



**ELEKTRİKLİ ARAÇ ŞARJ İSTASYONLARINDA İŞ SAĞLIĞI VE
GÜVENLİĞİ; AĞRI İLİ ÖRNEĞİ**

Cansu ÖZMEN IŞIK

Yüksek Lisans Tezi

İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı

Prof. Dr. Mucip GENİŞEL

AĞRI-2025

(Her Hakkı Saklıdır)

T.C.
AĞRI İBRAHİM ÇEÇEN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI

Cansu ÖZMEN IŞIK

**ELEKTRİKLİ ARAÇ ŞARJ İSTASYONLARINDA İŞ SAĞLIĞI VE
GÜVENLİĞİ; AĞRI İLİ ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Mucip GENİŞEL

JÜRİ ÜYELERİ
Doç. Dr. Pınar BAYKAN
Dr. Öğr. Üyesi Okan ÖZBAKIR

AĞRI-2025

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğine göre hazırlamış olduğum “Elektrikli Araç Şarj İstasyonlarında İş Sağlığı ve Güvenliği; Ağrı İli Örneği” adlı tezin tamamen kendi çalışmam olduğunu ve her alıntıya kaynak gösterdiğimi taahhüt eder, tezimin kâğıt ve elektronik kopyalarının Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü arşivlerinde aşağıda belirttiğim koşullarda saklanmasına izin verdiğimi onaylarım.

Lisansüstü Eğitim-Öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim.

- ☐ Tezimin tamamı her yerden erişime açılabilir.
- ☐ Tezim sadece Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi yerleşkelerinden erişime açılabilir.
- ☐ Tezimin yıl süreyle erişime açılmasını istemiyorum. Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin tamamı her yerden erişime açılabilir.

.../.../2025

Cansu ÖZMEN IŞIK

	LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ TEZ KABUL VE ONAY TUTANAĞI	Doküman No	FR-211
		İlk Yayın Tarihi	20.08.2025
		Revizyon Tarihi	
		Revizyon No	00
		Sayfa No	1/1

ELEKTRİKLİ ARAÇ ŞARJ İSTASYONLARINDA İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ;
AĞRI İLİ ÖRNEĞİ

Prof. Dr. Mucip GENİŞEL danışmanlığında, Cansu ÖZMEN IŞIK tarafından hazırlanan bu çalışma, 20/08/2025 tarihinde aşağıda isimleri belirtilen jüri tarafından değerlendirilmiş olup İş sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı İş sağlığı ve Güvenliği Bilim Dalında yüksek lisans tezi olarak **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

Başkan : Dr. Öğr. Üyesi Okan ÖZBAKIR

İmza :

Üye : Doç. Dr. Pınar BAYKAN

İmza :

Üye : Prof. Dr. Mucip GENİŞEL

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu .../.../... tarih ve / numaralı kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mehmet TEYFUR
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildiriş, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

HAZIRLAYAN	KONTROL EDEN	ONAYLAYAN



LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ TEZ BENZERLİK RAPORU

Doküman No	
İlk Yayın Tarihi	
Revizyon Tarihi	
Revizyon No	
Sayfa No	

Benzerlik Oranlarına Dair Beyannamedir		
Öğrenci Adı Soyadı	Cansu ÖZMEN IŞIK	
Numarası	230601309	
Ana Bilim Dalı	İş Sağlığı ve Güvenliği	
Bilim Dalı	İş Sağlığı ve Güvenliği	
Programı	İş Sağlığı ve Güvenliği	
Danışman Unvanı Adı Soyadı	Prof. Dr. Mucip GENİŞEL	
Tez Başlığı	Elektrikli Araç Şarj İstasyonlarında İş Sağlığı ve Güvenliği; Ağrı İli Örneği	
Bölümler	Turnitin Sonucu	En Yüksek Değer
Giriş	% 7	% 25
Kuramsal Temeller/Kavramsal Çerçeve	% 23	% 30
Materyal ve Yöntem	% 17	% 30
Araştırma Bulguları	% 0	% 20
Sonuç/Tartışma/Öneri	% 7	% 20
TEZ (GENEL)	% 19	% 25

31/07/2025

Yukarıda bilgileri yazılı tez çalışmasının benzerlik oranları Turnitin raporundan alındığı haliyle yazılmış olup tüm bilgilerin doğru olduğunu, aksi halde doğacak hukuki sorumlulukları kabul ve beyan ederiz.

Cansu ÖZMEN IŞIK

Prof. Dr. Mucip GENİŞEL

HAZIRLAYAN	KONTROL EDEN	ONAYLAYAN
------------	--------------	-----------

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ELEKTRİKLİ ARAÇ ŞARJ İSTASYONLARINDA İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ; AĞRI İLİ ÖRNEĞİ

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mucip GENİŞEL

Bu araştırma, elektrikli araç şarj istasyonlarında görev yapan çalışanların İSG alanındaki bilgi düzeyleri ile yeterlilik algılarını belirlemeyi ve bu değişkenlerin demografik özelliklere göre risk farkındalığı açısından nasıl farklılaşma gösterdiğini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Elde edilen bulgular doğrultusunda, çalışanların ihtiyaç duyduğu alanlara yönelik etkili eğitim programları ve önleyici stratejilerin geliştirilmesine katkı sağlanması hedeflenmiştir. Araştırmanın örneklemini, Ağrı ili sınırları içerisinde kurulumu tamamlanmış ve aktif olarak faaliyet gösteren elektrikli araç şarj istasyonlarında görev yapan 55 çalışan oluşturmaktadır. İstasyonların seçiminde, öncelikli olarak akaryakıt istasyonlarına yakın konumda bulunan şarj üniteleri dikkate alınmıştır. Veri toplama sürecinde, katılımcıların demografik özelliklerini belirlemeye yönelik bir form, ilgili literatür taraması ve risk değerlendirme çalışmalarına dayanarak geliştirilen “İSG Bilgi Düzeyi Ölçeği” ile Kocaay (2020) tarafından geliştirilen beşli Likert tipi “İSG Yeterlilik Algısı Ölçeği” kullanılmış olup, edinilen bulgular; güvenilirlik, faktör, regresyon, t-testi ve tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Analiz sonuçları, çalışanların İSG bilgi düzeylerinin yaş, iş tecrübesi ve eğitim durumu gibi değişkenlere göre anlamlı farklılaşmalar gösterdiğini ortaya koymuştur. Buna karşın, gelir düzeyi, medeni durum ve aile birey sayısı değişkenleri açısından anlamlı bir farklılaşma saptanmamıştır. Yeterlilik algısı bakımından ise, yaş, iş tecrübesi, medeni durum ve gelir düzeyi değişkenlerinin istatistiksel olarak anlamlı farklar oluşturduğu; ancak eğitim durumu ve aile nüfusu açısından anlamlı bir değişim göstermediği belirlenmiştir. Araştırma sonucunda, elektrikli araç şarj istasyonlarında görevli personelin karşı karşıya olduğu tehlike ve risklere ilişkin İSG bilgi ve algı düzeylerinin artırılması gerektiği vurgulanmış; bu doğrultuda geliştirilebilecek uygulamalara yönelik öneriler sunulmuştur. Edinilen bulgular, ileride yapılacak akademik çalışmalara ve sektörel düzenlemelere temel oluşturabilecek niteliktedir.

2025, 174 sayfa

Anahtar sözcükler: İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG), yeterlilik algısı, elektrikli araç, şarj istasyonları ve üniteleri, tehlike, risk

ABSTRACT

MASTER'S THESIS

OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY IN ELECTRIC VEHICLE CHARGING STATIONS; AĞRI PROVINCE EXAMPLE

Advisor: Prof. Dr. Mucip GENİŞEL

This study aims to examine the occupational health and safety (OHS) knowledge levels and perceived competency of employees working at electric vehicle (EV) charging stations, and to identify their risk awareness needs in relation to various demographic variables. The research further seeks to contribute to the development of effective training programs and preventive strategies tailored to these identified needs. The sample consists of 55 employees actively working at fully operational EV charging stations located within the province of Ağrı, Türkiye. In the selection of stations, priority was given to charging units situated in close proximity to conventional fuel stations. Data were collected using a “Demographic Information Form,” the “OHS Knowledge Level Scale” developed based on an extensive literature review and risk assessment studies, and the five-point Likert-type “OHS Perceived Competency Scale” developed by Kocaay (2020). The collected data were analysed through reliability analysis, factor analysis, regression analysis, independent samples t-test, and one-way analysis of variance (ANOVA). The findings revealed statistically significant differences in OHS knowledge levels based on age, educational attainment, and work experience. However, no significant differences were found with respect to income level, household size, or marital status. In terms of perceived competency, significant differences were observed based on age, professional experience, marital status, and income level, whereas education and family size did not yield statistically significant variations. Based on these findings, the study proposes recommendations aimed at enhancing employees’ awareness and perceptions of occupational hazards and risks at EV charging stations. The results are expected to serve as a reference point for future academic research and practical applications in the field of occupational health and safety.

2025, 174 Page

Keywords: Occupational Health and Safety (OHS), perception of competence, electric vehicle, charging stations and units, hazard, risk

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın yürütülmesi ve tamamlanması sürecinde bilgi, deneyim ve akademik rehberlikleriyle katkı sunan, her aşamada desteklerini esirgemeyen tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Mucip GENİŞEL'e en içten şükranlarımı sunarım. Tez sürecindeki değerli katkılarından dolayı Sayın Esra KADANALI'ya, çalışmalarından yararlanmama izin veren Sayın Funda KOCAAY'a teşekkür ederim. Ayrıca, süreç boyunca sabır ve anlayışla yanımda olan kıymetli eşim Çetin IŞIK'a ve değerli aile bireylerime müteşekkirim. Tez çalışmamı değerlendiren ve katkılarıyla zenginleştiren saygıdeğer jüri üyelerine de teşekkür ederim.

Ağrı-2025
Cansu ÖZMEN IŞIK

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
KISALTMALAR DİZİNİ	vii
TABLOLAR DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
1.1.Araştırmanın Amacı ve Önemi	2
1.2.Elektrikli Araç Nedir?	3
1.3.Yakıtle Çalışan Geleneksel Araçlar ve Elektrikli Araç Çeşitleri	3
1.3.1.Yakıtle çalışan geleneksel araçlar.....	3
1.3.2.Hibrit araçlar.....	4
1.3.3.Yakıt hücresi teknolojisine sahip elektrikli araçlar	4
1.3.4.Bataryalı elektrikli araçlar (BEV)	5
1.4.Elektrikli Araçların Küresel ve Ulusal Ölçekte Gelişimi	6
1.4.1.Dünyadaki gelişimi ve güncel veriler	6
1.4.2.Türkiye’deki gelişimi ve güncel veriler	9
1.5.Elektrikli Araç Şarj İstasyonu Nedir?.....	10
1.6.Elektrikli Araç Şarj Altyapısının Küresel ve Ulusal Ölçekte Gelişimi	11
1.6.1.Dünyadaki gelişimi ve güncel veriler	11
1.6.2.Türkiye’deki gelişimi ve güncel veriler	13
2. KURAMSAL TEMELLER.....	16
2.1.İş Sağlığı ve Güvenliğinin Tanımı	16
2.2.İş Sağlığı ve Güvenliğinin Önemi	17
2.3.İş Sağlığı ve Güvenliğinin Amacı.....	17
2.4.Tehlike, Risk ve İş Kazası Kavramlarının Tanımlanması	18
2.4.1.5510 Sayılı Kanun’a göre iş kazası sayılan haller.....	18
2.4.2.5510 Sayılı Kanun’a göre iş kazası şartları	18
2.5.Şarj İstasyonlarına Yönelik Mevzuat ve Politikalar	19
2.5.1.Politikalar ve Mevzuat	19
2.5.2.Şarj hizmeti yönetmeliğinde tanımlamalar	22

2.5.3.Şarj ağı	22
2.5.4.Şarj ağı işletmeci lisansı sahibinin hakları ve yükümlülükleri	23
2.5.5.Şarj hizmetinde bilgi güvenliği	24
2.5.6.Şarj istasyonu kurulumu ve işletilmesi	24
2.5.7.Şarj istasyonuna bütünleşik elektrik depolama ve üretim tesisi	25
2.5.8.Mücbir sebepler	26
2.6.Avrupada Şarj İstasyonlarına Yönelik Yapılan Yasal Düzenlemeler	26
2.7.Şarj Ünitelerinden Kaynaklı Tehlike ve Risk Durumları	28
2.7.1.Kurulum süreci, tehlike ve riskleri	28
2.7.2.Kullanım süreci, tehlike ve riskleri	33
2.7.3.Bakım onarım süreci, tehlike ve riskler	43
2.7.4.Çevreden kaynaklı tehlike ve riskler	44
2.8.EA'ların Yanma ve Patlamalarında Alınabilecek Önlemler	47
2.8.1.Elektrikli araçlarda yanma ve patlamaların nedenleri.....	47
2.8.2.Batarya kaynaklı yanma ve patlamalarda alınabilecek önlemler	48
2.8.3.Batarya yanmasından kaynaklı zehirli gaz tehlikeleri	50
2.8.4.Elektrikli araç yangınlarının söndürülme yöntemleri	51
2.9.Acil Durum Ekiplerinin KKD ve Uyarı Levhaları	56
2.10.FPA'nın Yangın Riski Değerlendirme Önerileri.....	58
2.11.L Tipi Matris Yöntemi.....	61
2.12.Elektrikli Araçlara İlişkin Risk Değerlendirme Raporu.....	65
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	89
3.1.Araştırmanın Amacı ve Önemi	89
3.2.Araştırma Problemi ve Soruları	90
3.2.Araştırma Modeli ve Hipotezler	90
3.3.Evren ve Örneklem Grubu	91
3.4.Araştırmanın Sınırlılıkları ve Varsayımları.....	91
3.5.Verİ Toplama Araçları	91
3.6.Verİ Analizi	92
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	93
4.1.Katılımcıların Demografik Özellikleri	93
4.2.İSG Bilgi Düzeyi Ölçeği Güvenilirlik ve Geçerlilik Analizi	96
4.2.1.Güvenilirlik analizi.....	96

4.2.2.Açımlayıcı faktör analizi (geçerlilik analizi).....	96
4.2.3.KMO ve bartlett's küresellik testi	97
4.2.4.İSG bilgi düzeyi ölçeğine ilişkin faktör analizi sonuçları	99
4.2.5.İSG bilgi düzeyi ölçeği tanımlayıcı istatistiksel analizi.....	100
4.3.İSG Yeterlilik Algısı Ölçeği Güvenilirlik ve Geçerlilik Analizi	102
4.3.2.Açımlayıcı faktör analizi (geçerlilik analizi).....	103
4.3.3.KMO ve bartlett's küresellik testi	103
4.4.İSG Bilgi Düzeyi ile İSG Yeterlilik Algısı Ölçeği Normallik Analizi	108
4.5.İSG Bilgi Düzeyi ile İSG Yeterlilik Algısı Ölçeği Güvenilirlik Analizi .	109
4.6.İSG Bilgi Düzeyi ile İSG Yeterlilik Algısı Ölçeği Tanımlayıcı Analizi..	110
4.7.İSG Bilgi Düzeyi ile İSG Yeterlilik Algısı Ölçeği Korelasyon Analizi ..	111
4.8.Regresyon Analizi	112
4.8.1.İSG ölçekleri için regresyon analizi	113
4.9.t-Testi ve ANOVA Testi Sonuçları.....	116
4.9.1.İSG ölçeklerinin demografik analizi	116
4.10.Hipotezlerin Red Kabul Durumu.....	124
5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....	126
KAYNAKÇA.....	145
EKLER	156
ÖZGEÇMİŞ.....	160

KISALTMALAR DİZİNİ

AC	Alternatif Akım
Ar-GE	Araştırma ve Geliştirme
DC	Doğru Akım
EA	Elektrikli Araç
EPDK	Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
EAFO	Avrupa Alternatif Yakıtlar Gözlemevi
EVSE	Elektrikli Araç Tedarik Ekipmanları
IEA	Uluslararası Enerji Ajansı
ILO	Uluslararası Çalışma Örgütü
IEC	Uluslararası Elektroteknik Komisyonu
ICNIRP	Uluslararası İyonize Olmayan Radyasyondan Korunma Komisyonu
IEEE	Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü
IoT	Nesnelerin İnterneti
İSG	İş Sağlığı ve Güvenliği
KKT	Kuru Kimyevi Toz
KKD	Kişisel Koruyucu Donanımları
NTSB	Ulusal Ulaşım Güvenliği Kurulu
OCPP	Açık Şarj Noktası Protokolü
OWASP	Açık Web Uygulaması Güvenlik Projesi
SAE	Uluslararası Otomotiv Mühendisleri Derneği
SHURA	Enerji Dönüşüm Merkezi
TEA	Tamamen Elektrikli Araç
TOGG	Türkiye'nin Otomobili Girişim Grubu
TSE	Türkiye Standartlar Enstitüsü
TMMOB	Türkiye Makine Mühendisleri Odası
UNECE	Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu
VSD	Vermikülitin Sulu Dispersiyon
WHO	Dünya Sağlık Örgütü

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1.1. Türkiye’de 2011-2024 yılları arasında elektrikli araç sayıları	9
Tablo 1.2. Elektrikli araç projeksiyonu	10
Tablo 1.3. Şarj noktası sayısı projeksiyonu.....	15
Tablo 2.1. IEC’nin belirlediği 61851 standardında yer alan en yüksek akım ve gerilim değerleri	30
Tablo 2.2. Elektrikli araçların enerji şebekesi üzerindeki etkileri	31
Tablo 2.3. Otomotiv Mühendisler Derneği’nin tanımlamış olduğu AC standartları	36
Tablo 2.4. Otomotiv Mühendisler Derneği’nin tanımlamış olduğu DC standartları.....	37
Tablo 2.5. Şarj tipleri ve şarj olma süreleri	37
Tablo 2.6. Elektrikli araçlarda kullanılan bazı pil çeşitleri	41
Tablo 2.7. Lityum iyon batarya yangını sonrası ortama salınan gazlar.....	51
Tablo 2.8. Elektrikli araç yangınlarından kaynaklanabilecek risklere yönelik öneriler .	59
Tablo 2.9. L tipi risk değerlendirmesi için şiddet ve olasılık değerleri	62
Tablo 2.10. L tipi risk değerlendirmesi için şiddet değerleri	63
Tablo 2.11. L tipi risk değerlendirmesi için risk derecelendirme tablosu	63
Tablo 2.12. L matrisi kabul edilebilirlik değerleri ve eylem zaman çizelgesi (Carroll et al, 2006).....	64
Tablo 4.1. Çalışanların demografik özellikleri	93
Tablo 4.2. İSG bilgi düzeyi ölçeği için güvenilirlik analizi	96
Tablo 4.3. İSG bilgi düzeyi ölçeği için KMO ve Bartlett’s küresellik testi sonuçları	98
Tablo 4.4. İSG bilgi düzeyi ölçeğine ilişkin faktör yük dağılımları	99
Tablo 4.5. İSG bilgi düzeyi ölçeğinin tanımlayıcı istatistiksel analiz sonuçları	101
Tablo 4.6. İSG yeterlilik algısı ölçeği için güvenilirlik analizi sonuçları	102
Tablo 4.7. İSG yeterlilik algısı ölçeği için KMO ve Bartlett’s küresellik testi sonuçları	104
Tablo 4.8. İSG yeterlilik algısı ölçeğine ilişkin faktör yük dağılımları.....	105
Tablo 4.9. İSG yeterlilik algısı ölçeğinin tanımlayıcı istatistiksel analiz sonuçları	107
Tablo 4.10. Normallik testi sonuçları	109
Tablo 4.11. Değişkenlerin güvenilirliklerinin incelenmesi	109
Tablo 4.12. Ölçeklerin tanımlayıcı istatistiksel analiz sonuçları	110
Tablo 4.13. Korelasyon analizi sonuçları	111

Tablo 4.14. İSG bilgi düzeyi ölçeği ile İSG yeterlilik algısı ölçeği arasındaki ilişkiyi ölçen regresyon modeli.....	113
Tablo 4.15. İSG bilgi düzeyi ölçeği ile İSG yeterlilik algısı ölçeği arasındaki ilişkiyi ölçen regresyon modelinin ANOVA tablosu	114
Tablo 4.16. İSG bilgi düzeyi ölçeği ile İSG yeterlilik algısı ölçeği arasındaki ilişkiyi ölçen regresyon modelinin katsayıları	115
Tablo 4.17. İSG bilgi düzeyi ölçeğinin gelir durumuna göre incelenmesinde t-Testi sonucu	116
Tablo 4.18. İSG yeterlilik algısı ölçeğinin gelir durumuna göre incelenmesinde t-Testi sonucu	117
Tablo 4.19. İSG bilgi düzeyi ölçeğinin medeni duruma göre incelenmesinde t-Testi sonucu	117
Tablo 4.20. İSG yeterlilik algısı ölçeğinin medeni duruma göre incelenmesinde t-Testi sonucu	118
Tablo 4.21. İSG bilgi düzeyi ölçeğinin aile nüfusuna göre incelenmesinde t-Testi sonucu	119
Tablo 4.22. İSG yeterlilik algısı ölçeğinin aile nüfusuna göre incelenmesinde t-Testi sonuçları	119
Tablo 4.23. İSG bilgi düzeyi ölçeğinin yaş durumuna göre ANOVA sonucu.....	120
Tablo 4.24. İSG yeterlilik algısı ölçeğinin yaş durumuna göre ANOVA sonucu	120
Tablo 4.25. İSG bilgi düzeyi ölçeğinin iş tecrübesine göre ANOVA testi sonucu	121
Tablo 4.26. İSG yeterlilik algısı ölçeğinin iş tecrübesine göre ANOVA testi sonucu ..	122
Tablo 4.27. İSG bilgi düzeyi ölçeğinin eğitim durumuna göre ANOVA testi sonucu..	122
Tablo 4.28. İSG yeterlilik algısı ölçeğinin eğitim durumuna göre ANOVA testi sonucu	123
Tablo 4.29. Demografik değişkenleri içeren hipotezlerin red / kabul durumu	124

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Hibrit araçların şematik gösterimi (Kılınç 2022).....	4
Şekil 1.2. Yakıt hücresi teknolojisine sahip elektrikli araçların şematik gösterimi (Kılınç 2022).....	5
Şekil 1.3. Bataryalı elektrikli araçların şematik gösterimi (Kılınç 2022).....	6
Şekil 1.4. 2011-2023 yıllarında dünyada satılan bataryalı ve hibrit elektrikli araçlar.....	7
Şekil 1.5. 2011-2023 yılları arasında dünyada satılan yakıt hücresi teknolojisine sahip elektrikli araçlar	8
Şekil 1.6. Avrupa’da en çok şarj noktası kurulumu yapan ülkeler.....	12
Şekil 1.7. Dünyada kurulumu yapılan elektrikli araç şarj noktalarının sayısı.....	13
Şekil 1.8. EAFO’ya göre Türkiye’deki kurulumu yapılan kamusal şarj noktalarının sayısı	14
Şekil 2.1. Elektrikli şarj istasyonlarının genel yapısı.....	29
Şekil 2.2. Elektrikli aracın şarj esnasında arızadan kaynaklı yanması ve acil müdahale biçimi	33
Şekil 2.3. Elektrikli aracın şarj esnasında şarj girişinin uyumlu olmamasından kaynaklı yanması durumu	33
Şekil 2.4. Elektrikli aracın şarj aldığı sırada şarj ünitesinde topraklama arızasından kaynaklı yanması durumu	34
Şekil 2.5. Termal kaçak etkisi	42
Şekil 2.6. Yüksek voltaj tehlike levhası.....	52
Şekil 2.7. Yangın battaniyesi	53
Şekil 2.8. Su dolu konteyner	53
Şekil 2.9. Sulu dispersiyon söndürme cihazının lityum iyon bataryalarda uygulanması	54
Şekil 2.10. Rosenbauer BEST yangın söndürme ekipmanı	54
Şekil 2.11. Acil durum ekiplerinin kullandığı bazı ekipmanlar	57
Şekil 2.12. Elektrikli araçlarda tehlike ve KKD işaret bilgileri	58
Şekil 2.13. Elektrikli araç şarj istasyonu risk değerlendirme raporu	65

1. GİRİŞ

Yenilenemeyen enerji kaynaklarının küresel ölçekte enerji üretiminde yaygın olarak kullanımı, küresel ısınma ve sera etkisinin artmasına neden olmaktadır. Bu durum, alternatif enerji kaynaklarına yönelimi zorunlu hale getirmiştir. Alternatif enerji kaynakları, doğada sürdürülebilir ve sınırsız bir şekilde üretilen enerji türleri olup, sera gazı emisyonlarının azaltılmasında kritik bir rol oynamaktadır. Küresel ısınma ve sera gazı emisyonlarının artışıdaki en önemli etkenlerden biri, yakıtla çalışan geleneksel motorlu araçların yaygın kullanımıdır. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) tarafından yayımlanan *Energy Technology Perspectives* (2012) raporuna göre, küresel araç stokunun ve yakıt tüketiminin 2050 yılına kadar iki katından fazla artması öngörülmektedir (Gusev 2016). Bu eğilimin, yenilenemeyen enerji kaynaklarına olan talebi artırarak çevresel sürdürülebilirliği olumsuz yönde etkilemesi beklenmektedir.

Son yıllarda küresel ölçekte çevresel farkındalığın artması, yakıtla çalışan geleneksel motorlu araçlardan elektrikli araçlara geçiş sürecini hızlandırmıştır. Elektrikli araçların kullanım oranındaki artış, bu araçların şarj edilebilmesi için gerekli altyapının geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda, elektrikli araç şarj istasyonlarının yaygınlaştırılması, sürdürülebilir ulaşımın teşvik edilmesi açısından kritik bir öneme sahiptir. Elektrikli araç kullanımında menzil kaygısının ortadan kaldırılabilmesi için ise kapsamlı ve erişilebilir bir şarj istasyonu ağı oluşturulması gerekmektedir (Öter ve Baltacı 2022).

Menzil kaygısı, elektrikli araç kullanıcılarının, herhangi bir şarj istasyonuna veya hedeflenen varış noktasına ulaşmadan önce araçlarının batarya seviyesinin tükenmesine ilişkin duydukları endişeyi ifade eden bir kavramdır. (Rauh *et al.* 2015). Bu durum, elektrikli araç şarj altyapısı pazarlarını da etkileyen önemli bir faktördür. Menzil kaygısı, bireylerin elektrikli araç satın alma kararlarını doğrudan etkileyen unsurlar arasında yer almakta olup, bu nedenle şarj altyapısının geliştirilmesi elektrikli araç pazarının büyümesi açısından kritik bir rol oynamaktadır (Rauh *et al.* 2015).

Türkiye’de ve dünyada elektrikli araç şarj istasyonlarının giderek yaygınlaşması, bu alanla ilişkili potansiyel tehlike, risk ve iş kazası kavramlarını da giderek daha önemli hale getirmektedir. Farklı sektörlerde karşılaşılan risk unsurlarının, şarj istasyonlarında da benzer biçimde ortaya çıkma ihtimali göz önünde bulundurulmalıdır.

İnsan sağlığı, çevre ve toplumsal güvenlik açısından ciddi sonuçlar doğurabilecek bu tür risklerin önlenmesi için önleyici tedbirlerin alınması ve çalışanlarda farkındalık düzeyinin artırılması önemli hale gelmektedir. Bu bağlamda, İSG uygulamaları, elektrikli araç şarj istasyonlarında sürdürülebilir ve güvenli bir işyeri ortamının meydana getirilmesi açısından vazgeçilmez bir gereklilik olarak ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmada, elektrikli araç şarj istasyonlarının kurulum, kullanım ve bakım-onarım süreçleri ile çevresel koşullardan kaynaklanabilecek potansiyel tehlike ve riskler, İSG çerçevesinde kapsamlı biçimde değerlendirilmiştir. Bununla birlikte, Türkiye ve küresel ölçekte elektrikli araçlar ile bu araçlara hizmet veren şarj altyapılarının yaygınlığına ilişkin güncel istatistiksel veriler sunulurak, konunun güncelliği ve önemi vurgulanmıştır.

1.1.Araştırmanın Amacı ve Önemi

Elektrikli araçlar, son zamanlarda sürdürülebilirlik ve çevre dostu teknolojiler kapsamında hem bilimsel hem de uygulamalı çalışmalarda ele alınan bir konu konumuna gelmiştir. Türkiye ve dünya genelinde elektrikli araç kullanımının yaygınlaştırılmasına yönelik çeşitli çalışmalar yürütölmektedir. Elektrikli araçlara ilişkin araştırmaların büyük bir bölümü, enerji depolama ve şarj yöntemleri üzerine yoğunlaşmaktadır. Ancak, elektrikli araç şarj istasyonlarının kurulum, kullanım, bakım-onarım süreçleri ve bu süreçlerin ardından ortaya çıkabilecek İSG risklerine yeterince odaklanılmadığı görölmektedir. Bu çalışmada amaç, elektrikli araç şarj istasyonlarında görevli çalışanların İSG bilgi düzeyleri ve yeterlilik algılarının belirlenerek, demografik farklılaşmalara göre risk farkındalığına ilişkin ihtiyaçların tespit edilmesidir. Çalışma, bu ihtiyaçlara yönelik etkili eğitim ve önleyici stratejiler geliştirilmesine katkı sağlamayı hedeflemektedir.

Ayrıca şarj ünitelerinin kurulum, kullanım ve bakım-onarım süreçlerinden kaynaklanabilecek tehlike ve riskleri belirleyerek hem çalışanlar hem de çevre ve kullanıcılar için İSG açısından alınması gereken önlemleri ortaya koymaktır.

Bu kapsamda, İSG alanına ilişkin literatür bilgisi ile sahadan elde edilen nicel veriler bütünleştirilmiş; mevcut uygulamalardaki eksikliklerin giderilmesine yönelik öneriler geliştirilerek hem ilgili kurum ve kuruluşlara hem de ileride yapılacak çalışmalara katkı sağlanması hedeflenmiştir.

1.2.Elektrikli Araç Nedir?

Elektrikli araç, elektrik gücü ile hareket eden motorlu taşıtları ifade etmektedir. Elektrikli araç veya otomobil denildiğinde, bir veya daha fazla elektrik motoru ile tahrik edilen tüm tekerlekli taşıtlar anlaşılmaktadır. Bu araçlar, batarya, pil ve diğer enerji depolama teknolojilerinde depoladıkları elektrik enerjisini kullanarak hareket etmektedir (Nas ve Cihangir 2019). Elektrikli araçlar, yakıtla çalışan geleneksel motorlu araçlara alternatif bir teknoloji olmanın yanı sıra, küresel ısınma ile mücadelede önemli bir çözüm olarak değerlendirilmektedir. Kullanıcıların elektrikli araçları benimseme süreci, çeşitli faktörlere bağlıdır. Bu faktörler arasında elektrikli araçların maliyet etkinliği, uzun kullanım ömrü, çevre dostu yapısı ve menzil kaygısını ortadan kaldıracak hızlı şarj istasyonlarının yaygınlaştırılması yer almaktadır (Mensah 2015).

1.3.Yakıtla Çalışan Geleneksel Araçlar ve Elektrikli Araç Çeşitleri

Günümüzde yaygın olarak kullanılan motorlu taşıtlar dört farklı kategoride incelenebilmektedir. Bunlar arasında en yaygın olanı, yakıtla çalışan geleneksel araçlardır. Elektrikli araçlar (EA), sahip oldukları teknik özellikler ve çalışma prensipleri açısından üç ana gruba ayrılmaktadır: hibrit araçlar, yakıt hücresi teknolojisine sahip elektrikli araçlar ve tamamen elektrikli araçlar (TEA) (Şen vd 2011).

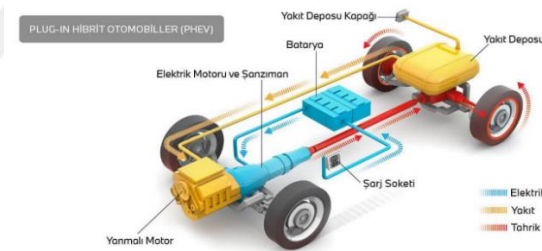
1.3.1.Yakıtla çalışan geleneksel araçlar

Yakıtla çalışan geleneksel araçlar, benzin ve dizel gibi petrol türevli yakıtlarla çalışan taşıtlardır. Bu araçların fosil yakıt kullanımı, küresel ölçekte hava kirliliğine ve çeşitli çevresel sorunlara neden olmaktadır. Özellikle son yıllarda yakıt maliyetlerindeki artış ve fosil yakıt rezervlerinin hızla tükenmesi, otomotiv sektörünü alternatif teknolojilere yönlendirmiştir. Bu doğrultuda, birçok otomotiv şirketi, yeni ve sürdürülebilir çözümler geliştirmek amacıyla araştırma ve geliştirme (Ar-Ge) faaliyetlerine ağırlık vermektedir. (Eğin 2019).

Yakıtla çalışan geleneksel araçlar, kısa sürede yakıt ikmali yapılabilmesi, yakıt istasyonlarının yaygın olması ve uzun sürüş menziline sahip olmaları gibi önemli avantajlara sahiptir. Ancak, bu avantajlar söz konusu araçların çevresel ve ekonomik dezavantajlarını ortadan kaldırmamaktadır (Dinçer *et al.* 2016).

1.3.2.Hibrit araçlar

Hibrit elektrikli araçlar, yakıtla çalışan geleneksel motorun yanı sıra bir elektrik motoruna da sahip olan ve bu iki sistemi bir arada kullanan taşıtlar olarak otomotiv sektöründe yerini almıştır. Bu araçlar, elektrik enerjisini hareket enerjisine dönüştürerek çalışmakta olup, sürüş esnasında kinetik enerjiyi elektrik enerjisine çevirerek kendi bataryalarını belirli ölçüde şarj edebilme kapasitesine sahiptir (Rind *et al.* 2017). Hibrit elektrikli araçların son yıllarda yaygın olarak tercih edilmesinin en önemli nedenlerinden biri, yakıtla çalışan geleneksel motorlu araçlar ile tamamen elektrikli araçların dezavantajlarını dengeleyerek daha verimli bir alternatif sunmasıdır (Denis ve Dubois 2018). Hibrit araçlar, elektrik enerjisini farklı yöntemlerle depolamakta ve bu enerjiyi elektrik motoru aracılığıyla kullanarak düşük egzoz emisyonu ve yakıt tüketimi sağlamaktadır. Bu özellikleri sayesinde, hibrit araçlar çevresel sürdürülebilirlik açısından yakıtla çalışan geleneksel motorlu araçlara kıyasla önemli avantajlar sunmaktadır (Boyalı 2008). Şekil 1.1’de Hibrit araçların şematik gösterimi verilmiştir.

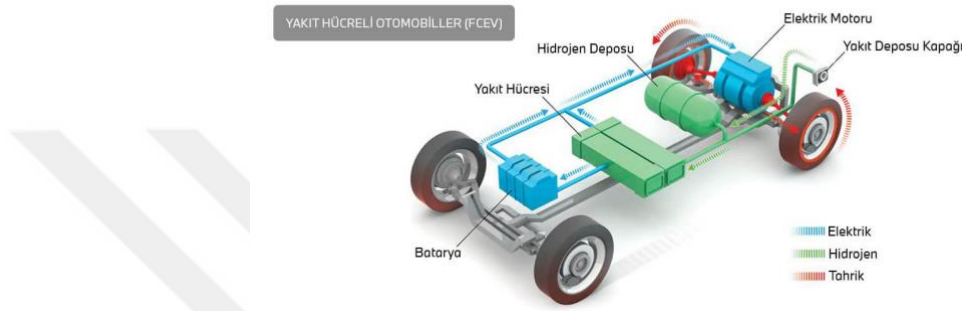


Şekil 1.1. Hibrit araçların şematik gösterimi (Kılınç 2022)

1.3.3.Yakıt hücresi teknolojisine sahip elektrikli araçlar

Yakıt hücresi teknolojisine sahip elektrikli araçlar, yalnızca elektrik motoru ile tahrik edilen ve kendi enerjisini üretebilen bir taşıt teknolojisidir (Kaymaz 2018). Bu araçlar, yakıtla çalışan geleneksel motorlu araçlara kıyasla enerji üretimi açısından daha verimli olup, çevre dostu bir teknolojik gelişmenin ürünü olarak değerlendirilmektedir. Günümüzde motorlu araçların sera gazı emisyonları ve çevresel kirlilik üzerindeki olumsuz etkileri göz önünde bulundurulduğunda, yakıt hücresi teknolojisine sahip elektrikli araçların önemli avantajlar sunduğu görülmektedir. Bu avantajların başında, yakıt olarak hidrojen kullanımı nedeniyle emisyon çıktısı olarak yalnızca suyun ortaya çıkması yer almaktadır (Şenol vd 2006).

Yakıt hücreleri, benzin istasyonlarında kısa sürede hidrojen ile doldurularak yeniden enerji üretmeye hazır hale getirilebilmektedir. Bataryalardan farklı olarak, yakıt hücreleri bir enerji depolama aracı değil, kimyasal reaksiyon yoluyla doğrudan elektrik enerjisi üreten bir sistemdir. Bu özellikleri sayesinde, yakıt hücresi teknolojisine sahip elektrikli araçlar sürdürülebilir ulaşım teknolojileri arasında önemli bir alternatif oluşturmaktadır (Chodakowska 2018). Şekil 1.2’de yakıt hücresi teknolojisine sahip elektrikli araçların şematik gösterimi verilmiştir.



Şekil 1.2. Yakıt hücresi teknolojisine sahip elektrikli araçların şematik gösterimi (Kılınç 2022)

1.3.4. Bataryalı elektrikli araçlar (BEV)

Bataryalı elektrikli araçlar, bataryada depolanan elektrik gücünü kullanarak elektrik motoru aracılığıyla çalışan taşıtlardır. İçten yanmalı motora sahip olmadıkları için fosil yakıt tüketmezler ve bu durum, çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli bir avantaj sağlamanın yanı sıra, araçların oldukça sessiz çalışmasını da mümkün kılmaktadır. Elektrikli araçların sunduğu avantajlara rağmen, bazı teknik ve ekonomik zorluklar da mevcuttur.

Elektrik enerjisinin depolanma sürecine bağlı olarak yüksek batarya maliyetleri, uzun şarj süreleri, sınırlı sürüş menzili ve yeterli sayıda şarj istasyonunun bulunmaması, bu araçların yaygınlaşmasını kısıtlayan başlıca faktörler arasında yer almaktadır. Ayrıca, kullanılan bataryaların ömrünün nispeten kısa olması, belirli bir süre sonra değiştirilmesini gerektirmekte ve bu durum kullanıcılar için ek maliyet yaratmaktadır (Xiuxiu 2014). Ancak, teknolojik gelişmelerin hızla ilerlemesi, batarya teknolojisinde de önemli yeniliklerin ortaya çıkmasını sağlamaktadır.

Şekil 1.3. Bataryalı elektrikli araçların şematik gösterimi (Kılınç 2022)

1.4.Elektrikli Araçların Küresel ve Ulusal Ölçekte Gelişimi

Bu bölümde, elektrikli araçların küresel ve ulusal ölçekte gelişimi ile ilgili bilgiler ve istatistiksel veriler sunulacaktır. Grafikler aracılığıyla sunulacak bu veriler, elektrikli araçların şarj istasyonu ihtiyacına ve şarj istasyonlarının yaygınlık durumuna dikkat çekmeyi amaçlamaktadır.

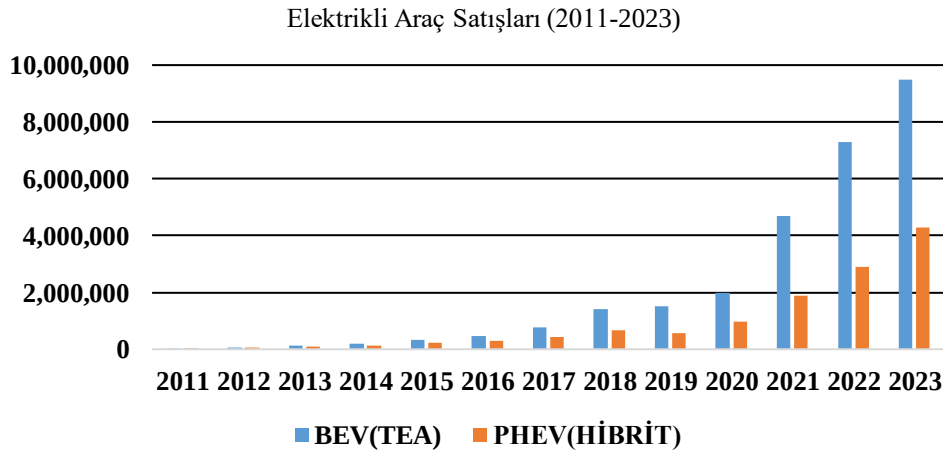
1.4.1.Dünyadaki gelişimi ve güncel veriler

Elektrikli araçların üretimi ve yaygınlaşması, 1900-1912 yılları arasında önemli bir ivme kazanmıştır. Ancak, 1920-1960 yılları arasında yakıtla çalışan geleneksel motorlu araçların yoğun şekilde üretilmesi, elektrikli araçların gelişimini sekteye uğratmıştır. 1960-1990 yılları arasında ise sınırlı da olsa elektrikli araç üretimi devam etmiştir (Ünlü vd 2003).

Petrol fiyatlarındaki dalgalanmalar, hava kirliliğinin artışı ve küresel iklim değişikliği ile ilgili çevresel farkındalığın yükselmesi, 1990'lı yıllarda elektrikli araç teknolojilerinde yeniden bir canlanmaya yol açmıştır. Özellikle bireylerde gelişen çevre bilinci, 2010 yılına kadar elektrikli araçlara olan ilgiyi artırmıştır (IEA 2013). Elektrikli araçların gelişimi zaman zaman dalgalanmalara uğramış olsa da günümüzde bu araçlara olan talebin giderek arttığı görülmektedir.

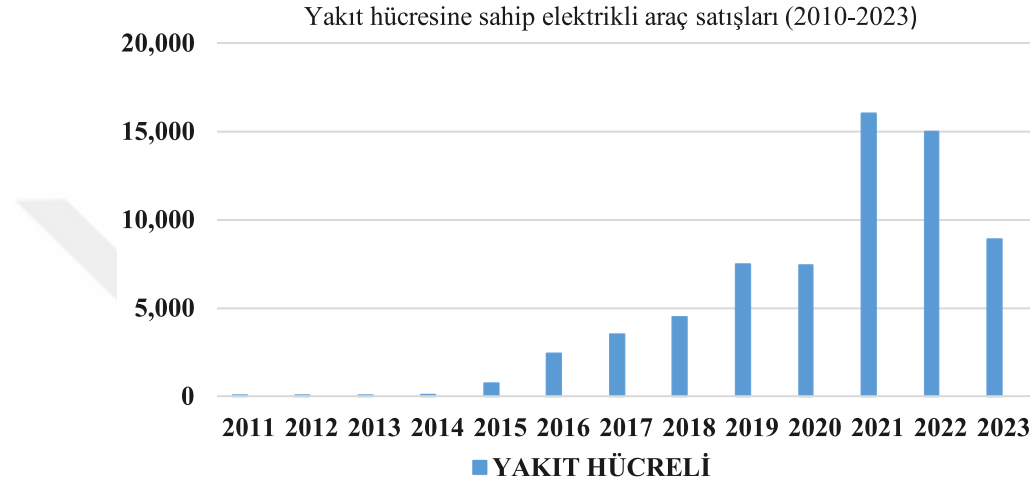
IEA'nın 2022 yılında yayımladığı rapora göre, bazı ülkeler elektrikli araç kullanımını teşvik etmek amacıyla çeşitli stratejiler geliştirmektedir. Bu stratejiler doğrultusunda, elektrikli araç stoğunun toplam karayolu ulaşım araçları içerisindeki payının hızla arttığı belirtilmektedir. Raporda, 2021 yılında 18 milyon olan elektrikli araç stoğunun, 2030 yılına kadar 200 milyona ulaşmasının öngörüldüğü ifade edilmektedir. Ayrıca, 2030'lu yıllarda elektrikli araçların pazar payının %13 ila %20 arasında olmasının beklendiği belirtilmektedir (Bibra *et al.* 2022).

