA OLAYLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

Harekete duyarlı olarak tasarlanan sesli ikaz cihazı şantiyede döşeme boşluklarında düşme tehlikesinin yüksek olduğu bölgelere kurularak tespit çalışması yapılmıştır.

Cihaz, düşme tehlikesi olan boşluklara bir adım mesafe sonrasında düşülecek kadar yaklaşan şantiye çalışanlarını sesli olarak ikaz etmiştir. Şantiye çalışanının bilerek veya farkında olmadan yaklaştığı bu yüksekten düşmeye ramak kalma durumunu, cihaz, alarm sesi ile ikaz ederek hem çalışanı uyarmıştır hem de çevredeki çalışan diğer personelleri durumdan haberdar etmiştir. Bu durumda çalışan önlemini almak üzere boşluktan uzaklaşmıştır.

Gerçekleşen her ihlal cihaz tarafından sayacına kaydedilmiştir. Şantiyede deneme aşaması tamamlanan her iki cihazın da sayaçlarındaki günlük ihlal değerleri kayıt altına alınmıştır. Ortaya çıkan tabloda, 6 hafta boyunca gerçekleşen ihlallerin azalım eğiliminde olduğu gözükmektedir. Bu da günden güne gerçekleşen yüksekten düşme ramak kala olaylarının azaldığını yani cihazın amacına ulaştığını göstermektedir.

İnşaat projelerinde ve diğer sektörlerde de meydana gelen iş kazalarının bir kısmı kayıt altına alınmamaktadır veya alınmamaktadır. Hal böyle iken ramak kala olaylarının neredeyse tamamının kayıt altına alınmadığı ortadadır. Ancak iş kazaları için önlem alınmaya çalışılırken

kullanılan veriler bu durumda yanıltıcı olabilir. Ramak kala olayları da hesaba katılarak iş kazalarını önleme konusunda alınacak önlemler daha faydalı olacaktır.

Cihaz, Arduino Uno R3 kart ile tasarlanmıştır. Hareket algılayıcı sensör yardımıyla, ihlaller, cihazı harekete geçirmiştir ve bir sayaç ile ihlaller kayıt altında tutulmuştur. Arduino kartın yazılımı ile farklı elektronik parçalar bu şekilde birbirine entegre edilmiştir ve cihaz amacı doğrultusunda çalışır hale getirilmiştir.

Arduino Uno R3 ile tasarladığım bu cihaz, RFID teknolojisi ile daha gelişmiş bir cihaz haline getirilebilir. Üretilen cihaz, olay mahallinde sesli ikaz vererek uyarın ve ihlalleri belleğinde tutan cihazdır. RFID ile oluşturulabilecek cihazda ise bu özelliklerin yanı sıra, ihlali gerçekleştiren kişinin kim olduğunu tanıyan ve ofis bilgisayarlarına bu verileri anlık gönderebilen özelliği olan daha detaylı çalışma prensibine sahip cihazlar olabilecektir. Bu şekilde uygulama yapabilmek için çalışanlarda, o çalışanın bilgilerinin bulunduğu bir RFID etiketi bulunmalıdır. Bu etiket çalışanın kıyafetinde, üzerinde, baretinde vs. bulunabilir. Tehlike arz edebilecek bölgelere yerleştirilen RFID ile üretilecek sesli ikaz cihazı, tehlikeye ramak kala durumunda ilgili çalışanın RFID etiketini otomatik olarak okuyarak hem mevcut cihazımızda olduğu gibi sesli uyarı vererek çalışanı uyaracak hem de şantiye ofisinde kurulu bilgisayara, eğer şantiyede hareket halinde olunacak ise el istasyonuna veya akıllı cep telefonlarına anlık olarak veriyi iletebilecektir. Bu veriler kayıt altında tutulacak, periyodik olarak kontrol edildiğinde hangi çalışanların iş kazası ramak kala olaylarına maruz kaldığını görebileceklerdir. Bu çalışanlar uyarılacak, ramak kala olaylarını yaşamaya devam etmesi halinde de görevine son verilebilecektir. Böylece, şantiyelerde fazla sayıda meydana gelen yapı içindeki döşeme boşluklarından düşmek suretiyle muhtemel bir iş kazasının önüne geçilmiş olacaktır ve en önemlisi de bir insanın yaralanması önlenecek hatta hayatı kurtulmuş olacaktır.

## KAYNAKLAR

Akkök, M., 1999. *İş Yerinde Güvenlik*, İşgüm Yayınları, Ankara.

Anonim (1), <http://lge.com.tr/>, Ziyaret Tarihi: 5 Mayıs 2018.

Anonim (2), <https://www.sensormatic.com/products/inventory-intelligence/rfid-antennas-readers/multipurpose-2-port-rfid-reader-with-power-supply/>, Ziyaret Tarihi: 5 Mayıs 2018.

Anonim (3), <https://www.zebra.com/gb/en/products/rfid/rfid-handhelds.html>, Ziyaret Tarihi: 5 Mayıs 2018.

Anonim (4), <http://tr.chafontech.com/125khz-rfid-reader/125khz-long-range-access-control-reader/long-distance-125khz-rfid-card-reader.html>, Ziyaret Tarihi: 5 Mayıs 2018.

Anonim (5), <https://teknoloji-tasarim.com/sensorler-ile-ilgili-videolar-indirilebilir/>, Ziyaret Tarihi: 5 Mayıs 2018.

Anonim (6), <https://www.nedir.com/arduino>, Ziyaret Tarihi: 5 Mayıs 2018.

Anonim (7), <http://www.roboweb.net/blog/arduino-satin-alim-kilavuzu/>, Ziyaret Tarihi: 12 Mayıs 2018.

Anonim (8), <http://arduinoarts.com/2011/08/the-arduino-uno-anatomy/>, Ziyaret Tarihi: 12 Mayıs 2018.

Anonim (9), <http://www.roboweb.net/atmega328-arduino-uno-bootloader-yuklu-rw-el-48.html>, Ziyaret Tarihi: 12 Mayıs 2018.

Anonim (10), (<https://www.circuito.io/blog/arduino-uno-pinout/>), Ziyaret Tarihi: 12 Mayıs 2018.

Anonim (11), (<https://www.mouser.com.tr/ProductDetail/Atmel/ATMEGA328-PU/?qs=1wdSMh1/oYJT8tftQpQtA==>), Ziyaret Tarihi: 12 Mayıs 2018.

Ardıç, B., 2011. İnşaat Sektöründe Yüksekte Çalışma, 3. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu, 21-23 Ekim Çanakkale.

Arıcı, K., 1999. İş Sağlığı ve İş Güvenliği Dersleri, Sargın Ofset Ltd. Şti. Ankara, 51s.

Arpaçay, B., 2005. “İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemine Yönelik Bir Uygulama (OHSAS TS18001), DEÜ, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Anabilim Dalı (Yayınlanmamış Tezsiz Yüksek Lisans Projesi).

Atabek, R., 1978. İş Kazası ve Sigortası, Erdini Yayınevi, İstanbul, s: 21.