Elektrikli otomobil satışının 2023 yılında satılan her beş otomobilden yaklaşık birinin elektrikli olduğu, elektrikli araç satışlarının 2023 yılında 14 milyona yaklaştığı ve bu sayının %95'inin Çin, Avrupa ve Amerika Birleşik Devletleri'nde gerçekleştiği ifade edilmektedir. Elektrikli araçların toplamda 40 milyon adet olduğu belirtilmektedir (IEA 2024).



Şekil 1.4. 2011-2023 yıllarında dünyada satılan bataryalı ve hibrit elektrikli araçlar

IEA'nın verilerine göre, 2011-2023 yılları arasında dünya genelinde satılan elektrik gücüyle çalışan araçların yıllara göre dağılımı Şekil 1.4'te gösterilmektedir. Bu veriler doğrultusunda, Bataryalı Elektrikli Araçlar (BEV) ve Hibrit Elektrikli Araçlar satışlarının yıllara göre artış gösterdiği bilinmektedir. Küresel ölçekte sürdürülebilir çevre bilincinin yaygınlaşmasıyla birlikte, elektrikli araçların üretim, satış ve kullanım oranlarının ilerleyen yıllarda daha da artacağı öngörülmektedir.



Şekil 1.5. 2011-2023 yılları arasında dünyada satılan yakıt hücresi teknolojisine sahip elektrikli araçlar

IEA'nın 2011-2023 yılları arasında yakıt hücresi teknolojisine sahip elektrikli araçların yıllara göre, satış verilerinin dağılımı Şekil 1.5'te verilmiştir. Bu verilere bakıldığında ilk yıllarda yakıt hücresi teknolojisine sahip elektrikli araçların satışlarının sürekli artış gösterdiği, 2021-2023 yılları arasında ise satışlarda dalgalanma gerçekleştiği görülmektedir. Gusev (2016) tarafından yapılan bir çalışmada, yakıt ikmal altyapısının şarj istasyonlarına göre yaygınlığının sınırlı olması, yakıt hücresi teknolojisine sahip elektrikli araçların satışlarını etkilediği belirtilmektedir. Bir başka çalışmada ise, yakıt hücresi teknolojisine sahip elektrikli araçların yaygın olarak tutulmamasının bir diğer sebebi olarak, yakıt hücresi teknolojisinin pahalı olması gösterilmektedir (Özbay 2017). Yapılan araştırmalar doğrultusunda, yakıt hücresi teknolojisine sahip elektrikli araçların satışlarında dalgalanmaların yaşandığı belirlenmiştir. Bu durumun başlıca nedenleri arasında, yakıt hücresi teknolojisinin yüksek maliyetli olması ve yakıt ikmal altyapısının yeterince yaygınlaşmamış olması gösterilmektedir.

1.4.2. Türkiye’deki gelişimi ve güncel veriler

Türkiye’de ise elektrikli ve hibrit araçlar konusunda ilk çalışmalar 2003 yılında Tübitak Marmara Araştırma Merkezi tarafından hayata geçirilmiştir. Bu çalışmalarla beraber bazı üniversiteler ile sanayi kuruluşları arasında elektrikli araçların geliştirilmesi konusunda çalışmalar devam etmektedir ve bu süreç günümüzde elektrikli araç teknolojilerinde önemli gelişmelere katkı sağlamaktadır (Haktanır 2012).

Türkiye elektrik gücüyle hareket eden araç çalışmalarında ilk ve radikal gelişme Türkiye Otomobili Girişim Grubu (TOGG) tarafından 2018 yılında hayata geçirilmiştir. Aşağıdaki tabloda, elektrikli otomobillerin Türkiye otomobil pazarı içerisindeki pazar payına yer verilmiştir.

Tablo 1.1. Türkiye’de 2011-2024 yılları arasında elektrikli araç sayıları

Yıllar / Elektrikli Araç Türü	Hibrit ⁽²⁾	%	Elektrikli	%	Toplam
2011	23	0,0	24	0,0	47
2012	53	0,0	175	0,0	228
2013	83	0,0	353	0,0	436
2014	113	0,0	412	0,0	525
2015	324	0,0	565	0,0	889
2016	517	0,0	643	0,0	1.160
2017	925	0,0	760	0,0	1.685
2018	4.415	0,0	952	0,0	5.367
2019	13.877	0,1	1.176	0,0	15.053
2020	33.690	0,3	2.797	0,0	36.487
2021	86.682	0,6	6.267	0,0	92.949
2022	134.662	0,9	14.552	0,1	149.214
2023	222.328	1,5	80.043	0,5	302.371
2024 ⁽¹⁾	287.436	1,8	138.429	0,9	425.865

⁽¹⁾Veriler Ağustos ayı sonunu kapsamaktadır.

⁽²⁾Hibrit, yakıt açısından benzin-elektrik ve dizel elektrik otomobilleri kapsamaktadır.

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK, 2024) tarafından yayımlanan veriler incelendiğinde, Türkiye'deki elektrikli otomobillerin pazar payının nispeten düşük olmasına rağmen, 2022 yılında bir önceki yıla kıyasla yaklaşık iki kat artış gösterdiği belirlenmiştir. 2023 yılında elektrikli ve hibrit araçların toplam pazar payının %2 olduğu görülmektedir. 2024 yılının ilk yarısında ise bu oranın %2,7 seviyesine yükseldiği görülmektedir. Özellikle hibrit araçların, bataryalı elektrikli araçlara kıyasla daha fazla tercih edilmesinin en önemli nedenlerinden biri, menzil sorununu büyük ölçüde ortadan kaldırması olarak değerlendirilmektedir.

Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu'nun 4/4/2024 tarihli ve 12551 sayılı Kurul Kararı ile onaylanan, ülkemizdeki elektrikli araç kullanımı, gelişimi ve şarj altyapısı ihtiyacına yönelik olarak oluşturulan elektrikli araç sayısı tahminleri aşağıda yer almaktadır.

Tablo 1.2. Elektrikli araç projeksiyonu

YIL	ELEKTRİKLİ ARAÇ SAYISI		
	DÜŞÜK SENARYO	ORTA SENARYO	DÜŞÜK SENARYO
2025	202.030	2025	202.030
2030	776.362	2030	776.362
2035	1.779.488	2035	1.779.488

Belirtilen istatistiklere dikkat edildiğinde elektrikli araçların satışlarının artması, Türkiye'de ve dünyada elektrikli araç şarj istasyonlarının kurulumlarına yönelik zorunlu ihtiyacı arttırması beklenmektedir.

1.5.Elektrikli Araç Şarj İstasyonu Nedir?

Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) tarafından yayınlanan 31797 sayılı Şarj Hizmeti Yönetmeliğine göre Şarj istasyonu; (*“Elektrikli araçlara kablolu veya kablosuz elektrik enerjisi aktarımının yapıldığı tesisi”*) ifade etmektedir. Elektrikli araçların doğrudan şarj edilebilmesi ise şarj ünitelerinin doğru ve güvenli bir şekilde kurulumuna bağlıdır. 31797 sayılı Şarj Hizmeti Yönetmeliğine göre Şarj ünitesi; (*“Bir veya daha fazla sayıda kablolu veya kablosuz şarj bağlantısının sağlanabildiği, şarj hizmetinin sunulduğu fiziksel olarak tek bir üniteyi”*) ifade eder.

1.6.Elektrikli Araç Şarj Altyapısının Küresel ve Ulusal Ölçekte Gelişimi

Bu bölümde elektrikli araç şarj altyapısının küresel ve ulusal ölçekte gelişimine yer verilmiştir. Tarihsel gelişime bağlı olarak şarj istasyonlarının yaygınlığına dair güncel verilere de yer verilecektir.

1.6.1.Dünyadaki gelişimi ve güncel veriler

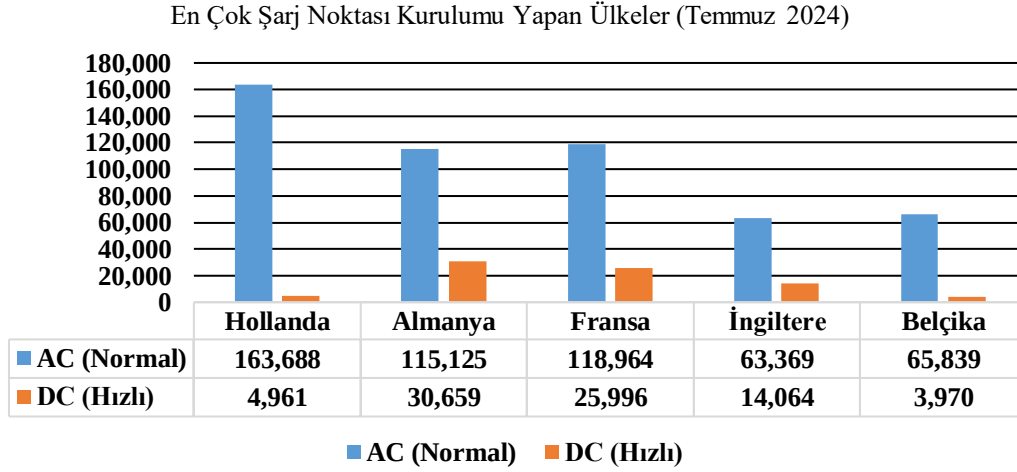
Elektrikli araç ve otomobillerin ilk çıktıkları süreçte sınırlı kullanıldığı görülmektedir. Sınırlı kullanımın dışına çıkabilmek için, ilk önce 1896 yılında değiştirilebilir bir batarya servisi önerildiği görülmektedir.

Öncelikli olarak 1910-1924 yılları arasında Hartford Electric Light Company tarafından General Vehicle Company (GeVeCo) akü servisinin çalışmalarıyla değiştirilebilir batarya-pil istasyonu uygulamaya konulmuştur (Aybirdi 2021). 1917 yılında başlayan, başarılı batarya-pil değişim hizmeti Chicago'da Milburn Electric otomobillerinde de görülmektedir. Araç sahibi, aracını aküsüz halde de alabilmekteydi. Günümüz koşullarında ise Tesla, Better Place, ve Mitsubishi Heavy Industries, sürüş mesafesini uzatabilmek, aynı zamanda menzil kaygısı sorununa çözüm bulabilmek için batarya-pil değişim sistemini elektrikle hareket eden araçlara entegre etmeye çalışmışlardır (Aybirdi 2021).

Elektrikli araçların ilk ortaya çıktığı 1800'lü yıllarda, şarj istasyonlarının yaygın olmadığı görülmektedir. Şarj istasyonlarının yaygınlığının, elektrikli araçların kullanım oranı ve satış hacmi ile doğrudan ilişkili olduğu değerlendirilmektedir. Elektrikli araçların sürekli çalışır durumda kalabilmesi ve güvenli bir şekilde seyahat edebilmesi için bataryalarının düzenli olarak şarj edilmesi gerekmektedir. Bu ihtiyacı karşılamak amacıyla, elektrikli araç şarj üniteleri geliştirilmiş olup, bu üniteler bireysel kullanıcıların evlerine kurulabildiği gibi, kamuya açık elektrikli araç şarj istasyonlarında da yer almaktadır (Nas ve Cihangir 2019).

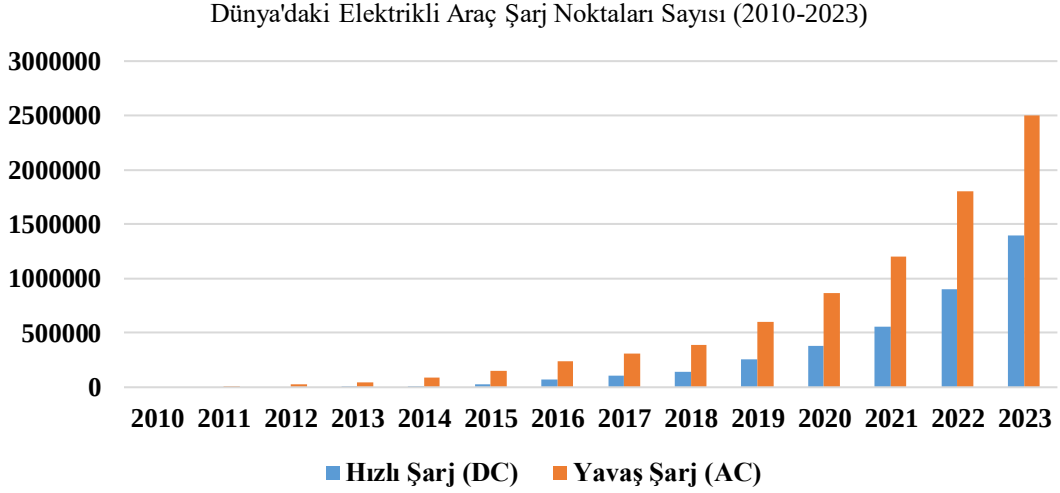
Elektrikli araç stoğunun satışının, 2025 yılında 18 milyon, 2030 yılında ise 30 milyonun üzerine çıkması beklenmektedir. Elektrikli araç satışının büyümesi ile elektrikli araç şarj altyapısında da iki kattan fazla artış ihtiyacının ortaya çıkması beklenmektedir. Bu ihtiyaca karşılık yıllık 22 milyon elektrikli araç şarj noktasının konumlandırılması ihtimali üzerinde durulmaktadır (Bibra *et al.* 2022). Elektrikli şarj istasyonlarının gelişimi ve yaygınlığı, elektrikli araçların satışına ve üretimine paralel olarak gerçekleşmektedir.

Dünyada elektrikli araçların satışının artmasıyla beraber elektrikli şarj istasyonlarının kurulum sürecinin hızlanması beklenmektedir. Avrupa'daki bazı ülkelerde kurulumu yapılan şarj noktalarının sayısı Şekil 1.6'da verilmiştir.



Şekil 1.6. Avrupa'da en çok şarj noktası kurulumu yapan ülkeler

Avrupa Alternatif Yakıtlar Gözlemevi (EAFO) tarafından derlenen veriler incelendiğinde, Avrupa ülkelerinin elektrikli araç şarj istasyonlarını yaygınlaştırma konusunda birbirleriyle rekabet içinde olduğu görülmektedir. Verilere göre, söz konusu ülkelerde Normal Şarj (AC) yönteminin, Hızlı Şarj (DC) yöntemine kıyasla daha yaygın olarak kurulduğu görülmektedir. Hızlı şarjın yavaş şarja oranı ülkeler bazında değerlendirildiğinde; Hollanda'da %3, Almanya'da %26,1, Fransa'da %21,8, İngiltere'de %22 ve Belçika'da %6 olarak gerçekleştiği belirlenmiştir. Hollanda ve Belçika'nın hızlı şarj istasyonu kurulumunda diğer ülkelere kıyasla daha geride kaldığı görülmektedir. Bu durumun başlıca nedenleri arasında, her iki ülkenin yüzölçümünün nispeten küçük olması ve hızlı şarj istasyonu kurulum maliyetlerinin yüksek olması gösterilmektedir. Bu faktörler, kullanıcıların daha kısa mesafelerde yavaş şarj (AC) yöntemini tercih etmelerinde etkili olmaktadır. Dünya genelinde elektrikli araç şarj istasyonlarının sayısal verileri Şekil 1.7'de gösterilmiştir.



Şekil 1.7. Dünyada kurulumu yapılan elektrikli araç şarj noktalarının sayısı

Uluslararası Enerji Ajansının 2010-2023 yılları arasında yayımladığı veriler incelendiğinde 2011 yılında yaklaşık olarak 10 bin adet olan normal şarj noktasından, 2023 yılında ise 8,2 milyon adet şarj noktasına ulaştığı görülmektedir. Hızlı şarj noktaları, normal şarj noktalarının sayısına oranla az olsa da şarj altyapısında önemli bir artış sürecine girmiştir. 2013 yılında kurulumu yapılan hızlı şarj noktası sayısı 2.600 bin adet iken, 2023 yılında bu sayı 3,85 milyon adete ulaşmıştır (IEA 2024). Belirtilen verilerden yola çıkıldığında, dünya üzerinde birçok ülkede elektrikli araçların satışına oranla şarj noktalarında önemli bir artışın yaşandığı düşünülmektedir.

1.6.2. Türkiye'deki gelişimi ve güncel veriler

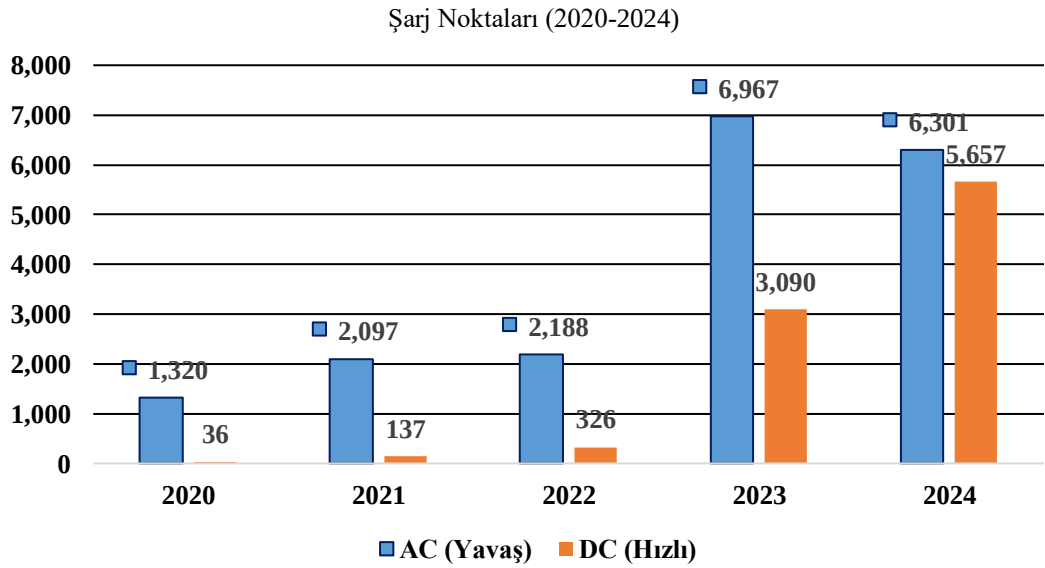
Elektrikli araçların otomotiv sektöründeki kullanımı Türkiye'de de giderek yaygınlaşmaktadır. İstatistik Kurumunun 2021 verilerine göre, 2011 yılında satılan elektrikli ve hibrit araç sayısı 47 adet iken, 2024 yılı ağustos ayı itibarıyla bu sayı 425.865 bin adete çıkmıştır.

Elektrikli araçların, Türkiye'de kullanıcılar tarafından benimsenmesi ile yaygınlaşacağı tahmin edilmektedir. SHURA Enerji Dönüşümü Merkezi'nin 2019 yılında ("*Elektrikli Araçların Türkiye Dağıtım Şebekelerine Etkileri*") adlı bir rapor yayımlamıştır. Bu rapora göre 2030 yılından itibaren Türkiye'de elektrikli araçların toplam sayısının 2,5 milyona erişmesi ve 1 milyon şarj istasyonunu kurulmuş olması öngörülmektedir (SHURA 2019).

Ülkemizde elektrikli araç kullanımının artması ile elektrikli araçların enerji ihtiyacını karşılayabilecek şarj istasyonlarının kurulmasını zorunlu hale getirmesi beklenmektedir (Aybirdi 2021). Bu durum elektrikli araçların geniş kitleler tarafından benimsenmesini kolaylaştıracaktır.

Türkiye’de elektrikli araç şarj altyapısının kurulumu ve yaygın hale getirilmesi süreci, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’nın öncülüğünde (*“2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı”*) kapsamında değerlendirilmiştir. Türkiye’de mevcut mevzuata göre, Planlı Alanlar ve İmar Yönetmeliği’nin “Akaryakıt Servis İstasyonları” başlığı altında yer alan 35’inci maddesinin 4. fıkrasında: (*“Elektrik enerjisi ile çalışan araçların şarj edilmeleri için, ilgili elektrik kurumunun, olumlu görüşü ile otoparklar, akaryakıt istasyonları veya diğer uygun yerlerde elektrikli araç şarj yeri yapılabilir.”*) düzenlenmesine yer verildiği görülmektedir (Aybirdi 2021).

Günümüzde, özellikle Türkiye genelinde, evde kullanım yaygınlaşmasa da elektrikli araç satışlarının artmasıyla elektrikli araç şarj istasyonlarının yaygınlaşması beklenmektedir.



Şekil 1.8. EAFO’ya göre Türkiye’deki kurulumu yapılan kamusal şarj noktalarının sayısı

Avrupa Alternatif Yakıtlar Gözlemevi’nin (EAFO) Şekil 1.8’de derlediği veriler aracılığı ile Türkiye’deki AC (Normal) ve DC (Hızlı) şarj noktalarının 2020-2024 yılları arasında sürekli artış gösterdiği görülmektedir.

EPDK'nın Nisan 2025 tarihi verilerine göre Türkiye'nin 81 ilinde şarj istasyonları bulunmaktadır. Son rakamlara göre 17,231 adeti AC (Yavaş şarj), 12,265 adet DC (Hızlı şarj) noktası olmak üzere toplamda 29,496 adet şarj noktasına ulaşıldığı belirtilmiştir (EPDK 2025). Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu tarafından yapılan açıklamaya göre, elektrikli araçların kullanımını arttırmak amacıyla etkili politika ve düzenlemelerin yapılmasının önemli olduğu belirtilmiştir. Bu amaçla 2 Nisan 2022 tarihli ("*31797 sayılı Resmî Gazete 'de Şarj Hizmeti Yönetmeliği'*") yayımlanmıştır. EPDK'nın 4/4/2024 tarihli ve ("*12551 sayılı Kurul Kararı'*") ile onaylanan, ülkemizdeki elektrikli araç kullanımı, gelişimi ve şarj altyapısı ihtiyacına yönelik olarak oluşturulan şarj noktası sayısı tahminleri aşağıda yer almaktadır.

Tablo 1.3. Şarj noktası sayısı projeksiyonu

YIL	Şarj Noktası Sayısı (AC)			Şarj Noktası Sayısı (DC)			Şarj Noktası Sayısı (Toplam)		
	Düşük	Orta	Yüksek	Düşük	Orta	Yüksek	Düşük	Orta	Yüksek
2025	24.983	33.476	44.988	9.295	24.983	33.476	44.988	46.070	24.983
2030	58.717	100.187	127.224	24.826	58.717	100.187	127.224	142.824	58.717
2035	100.150	186.152	237.181	46.766	100.150	186.152	237.181	273.076	100.150

EPDK'nın Nisan 2024 tarihli kararı incelendiğinde, 2035 yılı itibarıyla Türkiye'de elektrikli araç şarj istasyonu altyapısının yaygınlaşmasının öngörüldüğü görülmektedir. Şarj istasyonlarının artan sayısı ile birlikte, bu istasyonların kurulum, kullanım ve bakım-onarım süreçlerinde İSG önlemlerinin uygulanması kaçınılmaz hale gelecektir. Bu doğrultuda, çalışmanın amacına uygun olarak, şarj istasyonlarında çalışan personel, çevre, iş yeri ve elektrikli araç kullanıcılarını etkileyebilecek olası tehlike ve riskler belirlenmiştir. Ayrıca, bu risklerin azaltılmasına yönelik alınabilecek önlemler ve uygulanması gereken güvenlik stratejileri üzerine önerilere yer verilmiştir.

2. KURAMSAL TEMELLER

Bu bölümde İş Sağlığı ve Güvenliğinin, Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO), Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve (*“6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu”*) göre tanımlanmasına, amacına ve önemine değinilmiştir. İSG’nin amacını ve önemini yansıtan bazı kavramların (tehlike, risk ve iş kazası) tanımlamalarına yer verilmiştir. Tehlike ve risk kavramlarının tanımlamalarından hareketle, Türkiye’de elektrikli araç şarj istasyonlarının kurulumuna yönelik kanun, yönetmelik ve yapılan düzenlemeler üzerinde durulması, elektrikli araç şarj istasyonlarının kurulum, kullanım, bakım onarım ve sonrasındaki süreçle ilgili literatür taramasına dayanılarak İSG ilkelerine göre değerlendirilmiştir.

2.1. İş Sağlığı ve Güvenliğinin Tanımı

Genç nüfusun her geçen yıl arttığı ülkemizde, iş gücüne katılım da aynı oranda artmaktadır. Bu durum iş yaşamında verimliliği arttırabilmek amacıyla İSG ilkelerine uygun davranmayı zorunlu hale getirmiştir. İş yeri ortamının çalışana uygun hale getirilmesi, iş yerinde tehlike, risk ve meslek hastalıklarının kabul edilebilir düzeye inmesini sağlayacaktır (Baygeldi ve Gerdan 2019).

WHO’ya göre İş Sağlığı; (*“tüm mesleklerde çalışanların fiziksel, ruhsal ve sosyal yönden tam bir iyilik halinde olmalarını sağlamak ve sürdürmek; çalışma koşullarının ve ortamlarının sağlık açısından elverişli hale getirilmesini temin etmek; işin insana, insanın da işe uygunluğunu sağlamak ve çalışanları iş ortamından kaynaklanabilecek sağlık sorunlarına karşı korumaktır.”*) İş Güvenliği ise; (*“çalışanların işyerinde kazalara, yaralanmalara veya tehlikeli durumlara maruz kalmalarını önlemeye yönelik alınan önlemler ve uygulamalardır.”*) şeklinde ifade edilmektedir. Bu tanımlamalardan yola çıkarak İSG kavramı çalışanların iş yerinde, çalıştığı sırada oluşabilecek tehlike ve riskleri ortaya çıkmadan önce belirleyerek bertaraf edilmesi ya da kabul edilebilir bir düzeye indirilmesini hedef edinen bir uzmanlık alanı olarak tanımlanmaktadır.

2.2.İş Sağlığı ve Güvenliğinin Önemi

İSG halihazırda var olan toplum yapısında insana verilen değerin gelişimiyle doğru orantılı ortaya çıkmış ve süreklilik arz eden bir bilim dalı olarak bilinse de aslında insanlık tarihi kadar derin ve eski bir geçmişe sahip bir uygulamadır. Ülkemizde İSG'nin yasal zemini gerçek anlamda 2012 yılında yürürlüğe giren (*"6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu"*) ile oluşturulmuştur (Akkaya 2017).

ILO'nun verilerine göre dünya çapında her sene 3 milyonu aşkın ölümcül olmayan iş kazası meydana gelmektedir. Kepir (1983) yaklaşımına göre, iş kazalarının %88'ini tehlikeli hareketlerden, %10'u tehlikeli durumlardan ve kalan %2'si ise önlenmesi mümkün olmayan ya da nedeni belirlenemeyen durumlardan kaynaklanmaktadır (Üngüren vd 2017). İş kazalarının %50'si kolaylıkla, %48'i ise planlı ve düzenli çalışma ile önlenabilir niteliktedir; yani toplamda kazaların %98'i aslında önlenabilir durumdadır (Yılmaz 2014; Demir 2017).

2.3.İş Sağlığı ve Güvenliğinin Amacı

6331 Sayılı Kanununa göre İş Sağlığı ve Güvenliğinin amacı; (*"iş yerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliğinin sağlanması ve mevcut sağlık ve güvenlik şartlarının iyileştirilmesi için işveren ve çalışanların görev, yetki, sorumluluk, hak ve yükümlülüklerini düzenlemektir."*) şeklinde belirtilmiştir. Buradan da anlaşılacağı üzere çalışanların sağlığının ve güvenliğinin sağlanması için tüm paydaşların çalışma ortamında üzerlerine düşen görev ve sorumlulukları hakkıyla yerine getirmeleri gerektiği belirtilmektedir. İSG'nin diğer amaçları ise;

- Çalışan sigortalının fiziksel, psikolojik ve ergonomik açılarından tam iyilik hallerinin korunmasını,
- İşyerlerinde alınacak önleyici tedbirlerle hem üretim güvenliği ve sürekliliği sağlanır hem de işverenin iş gücü kaybı azalır.
- İşyeri güvenliğini sağlayarak çalışanları tehlikeli durumlardan koruyup, güvenli bir çalışma ortamı oluşturulmasını (Karabal 2021)
- Çalışanın iş yerine uymasını sağlamak yerine iş yerinin çalışana uygun hale getirilmesini,

- İşyerinde işveren ve çalışanlar arasında iş birliğini sağlayarak çalışanların mesleki anlamda doyumunun ve motivasyonunun artırılmasını amaçlamaktadır (Yardımcıoğlu 2018). İSG kültürü reaktif bir yaklaşım yerine proaktif yaklaşımı benimseyerek tehlike ve risk durumları gerçekleşmeden önce önleyici tedbirler almayı amaç edinmektedir. Bu bölümde tehlike, risk ve iş kazası kavramları tanımlanacak. Ayrıca iş kazası sayılabilecek haller ve bir olayın iş kazası şartları belirtilmiştir.

2.4.Tehlike, Risk ve İş Kazası Kavramlarının Tanımlanması

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununa göre Tehlike; (*“İşyerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek, çalışanı veya işyerini etkileyebilecek zarar veya hasar verme potansiyelini,”*) Risk; (*“Tehlikeden kaynaklanacak kayıp, yaralanma ya da başka zararlı sonuç meydana gelme ihtimalini,”*) İş Kazası ise; (*“İşyerinde veya işin yürütümü nedeniyle meydana gelen, ölüme sebebiyet veren veya vücut bütünlüğünü ruhen ya da bedenen engelli hâle getiren olayı,”*) ifade etmektedir.

2.4.1.5510 Sayılı Kanun’a göre iş kazası sayılan haller

- “Sigortalının iş yerinde bulunduğu sırada,”
- “İşveren tarafından yürütülmekte olan iş nedeniyle,”
- “Bir işverene bağlı olarak çalışan sigortalının, görevli olarak işyeri dışında başka bir yere gönderilmesi nedeniyle asıl işini yapmaksızın geçen zamanlarda,”
- “Hizmet akdi ile çalışan emziren kadın sigortalının, iş mevzuatı gereğince çocuğuna süt vermek için ayrılan zamanlarda,”
- “Sigortalıların, işverence sağlanan bir taşıtla işin yapıldığı yere gidiş geliş sırasında,”
- “Kendi adına ve hesabına bağımsız çalışıyorsa yürütmekte olduğu iş nedeniyle meydana gelen olaylardır.”

2.4.2.5510 Sayılı Kanun’a göre iş kazası şartları

- “Sigortalı olması,”
- “Mutlaka bir olay ile karşılaşmış olması,”
- “Meydana gelen olay nedeniyle bedenen veya ruhen engelli hale gelmesi, hallerinin bir arada bulunması gerekmektedir.”

Son yıllarda Türkiye’de ve dünyada elektrikli araçların üretiminin hızlanması, elektrikli araç şarj istasyonlarının kurulum ihtiyacını ortaya çıkarması beklenmektedir. Elektrikli araç şarj istasyonlarının kuruldukları yerlerde tehlike ve risk teşkil etmesi, çalışanların ve araç kullanıcılarının can güvenliğini tehdit etmesi öngörülmektedir. Bu durum elektrikli şarj istasyonlarında kurulum, kullanım ve bakım onarım süreçlerinde İSG’nin önemi gözler önüne sermektedir. Bir sonraki bölümde Türkiye’de elektrikli araç şarj istasyonlarının yaygınlaştırılması ve kısıtlı da olsa İSG’ye dayalı yasal hükümler ve politikalara değinilecektir.

2.5.Şarj İstasyonlarına Yönelik Mevzuat ve Politikalar

Bu bölümde elektrikli araç şarj istasyonlarının kurulum, kullanım ve bakım onarım sürecine yönelik Türkiye’de ve dünyada yürürlüğe girmiş yasal düzenlemeler ve politikalara değinilmesi düşünülmektedir. Türkiye’de elektrik gücü ile hareket eden araçlara ve şarj altyapısının yaygınlaştırılmasına dair düzenlemeler oldukça sınırlı, az sayıda ve son zamanlarda hazırlanmış düzenlemelerdir. Bu düzenlemelerle akıllı ulaşım sistemlerinin kullanılması, ulaşımında verimliliğin artırılması ve fosil yakıt kaynaklı ulaşımın azaltılması yönünde hedeflerin olduğu görülmektedir. Ancak elektrikli araç şarj istasyonlarında İSG alanında çalışanı, araç kullanıcılarını ve çevreyi korumaya yönelik sınırlı sayıda düzenlemenin olduğu görülmektedir.

2.5.1.Politikalar ve Mevzuat

2.5.1.1.Politikalar

“Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023)”

- *“Otomotiv destek programı ve farklı destek mekanizmalarının hayata geçirilmesi ile birlikte sensör, batarya, yakıt hücresi ve yazılım gibi konularda teknolojik yetkinliklerin ilettilmesi ve üretime yönlendirilmesi,”*
- *“Elektrikli araçlar için uygun altyapının oluşturulması, batarya yatırımlarının gerçekleştirilmesi ve veri-bazlı ve yüksek katma değerli katma hizmetlere dönüşüm sağlanması”*

“Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Sanayi ve Teknoloji Stratejisi 2023;”

- *“E-mobilite ekosisteminin yeni yatırım gereksinimleri gözetilerek destekler verilmesi.”*

“Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 2019-2023 Stratejik Planı;”

- *“EA gelişimine yönelik enerji sistem planlanmalarının yapılması,”*
- *“Şarj altyapısının geliştirilmesi,”*
- *“Batarya tedarikinde yerlilik sağlanması.”*

“Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi 2020-2023;”

- *“Toplu taşıma ve belediye hizmet araçlarında elektrikli araçların kullanımının artırılması,”*
- *“Akıllı otopark altyapılarının şarj ünitelerini de içerecek şekilde geliştirilmesi”*

“2021 Ekonomik Reformlar Kitapçığı Hazine ve Maliye Bakanlığı;”

- *“Şarj altyapısının gelişimi için gerekli düzenlemelerin tamamlanması.”*

“2021 Ticaret Bakanlığı Yeşil Mutabakat Eylem Planı;”

- *“Şarj altyapılarının geliştirilmesine yönelik strateji geliştirme ve planlama faaliyetlerinin yapılması, “*
- *“Yenilenebilir enerjinin kullanımının artırılması için Yeşil Tarife, YEK-G Belgesi gibi altyapıların geliştirilmesi, “*
- *“Elektrikli araç bataryalarının geri dönüşümü için gerekli düzenlemelerin yapılması. “*

“2021 Mobilite Araç ve Teknolojileri Stratejik Hedefleri ve Yol Haritası Taslağı”

- *“Elektrikli araç alımlarının desteklenmesine yönelik mekanizmaların oluşturulması,”*
- *“Elektrikli araç üretim yatırımlarının teşvik edilmesi ve yeni yatırımların geliştirilmesi,”*
- *“Elektrifikasyon teknolojilerinde tedarikçilerin gelişiminin sağlanması,”*
- *“Bölgesel Batarya Üretim Merkezi konumuna ulaşılmasının sağlanması,”*
- *“Batarya geri dönüşüm ve yeniden kullanım stratejilerinin belirlenmesi,”*
- *“Şarj altyapısının gelişiminin sağlanması,”*
- *“2030 yılında elektrikli araç satışlarının pazar payının %35’e, elektrikli araç parkının 2,5 milyona, kamuya açık şarj soketi sayısının 250.000 seviyesine ulaşması beklenmektedir.”*

2.5.1.2.Yasal düzenlemeler

EPDK'nın 2 Ocak 2014 tarihli Resmî Gazete'de yayımlanan (*"Elektrik Piyasası Dağıtım Yönetmeliğinin"*) birinci bölümünde yer alan (*"Üretim Faaliyeti Gösteren Tüzel Kişiler Dışındaki Kullanıcılar için Bağlantı Esasları"*) başlığı altındaki Madde 5'e göre; (*"Kullanıcılar tarafından yapılan bağlantı başvurularında; başvurunun niteliğine göre motor ve elektrojen gruplarının sayısı ve güçleri, elektrikli taşıtların şarj edilebilmesi için kurulacak hızlı, orta hızlı ve yavaş şarj ünitelerinin sayısı ve güçleri, aydınlatma ve ısıtma tesisatı ve güçleri, koruma sistemleri gibi diğer tesis ve/veya elemanlarla ilgili teknik özellikleri de içeren elektrik projesi dağıtım şirketine sunulur. Dağıtım şirketi sunulan proje çerçevesinde kullanıcıdan gerekli olan ek bilgileri de talep edebilir."*)

Çevre ve Şehircilik Bakanlığının 8 Eylül 2013 tarihli Resmî Gazete 'de yayınlamış olduğu (*"Planlı Alanlar Tip İmar Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik"*) içerisindeki (*"Akaryakıt, Şarj ve Servis İstasyonları"*) başlığı altındaki Madde 25'te şu ibare yer almaktadır; (*"Elektrik enerjisi ile çalışan araçların şarj edilmeleri için, ilgili elektrik kurumunun olumlu görüşü ile otoparklar, akaryakıt istasyonları veya diğer uygun yerlerde elektrikli araç şarj yeri yapılabilir."*)

2019 yılında şarj altyapısının kamusal olarak yaygınlaşmasına katkı sağlayabilecek bir düzenleme ise, Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı tarafından hazırlanan (*"Ulaşımında Enerji Verimliliğinin Arttırılmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkındaki Yönetmelik"*) şeklindeki yönetmeliktir. Söz konusu yönetmelikte, (*"şarj altyapısının oluşturulmasına yönelik olarak dikkat çeken husus, belediyelerin elektrikli araçların teşvik edilmesi için otopark, cadde ve sokaklar üzerinde şarj altyapı planları oluşturulması ve bu altyapıların hayata geçirilmesinde sorumlu kılınmasıdır"*) (Resmî Gazete 2019; Köksal vd 2021).

31797 sayılı Şarj Hizmeti Yönetmeliğine göre Şarj Ağı İşletmeciliği (ŞAİ) Lisansı alabilmek için EPDK'ya başvuru yapması gerekmektedir. Başvuru için gerekli şartlar yönetmelik maddelerinde açıkça belirtilmektedir. (*"Şarj istasyonlarının şarj hizmeti verebilmesi için ayrıca İşyeri Açma ve Çalışma Ruhsatlarına İlişkin Yönetmelik hükümleri uyarınca iş yeri açma ve çalışma ruhsatına sahip olması gerekmektedir."*) şeklinde belirtilmiştir. Türk Standartları Enstitüsü (TSE) tarafından 4 Kasım 2021 tarihinde elektrikli araç ekosisteminin güçlendirilmesi amacıyla yürütülen teknik çalışmalar kapsamında (*"Elektrikli Araç Şarj Üniteleri ve İstasyonları- Kurulum ve Güvenlik Gerekleri"*) standardı yayımlanmıştır.

Türkiye’de elektrikli şarj istasyonlarıyla ilgili güncel anlamda yürürlüğe giren mevzuat çalışması, EPDK tarafından (“2 Nisan 2022 tarihli 31797 sayılı Resmî Gazete ‘de yayımlanan Şarj Hizmeti Yönetmeliğidir”). Bu yönetmeliğe göre; (“elektrikli araçlara yönelik elektrik enerjisinin temini için şarj ünitelerinin ve şarj istasyonlarının kurulumu, işletilmesi ve şarj hizmetinin sunulmasına ilişkin usul ve esaslar”) şeklinde düzenleme alanı bulmaktadır. Ulaşımda verimliliğin arttırılabilmesi amacıyla yayınlanan bu yönetmeliğin yürütülmesi süreciyle ilgili kavram tanımlamalarına ve ilgili maddelerine yer verilecektir.

2.5.2.Şarj hizmeti yönetmeliğinde tanımlamalar

Aşağıda Şarj Ağı, Şarj Ekipmanı, Şarj Ünitesi, Şarj İstasyonu ve Şarj Ağı İşletmecisi (ŞAİ) kavramlarının tanımlarına yer verilecektir.

Şarj Ağı: (“Elektrikli araçlara birden çok şarj istasyonunda şarj hizmeti sağlamak için oluşturulan ve şarj ağı işletmecisi tarafından yönetilen sistemini,”)

Şarj Ağı İşletmecisi: (“Elektrikli araç kullanıcılarına, şarj ağına erişim açarak şarj hizmeti sağlayan ve şarj ağının işletmesini gerçekleştiren lisans sahibi tüzel kişiyi,”)

Şarj İstasyonu: (“Elektrikli araçlara kablolu veya kablosuz elektrik enerjisi aktarımının yapıldığı tesisini,”)

Şarj Ekipmanı: (“Şarj ünitesinden elektrikli araca elektrik enerjisi aktarımı için kullanılan ekipmanını,”)

Şarj Ünitesi: (“Bir veya daha fazla sayıda kablolu veya kablosuz şarj bağlantısının sağlanabildiği, şarj hizmetinin sunulduğu fiziksel olarak tek bir üniteyi,”) ifade eder.

2.5.3.Şarj ağı

31797 sayılı Şarj Hizmeti Yönetmeliği 3.Bölüm 15’inci maddesinin belirtilen fıkralarına göre şarj ağı;

(1) (“Şarj ağı, şarj ağı işletmecisinin işlettiği ve şarj ağı işletmecisi tarafından düzenlenen sertifikalar kapsamında işletilen halka açık ve ticari faaliyet yürütülen özel şarj istasyonlarından oluşur.”)

(2) (“Lisansının yürürlüğe girdiği tarihten itibaren altı ay içinde en az elli adet şarj ünitesinden ve en az beş farklı ilçedeki şarj istasyonundan oluşacak şekilde şarj ağını oluşturur.”)

(“Şarj ağında yer alan şarj ünitelerinin en az yüzde beşi ile Karayolları Genel Müdürlüğü'nün sorumluluğu altında bulunan otoyollar ve devlet yollarında yer alan şarj ünitelerinin en az yüzde ellisinin DC 50 kW ve üzeri güçteki şarj ünitesi niteliğinde olması zorunludur.”)

(3) (“Şarj ağına bağlı her bir şarj istasyonunda, bulunması halinde AC güçteki şarj ünitelerinin en az birinin TS EN 62196-2 standardında tanımlanan Tip-2 şarj soketiyle; bulunması halinde DC güçteki şarj ünitelerinin en az birinin TS EN 62196-3 standardında tanımlanan birleşik şarj sistemi (Combo-2) ile donatılmış olması zorunludur. AC güçteki şarj üniteleri Tip-2 şarj soketiyle veya araç konnektörü ile donatılarak hizmete alınabilir.”)

(4) (“Şarj ağını ikinci ve üçüncü fıkrada yer alan şartlara uygun hale getirmekle yükümlüdür. Şarj ağını ikinci fıkrada belirlenen sürede oluşturmayan veya oluşturduktan sonra koruyamayan lisans sahiplerinin bildirimde gerek olmaksızın otuz gün içinde gerekli şartları sağlaması ve bu şartların sağlandığına dair Kuruma bildirimde bulunması zorunludur. Gerekli şartları sağlaması ve bu şartların sağlandığına dair Kuruma bildirimde bulunması zorunludur.”)