- Aydın, M., 2005. Yüksekten Düşmeye Karşı Önlemler Düşme Önleme Ve Durdurma Sistemleri, Kaya Yapı San. ve Tic. Ltd. Şti., İstanbul, 97s.
- Aydın, M., 2007. Yüksekten Düşmeyi Önleme Sistemleri, İş Sağlığı ve Güvenliği Sempozyumu, 8-9 Mart 2007 Adana.
- Bhuptani, M. ve Moradpour, S., 2005. *RFID Field Guide: Deploying Radio Frequency Identification Systems*, Sun Microsystems Press, New Jersey.
- Chang, F. L., Sun, Y. M., Chuang, K. H. ve Hsu, D. J., 2009. "Work Fatigue And Physiological Symptoms In Different Occupations Of High-Elevation Construction Workers", *Applied Ergonomics*, Vol. 40, No. 4, s: 591-596.
- De Looze, M. P., Urlings, I. J. M., Vink, P., Van Rhijn, J. W., Miedema, M. C., Bronkhorst, R. E. ve Van Der Grinten, M. P., 2001. "Towards Successful Physical Stress Reducing Products: An Evaluation Of Seven Cases", *Applied Ergonomics*, Vol. 32, No. 5, S: 525-534.
- Demircioğlu, M. ve Centel, T., 2012. *İş Hukuku*, Beta Basım Yayın Dağıtım, İstanbul, 385s.
- Finkenzeller, K., 2002. *RFID Handbook*. Wiley Press, New-York.
- Güven, 1970; Yüksel ve Çalış, 2006. *İş Kazası Yönünden Sosyal Politika Sorunları*, İktisadi ve Ticari İlimler Akademisi Yayınları, Eskişehir, s: 72.
- Güzel, A., Okur, A.R. ve Caniklioğlu, N., 2003. Sosyal Güvenlik Hukuku, Beta Basım Yayın Dağıtım, İstanbul, 1076s.
- Karakaş, İ., 2007. İş Sağlığı ve Güvenliği Mevzuatı Uygulama Rehberi, Adalet Yayınevi, Ankara, 785s.
- Kleist R. A., Chapman T. A., Sakai D.A., Jarvis, B.S., 2005. *RFID Labeling: Smart Labeling Concepts & Applications for the Consumer Packaged Goods Supply Chain*. Printronix Inc Press. Irvine.
- Lahiri, S., 2005. *RFID Sourcebook*, IBM press. Massachusetts.
- Lockett, D., 2004. The supply chain, *BT Technology Journal*, 22, 50-55.
- Ocak, F., 2015. Arduino, C# ve Android Kullanılarak Güvenlik Sistemi Prototipi Tasarımı, Yüksek Lisans, Gaziosmanpaşa Üniversitesi.
- Öcal, M.E., Ural, S., Atılgan, H. ve Kaya, A., 2007. İnşaat İşlerinde İş Güvenliği Açısından Risk Değerlendirmesi, İş Sağlığı ve Güvenliği Sempozyumu, Ankara.
- Önen, L., 1988. İş Yeri Uyarı Afişlerinin Algılanmasında Çalışanın Sosyal ve Psikolojik Yapısının Rolü, Yüksek Lisans, İstanbul Üniversitesi.

- Özcan, Ö., 2011. Kablosuz Sensör Ağları İçin PIC Tabanlı Sensör Düğümü Tasarımı, Yüksek Lisans, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Özkılıç, Ö., 2005. İş Sağlığı ve Güvenliği, Yönetim Sistemleri ve Risk Değerlendirme Metodolojileri, Ankara.
- Poirier, C.C. and McCollum, D., 2006. RFID Strategic Implementation and ROI: a Practical Roadmap To Success. J. Ross Publishing. Florida.
- Sosyal Güvenlik Kurumu İş Kazaları Verileri, Erişim: 10 Eylül 2018.
- TS 18001 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemleri, Türk Standartları Enstitüsü, 2008.
- Uygun, O., 2008. Yüksekte Yapılan Çalışmalarda İSG Uygulamaları, İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimi (ÇASGEM), Tuzla.
- Üstündağ, A. ve Tanyaş, M., 2007. Evaluating Radio Frequency Identification Investments Using Fuzzy Cognitive Maps. *Journal of Multi-Valued Logic & Soft Computing*, 14, 277-295.
- Van Der Beek, A. J., Mathiassen, S. E., Windhorst, J. ve Burdorf, A., 2005. “An evaluation of methods assessing the physical demands of manual lifting in scaffolding”, *Applied Ergonomics*, Vol. 36, No. 2, s: 213- 222.
- Vink, P., Urlings, I. J. M. Ve Van Der Molen, H. F., 1997. “A Participatory Ergonomics Approach To Redesign Work Of Scaffolding”, *Safety Science*, Vol. 26, No. 1-2, s: 75-85.
- Vrba, P., Macurek, F. ve Mařík, V., 2005. Using Radio Frequency Identification in Agent-Based Manufacturing Control Systems, in *Holonic and Multi-Agent Systems for Manufacturing*, pp. 176 – 187, Eds. Mařík, V., Brennan, R.W. & Pěchouček, M., Springer Verlag, Heidelberg.
- Yüksel, O. ve Çalış, G., 2007. İş Kazalarının Hukuksal Yönü, İş Sağlığı ve Güvenliği Sempozyumu, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, Ankara, s: 101.