2.5.4.Şarj ağı işletmeci lisansı sahibinin hakları ve yükümlülükleri

31797 sayılı Şarj Hizmeti Yönetmeliği 3.Bölüm 16'nci maddesinin 2'nci fıkrasına göre;

(2) (“Lisans sahibi, ilgili mevzuatta sayılanların yanı sıra;

a) Şarj ağına bağlı şarj istasyonlarında 23'üncü maddede sayılan haller hariç sürekli, kaliteli ve kesintisiz şarj hizmeti sunmak,

b) Şarj hizmetini, eşit taraflar arasında ayırım gözetmeksizin sağlamak,

c) Şarj ağına bağlı şarj istasyonlarında şarj ünitesiyle uyumlu soket yapısına sahip her türlü elektrikli araca şarj hizmeti sağlamak ve gerekli yazılımı, ekipmanı, donanımı bulundurmak,

g) Şarj hizmeti sunumundan kaynaklanabilecek cana ve mala karşı maddi zarar ve ziyana tazmin etmek için gerekli mali sorumluluk sigortalarını yapmak ve yaptırmak,

ğ) Kurum tarafından talep edilecek raporları hazırlamak ve yayımlamak,

ı) Lisans yürürlüğe girdikten sonra en geç bir ay içerisinde serbest erişim platformunda yayımlanacak bilgileri zamanında, güncel, doğru ve eksiksiz olarak sağlayacak bir sistem kurmak,

i) 18 inci madde hükümleri çerçevesinde bilgi güvenliğine ilişkin tedbirleri almak,”)

2.5.5.Şarj hizmetinde bilgi güvenliği

31797 sayılı Şarj Hizmeti Yönetmeliği 3.Bölüm 18'inci maddesinin ilgili fıkralarına göre bilgi güvenliği;

(1) (“Şarj ağı işletmecisi, Kurumun erişimine sunulan ve Kuruma gönderilen tüm bilgilerin gizliliğinden, bütünlüğünden, erişilebilirliğinden, doğruluğundan ve güvenliğinden sorumludur.”)

(2) (“Şarj ağı işletmecisi, lisansı kapsamında gerçekleştirilen iş ve işlemler ile elde edilen verileri yürürlükteki mevzuat uyarınca muhafaza eder ve bu verilere ve şarj ağı işletim sistemine Kurum ve Kurum tarafından yetkilendirilmiş ilgili diğer kamu kurum ve kuruluşları haricindeki yetkisiz kişilerin erişimlerini engelleyecek güvenlik önlemlerini alır ve uygular. Bilgi güvenliğine ilişkin alınacak önlemler kapsamında Bilgi ve İletişim Güvenliği Rehberi referans kaynak olarak dikkate alınır. Kuruma veri aktarımında, Kurum tarafından belirlenen veri iletişim protokolleri ve yöntemleri kullanılır.”)

(3) (“Şarj hizmeti kapsamında toplanan verilerin hizmetin verildiği tarihten itibaren en az beş yıl süreyle şarj ağı işletmecisi tarafından güvenli bir şekilde saklanması zorunludur.”)

(4) (“Kurum, şarj ağı işletmecilerinden topladığı verileri kullanma, raporlama, yayımlama ve kamunun kullanımına açma hakkına sahiptir.”)

2.5.6.Şarj istasyonu kurulumu ve işletilmesi

31797 sayılı Şarj Hizmeti Yönetmeliği 4.Bölüm 21'inci maddesinin belirtilen fıkralarına göre kurulumu;

(1) (“Şarj istasyonu, yürürlükteki mevzuat ve standartlara uygun olarak tasarlanır, kurulur, işletmeye alınır, işletilir, işletmeden çıkarılır ve denetlenir. Hiçbir gerçek veya tüzel kişi yürürlükteki mevzuat veya standartlara aykırı olarak şarj istasyonunda elektrikli aracın şarj edilmesi için elektrik enerjisi sağlayamaz veya şarj ekipmanının kullanımına izin veremez.”)

(4) (“Şarj istasyonu bir veya birden fazla şarj ünitesinden oluşabilir. Şarj istasyonunda şarj hizmeti ancak bir şarj ağına bağlı olarak yürütülür.”)

(5) (“Ayrı bir elektrik aboneliği olan ve en az bir DC 50 kW ve üzeri güçte şarj ünitesi bulunan şarj istasyonlarının elektrik tüketiminin ölçülmesi için kullanılacak sayaçların ilgili mevzuata göre tesis edilecek otomatik sayaç okuma sistemine uyumlu olması zorunludur.”)

(7) (“Şarj hizmeti sunulan şarj ünitelerinde elektrikli araçlara aktarılan elektrik enerjisi miktarının ölçülmesi ve kullanıcı tarafından görülebilmesi için 11/1/1989 tarihli ve 3516 Sayılı Ölçüler ve Ayar Kanununa uygun ölçüm aletleri kullanılır.”)

31797 sayılı Şarj Hizmeti Yönetmeliği 4.Bölüm 23’üncü maddesinin belirtilen fıkralarına göre işletilmesi;

(2) (“Halka açık şarj istasyonlarında lisans sahibinden kaynaklanmayan haklı sebepler ve mücbir sebepler hariç şarj hizmetinin sürekli ve kesintisiz olarak sunulması zorunludur. Otel, restoran, alışveriş merkezi gibi işyerlerine ait otoparklarda kullanıma açık olan şarj istasyonları bağlı bulundukları iş yerinin çalışma saatleri ile sınırlı olarak şarj hizmeti sunabilir.”)

(3) (“Kullanımının can ve mal emniyeti bakımından tehlike arz ettiği tespit edilen herhangi bir şarj istasyonu derhal hizmet dışı bırakılır ve şarj istasyonunda can ve mal güvenliği tesis edilinceye kadar kullanılamaz ve hizmete sokulamaz.”)

(5) (“Kullanıcılar tarafından şarj ağı işletmecisine yapılabilecek ihbar ve şikayetlere ilişkin açıklamaların yer aldığı levha veya çıkartmalar ile şarj ünitelerinin tiplerine ve güçlerine ilişkin kullanıcıya sunulacak bilgiler, şarj ünitelerinin üzerinde veya yakınında kolay ve anlaşılır şekilde yer alır.”)

2.5.7.Şarj istasyonuna bütünleşik elektrik depolama ve üretim tesisi

31797 sayılı Şarj Hizmeti Yönetmeliği 4.Bölüm 24’üncü maddesinin belirtilen fıkralarına göre depolanması;

(1) (“Şarj istasyonunun elektrik ihtiyacını karşılamak üzere 12/5/2019 tarihli ve 30772 sayılı Resmî Gazete ‘de yayımlanan Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretim Yönetmeliği kapsamında yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı elektrik üretim tesisi kurulabilir.”)

(2) (“9/5/2021 tarihli ve 31479 sayılı Resmî Gazete ‘de yayımlanan Elektrik Piyasasında Depolama Faaliyetleri Yönetmeliği kapsamında şarj istasyonu bünyesinde tüketim tesisine bütünleşik elektrik depolama tesisi kurulabilir.”)

2.5.8.Mücbir sebepler

31797 sayılı Şarj Hizmeti Yönetmeliği 7.Bölüm 33'üncü maddesinin belirtilen fıkralarına göre mücbir sayılma hali;

(2) (*“Bir olayın mücbir sebep hali sayılabilmesi için; olaydan etkilenen tarafın, olayın başladığı tarihten itibaren en geç otuz gün içinde Kuruma başvurmuş olması ve gerekli özen ve dikkati göstermiş ve tüm önlemleri almış olmasına karşın olayın önlenemeyecek, kaçınılamayacak ve öngörülemeyecek olması ve bu durumun etkilenen tarafın ilgili mevzuat kapsamındaki yükümlülüklerini yerine getirmesini engellemesi gerekir.”*)

(3) Aşağıda belirtilen haller, bunlarla sınırlı olmamak kaydıyla, mücbir sebep olarak kabul edilir:

a) (*“Doğal afetler ve salgın hastalıklar.*

b) *Savaş, nükleer ve kimyasal serpintiler, seferberlik halleri, halk ayaklanmaları, saldırı, terör hareketleri ve sabotajlar.*

c) *Grev, lokavt veya diğer memur ve işçi hareketleri. ”*)

Mevzuatımızda elektrikli şarj istasyonlarında İSG'ye dair çok fazla kanun ve yönetmelik bulunmasa da Şarj Hizmeti Yönetmeliğinin 4'üncü bölüm 23. Maddesinin 3 ve 5. fıkrasına dayanarak İş Sağlığı ve Güvenliğinde tehlike ve risk durumunda uyulması gereken kurallara değinilmektedir. Yönetmeliğin 3'üncü fıkrasına göre; (*“kullanıcının can ve mal güvenliği bakımından tehlike arz ettiği tespit edilen şarj istasyonunun, derhal devre dışı bırakılması ve şarj istasyonunda can ve mal güvenliği tesis edilinceye kadar kullanılmaması ve hizmete sokulmamasından ”*) şeklinde belirtilmektedir. Yönetmeliğin 5'inci fıkrasına göre ise; (*“şarj ünitelerinin üzerinde uyarı levhalarının kolay ve anlaşılır bir şekilde yar alması ”*) şeklinde bahsetmektedir.

2.6.Avrupada Şarj İstasyonlarına Yönelik Yapılan Yasal Düzenlemeler

Avrupa Parlamentosu ve Konseyi'nin 13 Eylül 2023 tarihli (AB) 2023/1804 sayılı Tüzüğü, alternatif yakıt altyapısının konuşlandırılması ve 2014/94/EU sayılı Direktifin yürürlükten kaldırılmasına ilişkin karar AB Parlamentosu ve Konseyi tarafından çıkarılmıştır. Bu yönergede aşağıdaki hedefler ve tanımlar yer almaktadır (European Union 2023):

- (*“Petrole olan bağımlılığın azaltılması ve ulaşım sektörünün çevreye olan olumsuz etkilerinin sınırlandırılması amaçlanmaktadır.*

• Alternatif yakıtlar arasında elektrik, hidrojen, biyoyakıt, sentetik ve parafinik yakıtlar; doğal gaz (CNG ve LNG) bulunmaktadır.

• Normal şarj istasyonu olarak kabul edilen güç değeri $x < 22$ kW'tır. Bu istasyonlar kamuya açık olmayıp evlerde kurulan veya araç şarj etmek için kullanılmayan 3,7 kW ve daha düşük güce sahip cihazları kapsamaz.

• Hızlı şarj istasyonu ise $x > 22$ kW olarak tanımlanmaktadır.

• 2020 sonuna kadar ulusal stratejiye dayanarak belirli sayıda kamuya açık şarj istasyonunun hedeflenmesi gerekmektedir.

• Komisyon, 2025 sonu için kamuya açık şarj istasyonu sayısında yeni hedefler belirleme yetkisine sahiptir.

• Kamuya açık olmayan şarj istasyonlarının teşvik edilmesi ve kurulumunun kolaylaştırılması gerekmektedir.

• Asgari güvenlik standartları sağlanmalıdır ve bu standartlar EN 62196-2 (AC normal şarj istasyonu ve AC hızlı şarj istasyonu) ve EN 62196-3 (DC hızlı şarj istasyonu) belgelerinde belirtilmektedir.

• Dağıtım sistem işletmecileri, kamuya açık bir şarj istasyonu kurmak veya işletmek isteyen herkesle iş birliği yapmakla yükümlüdür.

• Kamuya açık şarj istasyonları, teknik ve ekonomik olarak mümkün ve makul olduğunda akıllı sayaç sistemlerini kullanmalıdır.

• İstasyon işletmecileri, diğer istasyon işletmecilerinin istasyonlarından hizmet sunmasına izin vermelidir.

• Tüm istasyonlar, kullanıcılara önceden yapılmış bir sözleşmeye gerek olmaksızın hizmet vermeli ve istasyon işletmecisi başka bir tedarikçiden elektrik enerjisi alabilir.

• Üye Devletler, istasyon işletmecilerinin fiyatlarının makul, açıkça karşılaştırılabilir, şeffaf ve ayrımcı olmayan bir şekilde oluşmasını sağlamakla yükümlüdür.

Bu yönerge, alternatif yakıtlara yönelik altyapının oluşturulması ve şarj istasyonlarının düzenlenmesi için AB ülkelerine bir çerçeve sunmaktadır.”)

Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (IEC) elektrikli ve elektronik araçlarla ilgili ürünlerde dünya çapında faaliyet gösteren uluslararası bir kuruluştur. Küresel anlamda dünyada verimli ve sürdürülebilir enerji, akıllı teknolojik sistemlerle akıllı şehirler oluşturulması konusunda çalışmalar yapmak için kurulmuştur.

IEC, üretilen elektronik ürünlerin ve cihazların uygunluk açısından test edilmesini sağlayan standartlar belirlemektedir. Bu konu da Türkiye’de Türk Standartları Enstitüsü (TSE) tarafından 4 Kasım 2021 tarihinde elektrikli araç ekosisteminin güçlendirilmesi amacıyla yürütülen teknik çalışmalar kapsamında (*“Elektrikli Araç Şarj Üniteleri ve İstasyonları- Kurulum ve Güvenlik Gereklere”*) standardı yayınlanmıştır.

IEC 62196 standardı ise, elektrikli araç şarj istasyonlarının ekipmanları (aktif kullanılan fişler, kablolar, araç dışı soketler, bağlantı konnektörleri, prizler, araç giriş çıkış ekipmanları) gibi iletkenler şarj sisteminde kullanılmaktadır (Das *et al.* 2020; IEC 2022). IEC tarafından yayımlanan standartlara uyulduğu takdirde elektrikli araçların ekipmanlarından ve diğer çevresel etkenlerden kaynaklı tehlike ve risk durumları önlenabilir olacağı düşünülmektedir.

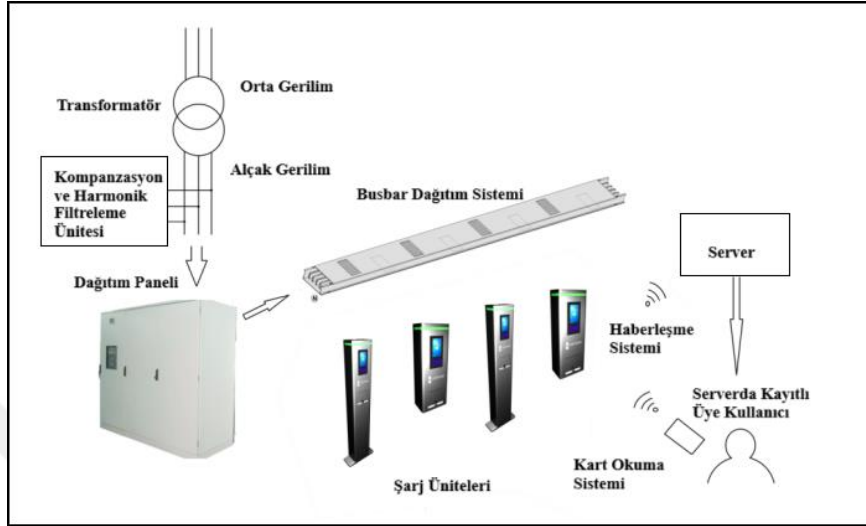
2.7.Şarj Ünitelerinden Kaynaklı Tehlike ve Risk Durumları

Bu bölümde şarj istasyonlarında kurulumu yapılan şarj ünitelerine yönelik tehlike ve risklerden bahsedilecektir. Belirtilen tehlike ve risk durumlarının insan ve çevre üzerindeki etkisine, İSG’nin ilkelerine dayanılarak açıklanmaya çalışılacaktır. Şarj ünitelerine yönelik tehlike ve riskler dört başlık altında incelenecektir.

2.7.1.Kurulum süreci, tehlike ve riskleri

Elektrikli araçların enerji ihtiyaçlarını karşılamak için sağlam ve sürdürülebilir şarj altyapısı kurulması gerekmektedir. Şarj altyapısı, uygun şekillerde yerleştirilmiş, kolay erişilebilir ve gerekli ekipmanlarla donatılmış şarj istasyonları ağının kurulumunu içermektedir (Mohammed *et al.* 2022). Elektrikli araçların şarj altyapıları temelde üç faktörden oluşmaktadır: şarj cihazları, yerel şebekeden elektrik ve istasyon kablo sistemi şeklindedir. Elektrik gücünün kaynağı çok farklı yöntemlerle elde edilebildiği varsayıldığında, elektrikli araç şarj altyapısına bağlı şarj istasyonlarının yaygınlaştırılması ekonomik anlamda sağlanabilmektedir (Kılıç 2017). Bir başka çalışma da şarj istasyon ağının, elektrik enerjisi altyapısı ile başlayan, araçlara enerji akışını gerçekleştiren şarj üniteleri ve bunların haberleşmesini sağlayan bir altyapı sistemi olarak ifade edilmektedir. Bu altyapı sisteminin alçak gerilim tesisatı temeline göre inşa edildiği belirtilmektedir.

Elektrik panosu aracılığıyla şarj ünitelerini besleyen Busbar 20 sistemi, elektrik kalitesini arttırmak için kompanzasyon ve harmonik filtreleme ünitelerini içerdiği belirtilmektedir (Birleştirici vd 2015). Şekil 2.1’de Elektrikli araç şarj istasyonlarının genel yapısı gösterilmektedir.



Şekil 2.1. Elektrikli şarj istasyonlarının genel yapısı

Elektrikli araçların enerji iletimi, busbar sistemi üzerinden şarj donanımları aracılığıyla sağlanmaktadır. Söz konusu ünitelerin, IEC 62196 benzeri global şarj istasyonu standartlarına uygunluğu ve kullanıcı emniyetini sağlaması zorunlu kılınmaktadır (Birleştirici vd 2015). IEC’nin yayımladığı 61851 standardı, Avrupa ve Çin başta olmak üzere birçok bölgede sıkça tercih edilen bir şarj protokolüdür. Tablo 2.1’de, IEC 61851 standardında belirtilen şarj metotları ile her birine ait en yüksek akım ve gerilim değerleri yer almaktadır.

Tablo 2.1. IEC'nin belirlediği 61851 standardında yer alan en yüksek akım ve gerilim değerleri

Akım Türü	Şarj Yöntemi	Faz Sayısı	Anma Gerilimi (V)	Maks. Akım (A)
AC	Mod 1	1	≤ 250	≤ 16
		3	≤ 480	
	Mod 2	1	≤ 250	≤ 32
		3	≤ 480	
	Mod 3	1	≤ 250	≤ 250
		3	≤ 480	
DC	Mod 4	-	≤ 1000	≤ 400

Uluslararası standartlara uyularak kurulumu yapılan şarj istasyonlarında, tehlike ve risk durumlarının ortaya çıkmasının minimum düzeye indirilebileceği düşünülmektedir.

2.7.1.1.Şarj istasyonlarının şebeke üzerindeki etkileri

Elektrikli araçların kullanımının yaygınlaşmasıyla birlikte enerji talebinde kayda değer bir artışın yaşanması öngörülmektedir. Bu artışın, özellikle enerji iletim ve dağıtım altyapısı üzerinde baskı oluşturması beklenmektedir. Şebeke sistemlerinde ve trafolarda aşırı yüklenme gibi teknik sorunlar meydana gelebileceğinden, şarj istasyonlarının kurulumu sırasında bölgesel enerji kapasitesi ile mevcut yüklenme durumu dikkate alınmalıdır. Aksi halde, aşırı yüklenme enerji hatlarında çeşitli arızalara ve sistemsel problemlere yol açabilir. Ayrıca enerji kalitesinde düşmelerin oluşabileceği unutulmamalıdır (Birleştirici vd 2015).

Elektrikli araçların enerji talebinin yoğunlaşması, enerji arzının dengelenmesinde sorunlar yaratması beklenmektedir. Çok sayıda elektrikli aracın şarj edilmesi şebeke üzerinde faz dengesizliği ve şarj cihazlarının konnektörlerinde voltaj düşüşüne neden olabilir (Adak vd 2022). Uygun lokasyon seçimi ve şebeke kapasitesinin doğru planlanması sayesinde, şarj altyapısında karşılaşılabilecek bazı sorunlar önceden engellenebilir.

Başka bir çalışma da elektrikli araçların şebeke üzerindeki etkilerine yönelik çalışma alanları belirlendiği görülmektedir.

Tablo 2.2. Elektrikli araçların enerji şebekesi üzerindeki etkileri

Elektrikli Araçların Enerji Şebekesi Üzerindeki Etkileri	
Teknik	Ekonomik
Gerilim Düşümü	Yatırım Bedeli
Faz Dengesizliği	Bakım Giderleri
Frekans Dengesizliği	Enerji Kayıp Giderleri

Elektrikli araçların şebeke üzerindeki etkilerine yönelik belirtilen çalışma alanları baz alındığında, şebeke üzerindeki yük artışının ortaya çıkardığı sorunların çözümünü kolaylaştıracağı düşünülmektedir (Yılmaz 2024). Bu vesileyle şebekeden kaynaklanabilecek tehlike ve risk durumlarının önüne büyük oranda geçilmiş olacaktır.

Şarj istasyonlarının yaygınlaşması ve enerji talebinin artması transformatörler üzerinde de etkisini göstermesi beklenmektedir. Transformatör, *elektromanyetik induksiyon yolu ile frekansta değişiklik yapmadan gerilim ve akım değerlerini ihtiyaca göre bir oran dâhilinde değiştiren makinelere transformatör* denir.

Elektrik sistemlerinde kullanılan transformatörler, kısa adıyla 'trafo' olarak da bilinir. Transformatörler, alternatif akımın gücünü ve frekansını sabit tutarak gerilimi yükseltmek veya düşürmek amacıyla kullanılan elektrik makineleri olup, AC enerji iletim sistemlerinde temel bir bileşen olarak öne çıkar (Tosun 2012). Elektrik enerjisinin üretildiği yerden çok uzak noktalara taşınmasında transformatörlerin önemli yer tuttuğu anlaşılmaktadır.

Yapılan bir çalışma da elektrikli araç kullanımının yoğunlaşmasının transformatörler üzerindeki etkisine değinilmektedir. Transformatörlerinin ömürlerinin ortalama 40 ile 50 yıl arasında olması gerekirken elektrikli araçların enerji ihtiyaçlarının artması ile transformatörlerin ömrü ortalama 17 yıla düşebileceği öngörülmektedir. Enerji talebindeki artış transformatörlerin ısısının artmasının yanında günlük genleşme ve büzüşmelere de sebep olabilmektedir. Transformatörlerin aşırı ısınmasına engel olmak amacıyla şarj ihtiyacının pik yaptığı zamanların dışında bir yük profili oluşturularak günlük genleşme ve büzüşmeler ortadan kaldırılabilir. Bu durumun transformatörler de mekanik ısınma ve yıpranma miktarını azaltması beklenmektedir (Farmer *et al.* 2010).

Şarj istasyonlarının şebeke üzerindeki potansiyel olumsuz etkilerini en aza indirmek amacıyla, şebeke sisteminin daha esnek bir yapıya kavuşturulması ve yük aktarımının doğru ve etkili bir şekilde yönetilmesi tavsiye edilmektedir (Liu *et al.* 2021).

SEDAŞ tarafından elektrikli araçların dağıtım şebekesi üzerindeki etkilerine yönelik yapılan bir çalışmada, elektrikli araç şarj ünitelerinde harmonik bozulma meydana geldiği belirtilmektedir. Harmonik bozulmaların zararları aşağıda sıralanmıştır (Şahiner 2024);

- (*“Şebeke geriliminde bozulmalar*
- *Gerilim düşmeleri*
- *Nötr akımının artması*
- *Kablolarda aşırı ısınma*
- *Devre kesicilerin yanlış açması*
- *Enerji kayıpları*
- *İzolasyonların bozulması”*)

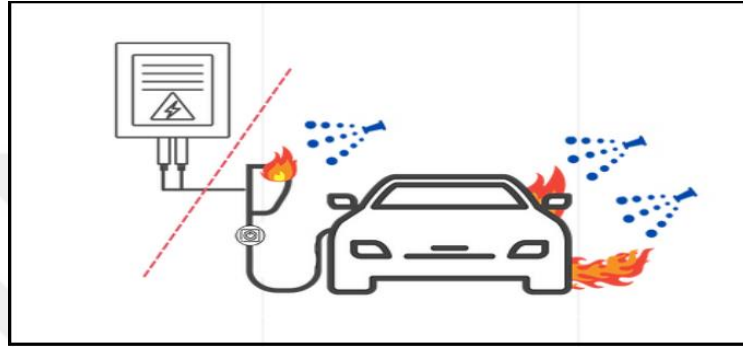
Dağıtım şebekelerine yönelik alınması gereken önlemler ise şu şekilde sıralanmıştır;

- (*“Mevcut trafolarla güç artışı yapılmalı*
- *İlave trafolar tesis edilmeli*
- *Mevcut iletken kesintileri arttırılmalı*
- *Yeni enerji nakil hatları tesis edilmeli*
- *Harmonik filtreler uygulanmalı (Şahiner 2024)”*)

Harmonik bozulmaların ortaya çıkması, şarj ünitelerinin enerjiyi verimli bir şekilde aktarımında sorunlara neden olabileceği düşünülmektedir. Bu durum şarj ünitelerinin kullanım sürecinde kullanıcıların, bakım ve onarım sürecinde ise çalışanların tehlike ve risk altında olabileceği öngörülmektedir. Kablolu şarj ünitelerinin etkin kullanılması ve bu kabloların yük artışından kaynaklı aşırı ısınmaları çeşitli tehlike ve risk durumlarının ortaya çıkması kaçınılmaz olacaktır.

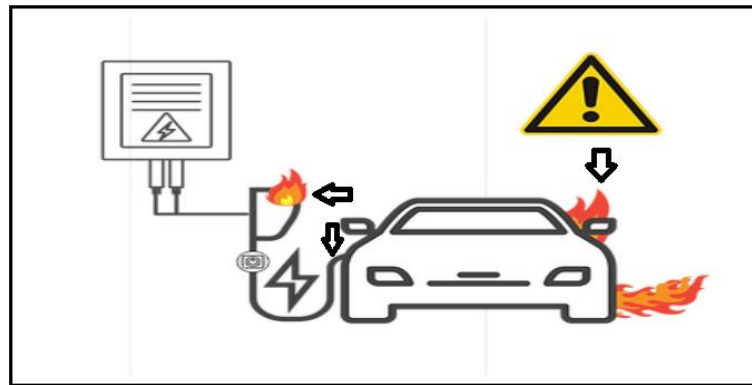
2.7.2.Kullanım süreci, tehlike ve riskleri

Elektrikli aracın şarj edilmesi esnasında araçtan kaynaklı yanma durumu çıkma ihtimali bulunmaktadır. Bu yanma durumu Şekil 2.2’de gösterilmiştir. Bir araştırmada, aracın şarjı sırasında arızaya bağlı yanma oluşması durumunda, şarj ünitesi ile devre kesici arasındaki elektrik bağlantısının kesilmesi gerektiği belirtilmiştir. Elektriğin kesildiğinden emin olunmasının ardından yangına bol su ile müdahale edilmesi gerektiği ifade edilmektedir (Kılınç 2022).



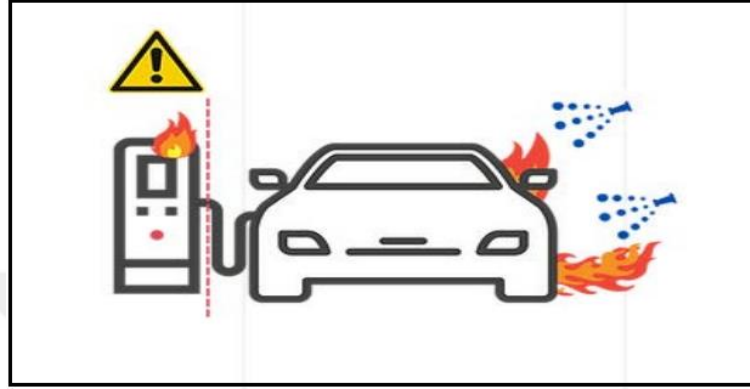
Şekil 2.2. Elektrikli aracın şarj esnasında arızadan kaynaklı yanması ve acil müdahale biçimi

Şarj istasyonların da bir başka tehlike ve risk durumu ise, şarj soketinin araç şarj girişi ile uyumlu olmaması sonucunda yanma olayının gerçekleşmesidir. Bu yanma durumu Şekil 2.3’te gösterilmiştir. Uyumsuz şarj girişlerinden dolayı yanma riski ortaya çıkması halinde, dağıtım panosundaki elektrik bağlantısı kesilmeden yangına müdahale edilmesinin uygun olmadığı değerlendirilmektedir. Müdahalenin yapılamamasının nedeni, şarj girişlerinden kaynaklanan bağlantının uygun voltajda olmaması ve bu nedenle devre kesicinin devreye giremiyor olması olarak belirtilmektedir (Kılınç 2022).



Şekil 2.3. Elektrikli aracın şarj esnasında şarj girişinin uyumlu olmamasından kaynaklı yanması durumu

Şekil 2.4'te gösterildiği gibi şarj ünitelerinde, elektriksel bir kaçak durumunda, topraklamadan kaynaklı bir arızanın ortaya çıkmasıyla yanma olayının gerçekleşmesi beklenmektedir. Bu yanma durumunda, mevcut dağıtım panosundan elektrik akışının tamamen kesildiği teyit edildikten sonra yangına müdahale edilmesi tavsiye edilmektedir (Kılınç 2022).



Şekil 2.4. Elektrikli aracın şarj aldığı sırada şarj ünitesinde topraklama arızasından kaynaklı yanması durumu

Yapılan bir çalışmada, elektrikli araç şarj ünitesinde yanma riskinin gerçekleşmesinde birçok faktörün etkili olduğu belirtilmektedir. Bu duruma; şarj sırasında meydana gelen sistem arızaları, şarj kablolarının hasar görmesi, aşırı enerji akışı, çevrede bulunan yanıcı maddelerin reaksiyona girmesi ve elektriksel sorunlar gibi pek çok etkenin katkıda bulunduğu düşünülmektedir. Çevreden insan kaynaklı (kundaklama) durumlarda çeşitli riskler oluşturduğu belirtilmektedir (Long *et al.* 2013).

Elektrikli araçlarda şarj işlemi sırasında meydana gelebilecek yangınlara karşı şu adımlar izlenebilir: Öncelikle şarj ünitesi kapatılır, ardından ana dağıtım panosundan şarj mekanizmasına giden elektrik gücü kesilerek araçtaki şarj kabloları güvenli bir şekilde çıkarılır. Son aşamada, genellikle şarj ünitesinin ön kısmında yer alan acil durdurma butonuna basılır (Kılınç 2022).

Başka bir çalışmada, elektrikli araç şarj istasyonlarında yangın güvenliği için alınabilecek önlemler arasında; şarj istasyonunun çevreden izole bir alanda konumlandırılması, uygun uyarı levhalarının yerleştirilmesi ve alanın özel ikaz ışıkları ile donatılması gerektiği vurgulanmaktadır.

Bölgenin termal kamera ile izlenmesi ile olası yanma ve patlama riskinin izlenerek duruma erken müdahale edilmesi şansını arttırması beklenmektedir (Kılınç 2022). Çalışanların yanma ve patlama olaylarının gerçekleşme ihtimaline karşı, KKD'lerin hazır halde bulundurulması gerekmektedir.

Şarj istasyonunun çalışma süreci, alçak gerilim sisteminden gelen enerjinin dağıtım paneline ulaşmasıyla başlar. Elektrik enerjisi, dağıtım sistemi üzerinden şarj ünitelerine iletilir. Şarj üniteleri, enerjiyi elektrikli araca güvenli ve teknik açıdan sağlam bir şekilde aktarır (Aybirdi 2021). Açık alanda kurulmuş olan elektrikli araç şarj istasyonlarında aracını şarj eden kullanıcının yağmura, karın yağmasına ve elektrikli araç konektörüne yanlışlıkla dokunulması durumuna bağlı olarak elektrik şoku riskine maruz kalabileceği öngörülmektedir. Bu durumda elektrik şokunun yaşanma olasılığına karşı bir dizi güvenlik önleminin alınmış olması gerekmektedir. Elektrikli araçlarda kullanılan kurşun-asit, nikel-metal-hidrit ve çinko akülerin şarj işlemi sırasında hidrojen gazı yaydığı daha önceki çalışmalarla ortaya konmuştur (Kılıç 2017). Hidrojen gazı, yanıcı özellikte olup, renksiz, kokusuz ve tatsızdır; zehirleyici etkisi bulunmamaktadır. Havada atmosfer basıncında, hidrojenin yanmaya başlayabileceği en düşük konsantrasyon seviyesi hacimce yaklaşık %4'tür. Hacimsel oran olarak hidrojenin %1 seviyesine ulaşması, yani alt tutuşma sınırının yaklaşık dörtte birine erişmesi, potansiyel tehlike olarak değerlendirilmektedir (eTec 2010).

Böylece açık alanda kurulmuş şarj istasyonlarının kullanımına bağlı olarak ortaya çıkabilecek tehlike ve risklerin farkına varılması ve bu risklerin ortaya çıkarabileceği olumsuz sonuçlara yönelik tedbirler alınması gerektiği düşünülmektedir. Yeterli havalandırmanın olmadığı ortamlarda hidrojen gazının etkisiyle patlama durumuna karşı şarj etme işleminin yapıldığı ortamın havalandırılması gerektiği unutulmamalıdır.

2.7.2.1.Şarj ünitelerinin kullanım yöntemleri ve standartları

Alternatif Akım (AC) kullanan ve ev tipi prizlerle uyumlu olan şarj istasyonları, düşük maliyetli bir şarj seçeneği sunarken, şarj süresinin uzun olması nedeniyle dezavantaj oluşturabilmektedir. AC şarj istasyonlarında, şebekeden sağlanan alternatif akım, araç içerisindeki dönüştürücü sayesinde doğru akıma çevrilir ve bu şekilde bataryaya aktarılır.

Şarj istasyonlarından elektrikli araca doğru yeterli hızda enerjinin dönüştürülerek aktarılabilmesi için şarj ünitelerinin kurulumunun belirli standartlara uyularak kurulması beklenmektedir. Bu durum Otomotiv Mühendisler Derneği'nin (SAE) tarafından belirlenen standartlara uyulmasını gerektirmektedir (Nurmuhammed ve Karadağ 2021).

Tablo 2.3. Otomotiv Mühendisler Derneği'nin tanımlamış olduğu AC standartları

Şarj Metodu	Voltaj (AC/Volt)	Faz	Maksimum Akım (A)	Maksimum Güç (kW)
AC Seviye 1	120	1- Faz	12-16	1,44-1,92
AC Seviye 2	208-240	1- Faz	≤80	<19,2

Hızlı şarj imkânı sunan Doğru Akım (DC) şarj istasyonlarının, araç bataryasını genellikle 1 ila 4 saat arasında doldurabildiği ifade edilmektedir. Şebekeden gelen alternatif akım, istasyon üzerinde doğru akıma çevrilerek doğrudan aracın bataryasına iletilir. AC – DC dönüşüm sürecinde oluşan yüksek akımların aşırı ısınmalara yol açması nedeniyle, araç üreticileri bu güç aktarımını belirli sınırlar içerisinde tutmaktadır. Bu yöntemde dönüşüm işlemi araç dışında gerçekleştirilmekte ve elektrik, doğrudan doğru akım (DC) olarak araca iletilmektedir. DC şarj istasyonları, elektrikli araç sayısındaki artışla birlikte enerji ihtiyacının yükselmesine neden olmakta ve bu durum, elektrik şebekesinden yüksek miktarda güç talep edilmesi anlamına gelmektedir. Bu durum trafo kapasitelerinin arttırılmasını zorunlu hale getirmesi beklenmektedir.

Elektrikli araçların daha geniş kitlelere ulaşmasında en kritik etkenin, şarj altyapısının geliştirilip yaygınlaştırılması olduğu değerlendirilmektedir. Bu altyapının geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması dünya üzerinde üç farklı otoritenin belirlediği standartlara uyulmasına bağlı olduğu düşünülmektedir. Bunlar; Otomotiv Mühendisleri Derneği (SAE), Charge de Move (CHAdeMO) ve Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (IEC)'dur (Becerikli 2023).

Tablo 2.4. Otomotiv Mühendisler Derneği'nin tanımlamış olduğu DC standartları

Şarj Metodu	DC Çıkış Voltaj (DC/Volt)	Maksimum Akım (A)	Maksimum Güç (kW)
DC Seviye 1	50-1000	80	80
DC Seviye 2	50-1000	400	400

AC ve DC şarj istasyonlarının farklılıkları dikkate alındığında, 64 kWh kapasiteli bir elektrikli aracın bataryasının %0'dan %80'e kadar şarj edilmesi için gerekli süreler, ilgili şarj türlerine göre Tablo 2.5'te gösterilmiştir.

Tablo 2.5. Şarj tipleri ve şarj olma süreleri

Şarj Tipi	Kazanılan Menzil (1 Saat) (KM)	Şarj Hızı (kW)	Şarj Süresi
Şarj Cihazı (8A)	10	1,8	35 Saat
Tek Faz AC Şarj	40	7,4	9 Saat
Üç Faz AC Şarj	120	22	3 Saat
DC Şarj	150	25	1.5 Saat (%80'e kadar)
Hızlı DC Şarj	300	50	1 Saat (%80'e kadar)
Ultra Hızlı DC Şarj	1000	175	15 Dakika (%80'e kadar)

Tablo 2.5'te görüldüğü üzere, elektrikli aracın şarj etme hızı arttıkça ilerleyebileceği menzil mesafesinin de oransal olarak arttığı görülmektedir. Şarj etme hızının artması elektrikli aracın şarj süresi de kısaltmaktadır.

Ulaştırma Bakanlığı'na (2023) göre, elektrikli araçların şarj süresini etkileyen üç temel unsur bulunmaktadır: aracın desteklediği en yüksek şarj hızı, batarya kapasitesi ve şarj istasyonunun sağlayabildiği şarj gücü olarak belirtilmektedir.

2.7.2.2.Şarj sistemleri (kablolu ve kablosuz)

Elektrikli araç güç besleme sistemi, aracın şarj gereksinimlerini karşılamak üzere sabit bir elektrik altyapısından ya da enerji şebekesinden araca elektrik iletmek amacıyla oluşturulan donanım bütünüdür. Bu sistemin ekipmanları kablolu ve kablosuz (İndükleme) olarak ayrılmaktadır.

Kablolu şarj sistemi, elektrikli bir aracın portuna bir fiş ile bağlanan bir kabloyla şarj etme yöntemidir. En yaygın kullanılan sistem olduğu düşünülmektedir. Şarj için kullanılan istasyonun güç seviyesi, kullanılan elektrik akımı, kullanılan fiş ve doldurulan batarya, hangi elektrikli araçların şarj edilebileceğini, nerede şarj edilebileceğini ve ne kadar süreceğini belirler (Amsterdam Roundtable Foundation and McKinsey Company 2014).

Kablolu şarj sistemleri, çoğu ülkede zorunlu olan IEC 61851-1 (*“Elektrikli araçlar için iletken (kablolu) şarj sistemi – Bölüm 1: Genel gereksinimler”*) uluslararası standardı gereklerine uygun olması gerektiği görülmektedir. Ülkemizde TSE tarafından bu standart (*“TSE EN IEC 51851-1”*) olarak yayımlandığı görülmektedir. IEC 61851-1 standardında dört farklı şarj istasyonu modu tanımlanmıştır. Bu modların, elektrikli araç şarj istasyonunun bir parçası olarak elektrik güvenliği özelliklerini kategorize etmek için kullanıldığı görülmektedir (TMMOB 2024).

Kablosuz şarj sistemi, elektrikli araçların şarj ihtiyaçlarını karşılamak için bir yöntem olarak dile getirilmektedir. Bu yöntem diğer ifadesiyle endüktif şarj olarak da ifade edilmektedir. Endüktif şarj, bir şarj ünitesine ve araca bir kablonun bağlanmasını gerektirmeyen, ancak şarj ünitesi ile araç arasında enerji iletimi için bir elektromanyetik alan kullanmaktadır. Böylece bu şarj yöntemi, var olan teknolojik girişimlerin yüksek maliyetleri sebebiyle halen geniş ticari kullanımda değildir (Santeri 2016).

Başka bir çalışma da kablosuz şarj tekniği, batarya şarjı konusunda kablolu şarj yöntemine kıyasla daha uygun bir yöntem olduğu düşünülmektedir. Bu yöntem sayesinde, araç şarj ünitesinin zemine monte edildiği alana park edildiğinde, şarj işleminin otomatik olarak başladığı ifade edilmektedir. Kablosuz şarj sisteminde, kablo bağlantısının bulunmaması nedeniyle aşınmış kablolar, prizler, fişler ve araçlardan sarkan kablo sorunları ortadan kalkacaktır. Bu durumda eskimiş priz ve kablolardan doğabilecek risk durumları da ortadan kalkmaktadır (Yazıcı ve Özdemir 2013). Kablosuz şarj yöntemiyle, çalışanların ve kullanıcıların şarj etme işleminde kendilerini daha güvende hissedebilecekleri düşünülmektedir.

Kablosuz şarjın güvenliği ve insan sağlığına etkileri üzerine yapılan bir çalışmada, çalışanlar ve kullanıcılar için kablolu şarjda olduğu gibi kablosuz şarjda da en önemli konulardan birinin de güvenlik olduğu düşünülmektedir. Tüm cihazların güvenlik standartlarına uyması bir zorunluluk olarak ifade edilmektedir.

Elektromanyetik dalgaların insan sağlığına olan etkilerini düzenlemek amacıyla çeşitli uluslararası standartların benimsendiği görülmektedir. Bu standartlar aşağıdaki gibi sıralanmıştır;

- (*“Radyo Frekanslı Elektromanyetik Alanlara İnsanları Maruziyetine İlişkin Güvenlik Sınırları 3 kHz- 300 GHz” Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü (IEEE) (Pashaei vd 2016)*

- *Zamanla Değişen Elektrik, Manyetik ve Elektromanyetik Alanlara Maruziyetin Sınırlanmasına İlişkin Kılavuz (300 GHz'e kadar) Uluslararası İyonize Olmayan Radyasyondan Korunma Komisyonu (ICNIRP) (Pashaei vd 2016)*

- *WHO Electromagnetic”) (Pashaei vd 2016)*

Söz konusu standartların, sistem arızalarını önlemek ve insan sağlığını korumak amacıyla oluşturulduğu kabul edilmektedir. Elektrikli araçların endüktif güç aktarımı (IPT) yöntemiyle şarj edilmesi durumunda, elektromanyetik uyumluluk ile enerji verimliliğini sağlamak için 10 kHz ile 100 kHz arasında düşük frekansların tercih edilmesi gerektiği ifade edilmektedir (Terzi vd 2020). Elektromanyetik sistemlere uzun süre maruz kalmanın, şiddeti genellikle hafif olmakla birlikte, dokularda yanma, sinir sistemi rahatsızlıkları, kas spazmları ve görme sorunları gibi sağlık problemlerine yol açabileceği ifade edilmektedir (Pashaei vd 2016). Kablolu ve kablosuz her iki yöntemle bakıldığında ikisinin de tehlike ve riskler barındırmakta olduğu görülmektedir.

Yapılan çalışmalar, kablosuz şarj yönteminin daha güvenli olabileceğini gösterirken, ilgili standartlara uyulması durumunda araç kullanıcılarının bu konudaki endişelerinin ve soru işaretlerinin giderilebileceği düşünülmektedir.

2.7.2.2.Elektrikli araç ve batarya kaynaklı durumlar

Bu bölümde elektrikli araçlardan ve bataryadan kaynaklı yanma durumlarına değinilecek. Elektrikli araçların şarj etme sürecinde bataryadan dolayı tehlike ve risk teşkil ettiği düşünülmektedir. Tehlike ve risk durumlarıyla ilgili yapılan literatür araştırması sonucunda bazı çalışmalara yer verilmiştir.