**EKLER****EK 1. İnşaat Mühendisleri Odası'nın anketi duyurma onayına dair e-postası**



TÜRK MÜHENDİS VE MİMAR ODALARI BİRLİĞİ  
**İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI**  
İSTANBUL ŞUBESİ

**Sayı : 34.04448** **31.10.2018**  
**Konu : Anket hak.**

**Sayın Üyemiz,**

İstanbul Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans yapan üyemizin, Şube yönetim kurulu başkanlığımıza sunmuş olduğu "İnşaat Projelerinde Yüksekten Düşme Ramak Kala Olaylarının Tespiti ve Bu Kazaların Önlenmesi Amacıyla Öneri Geliştirilmesi" konulu anket çalışmasının üyelerimize iletilmesi talebi, yönetim kurulumuz tarafından uygun görülmüştür.

İlgili anketin linkini aşağıda bilgilerinize sunar, ankete ayırdığınız zamandan dolayı şimdiden teşekkürlerimizi iletir, saygılar sunarız.


Rezan BULUT  
Şube Sekreteri

## EK 2. İnşaat Mühendisleri Odası'nın üyelerine anketi duyurma e-postası


Fatih Odabaş <fatihodabas34@gmail.com>

---

**Anket hk.**

TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası <istanbul@imo.org.tr>  
Alıcı: fatihodabas34@gmail.com
31 Ekim 2018 17:21




Sayın FATİH ODABAŞ ,

İstanbul Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans yapan üyemizin, Şube yönetim kurulu başkanlığımıza sunmuş olduğu "İnşaat Projelerinde Yüksekten Düşme Ramak Kala Olaylarının Tespiti ve Bu Kazaların Önlenmesi Amacıyla Öneri Geliştirilmesi" konulu anket çalışmasının üyelerimize iletilmesi talebi, yönetim kurulumuz tarafından uygun görülmüştür.

İlgili anketin linkini aşağıda bilgilerinize sunar, ankete ayırdığınız zamandan dolayı şimdiden teşekkürlerimizi iletir, saygılar sunarız.

Rezan BULUT  
Şube Sekreteri

Anket formu için [tıklayın](#)

-

Ekli Dosyalar

 **PDF** 299 KB 3a149a7f1d0b639\_ek.pdf

COPYRIGHT © 2018 İSTANBUL ŞUBE  
 KEMANKEŞ MAH. MUMHANE CAD. NO:21 KARAKÖY BEYOĞLU - İSTANBUL  
 TEL: (+90) 212 2932000 FAKS: (+90) 212 2320912  
 e-POSTA: [istanbul@imo.org.tr](mailto:istanbul@imo.org.tr)

**EK 3. Arduino kart için yazılan kodlama**

```

#include <LiquidCrystal.h>

#include <EEPROM.h>

LiquidCrystal lcd(8, 9, 4, 5, 6, 7);

“Shield tanımlandı”

int addrlow = 0;

“Hafıza kaydı için adres belirlendi”

int addrhigh = 1;

“Hafıza kaydı için adres belirlendi”

uint16_t count=0;

“İhlal için sayaç tanımlandı”

int lowbyte=0;

int highbyte=0;

#define btnNONE 5

#define btnSELECT 4

#define btnLEFT 3

#define btnDOWN 2

#define btnUP 1

#define btnRIGHT 0

int lcd_key = 0;

int adc_key_in = 0;

#define buzzer 3

#define pir 2

int read_LCD_buttons(){

    adc_key_in = analogRead(0);

    “Basılan buton belirlenir”