Amerikan Ulusal Ulaşım Güvenliği Kurulu’nun (NTSB) yayımladığı verilere göre; bataryalı elektrikli araçların yangın olasılığının, %0,03, yakıtla çalışan geleneksel motorlu araçlar %1,5 ve hibrit araçlarda ise bu oran %3,4 olduğu görülmektedir.

Avrupa Birliği resmî web sayfasında elektrikli araçlarda yangın riski değerlendirme araştırması yapıldığı görölmektedir. Bu araştırma da yangın riski elektrikli araçlar için %0,0244 olarak hesaplandığı görölmektedir. Mevcut bulgular, elektrikli araçların yangın riski açısından daha güvenli olduğunu ortaya koysa da bu istatistiklerin çoğunlukla araçların henüz yeni olmasından kaynaklandığı ve araçlar yaşlandıkça ortaya çıkabilecek olası risklerin belirsizliği nedeniyle yanıltıcı olabileceği ifade edilmektedir. Ayrıca, literatürde yer alan bazı çalışmalarda, hibrit elektrikli araçların yangın riskinin, geleneksel yakıtla çalışan araçlara kıyasla yaklaşık iki kat daha fazla olduğu tespit belirtilmektedir. Yanma olayındaki esas sorun ise, elektrikli araç yangınlarına müdahale uzun, zorlu ve özel eğitim gerektirdiği görölmektedir (TMMOB 2024).

Yakıtla çalışan geleneksel araçlarda olduğu gibi, elektrikli ve hibrit araçlarda da sürüş esnasında ve olası kazalarda güvenliği sağlamak amacıyla genel güvenlik gereklerini karşılayacak şekilde tasarım esaslarının benimsendiği önceki çalışmalarda ifade edilmiştir. Avrupa’da olduğu gibi, Türkiye’de de trafiğe çıkacak tüm araçlar için Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu (UNECE) tarafından belirlenen standartlara uygunluk, Araç Tip Onayı süreci kapsamında denetlenmektedir.

Bu çerçevede, M1 sınıfına giren elektrikli araçlar ile bu araçlarda kullanılan yüksek gerilimli tahrik bataryalarının; geleneksel yakıtlı motorlu araçlarda da yaygın biçimde uygulanan UN-ECE R94/95 regölasyonları ile Euro NCAP gibi çarpışma testlerine uygun şekilde, yüksek güvenlik seviyelerini karşılayacak biçimde tasarlandığı literatürde belirtilmektedir. Araçlarda meydana gelebilecek çarpışma veya diğer kaza senaryolarında karşılanması gereken çeşitli güvenlik kriterleri bulunmakta olup, elektrikli ve hibrit araçlar söz konusu olduğunda, bu kriterler yakıtla çalışan geleneksel araçlara kıyasla batarya sistemlerine özel ek gereksinimleri de kapsamaktadır.

UNECE R100 standardı doğrultusunda, elektrikli ve hibrit araçlara ait yüksek gerilimli batarya sistemlerinin; mekanik darbelere karşı dayanıklılık, yangın güvenliği, harici kısa devreye karşı koruma, aşırı şarj ve yüksek sıcaklık durumlarına karşı direnç gibi çeşitli testlerden geçirilmesi gerektiği önceki çalışmalarda ortaya konmuştur. Bu bağlamda, elektrikli araçlarda kullanılan yüksek gerilimli bataryaların gerekli tip onay süreçlerinden geçebilmesi için söz konusu standardın gerekliliklerini karşılaması zorunlu görölmektedir. (Topal 2023). Bataryalı elektrikli araçların (BEV) çalışma prensipleri incelendiğinde yakıt kaynağı olarak elektrik enerjisi kullanıldığı görölmektedir.

Elektrik gücünü batarya sisteminin sağladığı baz alındığında, batarya sisteminde kullanılan pillerin genelde lityum iyon piller olduğu görülmektedir (Parlak 2011). Lityum iyon piller, son zamanlarda şarj edilebilen piller arasında daha yaygın olan pil türü olduğu görülmektedir (Armand and Tarascon 2008). Bu bataryaların, şarj edilebilir pil grubu içinde yer alan kurşun-asit pillerle karşılaştırıldığında, daha yüksek kapasiteye sahip olduğu ve enerji ile güç yoğunlukları bakımından da üstünlük gösterdiği çeşitli çalışmalarda belirtilmektedir. Söz konusu teknik özellikler, bu pillerin elektrikli araçlar ve farklı elektronik cihazlarda uzun süreli kullanım imkânı sunmasına ve yüksek akım taleplerini karşılayabilmesine olanak tanımaktadır (Kong *et al.* 2018). Tablo 2.6’da Elektrikli araçlarda kullanılan bazı pil çeşitleri verilmiştir (Batmaz 2023).

Tablo 2.6. Elektrikli araçlarda kullanılan bazı pil çeşitleri

PİL ÇEŞİTLERİ
Kurşun Asit
Nikel Metal Hidrit
Sodyum/Metal Klorür
Metal Hava
Lityum Polimer
Lityum İyon
Lityum Air

Bataryalı elektrikli ve hibrit araçların çevre ve insan güvenliği açısından oldukça güvenli olduğu düşünülmektedir. Ancak bu araçlarda yangın ve yüksek voltaj tehlikesi her zaman mevcut olduğu bilinmektedir. Lityum iyon bataryalar, yüksek enerji yoğunluğu ve verimlilik sunmalarına karşın, fiziksel hasar almaları durumunda yangın veya patlama gibi ciddi güvenlik riskleri oluşturabildikleri bilinmektedir (Kazak 2024).

Bataryaların şarj sürecinde aşırı yüklenme, düşük şarj seviyelerinde çalışma ya da çevresel sıcaklığın olağanın üzerinde seyretmesi gibi durumların, kısa devre oluşumuna neden olabileceği öngörülmektedir (Kılınç 2022). Bataryalı elektrikli araçlarında gerçekleşme ihtimali bulunan yangınlar, yakıtla çalışan geleneksel araç yangınlarına oranla söndürülmesinin daha zor ve yangın yükünün fazla olduğu düşünülmektedir. Elektrikli araç bataryalarının çalışma sıcaklığı aralığında olmaması durumunda olumsuz sonuçların ortaya çıkması beklenmektedir.

Batarya sistemlerinde aşırı şarj, yüksek sıcaklık ve tam deşarj gibi olumsuz koşulların, termal kaçak oluşumuna zemin hazırlayabileceği öngörülmektedir. Termal kaçak meydana geldikten sonra, batarya hücrelerinin kısa sürede alev alarak yanma sürecine girmesi olasıdır. Lityum iyon bataryaların güvenli bir şekilde çalışabildiği sıcaklık aralığı genellikle -15°C ile $+35^{\circ}\text{C}$ arasında değişmekte olup, kabul edilebilir sınırlar ise -20°C ila $+60^{\circ}\text{C}$ olarak ifade edilmektedir. Elektrikli araçlar çalıştığı esnada ve şarj etme sırasında araç bataryalarında ısınmalar meydana gelebilmektedir. Bu ısınmalara engel olmak amacıyla batarya sistemlerinin içerisinde soğutma sıvıları bulunmaktadır. Elektrikli araç bataryalarının belirlenen çalışma sıcaklığı aralığında kalmasını sağlamak amacıyla özel soğutma sıvıları geliştirilmiştir. Batarya sistemlerinde yangın riskine yol açan başlıca etkenler arasında trafik kazaları, teknik arızalar ve üretim kaynaklı hataların yer aldığı çeşitli çalışmalarda belirtilmektedir. Batarya sistemlerinin $70-90^{\circ}\text{C}$ 'lere çıkmasından dolayı pilin hücre yapısında bozulmalar meydana gelmektedir. Pilin yapısında oluşan bu bozulmaların, çevreye hidrokarbon gazı salınımı yapması beklenmektedir.

Hidrokarbon gazı salınımının oluşmasından sonra yanma olayı gerçekleşmeyeceği ancak batarya sisteminde ısınma durumu devam etmektedir. Batarya sıcaklığının $180-200^{\circ}\text{C}$ seviyelerine ulaşması durumunda, ortama oksijen salınımı başlayabilir ve bu süreçte meydana gelen kimyasal tepkimeler sonucunda yangın oluşumu kaçınılmaz hâle gelebilir. Bu tür bir termal olay, batarya koruma yapısının erimesine ve sıcaklığın yaklaşık 600°C 'ye kadar yükselmesine neden olabilir. Şekil 2.5'te batarya hücrelerinde meydana gelen termal kaçak etkisine ilişkin görsel bir temsil sunulmuştur (Kılınç 2022).



Şekil 2.5. Termal kaçak etkisi

Termal kaçak olgusu, bataryanın iç sıcaklığının hızla yükselmesine yol açmakta ve bunun sonucunda lityum bileşenlerinde kimyasal tutuşma riski ortaya çıkmaktadır. Lityum iyon bataryalar, normal koşullarda hava geçirmez ve sızdırmaz yapıları ile korunmasına rağmen, termal stres etkisi altında toksik ve aşındırıcı maddelerin yanı sıra yanıcı toz, gaz veya sıvıların açığa çıkması söz konusu olmaktadır (Topal 2023). Başka bir araştırmada, termal kaçak nedeniyle oluşan ısınmanın, kıvılcım oluşumu ve parlama gibi tehlikeli olaylara zemin hazırlayabileceği ifade edilmiştir. Batarya çevresinde bulunan havalandırma sistemlerinden gelen havanın yanıcı bileşenler içermesi durumunda, bu ortamın tutuşma için yeterli enerji kaynağı sağladığı ve patlama riskinin de göz önünde bulundurulması gerektiği vurgulanmaktadır (Larsson *et al.* 2018).

2.7.3.Bakım onarım süreci, tehlike ve riskler

Elektrikli araç şarj istasyonlarının kurulum ve kullanım süreçlerinde olduğu gibi bakım onarım sürecinde de gerekli önlemler alınmadığı takdirde çalışanı, iş yerini, çevreyi ve bakım onarım ekibini etkileyebilecek tehlike ve risklerin gerçekleşmesi öngörülmektedir.

Son zamanlarda yapılan bir çalışmada, her teknolojik gelişme de olduğu gibi elektrikli araç şarj istasyonlarının kurulması ve yaygınlaştırılması sürecinde yaralanma ve meslek hastalığı riskini barındırdığı bildirilmektedir. Bu anlamda araç kullanıcılarının, çalışanların, şarj ekipmanlarının kullanımı ve bakımıyla ilgilenen uzman personelin kendi çalışma alanında yetkin olması gerektiği belirtilmektedir. Uzman personelin maruz kalabileceği mesleki yaralanma riskleri konusunda bilgilendirilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Aynı çalışmada, DC şarj ekipmanları için geçerli teknik ve güvenlik gerekliliklerine, risk yönetimi kriterlerine ve bu tür ekipmanların bakımını sağlayan kuruluşların çözüm yollarının benimsenmesi gerektiğine değinilmektedir (Buica *et al.* 2022). Bir başka çalışmada, EVSE'nin rutin bakım gerektirmediğini ve tüm ekipmanların iyi çalışır durumda kalmasını sağlamak için periyodik denetimler yapılması gerektiği belirtilmiştir. Yerel koşullara bağlı olarak periyodik temizlik gerekebilir. İletişim sistemlerinin ve aydınlatmanın test edilmesi için koşullara uygun bakım faaliyetleri yapılabilir. Ekipmanlarda kaza sonucu oluşan hasarın veya kasıtlı zarar verme sonucunda bakım onarım gerekebilir. Bu sorumlulukların genellikle mal sahibine ve kurulumu yapan firmaya ait olduğu belirtilmektedir (eTec 2010).

2.7.4.Çevreden kaynaklı tehlike ve riskler

Bu bölümde, nesnelerin interneti (IoT) kaynaklı siber saldırılar, olumsuz hava koşullarının etkisiyle meydana gelen doğal olayların şarj ünitelerini etkilemesi, çarpma, kundaklama ve vandalizmden kaynaklı tehlike ve risk durumlarına yer verilmiştir.

2.7.4.1.Nesnelerin interneti (IoT) kaynaklı siber saldırı

IERC, Nesnelerin İnterneti kavramını şu şekilde tanımlar: (*“Fiziksel ve sanal ‘nesnelerin’ kimlikleri, fiziksel nitelikleri ve sanal kişilikleri olduğu ve akıllı arayüzler kullandığı, bilgi ağına sorunsuz bir şekilde entegre edildiği, standart ve birlikte çalışılabilir iletişim protokollerine dayalı kendi kendini yapılandırma yeteneklerine sahip dinamik bir küresel ağ altyapısı”*) (IEEE 2017).

Nesnelerin internetinin (IoT) ortaya çıkmasıyla, birbirlerine bağlı cihaz ve hizmetlerin yer aldığı geniş bir ekosistemi bütünleştiren bir kavram olan elektrikli araç ve şarj sistemi, şu an ki şarj sisteminde bulunan engelleri aşabilmek amacıyla bu teknolojiyi benimsemesi önemli hale gelmektedir.

Akıllı bir DC şarj altyapısı, elektrikli araç, elektrikli aracı besleyen ekipman, aracı besleme ekipmanına bağlayan konektörler ve güvenli kablosuz teknolojiyi kullanarak veri iletmek amacıyla araç besleme ekipmanını IoT bulut hizmetine bağlayan güvenli bir ağdan oluştuğu belirtilmektedir. Gelişen IoT teknolojisi, IoT bileşenleri, iletişim protokolleri ve bulut teknolojisinin güvensiz ve savunmasız olması durumunda akıllı şarj alt yapısı oluşturulmadan önce çözüm bekleyen önemli tehditleri barındırmaktadır (Ranabhat 2018)

Ranabhat (2018) tarafından bildirildiğine göre, Mathias Dalheimer’ın (2017) Kaspersky Lab’de yayımlanan makalesinde, elektrikli araç şarj altyapısının güvenlik açıkları barındırdığını belirtmektedir. Bu güvenlik açığı, üçüncü taraf sağlayıcılar tarafından sağlanan kişisel verilerin elden edilmesinden oluştuğu bildirilmektedir. Şarj altyapısında OCPP protokolünün eski sürümünden kaynaklı şifreleme özelliğinin kalkması ve HTTP bağlantısına dayanan güvenlik sorunları siber saldırıların hedefinde olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca Dalheimer’ın incelediği şarj istasyonunda, siber saldırı gerçekleştiren saldırganın yapılandırma verilerini kopyalaması, OCPP sunucusunun oturum açma bilgilerine erişmesi ve bir USB bellek takarak şarj istasyonu kullanıcılarının belirteç numaralarına erişilmesine yarayan USB bağlantı noktaları olduğunu belirtmektedir.

Bu durumda saldırganın verilere erişmekle beraber verileri değiştirerek ve uygulamayı kendi ihtiyaçlarına göre güncelleyerek istasyonu patlatabileceği düşünülmektedir.

Şarj istasyonuna yetkisiz erişim, kullanıcıların taklit edilmesi, kullanıcının sahip olduğu işlemlerin yasa dışı kullanımı, açık şarj portları ve yetkisiz şarj talepleri dünya genelinde halihazırda şarj istasyonlarıyla ilgili sorunlar olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle, kullanıcıların güvenliğini riskli hale getiren hususlar, şarj istasyonlarının tasarım sürecinin önemli bir konusu olmalıdır.

OWASP IoT test kılavuzuna göre, güvenli olmadığı düşünülen web arayüzü, yetersiz güvenlik yapılanması, fiziksel güvenliğin zayıflığı, aktarım şifreleme eksikliği, yetersiz kimlik doğrulama, güvensiz yazılım, gizlilik endişeleri ve güvensiz mobil arayüzü olmak üzere, IoT özelliğine sahip bir altyapının maruz kalınacak siber tehditler olabileceği düşünülmektedir (OWAS 2018).

Bir başka çalışmada, elektrikli araçların akıllı şehirlerde ilgi görmesiyle, siber güvenlik risklerinin ve zorlukların giderek belirgin sorunlar haline gelebileceği öngörülmektedir. Akıllı şehirlerin elektrik şebeke sistemleri ve hizmet sunucularının elektrikli araçlardan gelebilecek kötü amaçlı yazılım saldırılarına karşı hassas olduğu bilinmektedir (Carryl *et al.* 2013). Kullanıcıların kişisel verilerinin hassasiyetini anlamak, uygun güvenlik önlemlerinin uygulanmasını ve akıllı şehirde verilerin gizliliğinin korunmasını sağlamak önemli hale gelmesi beklenmektedir.

2.7.4.2.Olumsuz hava koşulları kaynaklı tehlike ve riskler

Elektrikli araçların ve şarj istasyonlarının olumsuz hava koşullarından olumsuz yönde etkilenebileceği düşünülmektedir. Yapılan bir araştırmaya göre, kurşun asit bataryalarının düşük hava sıcaklıklarından şiddetli bir şekilde etkilendikleri düşünülmektedir. 10°C'nin altında aracın çalıştırılması veya şarj alması esnasında çalışma durumunda hem enerji hem de güç yoğunluğunda büyük bir düşüş gerçekleşebilir (Ünlü vd 2003).

Elektrikli araç kullanıcılarının araçlarını çalıştırırken yakıtla çalışan geleneksel motorlu araçlarda olduğu gibi aşırı sıcak ve soğuk havalarda çalıştırmayı düşünmektedirler. Ancak bir elektrikli aracın en iyi performans sağladığı sıcaklık aralığının 20-30°C aralığında olduğu bilinmelidir.

Aşırı yüksek ve düşük sıcaklık koşullarının, pillerin işlevselliği üzerinde olumsuz etkiler yarattığı daha önce yapılan çalışmalarda belirtilmiştir. Yüksek sıcaklıkların yaşandığı süreçlerde, pillerin hücrelerinde farklı reaksiyonların meydana geldiği, bu durumun ise bataryanın ısınmasına ve ardından araçta yangın oluşmasına sebep olabileceği belirtilmektedir. Düşük sıcaklıkların yaşandığı süreçlerde ise, pilin iç direncinde artış ve bu artışla birlikte pil içerisindeki ek ısıtma sistemlerinin oluşmasından kaynaklı pil yangınları oluşmaktadır (Kılınç 2022).

2.7.4.3.Şarj ünitesine yönelik çarpma kaynaklı tehlike ve riskler

Elektrikli araç şarj istasyonlarının konumlandırıldığı yerlerde elektrikli araçlardan kaynaklı çarpma durumu meydana gelebileceği düşünülmektedir.

Yapılan bir çalışmada, elektrikli araçların şarj ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla şarj ünitelerine bağlı halde iken (şarj esnasında) bir çarpma sonucunda kaza durumunun gerçekleşmesine neden olabilir. Kaza durumunun gerçekleşmesi halinde şarj kablusunun mümkün olduğunca şarj ünitesinden çıkarılması uygun olacaktır.

Şarj sisteminin enerjisinin mutlaka kesilmelidir. Şarj kablosunda veya konnektöründe bir hasar olup olmadığının kontrol edilmesi, kablolarda hasar ihtimali üzerine elektriksel izolasyonun sağlanması gerekmektedir. Elektrikli araçtan kaynaklı olmayan kaza veya çarpma durumunda ise, enerji besleme noktasının tehlikeli olabileceği düşünülmektedir. Bu durumda enerji besleme noktasının bağlı olduğu transformatör üzerinden enerjinin kesilmesi tavsiye edilmektedir (Topal 2023).

Elektrikli araçların şarj esnasında tehlike ve risk oluşturma ihtimalinin bulunması çalışanların, araç kullanıcılarının ve diğer vatandaşların güvenliğini sağlamanın zorunlu hale geldiği görülmektedir. Bu durumda, İSG ilkelerine dayanılarak insan sağlığını olumsuz yönde etkileyebilecek durumların ortaya çıkmasından önce önlenebileceği düşünülmektedir.

2.7.4.4.Vandalizm (tahrip etme ve saldırganlık)

Halka açık şarj istasyonlarında, vandalizm ve hırsızlık olasılığı bulunmaktadır. Elektrikli Araç Tedarik Ekipmanlarının (EVSE) kasıtlı olarak tahrip edilmesi olasılığı, son zamanlarda elektrikli araç şarj istasyonlarının kurulması ile artması beklenmektedir. EVSE ekipmanlarının korunmasını içerecek saha konumlandırmaları dikkatli planlanmalı ve yeterli aydınlatma imkânı sağlanarak hasar ve hırsızlık durumlarına caydırıcı önlemler alınmalıdır.

Hareket sensörlü aydınlatmalar kullanıcılar için avantajlı olurken şarj istasyonu ekipmanlarını kötüye kullanacak kişileri caydırıcı olacaktır. EVSE'nin şarj kabloları ve konnektörü için kablo ekartörleri veya kilitleme bölmeleri tasarlanabilir. Şarj istasyonları ve ekipmanlarının güvenliği, güvenlik devriyelerinin bulunduğu alanlar ve insanların görüş alanı içinde konumlandırılmasıyla sağlanabilir (eTec 2010). Bu bağlamda, elektrikli araç şarj istasyonlarının kurulması ve sonrasında vandalizmden kaynaklı tehlike ve risklerin insanları etkilemesi beklenmektedir.

2.8.EA'ların Yanma ve Patlamalarında Alınabilecek Önlemler

Bu bölümde elektrikli araç şarj istasyonlarında elektrikli araçlardan kaynaklı yanma ve patlamalarına yönelik yapılan çalışmalara değinilecek. Lityum iyon bataryalarının yanma ve patlama durumlarının nedenlerine ve bataryadan kaynaklı yangınlara yönelik alınabilecek önlemlere değinilmiştir.

2.8.1.Elektrikli araçlarda yanma ve patlamaların nedenleri

Elektrikli araç şarj istasyonlarında bir elektrikli aracın şarj alma sürecinde tehlike ve risk barındırdığı düşünülmektedir. İnsan sağlığını ve güvenliğini tehdit eden tehlike ve riskler şebekeden, şarj ünitesinden, aktif kullanılan yakıtlardan, çalışanlardan ve kullanıcılardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bunların yanında elektrikli araçlardan da kaynaklanabilecek tehlike ve risk durumlarının olabileceği unutulmamalıdır.

Finlandiya'da 2015-2019 yılları arasında yapılan bir araştırma da elektrikli araç yangınlarının nedenleri sıralanmaktadır (Kazak 2024). Çalışma kapsamında elektrikli araç yangınlarının sebepleri şu şekildedir:

- (*"Teknik Arıza: Aracın elektrik bileşenlerinde veya bataryasında meydana gelen arızalardan kaynaklanan yangınları kapsamaktadır. Batarya hücrelerinde görülen kısa devre veya aşırı ısınma gibi durumlar yangınların başlıca sebeplerinden sayılmaktadır.*

- *İnsan Kaynaklı: Yangınlar, bazı durumlarda insan etkisi sonucunda ortaya çıkmaktadır. Kundaklama veya kasıtlı yangın çıkarma, yanlış kullanımdan kaynaklanan dikkatsizlik ve ihmaller bu kategori altında değerlendirilir.*

- *Yanıcı Madde Kaynaklı: Araç yakınında veya içinde bulunan yanıcı maddelerin alev alması sonucunda meydana gelen yangınlar bu kategori altında toplanır. Bu şekilde bir yangın, aracın yanında bulunan yanıcı bir sıvının tutuşması ile başlayabilmektedir.*

- *Tabii (Doğal) Kaynaklı: Doğal olayların neden olduğu yangınlar; bu kategori altında incelenmektedir. Şiddetli fırtına veya yıldırım düşmesi gibi doğa olayları sonucunda elektrikli araçlarda ve şarj ünitelerinde yangınlar çıkabilir.*

- *Hayvan Kaynaklı: Araçların motor bölgesine sıkışan veya farklı şekillerde araçla etkileşime giren hayvanlar nedeniyle başlayan yangınları ifade eder. Bu tarz durumlar, özellikle motor bölgesinde yuva yapan küçük hayvanlar nedeniyle meydana gelmektedir.*

- *Nedeni Belirsiz: Tüm incelemelere rağmen bazı yangınların kaynağı net olarak belirlenememektedir. Bu yangınlar; nedenleri tam olarak tespit edilemediği için "nedeni belli değil" kategorisinde sınıflandırılmaktadır (Kazak 2024)."*

Elektrikli araç yangınlarının sebeplerine bakıldığında, elektrikli araç şarj istasyonunda bulunan bir elektrikli aracın birçok açıdan tehlike ve risk teşkil ettiği görülmektedir.

2.8.2. Batarya kaynaklı yanma ve patlamalarda alınabilecek önlemler

Batarya yangınlarının bastırılması ve yangın söndürme teknolojiler hakkında az sayıda çalışma olduğu düşünülmektedir. Az sayıda çalışmaya rağmen elektrikli araç yangınları hakkında bazı tespitlerin olduğu görülmektedir.

Bir çalışmada yapılan tespitler; lityum iyon batarya yangınlarının kontrol altına alınmasının zor ve karmaşık olduğu, çok fazla söndürücü madde gerektirdiği ve bataryanın tekrardan alevlenme durumunun mevcut olduğu düşünülmektedir (Kong *et al.* 2018). Tekrardan alevlenen yangınlarla baş etmenin zor olduğu bilinmektedir. Tekrardan alevlenmenin engellenmesi için batarya paketindeki tüm aktif içeriklerin yanmasına izin vermenin riski azalttığı düşünülmektedir. Ancak bu yöntemin pratikte uygulanmasının mümkün olmayacağı belirtilmektedir. Bu yüzden batarya sisteminde oluşabilecek bir yangın riski karşısında bastırma ve söndürme işlemine ihtiyaç duyulabileceği düşünülmektedir (Alyar 2022). Batarya yangınlarıyla ilgili yapılan bir çalışmada, batarya yangınlarını bastırmak için yalnızca karbondioksit veya diğer kimyasal maddelerin kullanılması yangını kontrol altına alabilmesine rağmen, batarya takımını soğutamadığı ve yeniden alevlenmeyi engelleyemediği görülmektedir. Bir taraftan su spreyinin uygulanması hem yangını bastırabildiği hem de elektrikli aracı soğutabileceği belirtilmektedir. Bu durumda elektrik arızasını tetikleyebileceği ve hidrojen gazı ortaya çıkarabileceği ihtimali üzerinde durulmaktadır (Schiemann *et al.* 2016).

Bir başka çalışmada, batarya yangınlarında suyun çok yaygın bir söndürme maddesi olarak etkili soğutma kapasitesi sunduğu belirtilmektedir. Kısa devre veya zehirli su akışı gibi olumsuz etkiler oluşturmalarına rağmen lityum iyon batarya yangınlarında suyun oldukça etkili olduğu düşünülmektedir (Alyar 2022).

Yüksek voltajlı bataryalara sahip elektrikli araçların, kullanıcılar, bakım personeli ve itfaiye ekipleri açısından çeşitli tehlike ve risk unsurları taşıdığı öngörülmektedir. Yangın veya patlama durumlarında müdahalede bulunan itfaiye personelinin elektrik çarpmasına maruz kalması sonucu yaralanma veya ölüm riskinin yüksek olduğu belirtilmiştir. Böyle durumlarda müdahale ekiplerinin olay yerine ulaşmasıyla aracın elektrikli araç mı yoksa yakıtla çalışan geleneksel motorlu araç mı olduğunu anlamalarını zorlaştırmaktadır. Bu konuda üretici firmaların yaptığı çalışmalara göre, aracın elektrikli olup olmadığı ile ilgili aracın arka kısmına ve motor bölümüne Electric Vehicle (EV) yazısının yazılacağı düşünülmektedir (Kazak ve Yücel 2024).

Bu sayede araç yangınlarına doğru ve etkin bir şekilde müdahale edilerek olası risk ve iş kazalarının önüne geçilebileceği beklenmektedir. Elektrikli ve hibrit araçlarda olası yanma durumlarında, batarya sistemlerinin elektrikselsel olarak tamamen deşarj edilmesinin mümkün olmadığı ileri sürülmektedir. Bu nedenle, batarya sistemlerinin durumu sürekli olarak izlenmeli ve uygun güvenlik önlemleri alınmadan doğrudan temas edilmemesi tavsiye edilmektedir. Batarya hücrelerinin sahip oldukları dış muhafazalarından dolayı soğutulmaları zor olabilmektedir. Bu nedenle elektrikli ve hibrit araç yangınlarında yakıtla çalışan geleneksel motorlu araç yangınlarına kıyasla yangın söndürme sıvısının daha fazla kullanımının gerekmektedir (Topal 2023).

Lityum iyon ve diğer batarya türlerinde yangın riskinin oluşması esas alındığında bu riskleri önlemenin bazı yolları bulunmaktadır. Yapılan bir çalışma ile batarya risklerini önlemenin yolları aşağıdaki gibi listelenmiştir.

- *(“Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu (BM-AEK) tarafından kabul edilen R100 regülasyonuna uyumlu olmalıdır. Elektrikli araç ve bataryalarda sağlanması gereken test ve gerekliliklerin yapılmış olması gerekmektedir.*
- *Bataryada problem olması durumunda sürücüye uyarı verilmesi sağlanmış olmalıdır.*
- *Titreşim testleri yapılmış olmalıdır.*
- *Termal şok testi yapılmış olmalıdır.*
- *Yangına karşı dayanıklılık testi yapılmış olmalıdır.*
- *Aşırı şarj ve koruma testi yapılmış olmalıdır.*

- *Aşırı akım koruma testi yapılmış olmalıdır.*
- *Aşırı sıcaklık koruma testi yapılmış olması gerekmektedir. “) (TMMOB 2024).*

Bu önlemlerin alınması sonucunda bataryalardan kaynaklı tehlike ve risklerin gerçekleşmeden önce azaltılması mümkün olacağı düşünülmektedir. Batarya veya araçtan kaynaklı yangın durumlarıyla karşılaşılması durumunda yangınla mücadele etme süreci farklı ülkelerdeki uygulamaların göz önünde bulundurulmasıyla, aşağıdaki şekilde açıklanmaktadır:

- Bazı Avrupa ülkelerinde, itfaiye teşkilatları aracın plaka numaralarına bakarak aracı tanımlamaya çalıştıkları görülmektedir. Bu şekilde itfaiyecilerin, doğru ve etkin bir şekilde yangınlara müdahale etmesi beklenmektedir (Kazak 2024).
- Aracın türüne göre yangın söndürme planı hazırlanmalıdır.
- Yangının gerçekleştiği alanda öncelikle çevredeki insanların ve ekiplerin güvenliği sağlanmalıdır.
- Aracın şarj edilme esnasında ise araç şarj ekipmanları çıkarılmalı ve şarj altyapısı tümüyle kapatılmalıdır.
- Yangın söndürme faaliyetlerine başlanarak yangın söndürülmelidir.
- Yangın söndürüldükten hemen sonra araç hareket ettirilmemelidir.
- Son adım ise yerinde temizlik olmalıdır. Yangın sonrasında belirli imha prosedürleri de önerilmektedir. Aracın bataryasının tekrar alev alevlenme ihtimali göz önüne alınarak araç açık bir alana park edilmelidir (Sun *et al.* 2020).

Bazı Avrupa ülkelerinde yangına karşı yapılan söndürme yöntemlerine dayanılarak, elektrikli araç ve batarya kaynaklı yangınların etkili ve doğru bir şekilde söndürme faaliyetlerinin yapılabileceği düşünülmektedir. Böylece çevrede yaşayan insanların, çalışanların ve diğer canlıların sağlığı ve güvenliği sağlanmış olacaktır.

2.8.3.Batarya yanmasından kaynaklı zehirli gaz tehlikeleri

Lityum iyon bataryalarda termal kaçak süreci ve sonrasında ortaya çıkan yangınlar, yanıcı, patlayıcı, boğucu ve toksik gazların çevreye yayılmasına yol açabilmektedir (Kazak 2023).

Tablo 2.7. Lityum iyon batarya yangını sonrası ortama salınan gazlar

Gaz İsmi	Gaz Tehlikeleri
Hidrojen (H ₂)	Yanıcı, Patlayıcı
Hidrojen Florür (HF)	Yanıcı değil, Zehirleyici
Karbonmonoksit (CO)	Yanıcı, Patlayıcı, Zehirleyici
Karbondioksit (CO ₂)	Boğucu
Etilen (C ₂ H ₄)	Yanıcı, Patlayıcı, Boğucu
Fosfor Pentaflorürü (PF ₅)	Zehirleyici, Yanıcı Gazlar (Ayrışma)
Sülfür Dioksit (SO ₂)	Yanıcı değil, Zehirleyici

Lityum iyon bataryalarının yanması sonucunda ortama yayılması beklenen gazların yanıcı, boğucu ve zehirli olması elektrikli araç kullanıcılarını, şarj istasyonu çalışanlarını ve diğer vatandaşları tehlike ve risklerin beklediğini göstermektedir. Bu tehlike ve risklerin oluşması durumunda elektrikli araç ile aynı ortamda bulunan birçok insan üzerinde olumsuz etkiler oluşturabilir.

İSG'nin sağlanabilmesi için bu tehlike ve risklerin olumsuz etkilerinin minimum düzeye indirilmesi konusunda çalışanların ve kullanıcıların bilinçlendirilmesi ve gerekli önlemlerin alınmasını önemli hale getirmektedir.

2.8.4.Elektrikli araç yangınlarının söndürülme yöntemleri

Bataryalı elektrikli araçlarda, şarj işlemi sırasında, park halindeyken, kaza anında veya kasıtlı kundaklama gibi durumlarda yangın çıkma riski bulunmaktadır (Alyar 2022). Elektrikli araç yangınları esnasında, ortamda hidrojen florür ve fosfor oksiflorür gibi zararlı gazların salınımı gerçekleşmektedir. Bu gazların salınımının yayılması yangına müdahale etmesi beklenen itfaiye ekipleri için dezavantajlı bir durum yaratacağı düşünülmektedir. İçten yanmalı motorlu araçlara göre elektrikli araç yangınlarının söndürülmesi zor ve yeniden alev alma olasılığının yüksek olduğu düşünülmektedir (Şenyürek vd 2022). Tesla Model S acil durum müdahale kılavuzunda, elektrikli araç yangınlarının söndürülmesinde en etkili maddenin su olduğu ifade edilmektedir. Kılavuzda, yangınla mücadelede yaklaşık 11 ila 30 ton arasında su kullanılması gerektiği önerilmektedir. Ayrıca, kullanılan suyun batarya sistemine nüfuz etmesi önemine vurgu yapılmaktadır. Bununla birlikte, söndürme işlemi sırasında köpük kullanımının tavsiye edilmediği belirtilmektedir (Tesla 2021).

Bir başka çalışma da yanmış elektrikli aracın güvenli bir ortama taşınmasının ardından 300 metre tecrit mesafesi sağlanması gerektiği belirtilmektedir. Elektrikli aracın en az 15 metre yakınında yanıcı maddelerin bulunmaması gerektiği ifade edilmektedir. Söndürme işlemine rağmen aracın yeniden alev alma riski göz önünde bulundurularak, sıcaklık seviyesinin 24 saat boyunca termal kameralarla izlenmesi gerektiği belirtilmiştir. Ayrıca, elektrikli araç yangınlarına müdahale sırasında, aracın üst kısmına ve en az 10 metre mesafeye yüksek voltaj uyarı levhalarının yerleştirilmesi gerektiği önerilmektedir (Brzezinska ve Bryant 2022). Şekil 2.6’da yüksek voltaj tehlike levhası verilmiştir (Kazak ve Yücel 2024).



Şekil 2.6. Yüksek voltaj tehlike levhası

Başka bir çalışmada gerçekleştirilen deneyler, CO₂, HFC-227ea ve su sisi gibi söndürme maddelerinin lityum bataryalar üzerinde etkili yangın kontrolü sağladığını göstermektedir. Yapılan deneyde su sisinin en etkili söndürme maddesi olarak kanıtlandığı görülmektedir (Kazak 2023). Aynı çalışmada, bataryalı elektrikli araç yangınlarına müdahalede su işleme sistemi yanında yangın battaniyeleri, su dolu konteynerler, Vermikülitin Sulu Dispersiyon (VSD) söndürme cihazları ve Rosenbauer elektrikli araç müdahale kiti gibi yöntemlerin de etkili olabileceği belirtilmektedir. Yangın battaniyelerinin araç boyutlarına uygun ölçülerde tasarlanması gerektiği önerilmektedir. Ayrıca, müdahalelerin hızlı, güvenli ve doğru şekilde gerçekleştirilebilmesi için en az dört itfaiye personelinin katılımının gerekli olduğu vurgulanmaktadır. Şekil 2.7’de, bataryalı elektrikli araç yangınlarına battaniye ile müdahale eden itfaiye ekiplerinin görseli sunulmaktadır (Zarifoğlu 2019).



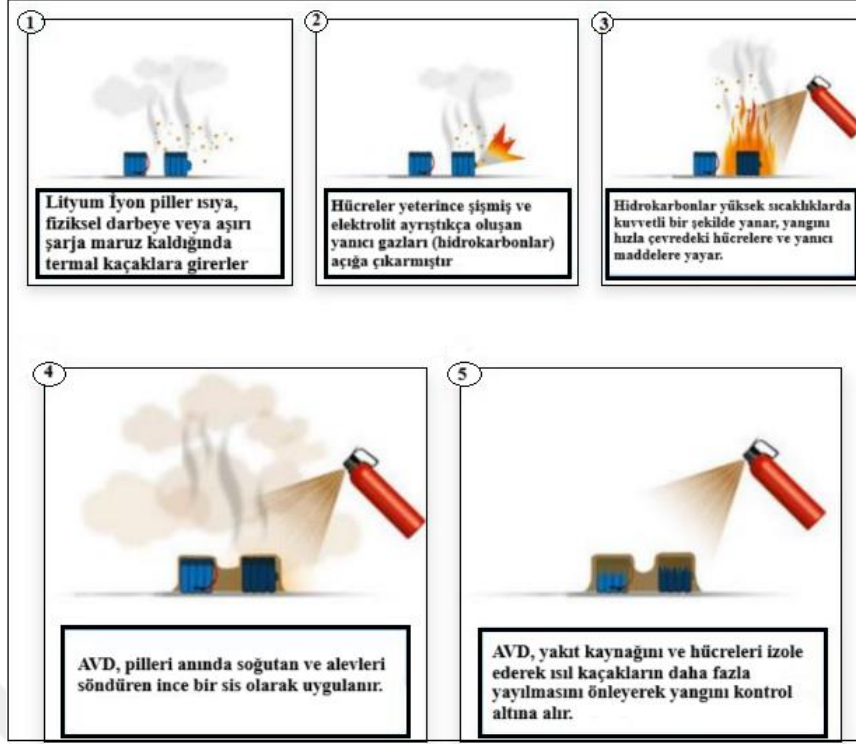
Şekil 2.7. Yangın battaniyesi

İtfaiye ekipleri, söndürme işlemi sonrasında elektrikli aracın tekrar alev alma riskine karşı su dolu konteyner kullanımı gerçekleştirmektedir. Ayrıca, aracın taşınması sırasında da su dolu konteynerin kullanılması uygun bir önlem olarak değerlendirilmektedir. Bu süreçte elektrikli araçtan kaynaklı gerçekleşme ihtimali bulunan tehlike ve risk durumlarının önüne geçilmiş olacağı düşünülmektedir. Şekil 2.8’de su dolu konteyner verilmiştir (Firehouse 2021).



Şekil 2.8. Su dolu konteyner

Alternatif bir söndürme yöntemi olarak, Vermikülitin Sulu Dispersiyon (VSD) yangın söndürme cihazlarının kullanımı önerilmektedir. Bu cihaz, pul pul dökülmüş dispersiyon yapısına sahiptir. Uygulama sırasında batarya sistemini soğutarak ve oksijenin erişimini engelleyerek yangını etkili bir şekilde bastırdığı belirtilmektedir. Şekil 2.9’da VSD söndürme cihazının lityum iyon bazlı piller ve bataryalar üzerindeki uygulama aşamaları sunulmaktadır.



Şekil 2.9. Sulu dispersiyon söndürme cihazının lityum iyon bataryalarda uygulanması

Rosenbauer firması tarafından bataryalı elektrikli araç yangınlarında kullanılmak amacıyla “Rosenbauer BEST” adlı bir müdahale ekipmanı geliştirildiği görülmektedir. Bu ekipman kullanılarak delici iğne sistemiyle batarya içine girilerek direkt suyun sisteme verilmesi amaçlandığı görülmektedir.

Cihaza suyun iletilmesiyle, yangın söndürme sürecinin hem daha kısa sürede hem de daha az su kullanılarak gerçekleştirilmesinin amaçlandığı anlaşılmaktadır. Söz konusu ekipmanın pratik yerleştirme kabiliyeti sayesinde, itfaiye personeli ile cihaz arasında yaklaşık 25 metre güvenli bir mesafenin sağlandığı ifade edilmektedir. Şekil 2.10’da “Rosenbauer BEST” adlı yangın söndürme ekipmanının görsel temsiline yer verilmiştir.



Şekil 2.10. Rosenbauer BEST yangın söndürme ekipmanı

Türkiye Makina Mühendisleri Odası'nın (2024) yaptığı çalışmada ise, elektrikli araçların şarj istasyonlarında ve yollarda güvenli hareket edebilmesi amacıyla uyması gereken önerilere yer verilmiştir. Bu öneriler şu şekildedir;

- Şarj istasyonlarının olabildiğince açık alanlarda yanıcı malzemelerin 15 metre uzağında kurulumu yapılmalıdır.
- Elektrikli araç şarj istasyonunda veya otoparkta park edildiği takdirde, yanındaki aracın türü ne olursa olsun araç ile en az 1 metre boşluk olmalıdır.
- Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmelik uluslararası güncellemeler dikkate alınarak düzenlenmelidir.
- Şarj ünitelerinin kablo kesitleri, enerji akım değerine uygun olmalıdır.
- Doğru sıcaklık aralığında depolama 4-26°C yapılmalıdır.
- Uzun süreli bekleme durumunda batarya şarj değerinin %30 ve altı olması önerilmektedir.
- Ülkemizdeki bütün itfaiye birimlerine, elektrikli araç yangınlarına yönelik yangına müdahale eğitimi verilmelidir.

Bu eğitimlerde NFPA dokümanları ve Euro Rescue, ANCAP Rescue, CRS gibi telefon veya tabletlere yüklenebilir acil müdahale araç kartı uygulamalarından yararlanılması önerilmektedir.

Seber (2023) tarafından bildirildiğine göre, elektrikli araç yangınlarına müdahalenin zorlu bir süreç olduğu ifade edilmiştir. Bu sebeple acil müdahale ekiplerinin etkili ve doğru müdahalede dikkat etmesi gereken bazı kurallar ve yönergeler aşağıda belirtilmiştir. Bu kurallar;

- Tüm araç yangınlarında aracın elektrikli araç olabileceği unutulmamalı.
- Olay, ekip ve çevrenin güvenliği sağlanmalı.
- Araç hakkında bilgi ve prosedürlere ulaşılmalı.
- Elektrikli araçların güç kaynağının tam kapanmamasına rağmen hareket edebileceği göz önüne alınmalıdır.
- Güç kablolarındaki elektrik akımı kesilse bile bataryadaki elektrik enerjisinin aracı hareket ettirebileceği unutulmamalı.
- Aracın sabitlenmesi sağlanmalı.
- Yangının kaynağı belirlenmeli. Aracın bataryasından veya başka sebepten olup olmadığı belirlenmeli.
- Yangına müdahale ekipleri iş birliği ile hareket etmeli.

- Patlama, parlama, ani ışık demetleri, kıvılcım, yüksek ısı ve ışık ile karşılaşılabilir.
- Elektrikli alandan korunmak için yalıtımlı ekipman ve donanım kullanılmalı.
- Temiz Hava Cihazı ve Termal Görüntüleme Cihazı kullanılmalı.
- Bataryadan kaynaklı yangınlarda ısı ve gaz akışının kendini göstermesiyle parlama ve patlama ile karşılaşılacağı bilinmeli.
- Bu süre içerisinde sakinlik korunmalı.
- Su ile müdahale ekipman ve kaynakları hazırlanmalı. Bir elektrikli aracın soğutulmasında 10-30 ton arası suya ihtiyaç olacağı bilinmelidir.
- Kuru Kimyevi Toz (KKT) ve Köpüğün etkisiz olduğundan başlangıçta söndürücü olarak karbondioksit (CO2) kullanılmalı.
- Bataryanın soğutulması ve sağlam batarya pillerinin yangına dahil olmalarının önüne geçilmeli.
- Bataryadaki piller korunaklı bir kap içinde olduğundan soğutma çalışmalarının uzun süreceği unutulmamalı.
- Bataryanın oksijensiz bırakılması yani boğmanın etkisinin olmayabileceği unutulmamalı. Çünkü piller oksijensiz olarak da yanabilmektedir.
- Akünün tekrar alev alabileceği unutulmamalıdır (Seber 2023). Bu yönergelere uyulduğu takdirde elektrikli araçların bataryalarından veya başka durumlardan kaynaklanabilecek yangınlara veya risklere karşı önlemlerin iş kazalarını azaltabileceği düşünülmektedir.

2.9.Acil Durum Ekiplerinin KKD ve Uyarı Levhaları

Elektrikli araçların şarj istasyonlarında meydana gelebilecek yangın veya patlama durumlarında, müdahale eden acil durum ve itfaiye personelinin Temiz Hava Solunum Cihazı (THSC), yanmaz özellikli koruyucu kıyafetler, yalıtımlı ekipmanlar ve termal kameralar gibi çeşitli Kişisel Koruyucu Donanımları (KKD) ile donatılması gereklidir. Şekil 2.11’de, acil durum müdahale ekipleri tarafından kullanılan bazı koruyucu ve teknik donanım örneklerine görsel olarak yer verilmektedir (Kazak ve Yücel 2024).



Şekil 2.11. Acil durum ekiplerinin kullandığı bazı ekipmanlar

Acil durum ekiplerinin elektrikli araç yangınlarına ve patlamalarına yönelik Kişisel Koruyucu Donanımları (KKD) doğru ve etkin bir şekilde kullanmalarıyla oluşabilecek risklerin ve iş kazalarının önüne geçilmesi beklenmektedir.

Acil durum ekiplerinin, araç yangınları ve patlamalarına müdahale sırasında karşılaşılabilecekleri riskleri önceden tanımlamaları büyük önem taşımaktadır. Müdahaleye başlamadan önce, fiziksel tehditler, insan sağlığına yönelik olası zararlar, çevresel etkiler ve Kişisel Koruyucu Donanım (KKD) kullanımının kritik rolü konusunda yeterli farkındalığın oluşturulması gerekmektedir. Aşağıdaki şekilde bataryalı elektrikli araçlarda tehlike ve KKD işaret bilgileri verilmiştir (Kazak ve Yücel 2024).

Tümü Elektrikli Araçlarda Fiziksel Zararlılık, Sağlığa İlişkin Zararlılık, Çevresel Zararlılık, KKD İşaretleri	
	Lityum İyon Batarya
	Yüksek Voltaj
	Elektrikli Araç Yangınları
	Elektrik Tehlikesi
	Yanıcı Madde
	Patlayıcı Madde
	Kostik Madde
	Kanserojen Mutajen Madde
	Toksit Madde
	Basınç Altında Gazlar
	Kişisel Koruyucu Donanım

Şekil 2.12. Elektrikli araçlarda tehlike ve KKD işaret bilgileri

2.10.FPA'nın Yangın Riski Değerlendirme Önerileri

RİSCAuthority ve Birleşik Krallık Yangından Korunma Derneği (FPA) tarafından düzenlenen web semineri sonucunda elektrikli araçlar yangınlarına yönelik rapor niteliğinde bir belge yayımlanmıştır. Bu belge ile insanların, mülklerin, işletmelerin ve çevrenin yangın riskinden korunmasının amaçlandığı görülmektedir. Aşağıdaki tablo ile belge içerisindeki önemli konu başlıklarından bahsedilmektedir (Butler 2023).

Tablo 2.8. Elektrikli araç yangınlarından kaynaklanabilecek risklere yönelik öneriler

Yangın Riski Değerlendirmesi	• (“Elektrikli şarj noktaları olarak kullanılacak alanların seçilmesi ve tasarlanması sırasında, tesislere yönelik yangın riski değerlendirmesinin bir parçası olarak pratik pasif, aktif ve yönetsel kontrol tedbirleri göz önünde bulundurulmalıdır.”)
Yangın Güvenliği Yönetimi	• (“Şarj noktalarının konumunu seçerken, belirlenen şarj alanında araçların güvenli şekilde park edilebilmesi ve şarj ekipmanlarına bağlanabilmesi için yeterli yer bırakılmalıdır. Gerektiğinde diğer araçların, şarj edilen araçlar etrafında güvenli manevra yapması için yeterli alan bırakılmalıdır. • İlgili tüm personel, sorumlu oldukları araçların şarj cihazlarının güvenli kullanımı konusunda eğitilmelidir.”)
Genel Hususlar	• (“Araçların şarj noktasına yakın park etmesine olanak sağlamak ve şarj kablolarının esnemesini önlemek için şarj bölmeleri tabelalar ve zemin işaretleriyle belirgin şekilde işaretlenmelidir. Şarj kablolarının uzunluğu, amaçlanan ekipmanla hasar riski oluşturmadan kullanılabilmesi için yeterli olmalıdır. • Şirketlerin kullanımındaki elektrikli karayolu araçlarının şarj noktaları, normalde ziyaretçi araçları için

	<i>sağlananlarla birlikte tesisin dışında bulunmalıdır.</i> • <i>Şarj noktaları araçlardan kaynaklanabilecek mekanik hasara karşı korunmalıdır. Örneğin bunlar zemin seviyesinin üzerine kurulmalı, yükseltilmiş bir adaya yerleştirilmeli veya kaldırımlar, dubalar ya da metal bariyerlerle korunmalıdır.</i> • <i>Birden fazla şarj cihazının kullanıldığı durumlarda, her şarj noktasında hangi ekipman veya araçlar için uygun olduğunu belirten açık ve belirgin uyarılar bulunmalıdır.</i> • <i>Çok katlı otoparklarda şarj noktaları kurulacaksa bunların yangınla mücadele için iyi erişime sahip açık alanlara yerleştirilmesine özen gösterilmelidir.</i> • <i>Elektrikli araç (EV) şarj alanlarının içinde aşırı sıcaklık ve nem oluşumundan kaçınılmalıdır. Şarj alanının sıcaklığı, şarj işlemi sırasında aşırı ısınmaya yol açacak seviyede olmamalıdır.”)</i>
Elektrikle İlgili Hususlar	• <i>("DC hızlı şarj" olarak bilinen ve 500 V DC'de çalışan hızlı şarj noktaları, doğru akımla ilgili tehlikeler nedeniyle geleneksel şarj noktalarından açıkça ayrılmalıdır.</i> • <i>Elektrikli bir aracı beslemek için tasarlanan devrenin, amacına ve elektrik yüküne uygun olması gerekir.</i>

	• <i>Elektrikli araç şarjı için BS 1363-2 (ref. 6) priz kullanıldığında, karışıklık ihtimali olmadığı sürece prizin arkasına "EV" yazılmalı ve ön tarafına etiket yerleştirilmeli, priz çıkışının veya kutusunun önünde ya da yanında "Elektrikli araç şarjına uygundur" ibaresi bulunmalıdır."</i>)
--	--

Bu önerilerin, elektrikli araçlara yönelik şarj altyapısının kurulumu, işletilmesi ve kullanımı sırasında ortaya çıkabilecek yangın risklerine karşı alınması gereken önlemler konusunda uygulayıcılara yol gösterici nitelikte olması beklenmektedir. Bu kapsamda, şarj işlemiyle ilgili hususlar, bu önerilerin gerçekleştirilebileceği alanlar ve yangından korunma tedbirleri konusunda dikkate alınması gereken tavsiyelere yer verilmektedir (Butler 2023).

2.11.L Tipi Matris Yöntemi

Risk değerlendirme yöntemleri, günümüzde gelişmiş ülkelerde uzun yıllardır etkin bir şekilde uygulanmaktadır. Türkiye’de ise bu alandaki ilk çalışmalar, Türk Tabipleri Birliği tarafından B Tip 19 olarak tanımlanan İşyeri Hekimliği Sertifika Eğitimleri kapsamında gündeme gelmiştir. Özellikle 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ile 4857 sayılı İş Kanunu'nun yürürlüğe girmesiyle birlikte, işyerlerinde risk değerlendirmesi yapılması ve uygun değerlendirme yöntemlerinin kullanılması yasal bir zorunluluk haline gelmiştir. Bu yasal düzenlemeler, risk değerlendirme uygulamalarının ülkemizde kurumsallaşmasına ve yaygınlaşmasına önemli katkı sağlamıştır (Tor 2015).

L Tipi Risk Değerlendirme yöntemi, bir tehlikenin meydana gelme olasılığı ile oluşması durumunda ortaya çıkaracağı şiddet arasındaki ilişkiyi analiz etmeye yönelik bir yaklaşımdır.

Uygulama kolaylığı nedeniyle, bu yöntem genellikle analistler tarafından tercih edilmektedir. Ancak bu yöntemde riskin kabul edilebilirliğine ilişkin değerlendirmeler hem değerlendirmeyi yapan kişinin deneyimine hem de işyeri ya da işin sahip olduğu farklı süreçlere bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir. Özellikle, işyerlerinde acil müdahale gerektiren durumların belirlenmesinde bu yöntemin kullanımı önem kazanmaktadır (Tor 2015). Beşli olasılık ve şiddet düzeyine dayanan 5x5 risk matrisi, olayların neden-sonuç ilişkisi temelinde analiz edilmesine imkân tanıyan yaygın bir değerlendirme yöntemidir. Bu yöntem, uygulanabilirliğinin kolay olması nedeniyle risk analizlerinde tek başına tercih edilebilmektedir. Ancak, iş süreçlerindeki çeşitlilik ve karmaşıklık durumlarında yalnızca bu yöntemin kullanılması yeterli olmayabilir.

Bu tür durumlarda daha kapsamlı analizlerin yapılması, destekleyici yöntemlerin kullanılması ve güvenlik önlemlerinin bütüncül bir yaklaşımla ele alınması gerekmektedir. 5x5 matris yöntemi, özellikle tehlikelerin öncelikli olarak tespit edilmesi ve bu tehlikelere karşı hızlı ve etkili önlemlerin alınması gereken durumlarda etkili bir araç olarak öne çıkmaktadır.

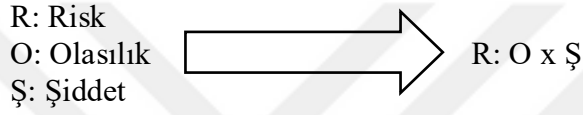
Değerlendirme süreci, bir olayın gerçekleşme olasılığı ile meydana gelmesi durumunda yaratacağı etkinin şiddetinin belirlenmesi esasına dayanmaktadır (Yüksel 2014)

Tablo 2.9. L tipi risk değerlendirmesi için şiddet ve olasılık değerleri

Şiddet	Olasılık	Olasılık Değerleri
Yılda Bir	Çok Küçük	1
Üç Ayda Bir	Küçük	2
Ayda Bir	Orta	3
Haftada Bir	Yüksek	4
Her Gün	Çok Yüksek	5

Tablo 2.10. L tipi risk değerlendirmesi için şiddet değerleri

Olay	şiddet	şiddet Değeri
Çalışma suresinde kayıp olmaz ama ilk yardım şart,	çok Hafif	1
Çalışma gününde kayıp olmaz ama ilk yardım gerekmektedir,	Hafif	2
Az yaranılma ve iyileşme gerektirir,	Orta	3
Olay sonucunda hayatın kaybedilmesi, ağır yaranılma ve meslek hastalığı	Ciddi	4
Fazlaca sayıda hayatın kaybedilmesi, iş görememe,	çok Ciddi	5



Tablo 2.11. L tipi risk değerlendirmesi için risk derecelendirme tablosu

R= Olasılık * şiddet			şiddet: Zarar verme derecesi				
			çok Ciddi	Ciddi	Orta	Hafif	ok Hafif
			5	4	3	2	1
Olasılık	ok Yüksek	5	25	20	15	10	5
	Yüksek	4	20	16	12	8	4
	Orta	3	15	12	9	6	3
	Küçük	2	10	8	6	4	2
	ok Küçük	1	5	4	3	2	1
	Düşük Risk	Acil tedbir gerektirmeyebilir.					
	Orta Risk	Bu risklere olabildiğince müdahale edilmelidir.					
	Yüksek Risk	Bu risklere yönelik hemen çalışma yapılmalıdır.					

Tablo 2.12. L matrisi kabul edilebilirlik değerleri ve eylem zaman çizelgesi (*Carroll et al, 2006*)

SONUÇ	EYLEM VE ZAMAN ÇİZELGESİ
Katlanılamaz Riskler (25)	Tespit edilen risk, kabul edilebilir seviyeye indirilene kadar ilgili işe başlanmamalı; halihazırda yürütülen bir faaliyet söz konusuysa derhal durdurulmalıdır. Uygulanan kontrol önlemlerine rağmen riskin azaltılması sağlanamıyorsa, söz konusu faaliyetin sürdürülmesine kesinlikle izin verilmemelidir.
Önemli Riskler (15,16,20)	Tespit edilen riskler kontrol altına alınana kadar işe başlanmamalıdır; eğer risk mevcut bir faaliyeti etkiliyorsa, söz konusu faaliyet derhal durdurulmalıdır. Riskin, işin devamıyla doğrudan ilişkili olduğu durumlarda ise hızlı ve etkili önlemler alınmalı, bu önlemlerin yeterliliği değerlendirildikten sonra faaliyetin sürdürölüp sürdürölemeyeceğine karar verilmelidir.
Orta Düzeydeki Riskler (8,9,10,12)	Belirlenen risklerin kontrol altına alınabilmesi için gerekli iyileştirme faaliyetleri gecikmeden başlatılmalıdır. Ancak, risk azaltmaya yönelik uygulamaların zaman gerektirebileceği göz önünde bulundurulmalı ve bu süreç titizlikle yönetilmelidir.
Katlanılabilir Risk (2,3,4,5,6)	Tespit edilen risklerin azaltılmasına yönelik gerekli çalışmalar ivedilikle başlatılmalıdır. Ancak, bu risk kontrol süreçlerinin tamamlanması belirli bir zaman dilimini gerektirebilir. Bazı durumlarda ilave kontrol süreçlerine ihtiyaç duyulmayabilir; yine de mevcut önlemlerin etkin bir şekilde uygulanmaya devam etmesi ve bu uygulamaların düzenli olarak denetlenmesi büyük önem taşımaktadır.
Önemsiz Riskler (1)	Tespit edilen risklerin ortadan kaldırılması için bazı durumlarda kontrol süreçlerinin ayrıntılı bir şekilde planlanmasına ya da gerçekleştirilen faaliyetlere ilişkin kayıtların tutulmasına ihtiyaç duyulmayabilir.

2.12.Elektrikli Araçlara İlişkin Risk Değerlendirme Raporu

Elektrikli araç şarj istasyonlarına yönelik yapılan literatür taraması sonucunda kurulum, kullanım, bakım onarım ve çevre kaynaklı tehlike ve risk durumlarını gösteren L matrisi oluşturulmuştur.

Şekil 2.13. Elektrikli araç şarj istasyonu risk değerlendirme raporu

Değerlendirme Tablosu	Bölüm	Tehlikenin Tanımlanması	Risk	Etki Alanı	Olasılık	Şiddet	RDS	Öncelik Sırası	Açıklama	Alınacak Önlemler	Sorumlu Kişiler
1	Kurulum Aşaması	Kurulum sırasında elektrik direğinin yerleşimi için çukur açılması	Çukura düşme	Çalışanları ve çevredeki vatandaşlar	2	3	6	3	Mevcut kontroller sürdürülmeli ve bu kontrollerin sürdürüldüğü denetlenmelidir	Açılan çukurun etrafı kapatılmalı ve uyarı levhaları konulmalı. Yetkisiz kişilerin girişleri engellenmelidir.	İşveren / Vekili İş Güvenliği Uzmanı
2	Kurulum Aşaması	Elektrik direğinin yerleşimi sırasında iş makinası	Ezilme, yaralanma ve ölüm	Çalışanları ve çevredeki vatandaşlar	2	5	10	2	Belirlenen riskleri azaltmak için faaliyetlere başlanmalıdır.	Çalışma alanına yetkisiz kişilerin girmesi engellenmelidir. İş makinası çalışırken	İşveren / Vekili İş Güvenliği Uzmanı

		kullanılırken tedbir alınmadan çalışılması								gerekli güvenlik önlemleri alınmalıdır.	
3	Kurulum Aşaması	Kurulum sırasında enerji hatlarına yakın çalışılması	Patlama, Yaralanma ve ölüm	Çalışanları ve çevredeki vatandaşla r	3	5	15	1	Belirlenen riskleri azaltmak için faaliyetlere başlanmalıdır.	Enerji hatlarının geçtiği yerlerde kazı çalışması yapılacağından ilgili kurumlardan yazılı izinler alınıp enerji kesilmeli. Çalışma yapılan alanın kapatılıp kilitlenmesi sağlanmalıdır. Çalışma alanının güvenliği için uyarı etiketleri asılmalıdır.	İşveren / Vekili İş Güvenliği Uzmanı

4	Kurulum Aşaması	Elektrik direğine kabloların bağlanması sırasında yüksekte çalışılması	Düşme, yaralanma ve ölüm	Çalışanlar	3	5	15	1	Belirlenen riskleri azaltmak için faaliyetlere başlanmalıdır.	Kişisel koruyucu donanımları aktif olarak kullanılmalı. Gerekli güvenlik önlemleri alınmalıdır.	İşveren / Vekili İş Güvenliği Uzmanı
5	Kurulum Aşaması	Elektrik direğinin vinçle taşınması	Taşınan direğin etraftaki çalışanların üzerine düşmesi	Çalışanlar	2	4	8	2	Belirlenen riskleri azaltmak için faaliyetlere başlanmalıdır.	Vinçle taşınan elektrik direğinin sabitlenmesi sağlanmalıdır. Taşıma esnasında çevre güvenliği sağlanmalıdır.	İşveren / Vekili İş Güvenliği Uzmanı

6	Kurulum Aşaması	Kurulum sırasında betonun hilti ile kırılması	Göze cisim kaçması	Çalışanlar	2	3	6	3	Belirlenen riskleri azaltmak için faaliyetlere başlanmalıdır.	Kişisel koruyucu donanımları aktif olarak kullanılmalı. Gerekli güvenlik önlemleri alınmalıdır.	İşveren / Vekili İş Güvenliği Uzmanı
7	Kurulum Aşaması	Şarj ünitelerine bağlı kurulumu yapılan ekipmanlarda topraklama olmaması	Elektrik çarpması, yaralanma ve ölüm	Araç kullanıcıları, çalışanlar, bakım onarım ekibi ve çevrede bulunan kişiler	3	5	15	1	Belirlenen riskleri azaltmak için faaliyetlere başlanmalıdır.	Kurulum esnasında şarj ünitelerine bağlanan ekipmanlarda topraklama yapılmalıdır. Kullanılan ekipmanlar yalıtkan malzemelerden oluşmalıdır.	İşveren / Vekili İş Güvenliği Uzmanı

8	Kullanım Aşaması	Deforme olmuş kabloların kullanılması	Elektrik çarpması ve yangın	Çalışanlar ve Araç kullanıcıları	3	4	12	2	Belirlenen riskleri azaltmak için faaliyetlere başlanmalıdır.	Deforme olmuş kablo ve ekipmanlar tespit edilerek kullanımına son verilmelidir.	İşveren / Vekili İş Güvenliği Uzmanı
9	Kullanım Aşaması	Şarj ünitesi ekipmanlarında uyarı etiketlerinin olmaması	Şarj ünitesinin yanlış kullanımı sonucu yaralanma	Araç kullanıcıları, çalışanlar ve bakım ekibi	2	2	4	3	Uygulanmakta olan kontrol önlemleri kesintisiz şekilde devam ettirilmeli ve bu önlemlerin etkinliğinin sürdürüldüğü düzenli olarak denetlenmelidir.	Şarj ünitelerinin güvenli kullanımını sağlamak amacıyla uyarı etiketlerinin kullanımı yaygınlaştırılmalıdır.	İşveren / Vekili İş Güvenliği Uzmanı

10	Kullanım Aşaması	Uyumlu olmayan şarj soket girişlerinin kullanılması	Yangın	Çalışanlar ve Araç kullanıcıları	2	3	6	3	Uygulanmakta olan kontrol önlemleri kesintisiz şekilde devam ettirilmeli ve bu önlemlerin etkinliğinin sürdürüldüğü düzenli olarak denetlenmelidir.	Şarj ünitelerinin güvenli kullanımını sağlamak amacıyla uyarı etiketlerinin kullanımı yaygınlaştırılmalıdır.	İşveren / Vekili İş Güvenliği Uzmanı
11	Kullanım Aşaması	Şarj esnasında aşırı enerji aktarımının olması	Yangın	Çalışanlar ve Araç kullanıcıları	4	4	16	1	Tanımlanan risk tamamen ortadan kaldırılıncaya kadar ilgili işe başlanmamalıdır. Hâlihazırda yürütülen faaliyetler varsa, derhal durdurulması gerekmektedir. Eğer risk işin sürdürülmesiyle bağlantılıysa, acil tedbirlerin alınması zorunludur.	Araca şarj aktarımı enerji hattı kesilerek durdurulmalı. Varsa araca bağlı şarj soketi araçtan çıkarılmalı. Araçta yangın durumunun olması ihtimaline karşı gerekli güvenlik önlemleri alınmalı.	İşveren / Vekili İş Güvenliği Uzmanı

12	Kullanım Aşaması	Aracın şarj edildiği sırada termal kaçak durumunun oluşması	Yangın, yaralanma ve patlama	Çalışanlar ve Araç kullanıcıları	4	4	16	1	Tanımlanan risk tamamen ortadan kaldırılncaya kadar ilgili işe başlanmamalıdır. Hâlihazırda yürütülen faaliyetler varsa, derhal durdurulması gerekmektedir. Eğer risk işin sürdürülmesiyle bağlantılıysa, acil tedbirlerin alınması zorunludur.	Termal kaçak durumunda batarya pilinin tutuşması ihtimaline karşı “Rosenbauer BEST” adlı bir müdahale ekipmanının kullanılması önerilmektedir. Bu ekipman kullanılarak delici iğne sistemiyle batarya içine girilerek direkt suyun sisteme verilmesinin amaçlandığı görülmektedir.	İşveren / Vekili İş Güvenliği Uzmanı
13	Kullanım Aşaması	Endüktif (Kablosuz) şarj istasyonlarında elektromanyetik sisteme uzun süre maruz kalması	Dokularda yanma, sinir sistemi bozuklukları, kas krampları ve gözde	Çalışanlar ve Araç kullanıcıları	3	4	12	2	Mevcut kontrol önlemleri devam ettirilmeli ve bu önlemlerin etkin bir şekilde uygulanıp uygulanmadığı düzenli olarak izlenmelidir.	Elektromanyetik alanda bulunan çalışanların Kişisel Koruyucu Donanımlarını ve ekipmanlarını kullanmaları önerilmektedir.	İşveren / Vekili İş Güvenliği Uzmanı

			bozukluklar oluşması								
14	Kullanım Aşaması	Bataryadan kaynaklı hidrojen gazı salınımı	Patlama	Çalışanlar ve Araç kullanıcıla rı	3	5	15	1	Belirlenen riskleri azaltmak için faaliyetlere başlanmalıdır.	Bataryadan kaynaklı patlama riski oluşturan hidrojen gazının olumsuz etkisini ortadan kaldırabilmek amacıyla araç tecrit edilmeli ve çevre güvenliği sağlanmalıdır.	İşveren / Vekili İş Güvenliği Uzmanı
15	Kullanım Aşaması	Açıkta bırakılan kablolar, priz ve araçlardan sarkan kablolar	Düşme ve yaralanma	Çalışanlar ve Araç kullanıcıla rı	3	3	6	3	Mevcut kontrol önlemleri devam ettirilmeli ve bu önlemlerin etkin bir şekilde uygulanıp uygulanmadığı düzenli olarak izlenmelidir.	Şarj istasyonu içerisinde bulunan tüm uzatma kabloları ve prizler sabitlenmiş olmalıdır. Sabitlenmeyen prizler ve kullanılmayan kablolar dış tehditlere açık olduğu için tehlike barındırmaktadır.	İşveren / Vekili İş Güvenliği Uzmanı

16	Kullanım Aşaması	Aracın şarj edildiği esnada bataryanın kendiliğinden alev alması	Yangın ve patlama	Çalışanlar ve Araç kullanıcıları	3	4	12	2	Belirlenen riskleri azaltmak için faaliyetlere başlanmalıdır.	Aracın kendiliğinden alev alması durumuna karşı araç tecrit edilmeli ve çevre güvenliği sağlanmalıdır.	İşveren / Vekili İş Güvenliği Uzmanı
17	Kullanım Aşaması	Aracın şarj edildiği sırada bataryaya aşırı yüklenme durumu oluşması	Yangın ve patlama	Çalışanlar ve Araç kullanıcıları	3	4	12	2	Belirlenen riskleri azaltmak için faaliyetlere başlanmalıdır.	Aracın kendiliğinden alev alması durumuna karşı araç tecrit edilmeli ve çevre güvenliği sağlanmalıdır. Şarj giriş kablolarının araçtan çıkarılması ve enerji aktarımının durdurulması önerilmektedir.	İşveren / Vekili İş Güvenliği Uzmanı

18	Kullanım Aşaması	Termal kaçak durumunda alev alan bataryanın soğutulamaması	Yeniden alev alma ve patlama	Çalışanlar ve Araç kullanıcıları	4	4	16	1	Tanımlanan risk tamamen ortadan kaldırılıncaya kadar ilgili işe başlanmamalıdır. Hâlihazırda yürütülen faaliyetler varsa, derhal durdurulması gerekmektedir. Eğer risk işin sürdürülmesiyle bağlantılıysa, acil tedbirlerin alınması zorunludur.	Termal kaçak durumunda batarya pilinin tutuşması ihtimaline karşı “Rosenbauer BEST” adlı bir müdahale ekipmanının kullanılması önerilmektedir. Bu ekipman kullanılarak delici iğne sistemiyle batarya içine girilerek direkt suyun sisteme verilmesinin amaçlandığı görülmektedir.	İşveren / Vekili İş Güvenliği Uzmanı
----	------------------	--	------------------------------	----------------------------------	---	---	----	---	---	---	--------------------------------------

19	Kullanım Aşaması	Araç bataryasına yakın konumda havalandırma ünitelerinden gelen havanın yanıcı bileşen içermesi	Tutuşma, patlama	Çalışanlar ve Araç kullanıcıları	3	5	15	1	Belirlenen riskleri azaltmak için faaliyetlere başlanmalıdır.	Aracın kendiliğinden alev alması durumuna karşı araç tecrit edilmeli ve çevre güvenliği sağlanmalıdır. Söndürme çalışmalarına derhal başlanmalıdır.	İşveren / Vekili İş Güvenliği Uzmanı
20	Kullanım Aşaması	Araç bataryasının alev alması	Zehirli gaz salınımı ve zehirlenme	Çalışanlar ve Araç kullanıcıları	4	4	16	1	Tanımlanan risk tamamen ortadan kaldırılıncaya kadar ilgili işe başlanmamalıdır. Hâlihazırda yürütülen faaliyetler varsa, derhal durdurulması gerekmektedir. Eğer risk işin sürdürülmesiyle bağlantılıysa, acil tedbirlerin alınması zorunludur.	Çalışanların Kişisel Koruyucu Donanımlarını kullanmaları önerilmektedir.	İşveren / Vekili İş Güvenliği Uzmanı

21	Kullanım Aşaması	Ürün bilgi kartının bulunmaması	Şarj ünitesinin yanlış kullanımı sonucu yaralanma	Araç kullanıcıları, çalışanlar ve bakım onarım ekibi	3	4	12	2	Kısa sürede iyileştirici önlemler alınmalıdır	Ürün bilgi kartı oluşturularak araç sahiplerinin güvenli bir şekilde şarj ünitesini kullanmaları kolaylaştırılmalıdır.	İşveren / Vekili İş Güvenliği Uzmanı
22	Kullanım Aşaması	Şarj ünitesinde elektrik kaçağının olması	Elektrik çarpması ve yangın	Çalışanlar ve Araç kullanıcıları	2	4	8	2	Belirlenen riskleri azaltmak için faaliyetlere başlanmalıdır.	Elektrik kaçağının olması durumunda kaçak akım rölesinin aktifleştirilmesiyle elektrik çarpmalarına ve yangınlarına karşı korunma sağlanmalıdır. Her türlü ihtimale karşı enerji akımının durdurulması gerekmektedir.	İşveren / Vekili İş Güvenliği Uzmanı

23	Kullanım Aşaması	Şarj ünitelerine bağlı prizlerde uyumlu olmayan ekipmanların kullanılması	Elektrik çarpması, yaralanma ve ölüm	Araç kullanıcıları, çalışanlar, bakım onarım ekibi ve çevrede bulunan kişiler	4	4	16	1	Derhal gerekli önlemler alınmalı ve tesis alanın çevresi kapatılmalıdır.	Şarj istasyonunda çevre güvenliği sağlanmalı ve enerji aktarımının durdurulması gerekmektedir.	İşveren / Vekili İş Güvenliği Uzmanı
24	Kullanım Aşaması	Şarj istasyonunda uzatma kablosunun kullanılması	Elektrik hatlarına aşırı yüklenme sonucunda yangın, yaralanma ve ölüm	Araç kullanıcıları, çalışanlar, bakım onarım ekibi ve çevrede bulunan kişiler	4	4	16	1	Belirlenen riskleri azaltmak için faaliyetlere başlanmalıdır.	Elektrik hatlarına aşırı yüklenme durumunun engellenebilmesi ve şebekeye olan etkisinin azaltılabilmesi amacıyla uzatma kablolarının gerekli olmadıkça kullanılmaması önerilmektedir.	İşveren / Vekili İş Güvenliği Uzmanı

25	Kullanım Aşaması	Yangın söndürme ekipmanlarının mevcut olmaması	Yangın, yaralanma ve ölüm	Araç kullanıcıları, çalışanlar, bakım onarım ekibi ve çevrede bulunan kişiler	3	5	15	1	Belirlenen riskleri azaltmak için faaliyetlere başlanmalıdır.	Şarj istasyonunda yangın söndürme ekipmanlarının mevcut olması sağlanmalıdır.	İşveren / Vekili İş Güvenliği Uzmanı
26	Kullanım Aşaması	Hasarlı şarj ünitesinin kullanımı	Arıza sonucu elektrik çarpması ve yaralanma	Araç kullanıcıları, çalışanlar, bakım onarım ekibi ve çevrede bulunan kişiler	4	4	20	3	Belirlenen riskleri azaltmak için faaliyetlere başlanmalıdır.	Hasarlı olduğu tespit edilen şarj ünitelerinin kullanılması derhal durdurulmalıdır.	İşveren / Vekili İş Güvenliği Uzmanı
27		Aktif olarak kullanımda olmayan şarj	Takılıp düşme ve yaralanma,	Araç kullanıcıları,	3	3	6	3		Şarj ünitelerinde kullanımda olmayan şarj soketleri	

	Kullanım Aşaması	ekipmanlarının soketlerine takılmamış olması	soketlerin deforme olması ve maddi hasarın oluşması	çalışanlar, bakım onarım ekibi ve çevrede bulunan kişiler					Mevcut kontroller sürdürülmeli ve bu kontrollerin sürdürüldüğü denetlenmelidir	yerlerine takılarak sabitlenmelidir.	İşveren / Vekili İş Güvenliği Uzmanı
28	Kullanım Aşaması	Şarj ünitesinin önünde ve etrafında yalıtkan paspasların olmaması	Elektrik çarpması sonucu yaralanma ve ölüm	Araç kullanıcıları ve çalışanlar	4	5	20	1	Derhal gerekli önlemler alınmalı ve tesis alanının çevresi kapatılmalıdır.	Şarj ünitelerinin önünde yalıtkan paspas bulunması sağlanmalıdır.	İşveren / Vekili İş Güvenliği Uzmanı
29	Kullanım Aşaması	Şarj sırası bekleyen araçlar arasındaki mesafenin uygun olmaması	Araç kazası sonucu yaralanma ve maddi hasar	Araç kullanıcıları ve çalışanlar	3	3	9	2	Belirlenen riskleri azaltmak için faaliyetlere başlanmalıdır.	Şarj sırası bekleyen araçlar arasında mesafeyi belirlemek için uyarı çizgileri çizilmeli veya bariyerler konulmalıdır.	İşveren / Vekili İş Güvenliği Uzmanı

30	Kullanım Aşaması	Araç ile şarj ünitesi arasındaki mesafenin belirlenmemiş olması	Şarj ünitesine çarpılması sonucu yangın ve maddi hasar	Araç kullanıcıları ve çalışanlar	4	4	16	1	Derhal gerekli önlemler alınmalı ve tesis alanın çevresi kapatılmalıdır.	Şarj sırası bekleyen araç ile şarj ünitesinin arasındaki mesafe engelleyici bariyer ile güvenli hale getirilmelidir.	İşveren / Vekili İş Güvenliği Uzmanı
31	Kullanım Aşaması	Şarj ünitesi üzerinde acil stop butonunun olmaması	Yaralanma ve ölüm	Araç kullanıcıları ve çalışanlar	4	5	20	1	Derhal gerekli önlemler alınmalı ve tesis alanın çevresi kapatılmalıdır.	Şarj ünitesi üzerinde acil stop butonunun bulunması sağlanmalı ve butonun çalışıp çalışmadığı kontrol edilmelidir.	İşveren / Vekili İş Güvenliği Uzmanı
32	Kullanım Aşaması	Şarj istasyonunda acil eylem planlarının olmaması	Yanlış müdahale sonucu yaralanma ve ölüm	Araç kullanıcıları ve çalışanlar	4	5	20	1	Derhal gerekli önlemler alınmalı ve tesis alanın çevresi kapatılmalıdır.	Şarj ünitesinin bulunduğu alanda acil eylem planı bulundurulmalıdır.	İşveren / Vekili İş Güvenliği Uzmanı

33	Kullanım Aşaması	Şarj istasyonunda aydınlatmanın yetersiz olması	Düşme ve çarpma sonucunda yaralanma	Araç kullanıcıları ve çalışanlar	3	3	9	2	Derhal gerekli önlemler alınmalı ve tesis alanın çevresi kapatılmalıdır.	Şarj istasyonunda gece aydınlatması bulundurulmalıdır.	İşveren / Vekili İş Güvenliği Uzmanı
34	Kullanım Aşaması	Elektrikli araç kablosunun yanlış bağlantı nedeniyle zarar görmesi	Kablonun arızalanması ve yangın riski	Araç kullanıcıları ve çalışanlar	3	3	9	2	Belirlenen riskleri azaltmak için faaliyetlere başlanmalıdır.	Araç şarj kablosunun doğru bağlanması için şarj ünitelerinde aydınlatıcı etiketler bulundurulmalı.	İşveren / Vekili İş Güvenliği Uzmanı
35	Kullanım Aşaması	Şarj ünitesinin yanlış kullanımı sonucu hasar oluşması	Ünitenin arızalanması ve yangın riski	Araç kullanıcıları ve çalışanlar	3	3	9	2	Belirlenen riskleri azaltmak için faaliyetlere başlanmalıdır.	Araç şarj kablosunun doğru kullanımı için şarj ünitelerinde aydınlatıcı etiketler bulundurulmalı.	İşveren / Vekili İş Güvenliği Uzmanı

36	Kullanım Aşaması	Zeminin ıslak veya kaygan olması	Düşme ve yaralanma	Araç kullanıcıları ve çalışanlar	4	4	16	1	Belirlenen riskleri azaltmak için faaliyetlere başlanmalıdır.	Kaymaz zemin malzemeleri kullanılmalı ve kaygan zemin uyarı levhaları bulundurulmalı.	İşveren / Vekili İş Güvenliği Uzmanı
37	Bakım Onarım Aşaması	Şarj ünitelerinin bakımlarının yapılmamasında n kaynaklı ark parlamasının meydana gelmesi	Yangın, yanma sonucu yaralanma, gözde ve işitme duyularında hasar oluşması	Bakım onarım ekibi ve çalışanlar	4	4	16	1	Derhal gerekli önlemler alınmalı ve tesis alanın çevresi kapatılmalıdır.	Şarj ünitelerinin periyodik bakımları yapılmalıdır.	İşveren / Vekili İş Güvenliği Uzmanı Bakım Onarım Yöneticisi

38	Bakım Onarım Aşaması	Elektrik tesisatındaki ekipmanların periyodik kontrollerinin ve topraklama ölçümlerinin yapılması	Pano ve ekipman yangınları sonucu yaralanma ve ölüm	Araç kullanıcıları, çalışanlar, bakım onarım ekibi ve çevrede bulunan kişiler	4	5	20	1	Derhal gerekli önlemler alınmalı ve tesis alanın çevresi kapatılmalıdır.	Elektrik tesisatında kullanılan ekipmanların bakımları yapılmalı ve topraklama ölçümlerinin periyodik kontrolleri sağlanmalıdır.	İşveren / Vekili İş Güvenliği Uzmanı Bakım Onarım Yöneticisi
39	Bakım Onarım Aşaması	Şarj ünitelerinde bakım onarımın yapılması	Arıza sonucu elektrik çarpması ve yaralanma	Araç kullanıcıları, çalışanlar, bakım onarım ekibi ve çevrede bulunan kişiler	3	5	15	1	Belirlenen riskleri azaltmak için faaliyetlere başlanmalıdır.	Şarj ünitelerinin periyodik bakımları yapılmalıdır.	İşveren / Vekili İş Güvenliği Uzmanı Bakım Onarım Yöneticisi

40	Bakım Onarım Aşaması	Şarj ünitelerinde yazılım güncellemelerini n yapılmaması	Siber saldırılara maruz kalınması, kişisel bilgilerin çalınması ve maddi kayıpların oluşması	Araç kullanıcıları	3	3	9	2	Belirlenen riskleri azaltmak için faaliyetlere başlanmalıdır.	Araç kullanıcılarının kişisel bilgilerinin çalınması ve siber saldırılara maruz kalınmasını önleyebilmek amacıyla akıllı şarj altyapısı güçlendirilmelidir. Ayrıca belirli periyotlarda yazılım güncellemeleri yapılmalıdır.	İşveren / Vekili İş Güvenliği Uzmanı Bakım Onarım Yöneticisi
41	Çevresel Etkiler	Akıllı şarj altyapısının güvensiz ve savunmasız olması	Siber saldırılara maruz kalınması	Araç kullanıcıları	3	3	9	2	Belirlenen riskleri azaltmak için faaliyetlere başlanmalıdır.	Araç kullanıcılarının siber saldırılara maruz kalınmasını önleyebilmek amacıyla akıllı şarj altyapısı güçlendirilmelidir.	İşveren / Vekili İş Güvenliği Uzmanı Bakım Onarım Yöneticisi

42	Çevresel Etkiler	Çalışanlarda Kişisel Koruyucu Donanım bulunmaması	Yaralanma ve ölüm	Çalışanlar	3	5	15	1	Belirlenen riskleri azaltmak için faaliyetlere başlanmalıdır.	Çalışanların can güvenliğinin sağlanması için Kişisel Koruyucu Donanımlarının aktif olarak kullanılması sağlanmalıdır.	İşveren / Vekili İş Güvenliği Uzmanı
43	Çevresel Etkiler	Şarj ünitesinin üzerinin açık ve korunmasız olması	Elektrikli ekipmanın suyla teması ile kısa devre oluşması, elektrik çarpması ve yaralanma	Çevrede bulunan kişiler	4	4	16	1	Belirlenen riskleri azaltmak için faaliyetlere başlanmalıdır.	Şarj ünitelerinin yağmur ve yıldırımdan korunabilmesi için yalıtkan malzemeler kullanılmalı. Ayrıca şarj ünitelerinin üzeri uygun malzemelerle kapatılmalıdır.	İşveren / Vekili İş Güvenliği Uzmanı

44	Çevresel Etkiler	Çevrede yanıcı maddelerin reaksiyona girmesi	Patlama ve yangın	Çalışanlar, Araç kullanıcıları ve çevredeki vatandaşlar	4	5	20	1	Derhal gerekli önlemler alınmalı ve tesis alanın çevresi kapatılmalıdır.	Şarj üniteleri yanıcı maddelerin yakınında bulunmamalıdır. Yanıcı maddelerin reaksiyona girme ihtimaline karşı gerekli güvenlik önlemleri alınmalıdır.	İşveren / Vekili İş Güvenliği Uzmanı
45	Çevresel Etkiler	Yüksek sıcaklıkların yaşanması	Şarj esnasında bataryanın ısınması ve yangın oluşturması	Çalışanlar ve Araç kullanıcıları	3	4	12	2	Belirlenen riskleri azaltmak için faaliyetlere başlanmalıdır.	Şarj esnasında elektrikli aracın yüksek sıcaklıklara maruz kalması engellenmeli. Batarya ısınmalarına karşı soğutma işlemleri zamanında yapılmalı.	İşveren / Vekili İş Güvenliği Uzmanı
46	Çevresel Etkiler	Düşük sıcaklıkların yaşanması	Pilin iç direncinde artışa dayalı olarak pil içerisindeki ek ısıtma	Çalışanlar ve Araç kullanıcıları	3	4	12	2	Belirlenen riskleri azaltmak için faaliyetlere başlanmalıdır.	Şarj esnasında elektrikli aracın düşük sıcaklıklara maruz kalması engellenmeli. Araç şarj edilmeden önce	İşveren / Vekili İş Güvenliği Uzmanı

			sistemlerinde yangın oluşması							bu durum göz önünde bulundurulmalı.	
47	Çevresel Etkiler	Yağmurlu havada araç konektörüne dokunulması	Elektrik şokuna maruz kalma	Çalışanlar ve Araç kullanıcıla rı	3	3	9	2	Belirlenen riskleri azaltmak için faaliyetlere başlanmalıdır.	Araç kullanıcılarının bu konuda bilgilendirilmesi sağlanmalıdır.	İşveren / Vekili İş Güvenliği Uzmanı
48	Çevresel Etkiler	Şarj istasyonunun açık alanda ve korunmasız olması	Aracın şarj ünitesine çarpması ve Kundaklama	Çalışanlar	4	4	16	1	Derhal gerekli önlemler alınmalı ve tesis alanın çevresi kapatılmalıdır.	Şarj ünitesinin konumunun güvenli hale getirilmesi sağlanmalıdır.	İşveren / Vekili İş Güvenliği Uzmanı

Bu çalışmada yapılan literatür araştırması incelendiğinde, elektrikli araç şarj istasyonlarının kurulumu, kullanımı, bakım onarım süreci ve çevreden kaynaklı tehlike ve risk barındırdığı söylenebilmektedir. Aynı araştırma sürecinde İSG alanında elektrikli araç şarj istasyonlarıyla ilgili yeterince çalışma yapılmadığı görülmektedir. Bu araştırmada, elektrikli araç şarj istasyonlarının yaygınlaşmasının çalışanlar, araç kullanıcıları ve çevre üzerindeki çok yönlü etkileri ele alınmıştır. Elektrikli araç şarj istasyonlarının yaygınlaşması ile Ağrı İli ve ilçelerinde de kurulum ve kullanım çalışmaları başlamıştır. Bu durum çalışanların, araç kullanıcılarının ve çevrenin tehlike ve risklerden olumsuz yönde etkilenilmesinin önüne geçilmesini zorunlu hale getirmektedir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu bölümde araştırma yöntemleri ve modeli belirlenmiştir. Bu doğrultuda çalışmaya dair sağlıklı bilgilere ulaşmak amacıyla nicel araştırma yöntemi tercih edilmiş ve bu araştırma yönteminde sıklıkla tercih edilen anket tekniği kullanılmıştır. Johnson ve Christensen (2008)'a göre Nicel araştırma yöntemi, ölçülebilir ve gözlemlenebilir veriler elde etmeye dayanan, nesnel bir araştırma yöntemidir. Patton (2005)'a göre ise nicel araştırma, matematiksel işlemler temelli usuller yardımıyla, değişkenler arasındaki ilişki durumlarını istatistik halinde oluşturma ve sayısal bulgularla ifade etme sürecidir. Bu çalışmada ayrıca araştırmanın amacı ve önemi açıklanmış, araştırma probleminin temelinde yer alan sorular ve hipotezler ortaya konmuştur. Araştırmanın evreni, örneklem seçimi ve kullanılan veri toplama yöntemleri detaylandırılmıştır. Ayrıca, veri toplama araçlarıyla elde edilen verilerin analiz ve değerlendirme süreçlerine ilişkin bilgiler sunulmuştur.