```



```

    if (adc_key_in > 1000) return btnNONE;
    // For V1.1 us this threshold

if (adc_key_in < 850) return btnSELECT;

if (adc_key_in < 650) return btnLEFT;

if (adc_key_in < 450) return btnDOWN;

if (adc_key_in < 250) return btnUP;

if (adc_key_in < 50) return btnRIGHT;

    return btnNONE;

}

void count_fonc(){
“Bu fonksiyon ile ihlal tespiti durumunda sayaç bir arttırılıp hafızaya kaydedilir”
count++;

    lowbyte=lowByte(count) ;

    highbyte=highByte(count) ;

    EEPROM.write(addrlow, lowbyte) ;

    EEPROM.write(addrhigh, highbyte) ;

}

void setup() {

    pinMode(buzzer,OUTPUT);

“Buzzer tanımlandı”

    pinMode (pir,INPUT);

“Sensör tanımlandı”

    attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(pir), count_fonc, RISING );

    “Sensörden veri geldiği taktirde sayacı arttıracak fonksiyonun çalışma talimatı tanımlandı”

    Lcd_begin (16,2);

    lcd.set_Cursor (5,0);

    lcd_print("ONCE");

```

“Ekranı, açılışta gözükmesi istenilen mesaj yazıldı”

```
lcd.setCursor(1,1);
```

```
lcd.print("IS GUVENLIGI");
```

“Ekran iki satırdır. Gözükmesi istenilen “ÖNCE İŞ GÜVENLİĞİ” mesajı iki satıra gelecek şekilde bu komutlarla yazılmıştır.”

```
delay(5000);
```

```
lcd.clear();
```

```
lowbyte=EEPROM.read(addrlow);
```

```
highbyte=EEPROM.read(addrhigh);
```

```
count=(highbyte*256)+lowbyte;
```

```
}
```

```
void loop() {
```

```
  lcd.setCursor(2,0);
```

```
  lcd.print("Giris Ihlali ");
```

```
  lcd.setCursor(6,1);
```

```
  lcd.print(count);
```

```
  lcd.setCursor(10,1);
```

```
  digitalWrite(buzzer,digitalRead(pir));
```

```
  lcd.setCursor(0,1);
```

```
  lcd_key = read_LCD_buttons();
```

```
  switch (lcd_key){
```

“LCD Shield’de basılan butona göre işlem yaptırma”

```
    case btnRIGHT:{
```

```
      break;
```

```
    }
```

```
    case btnLEFT:{
```

“Sayacı sıfırlaması için talimat verme”

```
    count=0;
    lcd.clear();
    lowbyte=lowByte(count);
    highbyte=highByte(count);

    EEPROM.write(addrlow, lowbyte);
    EEPROM.write(addrhigh, highbyte);
    break;
}
case.btnUP:{
    break;
}
case.btnDOWN:{
    break;
}

case.btnSELECT:{
    break;
}

case.btnNONE:{
    break;
}
}
delay(250);
}
```

## EK 4. Arduino kod yazım ekranı (1)



```
sketch_jun09a | Arduino 1.6.13
Dosya Düzenle Taslak Araçlar Yardım

sketch_jun09a

#include <LiquidCrystal.h>
#include <EEPROM.h>

LiquidCrystal lcd(8, 9, 4, 5, 6, 7);

int addrlow = 0;
int addrhigh = 1;

uint16_t count=0;

int lowbyte=0;
int highbyte=0;

#define btnRIGHT 0
#define btnUP 1
#define btnDOWN 2
#define btnLEFT 3
#define btnSELECT 4
#define btnNONE 5
#define buzzer 3
#define pir 2

int lcd_key = 0;
int adc_key_in = 0;

int read_LCD_buttons() // read the buttons
```