3.1.Araştırmanın Amacı ve Önemi

Bu çalışmada amaç, elektrikli araç şarj istasyonlarında görevli çalışanların İSG bilgi düzeyleri ve yeterlilik algılarının belirlenerek, demografik farklılaşmalara göre risk farkındalığına ilişkin ihtiyaçların tespit edilmesidir. Çalışma, bu ihtiyaçlara yönelik etkili eğitim ve önleyici stratejiler geliştirilmesine katkı sağlamayı hedeflemektedir.

Ayrıca şarj ünitelerinin kurulum, kullanım ve bakım-onarım süreçlerinden kaynaklanabilecek tehlike ve riskleri belirleyerek hem çalışanlar hem de çevre ve kullanıcılar için İSG açısından alınması gereken önlemleri ortaya koymaktır. Bu kapsamda, İSG alanına ilişkin literatür bilgisi ile sahadan elde edilen nicel veriler bütünleştirilmiş; mevcut uygulamalardaki eksikliklerin giderilmesine yönelik öneriler geliştirilerek hem ilgili kurum ve kuruluşlara hem de ileride yapılacak çalışmalara katkı sağlanması hedeflenmiştir.

İSG Bilgi Düzeyi Ölçeği ile İSG Yeterlilik Algısı Ölçeğinin cevaplanması sonucunda elde edilen veriler tasnif edilerek, araştırma soruları ve hipotezlerine dayalı olarak değişkenler arasındaki ilişkinin anlamlı olup olmadığı çıkarımında bulunulmuştur.

3.2.Araştırma Problemi ve Soruları

Araştırma problem cümlesi: “Elektrikli Araç Şarj İstasyonlarında kurulumu yapılan şarj ünitelerinden kaynaklı tehlike ve risklerin, insan ve çevre üzerinde etkisi var mıdır?” şeklinde belirlenmiştir. Bu amaçla oluşturulan araştırma soruları aşağıda belirtilmiştir.

1. Çalışanların İSG Bilgi Düzeyi ile İSG Yeterlilik Algısı arasında bir ilişki var mıdır?
2. Çalışanların İSG Bilgi Düzeyi ile Demografik Değişkenler arasında bir ilişki var mıdır?
3. Çalışanların İSG Yeterlilik Algısı ile Demografik Değişkenler arasında ilişki var mıdır?

3.2.Araştırma Modeli ve Hipotezler

Bu çalışma da nicel araştırma yöntemi ile veriler elde edilmiştir. Sahada anket çalışması sonucunda elde edilen verilerin, problem durumuna, araştırma sorularına ve hipotezlere paralel olarak değerlendirilmiştir. Araştırma soruları baz alınarak Hipotezler kurulmuştur. Bu hipotezler;

H₁: Çalışanların İSG bilgi düzeyi, yeterlilik algısını pozitif yönde ve anlamlı etkiler.

H₂: Çalışanların demografik özellikleri ile İSG bilgi düzeyi arasında anlamlı bir ilişki vardır.

H_{2a}: Çalışanların gelir düzeyi ile İSG bilgi düzeyi arasında anlamlı bir ilişki vardır.

H_{2b}: Çalışanların medeni durumu ile İSG bilgi düzeyi arasında anlamlı bir ilişki vardır.

H_{2c}: Çalışanların aile nüfusu ile İSG bilgi düzeyi arasında anlamlı bir ilişki vardır.

H_{2d}: Çalışanların yaşı ile İSG bilgi düzeyi arasında anlamlı bir ilişki vardır.

H_{2e}: Çalışanların iş tecrübesi ile İSG bilgi düzeyi arasında anlamlı bir ilişki vardır.

H_{2f}: Çalışanların eğitim durumu ile İSG bilgi düzeyi arasında anlamlı bir ilişki vardır.

H₃: Çalışanları demografik özellikleri ile İSG yeterlilik algısı arasında anlamlı bir ilişki vardır.

H_{3a}: Çalışanların gelir düzeyi ile İSG yeterlilik algısı arasında anlamlı bir ilişki vardır.

H3b: Çalışanların medeni durum ile İSG yeterlilik algısı arasında anlamlı bir ilişki vardır.

H3c: Çalışanların aile nüfusu ile İSG yeterlilik algısı arasında anlamlı bir ilişki vardır.

H3d: Çalışanların yaşı ile İSG yeterlilik algısı arasında anlamlı bir ilişki vardır.

H3e: Çalışanların iş tecrübesi ile İSG yeterlilik algısı arasında anlamlı bir ilişki vardır.

H3f: Çalışanların eğitim durumu ile İSG yeterlilik algısı arasında anlamlı bir ilişki vardır.

3.3.Evren ve Örneklem Grubu

Bu çalışmanın araştırılabilir örneklemini, Ağrı İl ve İlçe sınırları içerisinde kurulumu tamamlanan elektrikli araç şarj istasyonları çalışanlarını kapsamaktadır. Şarj istasyonları belirlenirken daha çok akaryakıt istasyonlarına yakın kurulumu yapılan şarj üniteleri baz alınmıştır.

3.4.Araştırmanın Sınırlılıkları ve Varsayımları

Bu çalışma da anket tekniği veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Çalışmanın araştırılabilir örneklemini, Ağrı İli ve İlçe sınırlarında yakıt istasyonlarına yakın kurulumu yapılan şarj istasyonlarında aktif olarak görev alan 55 çalışandan oluşmaktadır. Araştırmaya katılan şarj istasyonu çalışanlarının ölçek sorularına tamamen anlayarak cevap verdikleri varsayılmıştır. Ölçeklerin uygulanması sonucunda elde edilen sonuçların Türkiye'ye ve dünyaya yönelik genellenmesi söz konusu olmayacaktır. Genelleme yapılması planlanan veriler, İş Sağlığı ve Güvenliğinde tehlike ve risk durumlarının her evrende aynı öneme sahip olduğu ve alınacak önlemlerin tüm insanları ve toplumları kapsayacak nitelikte olmasından kaynaklanmaktadır. Böylece Ağrı İlinde elektrikli araç şarj istasyonlarında İSG ilkelerine uyulduğu takdirde tehlike ve risklerin olumsuz etkilerinin önüne büyük oranda geçilebileceği öngörülmektedir.

3.5.Veriler Toplama Araçları

Bu çalışmada veri toplama yöntemi olarak anket tekniği tercih edilmiştir. Anket yöntemi, verilerin hızlı bir şekilde toplanabilmesi ve maliyet etkinliği nedeniyle seçilmiştir.

Anket formları üç bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde çalışanların demografik özelliklerini (yaş, medeni durum, cinsiyet, gelir düzeyi, eğitim durumu, hanede yaşayan kişi sayısı, iş tecrübesi, İSG eğitimi, KKD kullanımı, sağlık sorunu ve iş kazası) belirlemeye yönelik on bir soruluk bilgi formu yer almaktadır. Bilgi formu, daha önce yapılan literatür çalışmaları ve uzman görüşleri dikkate alınarak geliştirilmiştir. İkinci bölümde, çalışanların elektrikli araç şarj istasyonlarında İSG'ye yönelik bilgi düzeylerini ölçen on üç soru bulunmaktadır. Bilgi düzeyi ölçeğinde yer alan sorular, yapılan literatür taraması ve risk değerlendirme çalışmaları sonucunda oluşturulmuştur. Şarj istasyonlarında çalışanların tehlike ve riskler konusunda yeterli bilgiye sahip olup olmadıkları sorulmuştur.

Üçüncü bölümde ise Kocaay (2020) tarafından geliştirilen İSG'ye yönelik yeterlilik algısı ölçek soruları sorulmuştur. Ölçek soruları 5'li likert ölçeği kullanılmıştır. Anket formları yüz yüze görüşme sonucunda uygulanmış ve verilerin toplanması amaçlanmıştır.

3.6. Veri Analizi

Bu aşamada, araştırma kapsamında literatür destekli kurulan hipotezleri test etmek için hangi analizlerin yapıldığına dair bilgiler verilmiştir. Edinilen veriler SPSS 25 istatistik paket programı ile analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla aşağıda belirtilen analizler gerçekleştirilmiştir:

- Ölçeklerin güvenilirliklerini incelemek için güvenilirlik analizi,
- Ölçeklerin geçerliliklerini incelemek için açımlayıcı faktör analizi (AFA),
- Değişkenler arasında yeterli ve anlamlı ilişkiyi incelemek için KMO ve Bartlett's Küresellik Testi,
- Değişkenlerin normal dağılım gösterip göstermediklerini belirlemek için normallik analizi,
- Ortalama ve standart sapmayı hesaplamak için frekans analizi,
- Değişkenler arasındaki ilişkilerin varlığı için korelasyon analizi,
- İSG bilgi düzeyinin İSG yeterlilik algısı üzerindeki etkilerini incelemek için regresyon analizi,
- İSG bilgi düzeyinin ve İSG yeterlilik algısının katılımcıların demografik özelliklerine göre farklılaşma gösterip göstermediğini incelemek amacıyla t testleri ve ANOVA analizleri uygulanmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu bölümde, elektrikli araç şarj istasyonlarında çalışanlara uygulanan ölçekler doğrultusunda elde edilen bulgular sunulmuştur. Analizler kapsamında katılımcıların demografik özellikleri, İSG bilgi düzeyi ile İSG yeterlilik algısına ilişkin faktör ve güvenilirlik analizleri yapılmış; ayrıca tanımlayıcı istatistikler, değişkenler arasındaki ilişkileri değerlendiren korelasyon, regresyon, ANOVA ve t-testi sonuçları sistematik bir şekilde raporlanmıştır.

4.1.Katılımcıların Demografik Özellikleri

Katılımcılarının demografik özelliklerini belirlemeye yönelik olarak uygulanan frekans analizine dair sonuçlar Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1. Çalışanların demografik özellikleri

Değişkenler		N	%
Cinsiyet	Erkek	55	100
	Kadın	0	0,0
Medeni Durum	Evli	36	65,5
	Bekar	19	34,5
Yaş	18-24	11	20,0
	25-34	14	25,5
	35-44	22	40,0
	45-54	8	14,5
	55 ve Üzeri	0	0,0
Eğitim Durumu	İlkokul	3	5,5
	Ortaokul	12	21,8
	Lise	34	61,8
	Lisans	6	10,9
	Diğer	0	0,0
İş Tecrübesi	0-3 Yıl	14	25,5
	4-7 Yıl	15	27,3
	8-10 Yıl	13	23,6
	11-15 Yıl	8	14,5
	16 ve Üzeri	5	9,1
Aylık Gelir	0-20.000 TL	33	60,0

	20.00-40.000 TL	19	34,5
	40.001-60.000 TL	3	5,5
	60.000 TL ve Üzeri	0	0,0
Hanedeki Kişi Sayısı	0-5 kişi	32	58,2
	6-10 kişi	23	41,8
	11 ve Üzeri	0	0,0
İSG Eğitimi var mı?	Evet	55	100
	Hayır	0	0
KKD var mı?	Evet	55	100
	Hayır	0	0
İş Kazası Yaşadınız mı?	Evet	0	0
	Hayır	55	100
Sağlık Sorununuz var mı?	Evet	4	7,3
	Hayır	51	92,7
Toplam		55	100.0

Çalışanların demografik özelliklerinin belirtildiği Tablo 4.1'e bakıldığında; çalışanların tümünün erkek (n=55; %100) olduğu, büyük çoğunluğunun evli (n=36; %65,5), 35-44 yaş aralığında (n=22; %40,0) ve lise mezunu (n=34; %61,8) oldukları görülmektedir. Bu verilere bakıldığında, şarj istasyonlarında daha çok erkeklerin istihdam edilmesi, bölge ve ilin genel çalışma yapısına uyumlu olduğu anlaşılmaktadır.

Çalışanların medeni durumlarına bakıldığında, büyük çoğunluğunun evli olması ve yaş aralıklarının 35-44 arasında olması evli erkek çalışanların kendi ailelerinin maddi sorumluluğunu yüklenmeleri ile ilişkilendirilebilir.

Çalışanların eğitim durumu verilerine bakıldığında, işe alımlarda en az ilkokul olduğu ancak genel olarak lise mezunlarının istihdam edildiği görülmektedir.

Çalışanların %85,5'inin, (35-44; %40), (25-34; %25,5), (18-24; %20,0) yaş grupları arasında olduğu ve şarj istasyonlarında daha çok genç yaştaki katılımcıların istihdam edildiği görülmektedir. (0-3 yıl; %25,5), (4-7 yıl; %27,3), (8-10; %23,6) verilen yılların yüzdelik oranlarına bakıldığında, çalışanların %76,4'ünün 0-10 yıl arasında iş tecrübesine sahip olduğu görülmektedir. Bu durum, elektrikli araç şarj istasyonlarında istihdam edilen çalışanların çoğunlukla genç-yetişkin yaş grubundan tercih edildiğini göstermektedir.

Çalışanların aylık gelir durumuna bakıldığında, (0-20.000; %60) oranında aylık gelir elde edenlerin oranının daha yüksek olduğu ve çalışanların büyük çoğunluğunun 2024 yılı net asgari ücret miktarında gelir elde ettikleri anlaşılmaktadır. Aynı hanedeki kişi sayısı sorusuna verilen cevaplar incelendiğinde, (0-5 kişi 32; %58,2) oranında olması, çalışanların yarısından fazlasının aile yapısının çekirdek aile yapısını oluşturduğu görülmektedir.

Şarj istasyonlarında çalışan personele İSG eğitimi alıp almadıkları sorulmuştur. Katılımcılardan elde edilen verilere göre (n=55; %100), tüm çalışanların İSG eğitimi aldığı belirlenmiştir. Elde edilen bu bulgu, 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ile bu kanun kapsamında yayımlanan “Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik” doğrultusunda, işverenin çalışanlara İSG eğitimi sağlama yükümlülüğünü belirleyen yasal düzenlemelerle örtüşmektedir. Dolayısıyla elde edilen sonuçlar, iş yerlerinde İSG eğitimi almanın yasal bir zorunluluk olduğu gerçeği ile örtüşmektedir. Çalışanlara iş yerlerinde KKD'lere sahip olup olmadıkları sorulmuş, verilen yanıtlara bakıldığında, (n=55; %100) çalışanların tümünde KKD olduğu ve aktif olarak kullanıldığı görülmüştür.

Çalışanların verdikleri yanıtların, 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nun 4. maddesine dayandığı anlaşılmaktadır. Bu maddeye göre; (“işveren, çalışanların iş sağlığı ve güvenliğini sağlamakla yükümlüdür ve bu çerçevede; mesleki risklerin önlenmesi, eğitim ve bilgilendirme, gerekli araç ve gereçlerin sağlanması, sağlık ve güvenlik tedbirlerinin değişen şartlara uygun hale getirilmesi ve mevcut durumun iyileştirilmesi için çalışmalar yapar”) işverenin kişisel koruyucu donanım (KKD) kullanımındaki görev ve sorumluluklarını belirlemekte, ayrıca KKD kullanımının çalışanların iş yerlerinde İSG'nin sağlanması açısından zorunlu olduğu ifade edilmektedir. Şarj istasyonlarında çalışanların iş kazası yaşayıp yaşamadıklarına yönelik soru sorulmuş, verilen yanıtlara bakıldığında, (n=55; %100) çalışanların tümünün iş kazası yaşamadıklarını belirttikleri görülmüştür. Çalışanların KKD kullanımı ve aldıkları eğitim sonucunda tehlike ve risklere karşı önlemler alabildiği görülmektedir. Bu durumda elektrikli araç şarj istasyonu kurulumlarının ve kullanımlarının güncel olduğu, bu nedenle çalışanların iş kazalarına maruz kalmadıkları düşünülmektedir.

Son olarak çalışanlara sağlık sorunuz var mı? diye sorulmuş, verilen yanıtlara bakıldığında çalışanların %92,7 oranında “Hayır” %7,3'ünün ise “Evet” dedikleri görülmektedir.

4.2.İSG Bilgi Düzeyi Ölçeği Güvenilirlik ve Geçerlilik Analizi

4.2.1.Güvenilirlik analizi

Bir analiz sürecinde öncelikli olarak, uygulanan ölçeğin geçerliliği ve güvenilirliğini sağlamak amacıyla güvenilirlik analizi gerçekleştirilmektedir. Güvenilirlik analizi, belirli bir ölçek türüne göre oluşturulmuş ölçeğin ve bu ölçeğe verilen yanıtların iç tutarlılığını ölçmeye yönelik bir tekniktir. Bu analiz, ölçeğin ölçmek istediği kavramı ne derece tutarlı bir şekilde ölçtüğünü değerlendirmede önemli bir araçtır. Araştırmanın iç tutarlılığının ölçülmesinin yanında maddelerin birbirleri arasındaki tutarlılık düzeyi de ölçülmektedir. Bu bağlamda, Cronbach's Alpha katsayısı, ölçek maddelerinin homojenliğini değerlendirmek için kullanılmaktadır. Ölçek sorularının birbirleriyle tutarlı olup aynı yapıyı ölçtüğünü gösterebilmek amacıyla, Cronbach's Alpha değerinin yüksek olması beklenir (Şimşek ve Yay 2022). Güvenilirlik değeri Tablo 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4.2. İSG bilgi düzeyi ölçeği için güvenilirlik analizi

Cronbach's Alpha	N of Items (Öge Sayısı)
0,925	13

Cronbach's Alpha ile hesaplanan güvenilirlik katsayısının $\geq 0,9$ ve üzeri olması, ölçeğin mükemmel düzeyde ve yüksek güvenilirlik taşıdığını göstermektedir (Kilic 2016). Tablo 4.2'de İSG bilgi düzeyi ölçeği için hesaplanan katsayının $(0,81 < \alpha < 1,00; 0,925)$ değerinde olması, ölçeğin yüksek güvenilirlikte olduğunu göstermektedir. Bu durum ölçeğe verilen yanıtların birbirleriyle tutarlı olduğunu göstermektedir. Cronbach's Alpha değerinin negatif çıkması, sorulara verilen yanıtların tutarsızlığını işaret etmektedir.

4.2.2.Açımlayıcı faktör analizi (geçerlilik analizi)

Faktör analizi, iki temel yöntem olan Açıcımlayıcı Faktör Analizi (AFA) ve Doğrulamalı Faktör Analizi (DFA) olarak sınıflandırılmaktadır. DFA, araştırma hipotezlerinin test edilmesinin yanı sıra değişkenler ve faktörler arasındaki ilişkileri göstermek için yol analizi diyagramlarından yararlanır. Buna karşın, AFA, veri setindeki yapıyı keşfetmeyi ve karmaşık ilişkileri ortaya çıkararak tahminlerin doğruluğunu değerlendirmeyi amaçlar (Child 2006).

Başka bir tanıma göre, Açıklayıcı Faktör Analizi (AFA), çok sayıda gözlenen değişken arasındaki ilişkileri, daha az sayıda faktör ile açıklamayı hedefleyen ve değişken gruplarının ortak özelliklerini belirlemeye yönelik bir istatistiksel yöntemdir (Hadi *et al.* 2016). AFA'nın temel amacı, ölçülen değişkenler arasındaki korelasyon yapılarını açıklamaktır. Bu süreç, faktörlerin tahmin edilip çıkarılması, analizde hangi faktörlerin tutulacağına karar verilmesi ve faktörlerin yorumlanabilirliğinin artırılarak bireysel faktör puanlarının elde edilmesi gibi bir dizi aşamadan oluşmaktadır (Lorenzo-seva ve Ferrando 2006). Açıklayıcı faktör analizine geçilmeden önce, veri setinin faktör analizine uygunluğu ve örneklem büyüklüğünün yeterliliği değerlendirilmiştir. Bu kapsamda, KMO uygunluk katsayısı hesaplanmış ve değişkenler arasındaki korelasyonların faktör analizine elverişli olup olmadığını belirlemek amacıyla Bartlett'in Küresellik Testi uygulanmıştır.

4.2.3.KMO ve bartlett's küresellik testi

KMO ve Bartlett'in Küresellik Testi sonuçları, elde edilen verilerin açıklayıcı faktör analizine uygunluğuna dair önemli bilgiler sunmaktadır. KMO değeri yüksek olduğunda, bu durum, her bir değişkenin diğer değişkenlerle arasında yeterli düzeyde ortak varyans bulunduğunu ve dolayısıyla değişkenlerin birbirleri aracılığıyla anlamlı şekilde temsil edilebildiğini göstermektedir. Elde edilen değerlerin sıfıra veya sıfıra çok yakın çıkması, korelasyon matrisinde anlamlı bir düzenin bulunmadığını ve bu nedenle sonuçların yorumlanmasının mümkün olmadığını ifade eder. Bununla birlikte, KMO ölçüm değerinin 0,50'nin altında olması, örneklem yeterliliğinin yetersizliğine işaret etmekte olup, bu durumda faktör analizinin uygulanabilirliği sınırlı kabul edilmektedir (Çokluk vd 2012). Bartlett testi, değişkenler arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığını değerlendirmeye yarar. Yapılan test sonucunda anlamlılık düzeyinin ($p < 0,05$) olarak elde edilmesi, değişkenler arasında faktör analizi yapılmasına olanak sağlayacak ölçüde istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler bulunduğuna işaret etmektedir (Yanık ve Çamlıyer 2012). Bu kapsamda, Bartlett testinin anlamlı çıkması ve KMO değerinin 0,50'nin üzerinde olması beklenir. Ayrıca, faktör analizinin geçerli olabilmesi için örneklem büyüklüğünün en az 50 olması; mümkünse 100'den fazla olması önerilmektedir (Kalaycı 2006; Hair *et al.* 2010; Hair *et al.* 2013; Howard 2016). Tablo 4.3'te test sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.3. İSG bilgi düzeyi ölçeği için KMO ve Bartlett's küresellik testi sonuçları

Test		Sonuç
KMO (Kaiser-Meyer-Olkin Measure)		0,863
Bartlett's Küresellik Testi	χ^2	521,863
	df	78
	sig	p<0,000

Tablo 4.3'te yer aldığı üzere, KMO örneklem yeterlilik katsayısı 0,863 olarak hesaplanmıştır. Bu değerin 0,50'nin üzerinde olması, verilerin faktör analizine uygun bir örneklem büyüklüğüne sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca, Bartlett testi sonuçları ($\chi^2(78) = 521,863$; $p < 0,05$) anlamlı bir ilişki olduğunu göstermektedir. Bu bulgu, değişkenler arasında faktör analizi yapmaya uygun bir korelasyon olduğunu ortaya koymaktadır. Sonuç olarak, faktör analizi öncesinde gerçekleştirilen testler ve örneklem büyüklüğü, analizin yapılabilir olduğunu doğrulamaktadır.

Faktör analizinin gerçekleştirilebilmesi için değişkenler arasında ortak varyansın 0,60'ın üzerinde olması ve her bir faktör altında yeterli sayıda madde bulunması durumunda, daha küçük örneklem büyüklükleriyle analiz yapılması mümkün olabilmektedir. Nitekim, değişkenler arasındaki korelasyon katsayısının 0,80'in üzerinde olduğu koşullarda, 50 kişilik bir örneklem bile faktör analizi için yeterli kabul edilebilmektedir (Taherdoost *et al.* 2014). Şimşek (2022) tarafından oluşturulan faktör yükleri tablosuna göre, faktör yükünün 0,32'den büyük olduğu durumlarda, faktörün açıkladığı varyansın yaklaşık %10 olduğu ve bunun 'düşük' bir değer olarak değerlendirildiği ifade edilmiştir. Öte yandan, faktör yükünün 0,71'den büyük olduğu durumlarda, faktörün açıkladığı varyansın yaklaşık %50 olduğu ve bunun 'mükemmel' bir değer olarak kabul edildiği belirtilmiştir (Çokluk vd 2012). Faktör analizinde bir değişkenin ilgili faktöre dâhil edilebilmesi için gerekli olan faktör yükü değerine ilişkin olarak literatürde çeşitli yaklaşımlar mevcuttur. Şimşek (2022), bazı araştırmacıların asgari faktör yükü eşliğini 0,30 olarak belirlediğini, buna karşılık 0,32 ya da 0,40 gibi daha yüksek eşik değerlerinin benimsenmesini öneren görüşlerin de literatürde yer aldığını ifade etmektedir. İSG Bilgi Düzeyi Ölçeği faktör analizi sonuçlarına bakıldığında, açıklanan varyans yüzdesinin %69,213 olduğu görülmektedir. 13.madde haricinde tüm maddelerin faktör yükü $>0,71$ değerinin üzerinde olduğu görülmektedir. Bu durum faktör yükü değerinin “mükemmel” bir değerde olduğunu göstermektedir.

4.2.4.İSG bilgi düzeyi ölçeğine ilişkin faktör analizi sonuçları

İSG Bilgi Düzeyi Ölçeğinde iki faktörün toplam varyansının %69'unu açıkladığı görülmektedir. Literatür taramasında, açıklama oranının %50'nin üzerinde olması durumunun yeterli kabul edildiği görülmektedir. Döndürülmüş Bileşen Matrisi ("Rotated Component Matrix") ise ölçeğin kaç faktörden oluştuğunu ve maddelerin hangi faktörlere ait olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.4. İSG bilgi düzeyi ölçeğine ilişkin faktör yük dağılımları

	Ölçekler ve Değişkenler	Faktör Yükü
	Bilgi Ölçeği (Açıklanan Varyans Yüzdesi: 69,213)	
	KMO Değeri: 0,863 ve Barlett Testi: 521,863 (p<0.000)	
	1.Faktör (Şarj Ünitesi Risk Yönetimi)	
1	Şarj ünitelerinin kullanımı sırasında oluşabilecek tehlikeler hakkında bilgi sahibiyim.	0,900
2	Çalıştığım iş yerinde şarj istasyonlarına yönelik alınan İş Sağlığı ve Güvenliği tedbirleri hakkında bilgi sahibiyim.	0,869
3	Elektrikli aracın şarj edilmesi sırasında herhangi bir risk oluşması durumuna karşı neler yapacağım konusunda yeterli bilgiye sahibim.	0,853
4	Şarj ünitelerinin periyodik bakımları konusunda yeterli bilgiye sahibim.	0,841
5	Şarj ünitesine yönelik çevreden kaynaklanabilecek (sabotaj, araç çarpması ve kundaklama gibi) tehlike durumlarına karşı neler yapacağım konusunda yeterli bilgiye sahibim.	0,818
6	Siber saldırıların oluşması halinde sistemlerin güvenliği için yeterli bilgiye sahibim.	0,806
7	Şarj ünitesinin kullanımında yeterli bilgiye sahibim	0,801
8	Olumsuz hava koşullarından doğabilecek tehlike ve risk durumlarına karşı alınabilecek önlemler konusunda bilgi sahibiyim	0,777
9	Şarj ünitelerini besleyen elektrik hatlarında kısa devre meydana gelmesi durumunda neler yapmam gerektiğini biliyorum.	0,755
	2.Faktör (Acil Durum Bilinci)	
1	Enerji hatlarının etkileşiminden doğabilecek acil durumlarda (Patlama vs.) nasıl hareket edeceğim konusunda bilgi sahibiyim.	0,833
2	Gaz, yakıt veya elektrik yangınları oluşması durumunda hangi tip yangın tüpünü kullanacağım konusunda bilgi sahibiyim.	0,781
3	Acil durum eylem planı hakkında yeterli bilgiye sahibim.	0,767
4	Elektrik çarpması durumunda nasıl müdahale edeceğim konusunda yeterli İlk Yardım bilgisine sahibim.	0,588

Tablo 4.4'te her bir maddeye bakıldığında, ölçeğin tek bir faktörde incelenemeyeceği ancak 2 faktör düzeyinde ele alınıp incelenmesi gerektiği görülmüştür. İSG Bilgi Düzeyi Ölçeğine ilişkin faktör yük dağılımı 1'inci faktör (Şarj ünitesi risk yönetimi) maddelerinde 0,755 ile 0,900 arasında değişmektedir. Ölçeği oluşturan maddelerden en fazla öneme sahip “Şarj ünitelerinin kullanımı sırasında oluşabilecek tehlikeler hakkında bilgi sahibiyim (0,900)”, en az öneme sahip “Şarj ünitelerini besleyen elektrik hatlarında kısa devre meydana gelmesi durumunda neler yapmam gerektiğini biliyorum (0,755)” olduğu görülmektedir. 2'nci faktör (Acil durum bilinci) maddelerinde 0,588 ile 0,833 arasında değişmektedir. Ölçeği oluşturan maddelerden en fazla öneme sahip “Enerji hatlarının etkileşiminden doğabilecek acil durumlarda (Patlama vs.) nasıl hareket edeceğim konusunda bilgi sahibiyim (0,833)”, en az öneme sahip “Elektrik çarpması durumunda nasıl müdahale edeceğim konusunda yeterli İlk Yardım bilgisine sahibim (0,588)” olduğu görülmektedir. Faktör yük değerinin 0,30 değerinin üzerindeki maddeler olması durumunda, değişkenlerin her birinin faktörle ilişki düzeyinin anlamlı olduğu bilgisine ulaşılmaktadır.

4.2.5.İSG bilgi düzeyi ölçeği tanımlayıcı istatistiksel analizi

Çalışma kapsamında kullanılan ölçeğe verilen cevapların tanımlayıcı istatistiksel analiz sonuçları Tablo 4.5'te belirtilmiştir. Ölçekte cevap olarak işaretlenmesi istenen ifadeler, beşli likert derecelendirme sistemine göre ölçülmüştür. Ölçekten elde edilen puanların yorumlanmasında, kategori aralıkları $(n-1)/n$ formülü kullanılarak hesaplanmıştır. Beşli Likert tipi ölçek için bu formüle göre hesaplanan aralık değeri 0,80'dir. Bu doğrultuda puanlar; 1,00–1,80 arası 'çok olumsuz', 1,81–2,60 arası 'olumsuz', 2,61–3,40 arası 'orta', 3,41–4,20 arası 'olumlu' ve 4,21–5,00 arası 'çok olumlu' olarak derecelendirilmiştir (Çınar 2010).

Tablo 4.5. İSG bilgi düzeyi ölçeğinin tanımlayıcı istatistiksel analiz sonuçları

Ölçeğin Maddeleri		
1. Faktör (Şarj Ünitesi Risk Yönetimi)	$\bar{x}$	ss
Şarj ünitelerinin kullanımı sırasında oluşabilecek tehlikeler hakkında bilgi sahibiyim.	3,25	1,17
Çalıştığım iş yerinde şarj istasyonlarına yönelik alınan İş Sağlığı ve Güvenliği tedbirleri hakkında bilgi sahibiyim.	3,27	1,03
Elektrikli aracın şarj edilmesi sırasında herhangi bir risk oluşması durumuna karşı neler yapacağım konusunda yeterli bilgiye sahibim.	3,25	1,14
Şarj ünitelerinin periyodik bakımları konusunda yeterli bilgiye sahibim.	2,82	1,32
Şarj ünitesine yönelik çevreden kaynaklanabilecek (sabotaj, araç çarpması ve kundaklama gibi) tehlike durumlarına karşı neler yapacağım konusunda yeterli bilgiye sahibim.	2,82	1,25
Siber saldırıların oluşması halinde sistemlerin güvenliği için yeterli bilgiye sahibim.	1,80	0,98
Şarj ünitesinin kullanımında yeterli bilgiye sahibim.	4,13	0,88
Olumsuz hava koşullarından doğabilecek tehlike ve risk durumlarına karşı alınabilecek önlemler konusunda bilgi sahibiyim.	2,96	1,07
Şarj ünitelerini besleyen elektrik hatlarında kısa devre meydana gelmesi durumunda neler yapmam gerektiğini biliyorum.	3,45	1,10
2. Faktör (Acil Durum Bilinci)		
Enerji hatlarının etkileşiminden doğabilecek acil durumlarda (Patlama vs.) nasıl hareket edeceğim konusunda bilgi sahibiyim.	4,45	0,60
Gaz, yakıt veya elektrik yangınları oluşması durumunda hangi tip yangın tüpünü kullanacağım konusunda bilgi sahibiyim.	4,67	0,55
Acil durum eylem planı hakkında yeterli bilgiye sahibim.	4,25	0,78
Elektrik çarpması durumunda nasıl müdahale edeceğim konusunda yeterli İlk Yardım bilgisine sahibim.	4,16	0,69

Tablo 4.5’te İSG Bilgi Düzeyi Ölçeğini oluşturan on üç madde ve iki faktör için tanımlayıcı istatistikler sunulmuştur. Ölçeğin 1’inci faktörü (Şarj ünitesi risk yönetimi) için ortalamalar incelendiğinde en yüksek ortalamayı 4,13 ile “Şarj ünitesinin kullanımında yeterli bilgiye sahibim” maddesinin ve en küçük ortalamayı ise 1,80 ile “Siber saldırıların oluşması halinde sistemlerin güvenliği için yeterli bilgiye sahibim” maddesinin olduğu görülmektedir.

Ölçeğin 2'nci faktörü (Acil durum bilinci) için ortalamalar incelendiğinde en yüksek ortalamayı 4,67 ile “Gaz, yakıt veya elektrik yangınları oluşması durumunda hangi tip yangın tüpünü kullanacağım konusunda bilgi sahibiyim” maddesinin ve en küçük ortalamayı ise 4,16 ile “Elektrik çarpması durumunda nasıl müdahale edeceğim konusunda yeterli İlk Yardım bilgisine sahibim” maddesinin olduğu görülmektedir.

4.3.İSG Yeterlilik Algısı Ölçeği Güvenilirlik ve Geçerlilik Analizi

4.3.1.Güvenilirlik analizi

Daha önce ifade edildiği üzere, güvenilirlik analizi, belirlenen herhangi bir ölçek türüne göre hazırlanan ölçeklerin ve bu ölçeklere verilen yanıtların iç tutarlılığını değerlendirmektedir. Araştırmanın iç tutarlılığının ölçülmesinin yanında maddelerin birbirleri arasındaki tutarlılık düzeyi de ölçülmektedir. Bu açıdan Cronbach's Alpha değeri ile, ölçek sorularının homojen yapısının açıklanması sağlanmaktadır. Ölçek maddelerinin birbirleriyle tutarlı olduğunu ve aynı yapıyı ölçtüğünü gösterebilmek amacıyla Cronbach's Alpha değerinin yüksek olması beklenmektedir (Şimşek ve Yay 2022). Tablo 4.6'da güvenilirlik değeri verilmiştir.

Tablo 4.6. İSG yeterlilik algısı ölçeği için güvenilirlik analizi sonuçları

Cronbach's Alpha	N of Items (Öge Sayısı)
0,898	22

Cronbach's Alpha ile hesaplanan güvenilirlik katsayısının $\geq 0,8$ ve üzerinde olması, ölçeğin yüksek düzeyde güvenilirlik taşıdığını göstermektedir (Kilic 2016). Tablo 4.6'da İSG yeterlilik algısı ölçeği için hesaplanan katsayının $(0,81 < \alpha < 1,00; 0,898)$ değerinde olması, ölçeğin yüksek güvenilirlikte olduğunu göstermektedir. Bu durum ölçeğe verilen yanıtların birbirleriyle tutarlı olduğunu göstermektedir. Cronbach's Alpha değerinin negatif bir değer alması durumunda ise, sorulara verilen yanıtların tutarsız olduğunu göstermektedir.

4.3.2.Açımlayıcı faktör analizi (geçerlilik analizi)

Daha önce açıklandığı gibi Açımlayıcı Faktör Analizinin amacı, ölçülen değişkenler arasındaki korelasyonları açıklamaktır. Bu süreç, bir dizi aşamayı içerir; faktörlerin tahmin edilmesi ve çıkarılması, hangi faktörlerin analizde tutulacağına karar verilmesi ve faktörlerin yorumlanabilir hale getirilerek bireysel faktör puanlarının elde edilmesi bu aşamalar arasında yer alır (Lorenzo-seva ve Ferrando 2006). Açımlayıcı faktör analizine geçilmeden önce, veri setinin faktör analizine uygunluğu ile örneklem büyüklüğünün yeterliliği değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda KMO katsayısı hesaplanmış ve Bartlett'in Küresellik Testi uygulanarak değişkenler arasındaki korelasyonların faktör analizine elverişli olup olmadığı incelenmiştir.

4.3.3.KMO ve bartlett's küresellik testi

KMO ve Bartlett'in Küresellik Testi sonuçları, elde edilen verilerin açımlayıcı faktör analizine uygunluğuna dair önemli bilgiler sunmaktadır. KMO değeri yüksek olduğunda, bu durum, her bir değişkenin diğer değişkenlerle arasında yeterli düzeyde ortak varyans bulunduğunu ve dolayısıyla değişkenlerin birbirleri aracılığıyla anlamlı şekilde temsil edilebildiğini göstermektedir. Elde edilen değerlerin sıfıra veya sıfıra çok yakın çıkması, korelasyon matrisinde anlamlı bir düzenin bulunmadığını ve bu nedenle sonuçların yorumlanmasının mümkün olmadığını ifade eder. Bununla birlikte, KMO ölçüm değerinin 0,50'nin altında olması, örneklem yeterliliğinin yetersizliğine işaret etmekte olup, bu durumda faktör analizinin uygulanabilirliği sınırlı kabul edilmektedir (Çokluk vd 2012). Bartlett testi, değişkenler arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığını değerlendirmeye yarar. Yapılan test sonucunda anlamlılık düzeyinin ($p < 0,05$) olarak elde edilmesi, değişkenler arasında faktör analizi yapılmasına olanak sağlayacak ölçüde istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler bulunduğuna işaret etmektedir (Yanık ve Çamlıyer 2012). Bu kapsamda, Bartlett testinin anlamlı çıkması ve KMO değerinin 0,50'nin üzerinde olması beklenir. Ayrıca, faktör analizinin geçerli olabilmesi için örneklem büyüklüğünün en az 50 olması; mümkünse 100'den fazla olması önerilmektedir. (Kalaycı 2006; Hair *et al.* 2010; Hair *et al.* 2013; Howard 2016). Tablo 4.7'de test sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.7. İSG yeterlilik algısı ölçeği için KMO ve Bartlett's küresellik testi sonuçları

Test		Sonuç
KMO (Kaiser-Meyer-Olkin Measure)		0,770
Bartlett's Küresellik Testi	χ^2	618,122
	df	231
	sig	p<0,000

Tablo 4.7'de görüldüğü gibi, KMO örneklem yeterlilik katsayısı 0,770 olarak hesaplanmıştır. Bu değerin 0,50'nin üzerinde olması, verilerin faktör analizine uygun bir örneklem büyüklüğüne sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca, Bartlett testi sonuçları ($\chi^2_{(231)}=618,122$; $p<0,05$) anlamlı bir ilişki olduğunu göstermektedir. Bu bulgu, değişkenler arasında faktör analizi yapmaya uygun bir korelasyon olduğunu ortaya koymaktadır. Sonuç olarak, faktör analizi öncesinde gerçekleştirilen testler ve örneklem büyüklüğü, analizin yapılabilir olduğunu doğrulamaktadır.

4.3.4.İSG yeterlilik algısı ölçeğine ilişkin faktör analizi sonuçları

Şimşek (2022) tarafından oluşturulan faktör yükleri tablosuna göre, faktör yükünün 0,32'den büyük olduğu durumlarda, faktörün açıkladığı varyansın yaklaşık %10 olduğu ve bunun 'düşük' bir değer olarak değerlendirildiği ifade edilmiştir. Öte yandan, faktör yükünün 0,71'den büyük olduğu durumlarda, faktörün açıkladığı varyansın yaklaşık %50 olduğu ve bunun 'mükemmel' bir değer olarak kabul edildiği belirtilmiştir (Çokluk 2012). Faktör analizinde bir değişkenin ilgili faktöre dâhil edilebilmesi için gerekli olan faktör yükü değerine ilişkin olarak literatürde çeşitli yaklaşımlar mevcuttur. Şimşek (2022), bazı araştırmacıların asgari faktör yükü eşiğini 0,30 olarak belirlediğini, buna karşılık 0,32 ya da 0,40 gibi daha yüksek eşik değerlerinin benimsenmesini öneren görüşlerin de literatürde yer aldığını ifade etmektedir.

Tablo 4.8. İSG yeterlilik algısı ölçeğine ilişkin faktör yük dağılımları

	Ölçekler ve Değişkenler	Faktör Yükü
	Algı Ölçeği (Açıklanan Varyans Yüzdesi: 51,745)	
	KMO Değeri: 0,845 ve Barlett Testi: 664,226 (p<0.000)	
	1.Faktör (İSG Uygulama Bilinci)	
1	Ramak kala olayını açıklayabilirim.	0,799
2	İşyerimde bulunan uyarı levhalarının anlamını söyleyebilirim.	0,750
3	Ramak kala bir olayda ne yapmam gerektiğini söyleyebilirim.	0,668
4	İşyerlerinde tehlike sınıfına göre yapılacak çalışmaların farkını anlatabilirim.	0,665
5	İşyerimde kullanılan kişisel koruyucu donanımları sayabilirim.	0,633
6	Çalışma ortamımda düzenin nasıl sağlanacağını anlatabilirim.	0,620
7	İşyeri hekiminin görevlerini sıralayabilirim.	0,611
8	İşyeri hekiminin yürüttüğü çalışmalara katılmamın sağlığım açısından önemini açıklayabilirim.	0,579
	2.Faktör (İSG Stratejisi)	
1	İş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin yasal temellerini açıklayabilirim.	0,681
2	İş sağlığı ve güvenliğinin amaçlarını söyleyebilirim.	0,650
3	İş sağlığı ve güvenliği kurullarının görevlerini sayabilirim.	0,647
4	Acil durum planı hazırlanırken öneride bulunabilirim.	0,619
5	İş sağlığı ve güvenliği kültürünü açıklayabilirim.	0,598
6	Acil durum tatbikatlarının hangi sıklıkta yapılması gerektiğini açıklayabilirim.	0,575
7	Çalışma yaşamındaki risk gruplarını sayabilirim.	0,566
8	Risk değerlendirmelerinin hangi durumlarda yapılması gerektiğini açıklayabilirim.	0,549
	3.Faktör (İSG Farkındalığı ve Uygulama Becerileri)	
1	Meslek hastalığından kuşkulandığımda izlemem gereken yolu anlatabilirim.	0,780
2	İş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin hangi durumlarda verilmesi gerektiğini açıklayabilirim.	0,642
3	Çalışan olarak iş sağlığı ve güvenliği konusunda yasal haklarımı sayabilirim.	0,574
4	Çalışan olarak iş sağlığı ve güvenliği konusunda yükümlülüklerimi sayabilirim.	0,572
5	İşyerinde tehlikeli durumları fark edebilirim.	0,572
6	Çalışma ortamımda ergonomik sorunları saptayabilirim	0,557

Tablo 4.8'deki maddeler incelendiğinde, İSG Yeterlilik Algısı Ölçeğinde maddelerin 3 faktör ile incelenebileceği görülmektedir. Üç faktörde toplam varyansın %51,74'ünü açıkladığı görülmektedir. Literatür taramasında, açıklama oranının %50'nin üzerinde olması durumunun yeterli kabul edildiği görülmektedir. Döndürülmüş Bileşen Matrisi ("Rotated Component Matrix") ise ölçeğin kaç faktörden oluştuğunu ve maddelerin hangi faktörlere ait olduğunu göstermektedir.

İSG Yeterlilik Algısı Ölçeğine ilişkin faktör yük dağılımı 1'inci faktör (İSG uygulama bilinci) maddelerinde 0,579 ile 0,799 arasında değişmektedir. Ölçeği oluşturan maddelerden en fazla öneme sahip "Ramak kala olayını açıklayabilirim. (0,799)", en az öneme sahip "İşyeri hekiminin yürüttüğü çalışmalara katılmamın sağlığım açısından önemini açıklayabilirim. (0,579)" olduğu görülmektedir. 2'nci faktör (İSG stratejisi) maddelerinde 0,549 ile 0,681 arasında değişmektedir. Ölçeği oluşturan maddelerden en fazla öneme sahip "İş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin yasal temellerini açıklayabilirim (0,681)", en az öneme sahip "Risk değerlendirmelerinin hangi durumlarda yapılması gerektiğini açıklayabilirim (0,549)" olduğu görülmektedir. 3'ncü faktör (İSG farkındalığı ve uygulama becerileri) maddelerinde 0,557 ile 0,780 arasında değişmektedir. Ölçeği oluşturan maddelerden en fazla öneme sahip "Meslek hastalığından kuşkulandığımda izlemem gereken yolu anlatabilirim (0,780)", en az öneme sahip "Çalışma ortamımda ergonomik sorunları saptayabilirim (0,557)" olduğu görülmektedir. Faktör yük değerinin 0,30 değerinin üzerindeki maddeler olması durumunda, değişkenlerin her birinin faktörle ilişki düzeyinin anlamlı olduğu bilgisine ulaşılmaktadır.

4.3.5.İSG yeterlilik algısı ölçeği tanımlayıcı istatistiksel analizi

Çalışma kapsamında kullanılan ölçeğe verilen cevapların tanımlayıcı istatistiksel analiz sonuçları Tablo 4.9'da belirtilmiştir. Ölçekte cevap olarak işaretlenmesi istenen ifadeler, beşli likert derecelendirme sistemine göre ölçülmüştür. Ölçekten elde edilen puanların yorumlanmasında, kategori aralıkları $(n-1)/n$ formülü kullanılarak hesaplanmıştır. Beşli Likert tipi ölçek için bu formüle göre hesaplanan aralık değeri 0,80'dir. Bu doğrultuda puanlar; 1,00–1,80 arası 'çok olumsuz', 1,81–2,60 arası 'olumsuz', 2,61–3,40 arası 'orta', 3,41–4,20 arası 'olumlu' ve 4,21–5,00 arası 'çok olumlu' olarak derecelendirilmiştir (Çınar 2010).

Tablo 4.9. İSG yeterlilik algısı ölçeğinin tanımlayıcı istatistiksel analiz sonuçları

Ölçeğin Maddeleri		
1. Faktör (İSG Uygulama Bilinci)	$\bar{x}$	ss
Ramak kala olayını açıklayabilirim.	3,33	1,00
İşyerimde bulunan uyarı levhalarının anlamını söyleyebilirim.	4,90	0,37
Ramak kala bir olayda ne yapmam gerektiğini söyleyebilirim.	3,85	0,93
İşyerlerinde tehlike sınıfına göre yapılacak çalışmaların farkını anlatabilirim.	3,23	0,92
İşyerimde kullanılan kişisel koruyucu donanımları sayabilirim.	4,85	0,40
Çalışma ortamımda düzenin nasıl sağlanacağını anlatabilirim.	4,25	0,80
İşyeri hekiminin görevlerini sıralayabilirim.	2,30	1,03
İşyeri hekiminin yürüttüğü çalışmalara katılmamın sağlığım açısından önemini açıklayabilirim.	4,03	0,96
2. Faktör (İSG Stratejisi)		
İş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin yasal temellerini açıklayabilirim.	2,30	1,13
İş sağlığı ve güvenliğinin amaçlarını söyleyebilirim.	3,90	0,84
İş sağlığı ve güvenliği kurullarının görevlerini sayabilirim.	2,82	1,25
Acil durum planı hazırlanırken öneride bulunabilirim.	3,44	0,81
İş sağlığı ve güvenliği kültürünü açıklayabilirim.	2,30	1,08
Acil durum tatbikatlarının hangi sıklıkta yapılması gerektiğini açıklayabilirim.	4,02	0,73
Çalışma yaşamındaki risk gruplarını sayabilirim.	3,55	0,90
Risk değerlendirmelerinin hangi durumlarda yapılması gerektiğini açıklayabilirim.	3,33	1,04
3. Faktör (İSG Farkındalığı ve Uygulama Becerileri)		
Meslek hastalığından kuşulduğumda izlemem gereken yolu anlatabilirim.	3,40	0,81
İş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin hangi durumlarda verilmesi gerektiğini açıklayabilirim.	3,98	0,62
Çalışan olarak iş sağlığı ve güvenliği konusunda yasal haklarımı sayabilirim.	4,16	0,81
Çalışan olarak iş sağlığı ve güvenliği konusunda yükümlülüklerimi sayabilirim.	4,51	0,60
İşyerinde tehlikeli durumları fark edebilirim.	3,00	1,32

Tablo 4.9’da İSG Yeterlilik Algısı Ölçeğini oluşturan yirmi iki madde ve üç faktör için tanımlayıcı istatistikler sunulmuştur. Ölçeğin 1’inci faktörü (İSG uygulama bilinci) için ortalamalar incelendiğinde en yüksek ortalamayı 4,90 ile “İşyerimde bulunan uyarı levhalarının anlamını söyleyebilirim” maddesinin ve en küçük ortalamayı ise 2,30 ile “İşyeri hekiminin görevlerini sıralayabilirim” maddesinin olduğu görülmektedir. Ölçeğin 2’nci faktörü (İSG stratejisi) için ortalamalar incelendiğinde en yüksek ortalamayı 4,02 ile “Acil durum tatbikatlarının hangi sıklıkta yapılması gerektiğini açıklayabilirim” maddesinin ve en küçük ortalamayı ise 2,30 ile “İş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin yasal temellerini açıklayabilirim” ve “İş sağlığı ve güvenliği kültürünü açıklayabilirim” maddelerinin olduğu görülmektedir. Ölçeğin 3’üncü faktörü (İSG farkındalığı ve uygulama becerileri) için ortalamalar incelendiğinde en yüksek ortalamayı 4,51 ile “Çalışan olarak iş sağlığı ve güvenliği konusunda yükümlülüklerimi sayabilirim” maddesinin ve en küçük ortalamayı ise 3,00 ile “İşyerinde tehlikeli durumları fark edebilirim” maddesinin olduğu görülmektedir. “İşyerimde bulunan uyarı levhalarının anlamını söyleyebilirim” maddesi katılımcıların en yüksek ortalama ile cevap verdikleri maddedir.

4.4.İSG Bilgi Düzeyi ile İSG Yeterlilik Algısı Ölçeği Normallik Analizi

Birçok istatistiksel yöntemin uygulanabilmesi için verilerin normal dağılım göstermesi gerekmektedir. Normal dağılımı değerlendirmek amacıyla çarpıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis) değerleri analiz edilmiştir. Araştırmacılar, çarpıklık ve basıklık için farklı kabul sınırları önermiştir. Bu sınırlar, Hair (1995) değerlerin ± 1 arasında olmasını uygun görürken, Tabachnick ve Fidel (2013) değerlerin $\pm 1,5$ arasında olmasını ve George ve Mallery (2010) ise belirtilen değerlerin ± 2 arasında olması gerektiğini savunmaktadır.

Tablo 4.10. Normallik testi sonuçları

Ölçek/Boyut	Çarpıklık	Basıklık
Bilgi Düzeyi	-0,061	-0,987
1. Faktör	0,058	-1,322
2. Faktör	-0,666	-0,333
Yeterlilik Algısı	-0,092	- 0,449
1. Faktör	-0,090	0,944
2. Faktör	0,617	-0,466
3. Faktör	-0,366	-0,542

Tablo 4.10 gözden geçirildiğinde, İSG Bilgi Düzeyi Ölçeğinden elde edilen puanların çarpıklık ve basıklık değerleri hesaplanarak normal dağılım uygunluğu incelenmiştir. Birinci ve ikinci faktörlerdeki değerlerin ± 2 aralığında olması, normal dağılım açısından yeterli kabul edilmektedir. İSG Yeterlilik Algısı Ölçeği puanlarının çarpıklık ve basıklık değerleri de ± 2 sınırları içinde yer almakta olup, bu durum normal dağılımı desteklemektedir. Bu sonuçlar, parametrik testlerin uygulanabilmesi için gerekli olan normal dağılım şartının sağlandığını göstermektedir.

4.5.İSG Bilgi Düzeyi ile İSG Yeterlilik Algısı Ölçeği Güvenilirlik Analizi

Cronbach's Alpha aracılığıyla hesaplanan güvenilirlik katsayısının $\geq 0,8$ üzerinde olması ölçeğin iyi düzeyde ve yüksek güvenilirlikte olduğunu göstermektedir (Kilic 2016). Her iki ölçek için Cronbach's Alpha değeri faktörlere göre Tablo 4.11'de sunulmuştur.

Tablo 4.11. Değişkenlerin güvenilirliklerinin incelenmesi

Ölçek	Cronbach's Alpha Değeri
Bilgi Düzeyi	0,925
1. Faktör	0,941
2. Faktör	0,764
Yeterlilik Algısı	0,898
1. Faktör	0,836
2. Faktör	0,826
3. Faktör	0,777

Tablo 4.11’de İSG bilgi düzeyi ölçeği ve İSG yeterlilik algısı ölçeği için hesaplanan katsayının ($0,81 < \alpha < 1,00$; $0,925-0,898$) değerinde olması, ölçeklerin yüksek güvenilirlikte olduğunu göstermektedir. Bu durum ölçeğe verilen yanıtların birbirleriyle tutarlı olduğunu göstermektedir.

4.6.İSG Bilgi Düzeyi ile İSG Yeterlilik Algısı Ölçeği Tanımlayıcı Analizi

İSG Bilgi Düzey Ölçeğinin ve İSG Yeterlilik Algısı Ölçeğinin puan aralıkları $(n-1)/n$ formülü kullanılarak hesaplanmıştır. Beşli Likert tipi ölçek için bu formüle göre hesaplanan aralık değeri 0,80’dir. Bu doğrultuda puanlar; 1,00–1,80 arası 'çok olumsuz', 1,81–2,60 arası 'olumsuz', 2,61–3,40 arası 'orta', 3,41–4,20 arası 'olumlu' ve 4,21–5,00 arası 'çok olumlu' olarak derecelendirilmiştir (Çınar 2010).

Tablo 4.12. Ölçeklerin tanımlayıcı istatistiksel analiz sonuçları

Ölçek / Boyut	Ortalama	Standart Sapma
Bilgi Düzeyi	3,48	0,72
1. Faktör	3,08	0,93
2. Faktör	4,39	0,50
Algı	3,65	0,50
1. Faktör	3,84	0,57
2. Faktör	3,20	0,64
3. Faktör	4,01	0,57

Tablo 4.12 incelendiğinde, İSG Bilgi Düzeyi Ölçeğinde ortalama (3,41-4,20) arasında olması ölçeğin “olumlu” olarak sınıflandırıldığını göstermektedir. Katılımcıların 2’nci faktöre (Acil durum bilinci) ilişkin verdikleri yanıtların ortalamasının üzerinde olduğu görülmektedir. Bu durum, ilgili maddeler hakkında katılımcıların yeterli bilgiye sahip olduklarını göstermektedir. Buna karşılık, 1’inci faktörde (Şarj ünitesi risk yönetimi) elde edilen 3,08’lik ortalama, katılımcıların bu maddelere ilişkin bilgilerinin ortalamaya yakın düzeyde olduğunu ve bilgi düzeylerinde belirli bir farklılaşma bulunduğunu ortaya koymaktadır. Yeterlilik Algısı Ölçeğinde ortalama (3,41-4,20) arasında olması ölçeğin “olumlu” olarak sınıflandırıldığını göstermektedir. Katılımcıların 1’inci (İSG uygulama bilinci) ve 3’üncü (İSG farkındalığı ve uygulama becerileri) faktörde ortalamasının üzerinde cevap vermesi ilgili maddeler hakkında yeterli algıya sahip olduklarını göstermektedir.

4.7.İSG Bilgi Düzeyi ile İSG Yeterlilik Algısı Ölçeği Korelasyon Analizi

İSG Bilgi Düzeyi Ölçeği ile İSG Yeterlilik Algısı Ölçeği çarpıklık ve basıklık değerlerine bakıldığında, bu değerlerin normal dağılım gösterdikleri görülmektedir. Her faktör bir değişken kabul edilmiş ve değişkenler normal dağıldıkları için aralarındaki ilişkileri incelemek üzere, Pearson korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. Korelasyon sonuçları Tablo 4.13'te sunulmuştur.

Tablo 4.13. Korelasyon analizi sonuçları

Değişken	Algı	1.Faktör	2.Faktör	3.Faktör	Bilgi	1. Faktör	2. Faktör
Algı	1	,813**	,858**	,824**	,780**	,738**	,567**
1. Faktör	,813**	1	,479**	,542**	,488**	,467**	,332*
2. Faktör	,858**	,479**	1	,605**	,760**	,729**	,508**
3. Faktör	,824**	,542**	,605**	1	,704**	,643**	,605**
Bilgi	,780**	,488**	,760**	,704**	1	,981**	,581**
1. Faktör	,738**	,467**	,729**	,643**	,981**	1	,410**
2. Faktör	,567**	,332*	,508**	,605**	,581**	,410**	1
**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed). **p<0,01							
*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed). *p<0,05							

Pearson korelasyon katsayısı, iki değişken arasındaki doğrusal ilişkinin yönünü ve gücünü belirlemeye yönelik bir ölçüttür ve -1 ile +1 arasında değer alabilir. Katsayının -1'e yaklaşması, değişkenler arasında güçlü ve negatif yönlü bir ilişki olduğunu; +1'e yaklaşması ise güçlü ve pozitif yönlü bir ilişki bulunduğunu göstermektedir. Pozitif korelasyon, değişkenlerin birlikte artma eğiliminde olduğunu, negatif korelasyon ise bir değişken artarken diğ erinin azaldığını ifade etmektedir. Öte yandan, korelasyon katsayısının sıfır olması, iki değişken arasında anlamlı bir doğrusal ilişkinin bulunmadığını göstermektedir. Gürbüz ve Şahin (2014)'e göre korelasyon katsayısının 0 ile 0,20 arasında olması 'zayıf', 0,21 ile 0,40 arasında 'düşük', 0,41 ile 0,60 arasında 'orta', 0,61 ile 0,80 arasında 'güçlü' ve 0,81 ile 1,00 arasında olması ise 'çok güçlü' düzeyde bir ilişkiyi ifade etmektedir. Korelasyonun yönü pozitif ya da negatif olabileceği gibi, ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını değerlendirmek amacıyla anlamlılık düzeyi (p değeri) de dikkate alınmaktadır.

Tablo 4.13'te belirtilen korelasyon sonuçlarına göre, İSG Yeterlilik Algısı ile Bilgi Düzeyi Ölçeği arasında güçlü seviyede %78 ($r=0,780$; $p<0,01$) pozitif yönlü ve anlamlı ilişkiler olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

İSG Yeterlilik Algısı faktör 1 (İSG uygulama bilinci) ile İSG Bilgi Düzeyi Ölçeği faktör 1 (Şarj ünitesi risk yönetimi) arasında %46,7 ($r=0,467$; $p<0,01$) pozitif yönlü, orta seviyede ve anlamlı ilişki olduğu saptanmıştır.

İSG Yeterlilik Algısı faktör 1 (İSG uygulama bilinci) ile İSG Bilgi Düzeyi Ölçeği faktör 2 (Acil durum bilinci) arasında %33,2 ($r=0,332$; $p<0,05$) pozitif yönlü, zayıf seviyede ve anlamlı ilişki olduğu saptanmıştır.

İSG Yeterlilik Algısı faktör 2 (İSG stratejisi) ile İSG Bilgi Düzeyi Ölçeği faktör 1 (Şarj ünitesi risk yönetimi) arasında %72,9 ($r=0,729$; $p<0,01$) pozitif yönlü, güçlü seviyede ve anlamlı ilişki olduğu saptanmıştır.

İSG Yeterlilik Algısı faktör 2 (İSG stratejisi) ile İSG Bilgi Düzeyi Ölçeği faktör 2 (Acil durum bilinci) arasında %50,8 ($r=0,508$; $p<0,01$) pozitif yönlü, orta seviyede ve anlamlı ilişki olduğu saptanmıştır.

İSG Yeterlilik Algısı faktör 3 (İSG farkındalığı ve uygulama becerileri) ile İSG Bilgi Düzeyi Ölçeği faktör 1 (Şarj ünitesi risk yönetimi) arasında %64,3 ($r=0,643$; $p<0,01$) pozitif yönlü, güçlü seviyede ve anlamlı ilişki olduğu saptanmıştır.

İSG Yeterlilik Algısı faktör 3 (İSG farkındalığı ve uygulama becerileri) ile İSG Bilgi Düzeyi Ölçeği faktör 2 (Acil durum bilinci) arasında %60,5 ($r=0,605$; $p<0,01$) pozitif yönlü, güçlü seviyede ve anlamlı ilişki olduğu saptanmıştır.

4.8.Regresyon Analizi

Bu çalışmada elde edilen veriler, İSG bilgi düzeyi ölçeğinin, İSG yeterlilik algısı ölçeği üzerindeki etkisinin incelenmesi amacıyla kullanılmıştır. Bu doğrultuda, çalışanların İSG bilgi düzeylerinin İSG yeterlilik algılarına etkisini test etmeye yönelik geliştirilen hipotezler, araştırma modelinin tanıtıldığı bölümde sunulmuştur. Kurulan hipotezlerin test edilmesi amacıyla, ilgili değişkenlere ait veriler doğrultusunda regresyon analizleri gerçekleştirilmiş ve bu bölümde analiz sonuçlarına ayrıntılı olarak yer verilmiştir.

4.8.1.İSG ölçekleri için regresyon analizi

Bir değişken ile bir ya da daha fazla diğer değişken arasındaki ilişkiyi matematiksel olarak modelleyen ifadeye regresyon denklemi adı verilmektedir. Regresyon analizi ise, söz konusu değişkenler arasındaki ilişki düzeyini ve yönünü incelemek amacıyla kullanılan istatistiksel bir tekniktir. Analizde yalnızca bir bağımlı (Y) ve bir bağımsız (X) değişken yer alıyorsa bu yöntem “basit regresyon” olarak adlandırılırken; birden fazla bağımsız değişkenin modele dahil edilmesi durumunda “çoklu regresyon analizi” kullanılmaktadır (Doğan 1995). Bu çalışmada ise, bir bağımlı ve bir bağımsız değişken olduğu için aşağıda belirtilen hipotez için basit regresyon analizi tercih edilmiştir. **H₁:** “Çalışanların İSG bilgi düzeyi, İSG yeterlilik algısını pozitif yönde ve anlamlı etkiler” hipotezini test etmek amacıyla basit doğrusal regresyon analizi yapılmıştır. Bilgi düzeyinin yeterlilik algısı üzerindeki pozitif etkisinin incelemesi amacıyla regresyon modeli Tablo 4.14’te verilmiştir.

Tablo 4.14. İSG bilgi düzeyi ölçeği ile İSG yeterlilik algısı ölçeği arasındaki ilişkiyi ölçen regresyon modeli

Model	R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Tahminin Standart Hata
Doğrusal	0,780	0,609	0,602	0,314
Tahmin Ediciler: Sabit, Bilgi Düzeyi ve Yeterlilik Algısı				

Hipotezin test edilmesi amacıyla oluşturulan basit regresyon modelinde, bağımsız değişken İSG bilgi düzeyi, bağımlı değişken İSG yeterlilik algısı olarak belirlenmiştir. Bu değişkenler arasındaki korelasyon katsayısı 0,780 olarak hesaplanmış ve her iki değişken arasında güçlü seviyede %78 ($r=0,780$; $p<0,01$) pozitif yönlü ve anlamlı ilişkiler olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Regresyon denkleminin verilere ne ölçüde uyduğunu veya denklemin başarısını değerlendirmek için " R^2 = Belirleme katsayısı" olarak adlandırılan bir istatistik kullanılmaktadır. Belirleme katsayısı, yalnızca regresyon modelinin başarısını göstermekle kalmayıp, aynı zamanda denklemin tahmin gücünü de yansıtan önemli bir ölçüttür (Günel 2003). Tutar (2010) tarafından bildirildiğine göre, regresyon analizinde, bağımlı değişkendeki toplam varyansın yüzde kaçının bağımsız değişkenler tarafından açıklandığını belirlemek için R^2 değeri kullanılır. Bu değer, tüm bağımsız değişkenlerin birlikte açıkladığı varyans oranını göstermektedir. R^2 değeri 0 ile 1 arasında yer alır.

R^2 değerinin 0'a yaklaşması, regresyon modelinin veriye yeterince uyum sağlamadığını ya da bağımsız değişkenlerin, bağımlı değişken üzerindeki değişimi açıklamada yetersiz kaldığını gösterirken; değer 1'e yaklaşması, bağımlı değişkenin değişiminin bağımsız değişkenler tarafından büyük ölçüde açıklandığını ifade eder. Ayrıca, oluşturulan regresyon modelinin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını test etmek amacıyla F (ANOVA) testi kullanılmaktadır (Bayram 2004).

Başka bir araştırmada, R^2 olarak adlandırılan belirleme katsayısının 1'e yaklaşmasının, kurulan modelin güçlü bir yapıya sahip olduğunu ve hata oranlarının düşük seviyede gerçekleştiğini gösterdiği belirtilmiştir (Mavi ve Korkut 2010). Regresyon analizi sonucunda belirleme katsayısı R^2 yaklaşık olarak 0,609 bulunmuştur. Yani; çalışanların İSG yeterlilik algılarının %60,9'u bilgi düzeyinden etkilenmekte olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Düzeltilmiş R^2 ise 0,602 olarak hesaplanmıştır. Bunların yanında tahmin edilen basit regresyon standart hatası 0,314 olarak bulunmuştur.

Tablo 4.15. İSG bilgi düzeyi ölçeği ile İSG yeterlilik algısı ölçeği arasındaki ilişkiyi ölçen regresyon modelinin ANOVA tablosu

	Karelerin Toplamı	sd	Ortalamaların Karesi	F	P
Regresyon	8,170	1	8,170	82,610	0,000
Hata	5,241	53	0,099		
Toplam	13,411	54			
Bağımlı Değişken: Yeterlilik Algısı					
Tahmin Ediciler: Sabit ve Bilgi Düzeyi					

Tablo 4.15'te görüldüğü gibi, ANOVA testi sonucu elde edilen F değeri 82,610'dur. Anlamlılık katsayısı ($p < 0,01$) değerine bakıldığında kurulan regresyon modelinin anlamlı olduğu bilgisine ulaşılmaktadır. Bu doğrultuda "*Çalışanların İSG bilgi düzeyi, İSG yeterlilik algısını pozitif yönde ve anlamlı etkiler*" şeklinde kurulan **H₁ Hipotezi doğrulanmıştır.**

Tablo 4.16. İSG bilgi düzeyi ölçeği ile İSG yeterlilik algısı ölçeği arasındaki ilişkiyi ölçen regresyon modelinin katsayıları

Model	Katsayılar	Standart Hata	Standartlaştırılmış Katsayılar	t	P
	B		Beta		
Regresyon Sabiti	1,774	0,211		8,400	0,000
Yeterlilik Algısı	0,540	0,059	0,780	9,089	0,000
Bağımlı Değişken: Yeterlilik Algısı					

İSG Bilgi düzeyi ile İSG yeterlilik algısı arasındaki basit doğrusal regresyon modeli için tahmin edilen katsayılar Tablo 4.16’da sunulmuştur. Elde edilen verilere göre, kurulan modeldeki sabitin katsayısı ($t=8,400$; $P=0,000$) ile yeterlilik algısı değişkeninin katsayısı ($t=9,089$; $P=0,000$) istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çınar (2023) tarafından bildirildiğine göre, doğrusal regresyon modelinin katsayıları için hesaplanan p değerinin ($p < 0,01$) anlamlılık düzeyinin altında olması, modelde yer alan katsayıların istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir (Kalaycı 2010; Güriş ve Astar 2019). Tablo 4.16’daki katsayı tablosu incelendiğinde, beta değerinin ($\beta=0,540$) olduğu görülmektedir. Tutar vd. (2010) tarafından belirtildiği gibi, beta değerinin pozitif olması değişkenler arasındaki ilişkinin pozitif ve doğru orantılı olduğu anlaşılmaktadır. Bu bağlamda beta değerinin pozitif olmasının, çalışanların İSG bilgi düzeyleri ile İSG yeterlilik algısı arasında aynı yönlü ve pozitif ilişkinin olduğunu göstermektedir. Bu değerlere göre, İSG bilgi düzeyi bağımsız değişken ve İSG yeterlilik algısı bağımlı değişken olmak üzere oluşturulan basit doğrusal regresyon modeli aşağıda sunulmuştur.

$$\text{İSG Yeterlilik Algısı} = 1,774 + 0,54 * \text{İSG Bilgi Düzeyi} + \varepsilon$$

Bu eşitlik durumuna göre, çalışanların bilgi düzeylerindeki bir birimlik artışın, yeterlilik algısında 0,54 birimlik bir artışa neden olduğu söylenebilir. Kısaca bilgi düzeyindeki artışın, yeterlilik algısını %54 düzeyinde etkileyeceği anlaşılmaktadır. Standart Beta değeri ise, belirtilen değişkenler arasındaki korelasyonu (%78) ifade etmektedir. Sonuç olarak bilgi düzeyi değişkeninin yeterlilik algısını etkilediği kabul edilmektedir. Elde edilen sonuç ile kurulan modelin tahmin yapmada kullanılabileceği anlaşılmaktadır.

4.9.t-Testi ve ANOVA Testi Sonuçları

Bu çalışma da ölçeklerden elde edilen veriler SPSS 25 programı ile değerlendirilip fark testleri olarak bilinen t-Testi ve ANOVA sonuçlarına yer verilmiştir. Çalışmanın hipotezlerinde belirtildiği gibi bazı demografik özellikleri (yaş, iş tecrübesi, medeni durum, eğitim durumu, aile nüfusu, gelir düzeyi) ile İSG Bilgi Düzeyi Ölçeği ve İSG Yeterlilik Algısı Ölçeği arasında anlamlı bir farklılaşma olup olmadığı incelenmiştir.

4.9.1.İSG ölçeklerinin demografik analizi

Demografik değişkenler ile “İSG Bilgi Düzeyi Ölçeği” ve “İSG Yeterlilik Algısı Ölçeği” değişkeni arasındaki ilişkileri sınamak amacıyla, bilgi düzeyi için altı adet hipotez ($H_{2a}.....H_{2f}$) ve yeterlilik algısı için altı adet hipotezin ($H_{3a}.....H_{3f}$) doğrulanmasına yönelik yapılan testlerin sonuçları aşağıda sunulmuştur.

İSG bilgi düzeyi ölçeğinin çalışanların gelir düzeylerine göre farklılaşma gösterip göstermediğini test etmek amacıyla kurulan hipotez aşağıda sunulmuştur.

***H_{2a}:** Çalışanların İSG bilgi düzeyleri, gelir düzeyine göre anlamlı bir farklılaşma göstermektedir.*

Belirtilen hipotezin sınanması amacıyla oluşturulan t-Testinin sonucu tablo 4.17’de verilmiştir.

Tablo 4.17. İSG bilgi düzeyi ölçeğinin gelir durumuna göre incelenmesinde t-Testi sonucu

Gelir	N	Ortalama	Standart Sapma	t	sd	P
0-20 000	33	3,36	0,76	-1,535	53	0,131
21 000-40 000	22	3,66	0,61			

Gelir düzeyi açısından tablo 4.17’de sunulan t-Testi analiz sonuçları incelendiğinde; İSG bilgi düzeyi ölçeğinin gelir düzeyi 0-20 000 arasında olanlar ($x=3,36$; $ss=0,76$) ile gelir düzeyi 21 000-40 000 arasında olanlar için ($x=3,66$; $ss=0,61$) aynı seviyede ve ortalamada oldukları görülmektedir. Bu durumda çalışanların bilgi düzeyinin gelir durumlarına göre anlamlı bir farklılaşma oluşturmadığı sonucuna ulaşılmıştır ($t=-1,535$; $p>0,05$). Hesaplanan p değeri $0,131>0,05$ olduğu için, ilk ve ikinci gelir düzeyleri arasında anlamlı bir farkın olmadığı tespit edilerek **H_{2a} hipotezi reddedilmiştir.**

İSG yeterlilik algısı ölçeğinin çalışanların gelir düzeylerine göre farklılaşma gösterip göstermediğini test etmek amacıyla kurulan hipotez aşağıda sunulmuştur.

H_{3a}: *Çalışanların İSG yeterlilik algıları, gelir düzeylerine göre anlamlı bir farklılaşma göstermektedir.*

Belirtilen hipotezin sınanması amacıyla oluşturulan t-Testinin sonucu tablo 4.18’de verilmiştir.

Tablo 4.18. İSG yeterlilik algısı ölçeğinin gelir durumuna göre incelenmesinde t-Testi sonucu

Gelir	N	Ortalama	Standart Sapma	t	sd	P
0-20 000	33	3,53	0,47	-2,25	53	0,028
21 000-40 000	22	3,83	0,49			

Gelir düzeyi açısından tablo 4.18’de sunulan t-Testi analiz sonuçları incelendiğinde; İSG yeterlilik algısı ölçeğinin gelir düzeyi 0-20 000 arasında olanlar ($\bar{x}=3,53$; $ss=0,47$) ile gelir düzeyi 21 000-40 000 arasında olanlar için ($\bar{x}=3,83$; $ss=0,49$) anlamlı bir farklılaşma bulunmaktadır. Bu durumda çalışanların yeterlilik algısının gelir durumlarına göre anlamlı bir farklılaşma oluşturduğu sonucuna ulaşılmıştır ($t=-2,25$; $p<0,05$). Hesaplanan p değeri $0,028<0,05$ olduğu için, iki gelir düzeyleri arasında anlamlı bir farkın olduğu tespit edilerek **H_{3a} hipotezi doğrulanmıştır.**

İSG bilgi düzeyi ölçeğinin çalışanların medeni duruma göre farklılaşma gösterip göstermediğini test etmek amacıyla kurulan hipotez aşağıda sunulmuştur.

H_{2b}: *Çalışanların İSG bilgi düzeyleri, medeni durumlarına göre anlamlı bir farklılaşma göstermektedir.*

Belirtilen hipotezin sınanması amacıyla oluşturulan t-Testinin sonucu aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 4.19. İSG bilgi düzeyi ölçeğinin medeni duruma göre incelenmesinde t-Testi sonucu

Medeni durum	N	Ortalama	Standart Sapma	t	sd	P
Bekar	19	3,24	0,77	-1,84	53	0,071
Evli	36	3,61	0,67			

Medeni durum açısından tablo 4.19’da sunulan t-Testi analiz sonuçları incelendiğinde; İSG bilgi düzeyi ölçeğinin evli ($x=3,61$; $ss=0,67$) ile bekar ($x=3,24$; $ss=0,77$) aynı seviyede ve ortalamada oldukları görülmektedir. Bu durumda çalışanların bilgi düzeyinin medeni durumlarına göre anlamlı bir farklılaşma oluşturmadığı sonucuna ulaşılmıştır ($t=-1,84$; $p>0.05$). Hesaplanan p değeri $0,071>0,05$ olduğu için, evli ve bekar çalışanlar arasında anlamlı bir farkın olmadığı tespit edilerek **H_{2b} hipotezi reddedilmiştir.**

İSG yeterlilik algısı ölçeğinin çalışanların medeni duruma göre farklılaşma gösterip göstermediğini test etmek amacıyla kurulan hipotez aşağıda sunulmuştur.

H_{3b}: Çalışanların İSG yeterlilik algıları, medeni durumlarına göre anlamlı bir farklılaşma göstermektedir.

Belirtilen hipotezin sınanması amacıyla oluşturulan t-Testinin sonucu tablo 4.20’de verilmiştir.

Tablo 4.20. İSG yeterlilik algısı ölçeğinin medeni duruma göre incelenmesinde t-Testi sonucu

Medeni durum	N	Ortalama	Standart Sapma	t	sd	P
Bekar	19	3,41	0,46	-2,84	53	0,006
Evli	36	3,78	0,47			

Medeni durum açısından tablo 4.20’de sunulan t-Testi analiz sonuçları incelendiğinde; İSG yeterlilik algısı ölçeğinin evli ($x=3,78$; $ss=0,47$) ile bekar ($x=3,41$; $ss=0,46$) çalışanlar arasında anlamlı bir farklılaşma bulunmaktadır. Bu durumda çalışanların yeterlilik algısının medeni durumlarına göre anlamlı bir farklılaşma oluşturduğu sonucuna ulaşılmıştır ($t=-2,84$; $p<0.05$). Hesaplanan p değeri $0,006<0,05$ olduğu için, evli ve bekar çalışanlar arasında anlamlı bir farkın olduğu tespit edilerek **H_{3b} hipotezi doğrulanmıştır.**

İSG bilgi düzeyi ölçeğinin çalışanların aile nüfusuna göre farklılaşma gösterip göstermediğini test etmek amacıyla kurulan hipotez aşağıda sunulmuştur.

H_{2c}: Çalışanların İSG bilgi düzeyleri, aile nüfusuna göre anlamlı bir farklılaşma göstermektedir.

Belirtilen hipotezin sınanması amacıyla oluşturulan t-Testinin sonucu aşağıdaki tablo 4.21’de verilmiştir.

Tablo 4.21. İSG bilgi düzeyi ölçeğinin aile nüfusuna göre incelenmesinde t-Testi sonucu

Aile nüfusu	N	Ortalama	Standart Sapma	t	sd	P
0-5 Kişi	32	3,41	0,71	-0,91	53	0,366
6 Kişi ve Üzeri	23	3,59	0,74			

Aile nüfusu açısından tablo 4.21’de sunulan t-Testi analiz sonuçları incelendiğinde; İSG bilgi düzeyi ölçeğinin 0-5 kişi ($x=3,41$; $ss=0,71$) ile 6 kişi ve üzeri ($x=3,59$; $ss=0,74$) aynı seviyede ve ortalamada oldukları görülmektedir. Bu durumda çalışanların bilgi düzeyinin aile nüfusuna göre anlamlı bir farklılaşma oluşturmadığı sonucuna ulaşılmıştır ($t=-0,91$; $p>0.05$). Hesaplanan p değeri $0,366>0,05$ olduğu için, aile nüfusunu belirten iki grupta çalışanlar arasında anlamlı bir farkın olmadığı tespit edilerek **H_{2c} hipotezi reddedilmiştir.**

İSG yeterlilik algısı ölçeğinin çalışanların aile nüfusuna göre farklılaşma gösterip göstermediğini test etmek amacıyla kurulan hipotez aşağıda sunulmuştur.

H_{3c}: Çalışanların İSG yeterlilik algıları, aile nüfusuna göre anlamlı bir farklılaşma göstermektedir.

Belirtilen hipotezin sınanması amacıyla oluşturulan t-Testinin sonucu tablo 4.22’de verilmiştir.

Tablo 4.22. İSG yeterlilik algısı ölçeğinin aile nüfusuna göre incelenmesinde t-Testi sonuçları

Aile nüfusu	N	Ortalama	Standart Sapma	t	sd	P
0-5 Kişi	32	3,57	0,47	-1,49	53	0,141
6 Kişi ve Üzeri	23	3,77	0,52			

Aile nüfusu açısından tablo 4.22’de sunulan t-Testi analiz sonuçları incelendiğinde; İSG yeterlilik algısı ölçeğinin 0-5 kişi ($x=3,57$; $ss=0,47$) ile 6 kişi ve üzeri ($x=3,77$; $ss=0,52$) aynı seviyede ve ortalamada oldukları görülmektedir. Bu durumda çalışanların yeterlilik algısının aile nüfusuna göre anlamlı bir farklılaşma oluşturmadığı sonucuna ulaşılmıştır ($t=-1,49$; $p>0.05$). Hesaplanan p değeri $0,141>0,05$ olduğu için, aile nüfusunu belirten iki grupta çalışanlar arasında anlamlı bir farkın olmadığı tespit edilerek **H_{3c} hipotezi reddedilmiştir.**

İSG bilgi düzeyi ölçeğinin çalışanların yaşına göre farklılaşma gösterip göstermediğini test etmek amacıyla kurulan hipotez aşağıda sunulmuştur.

H_{2a}: *Çalışanların İSG bilgi düzeyleri, yaşlarına göre anlamlı bir farklılaşma göstermektedir.*

Belirtilen hipotezin sınanması amacıyla oluşturulan ANOVA testinin sonucu tablo 4.23'te verilmiştir.

Tablo 4.23. İSG bilgi düzeyi ölçeğinin yaş durumuna göre ANOVA sonucu

Yaş	N	Ort.	ss	F	P	Farklılaşan Gruplar
1.Grup:18-24	11	3,02	0,85	3,923	0,014	
2.Grup:25-34	14	3,30	0,68			1 ve 4
3.Grup:35-44	22	3,66	0,59			
4.Grup:45-54	8	3,95	0,55			

Yaş değişkeni açısından tablo 4.23'te sunulan ANOVA testinin sonuçları incelendiğinde; İSG bilgi düzeyi ölçeğinin yaş gruplarına göre anlamlı bir farklılaşma gösterdiği belirlenmiştir ($F=3,923$; $p<0,05$). Elde edilen p değeri 0,014 olup, bu değer 0,05 anlamlılık düzeyinden küçük olduğundan, çalışanların bilgi düzeylerinin yaş gruplarına göre istatistiksel olarak anlamlı biçimde farklılık gösterdiği sonucuna varılmıştır. Farklılaşma tespit edilen gruplar 1.Grup 18-24 yaş ($x=3,02$; $ss=0,85$) ile 2.Grup 45-54 yaş ($x=3,95$; $ss=0,55$) arasında gerçekleşmiştir. Bu durumda **H_{2a} hipotezi doğrulanmıştır**. İSG yeterlilik algısı ölçeğinin çalışanların yaşına göre farklılaşma gösterip göstermediğini test etmek amacıyla kurulan hipotez aşağıda sunulmuştur.

H_{3a}: *Çalışanların İSG yeterlilik algıları, yaşlarına göre anlamlı bir farklılaşma göstermektedir.*

Belirtilen hipotezin sınanması amacıyla oluşturulan ANOVA testinin sonucu tablo 4.24'te verilmiştir.

Tablo 4.24. İSG yeterlilik algısı ölçeğinin yaş durumuna göre ANOVA sonucu

Yaş	N	Ort.	ss	F	P	Farklılaşan Gruplar
1.Grup:18-24	11	3,26	0,48	5,66	0,002	
2.Grup:25-34	14	3,51	0,47			
3.Grup:35-44	22	3,82	0,43			1 ve 3
4.Grup:45-54	8	3,97	0,35			1 ve 4

Yaş değişkeni açısından tablo 4.24'te sunulan ANOVA testinin sonuçları incelendiğinde; İSG yeterlilik algısı ölçeğinin yaş gruplarına göre anlamlı bir farklılaşma gösterdiği belirlenmiştir ($F=5,66$; $p<0,05$). Hesaplanan p değerine göre $0,002<0,05$ olduğundan, çalışanların yeterlilik algısının yaş gruplarına göre anlamlı farklılaşma oluşturduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anlamlı farklılaşma tespit edilen gruplar;

1.Grup 18-24 yaş ($x=3,26$; $ss=0,48$) ile 3.Grup 35-44 yaş ($x=3,82$; $ss=0,43$)

1.Grup 18-24 yaş ($x=3,26$; $ss=0,48$) ile 4.Grup 45-54 yaş ($x=3,97$; $ss=0,35$)

arasında gerçekleşmiştir. Bu durumda **H_{3d} hipotezi doğrulanmıştır.**

İSG bilgi düzeyi ölçeğinin çalışanların iş tecrübesine göre farklılaşma gösterip göstermediğini test etmek amacıyla kurulan hipotez aşağıda sunulmuştur. **H_{2e}:** *Çalışanların İSG bilgi düzeyleri, iş tecrübelerine göre anlamlı bir farklılaşma göstermektedir.*

Belirtilen hipotezin sınanması amacıyla oluşturulan ANOVA testinin sonucu tablo 4.25'te verilmiştir.

Tablo 4.25. İSG bilgi düzeyi ölçeğinin iş tecrübesine göre ANOVA testi sonucu

Tecrübe	N	Ort.	ss	F	P	Farklılaşan Gruplar
0-3 yıl	14	2,93	0,70	6,33	0,001	
4-7 yıl	15	3,58	0,74			
8-10 yıl	13	3,46	0,46			1 ve 4
11-15 yıl	13	4,00	0,55			

İş tecrübesi açısından tablo 4.25'te sunulan ANOVA testinin sonuçları incelendiğinde; İSG bilgi düzeyi ölçeğinin iş tecrübesine göre anlamlı bir farklılaşma gösterdiği belirlenmiştir ($F=6,33$; $p<0,05$). Hesaplanan p değeri 0,001 olarak bulunmuş olup, bu değer 0,05 anlamlılık düzeyinin altında olduğundan, çalışanların bilgi düzeylerinin iş tecrübesine göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Farklılaşma tespit edilen gruplar 1.Grup 0-3 yıl ($x=2,93$; $ss=0,70$) ile 4.Grup 11-15 yıl ($x=4,00$; $ss=0,55$) arasında gerçekleşmiştir. Bu durumda **H_{2e} hipotezi doğrulanmıştır.** İSG yeterlilik algısı ölçeğinin çalışanların iş tecrübesine göre farklılaşma gösterip göstermediğini test etmek amacıyla kurulan hipotez aşağıda sunulmuştur.

H_{3e}: Çalışanların İSG yeterlilik algıları, iş tecrübelerine göre anlamlı bir farklılaşma göstermektedir.

Belirtilen hipotezin sınanması amacıyla oluşturulan ANOVA testinin sonucu tablo 4.26’da verilmiştir.