**EK 5. Arduino kod yazım ekranı (2)**

```
sketch_jun09a | Arduino 1.6.13
Dosya Düzenle Taslak Araçlar Yardım

sketch_jun09a $

// For V1.1 us this threshold
if (adc_key_in < 50)   return btnRIGHT;
if (adc_key_in < 250) return btnUP;
if (adc_key_in < 450) return btnDOWN;
if (adc_key_in < 650) return btnLEFT;
if (adc_key_in < 850) return btnSELECT;

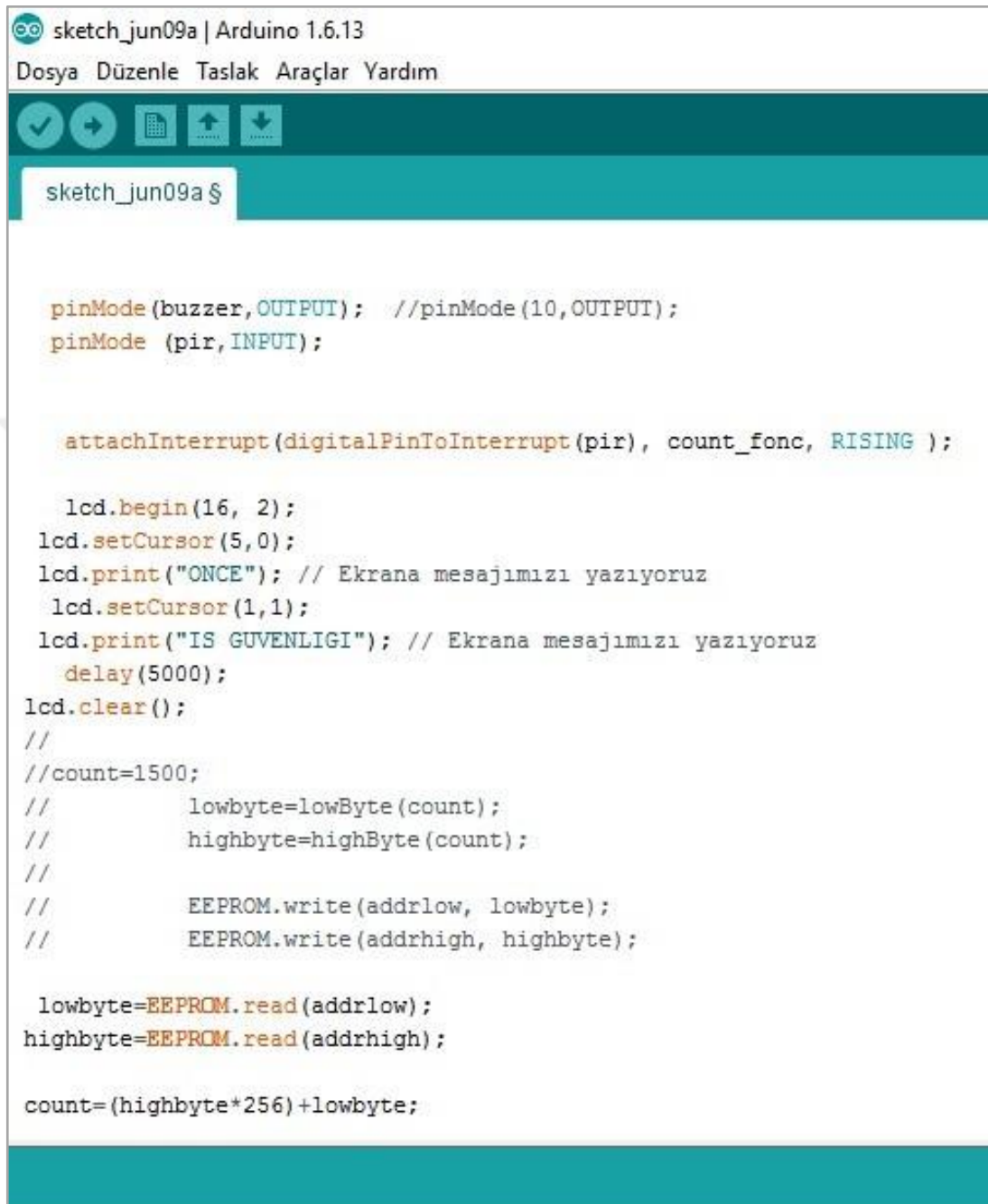
// For V1.0 comment the other threshold and use the one below:
/*
if (adc_key_in < 50)   return btnRIGHT;
if (adc_key_in < 195) return btnUP;
if (adc_key_in < 380) return btnDOWN;
if (adc_key_in < 555) return btnLEFT;
if (adc_key_in < 790) return btnSELECT;
*/

return btnNONE;           // when all others fail, return this.
}
void count_fonc(){

count++;
    lowbyte=lowByte(count);
    highbyte=highByte(count);

    EEPROM.write(addrlow, lowbyte);
    EEPROM.write(addrhigh, highbyte);
}
```

## EK 6. Arduino kod yazım ekranı (3)



```
sketch_jun09a | Arduino 1.6.13
Dosya Düzenle Taslak Araçlar Yardım

sketch_jun09a §

pinMode(buzzer,OUTPUT); //pinMode(10,OUTPUT);
pinMode (pir,INPUT);

attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(pir), count_fonc, RISING );

  lcd.begin(16, 2);
  lcd.setCursor(5,0);
  lcd.print("ONCE"); // Ekrana mesajımızı yazıyoruz
  lcd.setCursor(1,1);
  lcd.print("IS GUVENLIGI"); // Ekrana mesajımızı yazıyoruz
  delay(5000);
  lcd.clear();
  //
  //count=1500;
  //      lowbyte=lowByte(count);
  //      highbyte=highByte(count);
  //
  //      EEPROM.write(addrlow, lowbyte);
  //      EEPROM.write(addrhigh, highbyte);

  lowbyte=EEPROM.read(addrlow);
  highbyte=EEPROM.read(addrhigh);

count=(highbyte*256)+lowbyte;
```

**EK 7. Arduino kod yazım ekranı (4)**

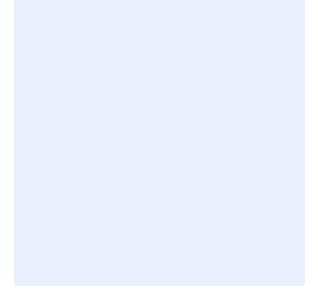
```
sketch_jun09a | Arduino 1.6.13
Dosya Düzenle Taslak Araçlar Yardım

sketch_jun09a
EEPROM.write(addrlow, lowbyte);
EEPROM.write(addrhigh, highbyte);
    break;
}
case btnUP:{
    // lcd.print("UP  "); // push button "UP" and show the word on the screen
    break;
}
case btnDOWN:{
    //lcd.print("DOWN "); // push button "DOWN" and show the word on the screen
    //digitalWrite(10,!digitalRead(10));
    break;
}
case btnSELECT:{
    //lcd.print("SELECT"); // push button "SELECT" and show the word on the screen
    break;
}
case btnNONE:{
    //lcd.print("NONE "); // No action will show "None" on the screen
    break;
}
}

delay(250);
}
```

## ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Fatih ODABAŞ
Doğum Yeri	Sarıyer
Doğum Tarihi	09.05.1990
Uyruğu	<input checked="" type="checkbox"/> T.C. <input type="checkbox"/> Diğer:
Telefon	05546314475
E-Posta Adresi	Fatihodabas34@gmail.com
Web Adresi	



Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Sakarya Üniversitesi
Fakülte	Mühendislik Fakültesi
Bölümü	İnşaat Mühendisliği Bölümü
Mezuniyet Yılı	Tarih girmek için tıklayın veya dokununuz.

Yüksek Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa
Enstitü Adı	Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Anabilim Dalı	İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Programı	İnşaat Mühendisliği