Tablo 4.26. İSG yeterlilik algısı ölçeğinin iş tecrübesine göre ANOVA testi sonucu

Tecrübe	N	Ort.	ss	F	P	Farklılaşan Gruplar
0-3 yıl	14	3,25	0,40	9,61	0,000	
4-7 yıl	15	3,67	0,47			
8-10 yıl	13	3,61	0,42			1 ve 4
11-15 yıl	13	4,09	0,34			3 ve 4

İş tecrübesi açısından tablo 4.26’da sunulan ANOVA testinin sonuçları incelendiğinde; İSG yeterlilik algısı ölçeğinin iş tecrübesine göre anlamlı bir farklılaşma gösterdiği belirlenmiştir ($F=9,61$; $p<0,05$). Elde edilen p değeri 0,000 olup, bu değer 0,05 anlamlılık düzeyinden düşük olduğundan, çalışanların yeterlilik algılarının iş tecrübesine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterdiği sonucuna varılmıştır. Farklılaşma tespit edilen gruplar;

1.Grup 0-3 yıl ($x=3,25$; $ss=0,40$) ile 4.Grup 11-15 yıl ($x=4,09$; $ss=0,34$)

3.Grup 8-10 yıl ($x=3,61$; $ss=0,42$) ile 4.Grup 11-15 yıl ($x=4,09$; $ss=0,34$) arasında gerçekleşmiştir. Bu durumda **H_{3e} hipotezi doğrulanmıştır.**

İSG bilgi düzeyi ölçeğinin çalışanların eğitim durumuna göre farklılaşma gösterip göstermediğini test etmek amacıyla kurulan hipotez aşağıda sunulmuştur.

H_{2f}: Çalışanların İSG bilgi düzeyleri, eğitim durumlarına göre anlamlı bir farklılaşma göstermektedir.

Belirtilen hipotezin sınanması amacıyla oluşturulan ANOVA testinin sonucu tablo 4.27’de verilmiştir.

Tablo 4.27. İSG bilgi düzeyi ölçeğinin eğitim durumuna göre ANOVA testi sonucu

Eğitim	N	Ort.	ss	F	P	Farklılaşan Gruplar
İlköğretim	15	3,64	0,61	3,439	0,040	
Lise	34	3,31	0,68			
Üniversite	6	4,05	0,91			2 ve 3

Eğitim durumuna ilişkin Tablo 4.27’de yer alan ANOVA testi sonuçları incelendiğinde, bilgi düzeyi ölçeği puanlarının eğitim durumuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. ($F=3,439$; $p<0,05$). Hesaplanan p değerine göre $0,040<0,05$ olduğundan, çalışanların bilgi düzeyinin eğitim durumuna göre anlamlı farklılaşma gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Farklılaşma tespit edilen gruplar 2.Grup lise ($\bar{x}=3,31$; $ss=0,60$) ile 3.Grup üniversite ($\bar{x}=4,05$; $ss=0,91$) arasında gerçekleşmiştir. Bu durumda **H₂ hipotezi doğrulanmıştır.**

İSG yeterlilik algısı ölçeğinin çalışanların eğitim durumuna göre farklılaşma gösterip göstermediğini test etmek amacıyla kurulan hipotez aşağıda sunulmuştur.

H₃: *Çalışanların İSG yeterlilik algıları, eğitim durumlarına göre anlamlı bir farklılaşma göstermektedir.*

Belirtilen hipotezin sınanması amacıyla oluşturulan ANOVA testinin sonucu tablo 4.28’de verilmiştir.

Tablo 4.28. İSG yeterlilik algısı ölçeğinin eğitim durumuna göre ANOVA testi sonucu

	N	Ort.	ss	F	P
Eğitim					
İlköğretim	15	3,64	0,47	0,431	0,652
Lise	34	3,63	0,51		
Üniversite	6	3,83	0,54		

Eğitim durumuna ilişkin Tablo 4.28’de yer alan ANOVA testi sonuçları incelendiğinde, İSG yeterlilik algısı ölçeği puanlarının eğitim düzeyine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılaşma oluşturmadığı belirlenmiştir. ($F=0,431$; $p>0,05$). Hesaplanan p değerine göre $0,652>0,05$ olduğundan, çalışanların yeterlilik algısının eğitim durumuna göre anlamlı farklılaşma göstermediği sonucuna ulaşılmıştır. Bu durumda **H₃ hipotezi reddedilmiştir.**

Araştırma modeli kapsamında kurulan ilk üç hipotezin için yapılan regresyon analizleri ve çalışanların demografik değişkenlerinin (yaş, gelir düzeyi, medeni durum, eğitim durumu, iş tecrübesi ve aile nüfusu) bilgi düzeyi ve yeterlilik algısına olan etkilerinin araştırılması amacıyla kurulan on iki adet hipotezin sınanması için uygulanan t-Testi ve ANOVA sonuçlarına göre, kurulan hipotezlerin kabul edilme veya reddedilme durumlarını içeren tablolar sunulmuştur.

4.10.Hipotezlerin Red Kabul Durumu

Tablo 4.29. Demografik değişkenleri içeren hipotezlerin red / kabul durumu

	Demografik Değişkenlerin Kullanıldığı Hipotezler	Sonuç
	H₁: Çalışanların iş sağlığı ve güvenliği bilgi düzeyi, iş sağlığı ve güvenliği yeterlilik algısını pozitif yönde ve anlamlı etkiler.	Kabul
	H₂: Çalışanların demografik özellikleri, iş sağlığı ve güvenliği bilgi düzeyini pozitif yönde ve anlamlı etkiler.	
İSG Bilgi Düzeyi Ölçeği ile Demografik Değişkenler Arasındaki İlişkiler	H_{2a}: Çalışanların iş sağlığı ve güvenliği bilgi düzeyleri, gelir düzeyine göre anlamlı bir farklılaşma göstermektedir.	Red
	H_{2b}: Çalışanların iş sağlığı ve güvenliği bilgi düzeyleri, medeni durumlarına göre anlamlı bir farklılaşma göstermektedir.	Red
	H_{2c}: Çalışanların iş sağlığı ve güvenliği bilgi düzeyleri, aile nüfusuna göre anlamlı bir farklılaşma göstermektedir.	Red
	H_{2d}: Çalışanların iş sağlığı ve güvenliği bilgi düzeyleri, yaşlarına göre anlamlı bir farklılaşma göstermektedir.	Kabul
	H_{2e}: Çalışanların iş sağlığı ve güvenliği bilgi düzeyleri, iş tecrübelerine göre anlamlı bir farklılaşma göstermektedir.	Kabul
	H_{2f}: Çalışanların iş sağlığı ve güvenliği bilgi düzeyleri, eğitim durumlarına göre anlamlı bir farklılaşma göstermektedir.	Kabul
	H₃: Çalışanları demografik özellikleri, iş sağlığı ve güvenliği yeterlilik algısını pozitif ve anlamlı etkiler.	
İSG Yeterlilik Algısı Ölçeği ile Demografik Değişkenler Arasındaki İlişkiler	H_{3a}: Çalışanların iş sağlığı ve güvenliği yeterlilik algıları, gelir düzeylerine göre anlamlı bir farklılaşma göstermektedir.	Kabul
	H_{3b}: Çalışanların iş sağlığı ve güvenliği yeterlilik algıları, medeni durumlarına göre anlamlı bir farklılaşma göstermektedir.	Kabul
	H_{3c}: Çalışanların iş sağlığı ve güvenliği yeterlilik algıları, aile nüfusuna göre anlamlı bir farklılaşma göstermektedir.	Red
	H_{3d}: Çalışanların iş sağlığı ve güvenliği yeterlilik algıları, yaşlarına göre anlamlı bir farklılaşma göstermektedir.	Kabul
	H_{3e}: Çalışanların iş sağlığı ve güvenliği yeterlilik algıları, iş tecrübelerine göre anlamlı bir farklılaşma göstermektedir.	Kabul
	H_{3f}: Çalışanların iş sağlığı ve güvenliği yeterlilik algıları, eğitim durumlarına göre anlamlı bir farklılaşma göstermektedir.	Red

Tablo 4.29’da görüldüğü üzere şarj istasyonu çalışanlarının demografik değişkenlerinin İSG bilgi düzeyi ile İSG yeterlilik algılarına olan etkilerinin araştırılması için kurulan temel hipotez (H1) ile toplamda on iki adet hipotez için yapılan t-Testi ve ANOVA testleri sonucunda; beş hipotez (H2a, H2b, H2c, H3c, H3f) reddedilirken yedi adet hipotez (H2d, H2e, H2f, H3a, H3b, H3d, H3e) kabul edilmiştir. Çalışanların bilgi düzeyleri, yaşlarına, iş tecrübelerine ve eğitim durumlarına göre anlamlı bir farklılaşma gösterirken; yeterlilik algıları ise, gelir düzeylerine, medeni durumlarına, yaşlarına ve iş tecrübelerine göre anlamlı bir farklılaşma göstermektedir. Literatüre göre çalışmaya katılanlardan elde edilen demografik değişkenlerin tamamının araştırma değişkenlerini etkilemesi beklenemeyeceği düşünülmektedir.



5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışma, Ağrı İli sınırları içerisinde son zamanlarda elektrikli araçların yaygınlaşmasıyla kurulumu tamamlanan ve aktif olarak kullanılan elektrikli araç şarj istasyonlarında çalışanları kapsamaktadır. Elektrikli araç şarj istasyonlarında görevli çalışanların İSG bilgi düzeyleri ve İSG yeterlilik algılarının belirlenerek, demografik farklılaşmalara göre risk farkındalığına ilişkin ihtiyaçların tespit edilmesi amaçlanmıştır. Çalışma, bu ihtiyaçlara yönelik etkili eğitim ve önleyici stratejiler geliştirilmesine katkı sağlamayı hedeflemiştir. Çalışmada demografik bilgi formu, İSG Bilgi Düzeyi Ölçeği ve İSG Yeterlilik algısı ölçeği kullanılmıştır. Çalışma ile katılımcıların bilgi düzeylerinin algılarını anlamlı etkileyip etkilemedikleri incelenmiştir. Aynı zamanda çeşitli demografik değişkenlerin (yaş, medeni durum, aile nüfusu, eğitim, gelir düzeyleri ve iş tecrübesi) çalışanların bilgi düzeyi ve İSG yeterlilik algısı bakımından nasıl farklılaştıkları irdelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, şarj istasyonlarının kurulumunu yapan firmalara, akaryakıt istasyonları yetkililerine ve çalışanlarına İSG konusunda yol gösterici olması beklenmektedir.

Anket çalışması sonucunda cinsiyet dağılımlarına göre katılımcıların tümü (%100)'ü erkeklerden oluşmaktadır. Akaryakıt istasyonlarında daha çok erkeklerin istihdam edilmesi, sektörün çalışma koşullarının ağır olmasından kaynaklanabilir. Araştırmaya katılanların büyük çoğunluğu (35-44; %40) yaş grubundaki katılımcılardan oluşmaktadır. Katılımcıların medeni durumlarına göre, büyük çoğunluğunun evli (n=36; %65,5), gelir düzeylerine göre ise, (0-20.000 TL) ve %60 oranında olduğu görülmektedir. Katılımcıların istihdam edilirken daha çok lise mezunlarının (n=34; %61,8) istihdam edildiği söylenebilir. Katılımcıların iş tecrübelerine göre ise, büyük çoğunluğunun (%52,8)'inin 0-7 yıl arasında çalışanlar oldukları görülmektedir. Katılımcılara İSG eğitimi ve KKD'lere sahip olup olmadıkları sorulmuş, verilen cevaplara bakıldığında katılımcıların tümünün İSG eğitimi aldıkları ve KKD'lere sahip oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Bu durum 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunun ilgili maddeleriyle uyumlu çalışma ortamının oluşturulduğunu göstermektedir. Katılımcılara iş kazası yaşayıp yaşamadıkları sorulmuş, verilen cevaplara bakıldığında katılımcıların herhangi bir iş kazası yaşamadıkları bilgisi edinilmiştir.

Katılımcıların iş kazası yaşamamalarında KKD kullanımının ve İSG eğitimlerinin etkisi olduğu söylenebilir. Bunların yanında elektrikli araç şarj istasyonlarının kullanımlarının güncel ve sınırlı olması, katılımcıların iş kazalarına maruz kalmamalarında etkili olduğu düşünülmektedir. Katılımcıların sağlık sorunlarının olup olmadığı sorusu sorulmuş, verilen cevaplara bakıldığında çalışanların %92,7'sinin sağlık sorunu olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

İSG bilgi düzeyi ölçeğine ilişkin analiz sonucunda, ölçeğin genel güvenilirlik katsayısı Cronbach's Alpha değeri $\alpha=0,925$ olarak hesaplanmış ve bu sonuç ölçeğin yüksek düzeyde güvenilir olduğunu ortaya koymuştur. Bilgi düzeyinin alt faktörleri incelendiğinde Faktör 1 ($\alpha=0,941$) yüksek düzeyde ve Faktör 2 ($\alpha=0,764$) ise iyi düzeyde olduğu görülmektedir. Yeterlilik algısı ölçeğinden elde edilen sonuca göre ölçeğin genel güvenilirliği $\alpha=0,898$ olarak yüksek düzeyde güvenilir bulunmuştur. Ölçeğin alt faktörleri incelendiğinde Faktör 1 ($\alpha=0,836$) ve Faktör 2'nin ($\alpha=0,826$) yüksek düzeyde güvenilir olduğu, Faktör 3'ün ise ($\alpha=0,777$) iyi düzeyde güvenilir olduklarına ulaşılmıştır. Bu durum ölçeklere verilen yanıtların birbirleriyle tutarlı olduğunu ve çalışmanın amacına hizmet ettiğini göstermektedir.

Gerçekleştirilen analiz sonucunda, bilgi düzeyi ölçeği için Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) değeri 0,863; İSG yeterlilik algısı ölçeği için ise 0,845 olarak belirlenmiştir. Her iki değer de 0,50'nin üzerinde olması, örneklem büyüklüğünün faktör analizine uygun olduğunu göstermektedir. Bilgi düzeyi ölçeğinin Bartlett's testi sonucu incelendiğinde, ($\chi^2_{(78)}=521,863$; $p<01$) değerinde ve İSG yeterlilik algısı ölçeğinin Bartlett's testi sonucunun ise ($\chi^2_{(?)=664,226$; $p<01$) değerinin anlamlı olduğunu göstermektedir. Elde edilen bulgular, değişkenler arasında faktör analizinin uygulanabilmesi için gerekli olan ilişkisel yapının mevcut olduğunu ortaya koymaktadır.

İSG Bilgi Düzeyi Ölçeği faktör analizi sonuçlarına bakıldığında, açıklanan varyans yüzdesinin %69,213 olduğu görülmektedir. 13.madde haricinde tüm maddelerin faktör yükü $>0,71$ değerinin üzerinde olduğu görülmektedir. Bu durum faktör yükü değerinin “mükemmel” bir değerde olduğunu göstermektedir.

Faktör analizi uygulanırken, ortak varyans değerinin 0,60'ın üzerinde olması ve her faktör altında yeterli sayıda madde bulunması durumunda, analiz için gerekli örneklem sayısının daha düşük seviyelerde de yeterli olabileceği belirtilmektedir (Taherdoost *et al.* 2014). Ayrıca faktör analizi için örneklem büyüklüğünün en az 50 olması ve sağlanabiliyorsa 100'den büyük olması gerektiği belirtilmektedir.

Verilerin ve değişkenlerin analize uygunluğunu sağlamak amacıyla, her bir ifade için düşen gözlem sayısının yüksek tutulması önem taşımaktadır. Bu oran 1'e 5'tir. Literatürde farklı görüşlerde bulunmaktadır örneğin bir görüşe göre 10 katı diğer görüşe göre de 20 katı olması gerektiği şeklinde belirtilmiştir. (Kalaycı 2006; Hair *et al.* 2010; Hair *et al.* 2013; Howard 2016).

Ölçeğin korelasyon sonucuna bakıldığında, (0,60-0,80; $r=0,780$) değerleri arasında olması "güçlü" korelasyon seviyesinin olduğu anlaşılmaktadır. Faktör yükleri konusunda literatürde farklı görüşler bulunmaktadır. Ancak faktör yükü değeri 0,32 olarak genel kabul görmektedir.

Tablo 4.5'te İSG Bilgi Düzeyi Ölçeğinin 1'inci faktörü için ortalamalar incelendiğinde en yüksek ortalamayı ($\bar{x}=4,13$) ile "Şarj ünitesinin kullanımında yeterli bilgiye sahibim" maddesi ile katılımcıların şarj ünitelerini kullanma konusunda yeterli bilgi düzeyinde olduğu sonucuna ulaşılmıştır. En küçük ortalamayı ise ($\bar{x}=1,80$) ile "Siber saldırıların oluşması halinde sistemlerin güvenliği için yeterli bilgiye sahibim" maddesinin olduğu görülmektedir. Katılımcıların, şarj ünitelerine yönelik olası siber saldırı senaryoları karşısında yeterli bilgi düzeyine sahip olmadıkları sonucuna ulaşılmıştır. Bu doğrultuda, şarj istasyonlarında meydana gelebilecek siber güvenlik ihlallerinin neden olabileceği risklerin azaltılabilmesi amacıyla, çalışanlara yönelik bilinçlendirme ve eğitim faaliyetlerinin planlı bir şekilde yürütülmesi gerekmektedir.

Ölçeğin 2'nci faktörü için ortalamalar incelendiğinde, en yüksek ortalamayı ($\bar{x}=4,67$) ile "Gaz, yakıt veya elektrik yangınları oluşması durumunda hangi tip yangın tüpünü kullanacağım konusunda bilgi sahibiyim" maddesi ile katılımcıların herhangi bir yangın durumunda hangi yangın söndürme tüpünü kullanacağı konusunda yeterli bilgiye sahip oldukları sonucuna ulaşılmıştır.

Katılımcıların çalışma süreleri içerisinde aldıkları İSG eğitimlerinin ve iş tecrübelerinin bu konuda bilgi edinmelerinde etkili olduğu düşünülmektedir. En küçük ortalamayı ise ($\bar{x}=4,16$) ile "Elektrik çarpması durumunda nasıl müdahale edeceğim konusunda yeterli ilk yardım bilgisine sahibim" maddesinin olduğu görülmektedir. Bu madde ile katılımcıların elektrik çarpmaları konusunda ilk yardım bilgisinin ortalamanın biraz üstünde olduğunu gösterir. Bu durum katılımcıların, elektrikli araç yangınlarında ve şarj istasyonlarında gerçekleşme ihtimali yüksek olan elektrik kaynaklı yangınlara karşı daha fazla önlem alması ve bu konu da ilk yardım bilgisini artırması gerekmektedir.

İSG bilgi düzeyi ölçeğinin puan ortalamasına göre katılımcıların, “Şarj ünitelerinin periyodik bakımları konusunda yeterli bilgiye sahibim.” maddesinde ($\bar{x}=2,82$) ortalama ile bilgiye sahip oldukları görülmektedir. Bu durumda katılımcıların şarj ünitelerinin periyodik bakımları konusunda yeterli bilgiye sahip olmadıkları sonucuna ulaşılmıştır. Bir başka puan ortalamasına göre katılımcıların, “Şarj ünitesine yönelik çevreden kaynaklanabilecek (sabotaj, araç çarpması ve kundaklama gibi) tehlike durumlarına karşı neler yapacağım konusunda yeterli bilgiye sahibim.” maddesinde ($\bar{x}=2,82$) ortalama ile bilgiye sahip oldukları görülmektedir. Bu durumda çalışanlarda şarj ünitelerine yönelik çevreden kaynaklı herhangi bir tehlike ve risk durumuna karşı yeterli bilgiye sahip olmadıkları bilgisine ulaşılmıştır. Şarj ünitelerinin periyodik bakım süreçlerine ilişkin farkındalığın artırılması ve çevresel faktörlerden kaynaklanabilecek olası tehlike durumlarına karşı alınacak önlemler konusunda çalışanlara yönelik sistemli ve kapsamlı eğitim programları oluşturulmalıdır. Yakın ortalama puanına sahip başka bir maddeye göre çalışanların, “Olumsuz hava koşullarından doğabilecek tehlike ve risk durumlarına karşı alınabilecek önlemler konusunda bilgi sahibiyim.” maddesinde ($\bar{x}=2,96$) ortalama ile bilgiye sahip oldukları görülmektedir. Ülkemizin iklim koşulları göz önünde bulundurulduğunda, elektrikli araç şarj ünitelerinin olumsuz hava koşullarına (yağmur, kar yağışı ve yıldırım çarpması) maruz kalma ihtimalinin yüksek olduğu söylenebilir. Bu durumda şarj istasyonlarının tehlike ve risk oluşturmasının önüne geçebilmek amacıyla uygun yerlerde konumlandırılması ve korunması gerektiği düşünülmektedir. Aynı şekilde şarj istasyonlarında katılımcıların bu tehlike ve risk durumlarına karşı önlem alabilmek amacıyla yeterli bilgiye sahip olmaları gerekmektedir.

İSG yeterlilik algısı ölçeğinin faktör analizi sonuçlarına göre, açıklanan varyans yüzdesinin %51,745 olduğu görülmektedir. Açıklama oranı literatür incelendiğinde %50’nin üstünde bir açıklanma oranının yeterli olduğu bilinmektedir.

Tablo 4.9’da İSG Yeterlilik Algısı Ölçeğinin 1’inci faktörü için ortalamalar incelendiğinde, en küçük ortalamayı ($\bar{x}=2,30$) ile “İşyeri hekiminin görevlerini sıralayabilirim” maddesinin olduğu görülmektedir. Bu durum, İSG uygulamalarında işyeri hekiminin rolüne ilişkin farkındalığın artırılması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu kapsamda, işyeri hekiminin görev, yetki ve sorumluluklarına yönelik içeriklerin eğitim programlarına dâhil edilmesi ve uygulamalı örneklerle desteklenmesi önerilmektedir.

Ölçeğin 2'nci faktörü için ortalamalar incelendiğinde en küçük ortalamayı ise ($\bar{x}=2,30$) ile “İş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin yasal temellerini açıklayabilirim” ve “İş sağlığı ve güvenliği kültürünü açıklayabilirim” maddelerinin olduğu görülmektedir. Bu değerler, katılımcıların iş sağlığı ve güvenliğine ilişkin temel kavramsal ve yasal bilgilere dair bilgi düzeylerinin düşük olduğunu göstermektedir. Bu durum, çalışanların yalnızca uygulamaya yönelik değil, aynı zamanda İSG'nin yasal altyapısı ve kültürel boyutları hakkında da yeterince farkındalık geliştiremediklerini ortaya koymaktadır. Oysaki, İSG kültürünün gelişimi ve eğitimlerin etkili biçimde içselleştirilmesi, sadece bireysel güvenliği artırmakla kalmayıp, kurum genelinde sürdürülebilir bir güvenlik anlayışının yerleşmesini sağlar. Bu nedenle, çalışanlara yönelik eğitim programları sadece pratik önlemlerle sınırlı kalmamalı; İSG'nin hukuki dayanakları, tarihsel gelişimi, işyeri güvenlik kültürünün önemi ve kurumsal işleyişle ilişkisi gibi temel kavramsal içerikleri de kapsayacak şekilde yapılandırılmalıdır. Ayrıca, kurum içinde İSG kültürünün benimsenmesini teşvik edecek uygulamalı atölye çalışmaları, bilgilendirici seminerler ve iç iletişim faaliyetleri düzenlenmelidir. Bu tür faaliyetler, çalışanların bilinç düzeyini artırarak hem yasal uyumun sağlanmasına katkıda bulunacak hem de iş kazalarının önlenmesine yönelik kurumsal refleksin gelişmesine olanak tanıyacaktır.

Ölçeğin 3'üncü faktörü için ortalamalar incelendiğinde en küçük ortalamayı ($\bar{x}=3,00$) ile “İşyerinde tehlikeli durumları fark edebilirim” maddesinin olduğu görülmektedir. Bu sonuç, çalışanların işyerindeki tehlikeli durumları algılama ve fark etme konusunda orta düzeyde bir bilinç düzeyine sahip olduklarını göstermektedir. Ancak İSG açısından bakıldığında, bu durum yeterli değildir; çünkü olası risklerin zamanında tespit edilememesi, iş kazalarının veya meslek hastalıklarının meydana gelme olasılığını artırmaktadır.

İSG'nin temel ilkelerinden biri olan proaktif yaklaşım, tehlikelerin meydana gelmeden önce tanımlanmasını ve gerekli önlemlerin alınmasını öngörmektedir. Bu bağlamda, çalışanların tehlike farkındalığının yüksek olması, güvenli bir çalışma ortamının sağlanmasında kritik bir role sahiptir. Dolayısıyla, çalışanlara yönelik olarak tehlike tanıma, risk değerlendirme ve işyerindeki riskli durumlara ilişkin vaka temelli eğitimlerin artırılması önem arz etmektedir.

Ayrıca, işletme bünyesinde görsel uyarı sistemleri, periyodik tehlike farkındalığı anketleri ve gözlemci eğitimi gibi yöntemlerin uygulanması, çalışanların bu konudaki bilinç düzeyini artırmaya yönelik etkili stratejiler arasında yer almaktadır. Böylece, tehlikelerin erken fark edilmesi ve hızlı müdahale edilmesiyle hem bireysel güvenlik hem de kurumsal İSG performansı önemli ölçüde geliştirilebilir.

Çalışmayı yürüttüğümüz elektrikli araç şarj istasyonları akaryakıt istasyonlarında konumlandırıldığı için çok tehlikeli sınıfa dahil edilmektedir. Katılımcıların ölçeğe verdikleri cevapların ortalamaları incelendiğinde, yeterlilik algısının artırılabilmesi adına İSG eğitimlerinin 6331 sayılı kanun gereği yılda en az bir defa verilmesi önerilmektedir.

Birçok istatistiki tekniğin uygulanabilmesi için aranan şartlardan biri de verilerin normal dağılım göstermesidir. Normal dağılımı test etmek amacıyla çarpıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis) değerleri incelenmiştir. Çarpıklık ve basıklık değerleri araştırmacılar tarafından farklı sınırlar kabul edilmiştir.

Tablo 4.10 incelendiğinde, İSG Bilgi Düzeyi Ölçeği'ne ilişkin birinci ve ikinci faktörlerde elde edilen çarpıklık ve basıklık değerlerinin ± 2 aralığında yer aldığı görülmektedir. Bu durum, ilgili verilerin normal dağılım varsayımını karşıladığını göstermektedir. Benzer şekilde, İSG Yeterlilik Algısı Ölçeği'ne ait puanların çarpıklık ve basıklık değerlerinin ± 1 aralığında bulunması, dağılımın normal özellikler sergilediğine işaret etmektedir. Her iki ölçeğe ait dağılım değerlerinin bu sınırlar içerisinde kalması, analizlerde parametrik testlerin kullanılabilmesi açısından gerekli istatistiksel koşulların sağlandığını ortaya koymaktadır.

İSG Bilgi Düzeyi Ölçeği ile Yeterlilik Algısı Ölçeği çarpıklık ve basıklık değerlerine bakıldığında, bu değerlerin normal dağılım gösterdikleri görülmektedir. Her faktör bir değişken kabul edilmiş ve değişkenler normal dağıldıkları için aralarındaki ilişkileri incelemek üzere, Pearson korelasyon katsayısı hesaplanmıştır.

Pearson korelasyon katsayısı ± 1 arasında bir değer almaktadır. Korelasyon değeri -1'e yaklaştıkça iki değişken arasındaki ilişkinin negatif yönde güçlendiği, +1'e yaklaştıkça ise pozitif yönde arttığı bilinmektedir. Korelasyon katsayısı ile ilişkinin pozitif veya negatif yönü hesaplanırken bu ilişkinin anlamlı olup olmadığını ifade etmek amacıyla p anlamlılık katsayıları dikkate alınmıştır.

Tablo 4.13'te daha önce belirtilen korelasyon sonuçlarına göre, Yeterlilik Algısı Ölçeği ile Bilgi Düzeyi arasında güçlü seviyede %78 ($r=0,780$; $p<0,01$) pozitif yönlü ve anlamlı ilişkiler olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çalışma kapsamında elde edilen verilerin amacı, araştırma modelinin tanıtıldığı bölümde kurulan hipotezlerin test edilmesini sağlamaktır. Bu bağlamda, bilgi düzeyinin yeterlilik algısı üzerinde etkisinin olup olmadığını anlamak amacıyla hipotezlerin içerdiği değişkenlere ait veriler kullanılarak regresyon analizleri yapılmıştır.

Bu çalışmada ise, bir bağımlı ve bir bağımsız değişken olduğu için aşağıda belirtilen hipotez için basit regresyon analizi tercih edilmiştir. **H₁:** “Çalışanların İSG bilgi düzeyi, İSG yeterlilik algısını pozitif yönde ve anlamlı etkiler” hipotezini test etmek amacıyla basit doğrusal regresyon analizi yapılmıştır. Bilgi düzeyinin yeterlilik algısı üzerindeki pozitif etkisini incelemek amacıyla regresyon modeli daha önce Tablo 26'da sunulmuştu. Bu değişkenler arasındaki korelasyon katsayısı 0,780 olarak hesaplanmış ve her iki değişken arasında güçlü seviyede %78 ($r=0,780$; $p<0,01$) pozitif yönlü ve anlamlı ilişkiler olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Regresyon denkleminin verilere ne ölçüde uyduğunu veya denklemin başarısını değerlendirmek için “ R^2 = Belirleme katsayısı” olarak adlandırılan bir istatistik kullanılmaktadır. Yapılan bir çalışmada R^2 değeri 0 ile 1 arasında yer alır. Regresyon değerinin 1'e yaklaşmasıyla regresyon modelinin veriye uyum sağladığı veya bağımsız değişkenlerin, bağımlı değişkendeki değişme durumunu açıklayabildiğini göstermektedir. Bir başka çalışmada ise, belirleme katsayısı olarak bilinen R^2 'nin 1'e yakın olması geliştirilen modelin güçlü olduğunu ve hataların az olduğunu gösterdiği ifade edilmektedir. Regresyon analizi sonucunda belirleme katsayısı R^2 yaklaşık olarak 0,609 bulunmuştur. Yani, çalışanların yeterlilik algılarının %60,9'u bilgi düzeyinden etkilenmekte olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. R^2 değerinin 1'e yakın olması geliştirilen modelin güçlü olduğunu ve hataların az olduğunu göstermektedir. Düzeltilmiş R^2 ise 0,602 olarak hesaplanmıştır. Bunların yanında tahmin edilen basit regresyon standart hatası 0,314 olarak sonucuna ulaşılmıştır.

ANOVA testi sonucu elde edilen F değeri 82,610'dur. Anlamlılık katsayısı ($p<0,01$) değerine bakıldığında kurulan regresyon modelinin anlamlı olduğu bilgisine ulaşılmıştır. Bu doğrultuda “Çalışanların İSG bilgi düzeyi, İSG yeterlilik algısını pozitif yönde ve anlamlı etkiler” şeklinde kurulan H₁ Hipotezi doğrulanmıştır.

Bilgi düzeyi ile yeterlilik algısı arasındaki basit doğrusal regresyon modeli için kurulan modeldeki sabitin katsayısı ($t=8,400$; $P=0,000$) ile yeterlilik algısı değişkeninin katsayısı ($t=9,089$; $p=0,000$) istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 4.16'daki katsayı tablosu incelendiğinde, beta değerinin ($\beta=0,540$) olduğu görülmektedir. Beta değerinin pozitif olmasının, çalışanların bilgi düzeyleri ile yeterlilik algısı arasında aynı yönlü ve pozitif ilişkinin olduğunu göstermektedir. Bu değerlere göre, bilgi bağımsız değişken ve yeterlilik algısı bağımlı değişken olmak üzere oluşturulan basit doğrusal regresyon modeli "*Yeterlilik Algısı = 1,774 + 0,54 * Bilgi Düzeyi + ε*" şeklinde sunulmuştur. Bu eşitlik durumuna göre, çalışanların bilgi düzeylerindeki bir birimlik artışın, yeterlilik algısında 0,54 birimlik bir artışa neden olduğu söylenebilir. Kısaca bilgi düzeyindeki artışın, yeterlilik algısını %54 düzeyinde etkileyeceği anlaşılmaktadır.

Standart Beta değeri ise, belirtilen değişkenler arasındaki korelasyonu (%78) ifade etmektedir. Sonuç olarak bilgi düzeyi değişkeninin yeterlilik algısını etkilediği kabul edilmektedir. Elde edilen sonuç ile kurulan modelin tahmin yapmada kullanılabileceği anlaşılmaktadır.

Demografik değişkenler ile "İSG Bilgi Düzeyi Ölçeği" ve "İSG Yeterlilik Algısı Ölçeği" değişkeni arasındaki ilişkileri sınamak amacıyla, bilgi düzeyi için altı adet hipotez ($H_{2a}.....H_{2f}$) ve yeterlilik algısı için altı adet hipotezin ($H_{3a}.....H_{3f}$) doğrulanmasına yönelik yapılan testlerin sonuçları aşağıda sunulmuştur.

Çalışanların gelir düzeylerinin, İSG bilgi düzeylerine göre farklılaşma gösterip göstermediğini test etmek amacıyla kurulan (H_{2a}) hipotezi reddedilmiştir. Hipotezin sınanması amacıyla oluşturulan t-Testinin sonucuna göre, çalışanların bilgi düzeyinin gelir düzeyleri arasında anlamlı bir farklılaşma göstermediği sonucuna ulaşılmıştır. Bu durum, çalışanların gelir düzeylerine bakılmaksızın İSG konularına ilişkin bilgi düzeylerinde anlamlı bir fark bulunmadığını ortaya koymaktadır. Diğer bir ifadeyle, çalışanların ekonomik durumları, İSG bilgi seviyeleri üzerinde belirleyici bir faktör değildir.

Bu bulgu, İSG eğitimlerinin ve bilgilendirme faaliyetlerinin tüm gelir gruplarına eşit ölçüde ulaşabildiğini gösterebilir. Ancak bu durum, genel bilgi düzeyinin yüksek olduğu anlamına gelmemelidir. Çünkü ölçek kapsamındaki maddeler (örneğin; şarj ünitelerine yönelik siber saldırı riski, olumsuz hava koşulları karşısında alınabilecek önlemler, enerji hatlarının etkileşimiyle oluşabilecek acil durumlar, yangın tüpü kullanımı, ilk yardım müdahaleleri gibi konular), çalışanların sadece teorik bilgiye değil, aynı zamanda uygulamalı bilgiye ve risk yönetimi becerilerine sahip olmalarını da gerekli kılmaktadır.

Çalışanların gelir düzeylerinin, İSG yeterlilik algısına göre farklılaşma gösterip göstermediğini test etmek amacıyla kurulan (H_{3a}) hipotezi doğrulanmıştır. Hipotezin sınanması amacıyla oluşturulan t-Testinin sonucuna göre, çalışanların yeterlilik algısının gelir düzeyleri arasında anlamlı bir farklılaşma bulunmaktadır. Gelir düzeyi arttıkça bireylerin İSG konularında kendilerini daha yetkin hissettiklerini göstermektedir. Bu durum, ekonomik refah düzeyi ile bireysel algı arasında pozitif bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadır.

Yüksek gelir düzeyine sahip bireylerin, eğitim, kişisel gelişim kaynaklarına erişim ve İSG uygulamalarına yönelik farkındalık düzeylerinin daha yüksek olması, yeterlilik algısını olumlu yönde etkileyebilmektedir. Bu bağlamda, İSG uygulamalarının çalışanların sosyoekonomik düzeylerine göre farklılaşma gösterebileceğini ve bu nedenle daha düşük gelir grubundaki çalışanlara yönelik özel eğitim ve bilinçlendirme programlarının planlanması gerektiğini ortaya koymaktadır. İSG kültürünün tabana yayılabilmesi ve tüm çalışanların güvenli bir iş ortamında çalışabilmesi adına, özellikle düşük gelirli çalışanlar için hedeflenmiş eğitim modülleri, etkileşimli atölye çalışmaları ve uygulamalı eğitim programlarının geliştirilmesi önerilmektedir. Ayrıca, İSG yeterlilik algısını artırmaya yönelik örgütsel destek mekanizmalarının güçlendirilmesi ve sürekli geri bildirim içeren izleme-değerlendirme sistemlerinin kurulması, bireylerin bu alandaki farkındalık ve yeterlilik düzeylerinin daha dengeli bir şekilde gelişmesine katkı sağlayacaktır. Böylece, iş kazalarının ve meslek hastalıklarının önlenmesine yönelik daha kapsayıcı bir İSG politikası uygulanabilecektir.

Çalışanların medeni durumunun, İSG bilgi düzeylerine göre farklılaşma gösterip göstermediğini test etmek amacıyla kurulan (H_{2b}) hipotezi reddedilmiştir. Bu durum, çalışanların İSG bilgi düzeylerinin medeni durumlarına göre anlamlı bir farklılaşma göstermediğini ifade etmektedir. Diğer bir ifadeyle, bireyin evli ya da bekar olması, İSG konularında sahip olduğu bilgi düzeyini istatistiksel olarak etkilememektedir. Bilgi düzeyi ölçeğinde yer alan maddeler; şarj ünitelerinin kullanımı, bu ünitelerin oluşturabileceği tehlikeler, çevresel tehditlere karşı alınacak önlemler, siber güvenlik, yangın anında doğru müdahale yöntemleri ve acil durum senaryolarında yapılması gereken davranışlara yönelik kapsamlı bilgi alanlarını içermektedir. Bu maddeler, teknik bilgi birikimi ve uygulamalı eğitim gerektiren içeriklerdir. Bu nedenle, bireylerin medeni durumundan ziyade; eğitim düzeyi, mesleki deneyim, alınan İSG eğitimi sayısı gibi değişkenlerin bilgi düzeyi üzerinde daha etkili olması beklenmektedir.

Çalışanların medeni durumunun, İSG yeterlilik algısına göre farklılaşma gösterip göstermediğini test etmek amacıyla kurulan (H_{3b}) hipotezi doğrulanmıştır. Medeni durumun bireylerin İSG'ye yönelik algılarında belirleyici bir unsur olabileceğini göstermektedir. Çalışanların iş yaşamındaki riskleri algılamaları, risk durumlarına göre aksiyon almaları, iş yerinde tehlikeli durumları fark edebilmeleri ve iş kazası yaşanması durumunda alınabilecek önlemler hakkında yeterli algıya sahip olmaları medeni durumlarına göre farklılaşma göstermektedir. Özellikle evli bireylerin, aile sorumlulukları ve güvenlik endişeleri nedeniyle İSG uygulamalarına daha duyarlı ve bilinçli yaklaştıkları, bu nedenle İSG yeterlilik algılarının daha yüksek olduğu düşünülmektedir. Bu sonuç, İSG eğitimlerinin planlanmasında çalışanların kişisel ve sosyodemografik özelliklerinin dikkate alınmasının önemini ortaya koymaktadır. İSG farkındalık programlarında, medeni duruma göre özelleştirilmiş içeriklerin geliştirilmesi, farklı grupların ihtiyaçlarına daha uygun çözümler sunulmasını sağlayabilir. Örneğin, evli çalışanlara yönelik programlarda ailevi sorumlulukların iş güvenliği bilinciyle ilişkisine vurgu yapılabilir.

Öte yandan aynı hipotezin bilgi düzeyi ölçeğinde reddedilmesi, medeni durumun bilgi edinme düzeyini doğrudan etkilemediğini, ancak mevcut bilgilerin güvenliğe olan algısal yansımaları etkileyebileceğini göstermektedir. Bu durum, bilgiye sahip olmanın algıyla her zaman örtüşmediğini, dolayısıyla hem bilgi düzeyini artırmaya hem de bu bilginin içselleştirilmesini sağlamaya yönelik çift yönlü İSG stratejilerinin geliştirilmesi gerektiğini göstermektedir.

İSG uygulamalarında sadece bilgi aktarımı değil, aynı zamanda algı ve tutum geliştirmeye yönelik interaktif, senaryo temelli eğitimler uygulanmalıdır. Ayrıca, İSG performans değerlendirmelerinde sadece bilgi düzeyi değil, algı düzeyi ve davranışsal çıktılar da dikkate alınarak daha bütüncül bir yaklaşım benimsenmelidir.

Çalışanların aile nüfusunun, İSG bilgi düzeylerine ve İSG yeterlilik algısına göre farklılaşma gösterip göstermediğini test etmek amacıyla kurulan (H_{2c} ve H_{3c}) hipotezleri reddedilmiştir. Hipotezlerin istatistiksel olarak reddedilmesi, aile birey sayısının çalışanların İSG bilgi düzeyleri ile yeterlilik algıları üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olmadığını ortaya koymaktadır. Bu bulgu, bireylerin İSG konusundaki bilgi ve algılarının, aile nüfusunun büyüklüğünden ziyade işyeri politikaları, eğitim faaliyetleri, mesleki deneyim, kişisel ilgi düzeyi ve kurum kültürü gibi faktörlerden etkilendiğini düşündürmektedir.

Ailedeki kişi sayısının, bireyin güvenlik duyarlılığı veya bilgilenme isteği üzerinde doğrudan belirleyici bir etkisinin olmaması, İSG eğitimlerinin sosyodemografik özelliklerden ziyade göreve özgü riskler ve teknik bilinç düzeyi temelinde şekillendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Aile nüfusu gibi değişkenlerin etkisizliği, İSG uygulamalarının sadece birey bazlı değil, organizasyonel süreçler üzerinden değerlendirildiği sistemlerin geliştirilmesini gerekli kılmaktadır. Bu nedenle, eğitim sonrası bilgi ölçme, davranışsal gözlem ve performans değerlendirme süreçleri etkin biçimde yürütülmelidir.

İSG alanında bireylerin bilgi ve algılarının sosyodemografik özelliklerden ziyade işyeri kaynaklı faktörlerle geliştiğini göstermektedir. Bu nedenle, eğitim ve önleyici faaliyetler, bireyin yaşam koşullarına değil, işin niteliğine, risk düzeyine ve kurumsal güvenlik kültürüne göre şekillendirilmelidir.

Çalışanların yaşlarının, İSG bilgi düzeylerine ve İSG yeterlilik algısına göre farklılaşma gösterip göstermediğini test etmek amacıyla kurulan (H_{2d} ve H_{3d}) hipotezleri doğrulanmıştır. Bu bulgular, yaş değişkeninin hem İSG bilgi düzeyi hem de yeterlilik algısı üzerinde anlamlı ve belirleyici bir faktör olduğunu göstermektedir. Farklılaşmanın olduğu (18-24) yaş grubu ile (35-44, 45-54) yaş grupları arasında gerçekleşmiştir.

Çalışanlarda yaşı ilerlemesi ile bulundukları iş ortamında tehlike ve risk durumlarına yönelik alınabilecek önlemler konusunda bilgi düzeyi ve yeterlilik algılarının anlamlı bir şekilde arttığı söylenebilir. Aynı şekilde yaş gruplarına göre yetişkinlerde İSG yeterlilik algısının daha yüksek düzeyde olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

İleri yaş gruplarında, çalışma yaşamında edinilmiş deneyimlerle birlikte risk bilinci ve önleyici davranış eğilimlerinin arttığı, genç çalışanlarda ise bilgi eksikliği, deneyim azlığı veya eğitimlere maruziyetin daha sınırlı olabileceği, yaşla birlikte kurumsal eğitimlere daha uzun süreli katılım veya mesleki tecrübeyle edinilen davranışsal reflekslerin etkili olduğu düşünülebilir.

Yaşlı çalışanların bilgi düzeyinin ve yeterlilik algısının daha yüksek olduğu durumlarda, bu bireyler “güvenlik lideri” ya da “rehber çalışan” rollerinde değerlendirilebilir. Böylece kurumsal güvenlik kültürü deneyim temelli olarak yaygınlaştırılabilir. Özellikle hızlı teknolojik değişim (ör. elektrikli araç şarj istasyonları, enerji hatları, siber güvenlik vb.) içeren ortamlarda genç çalışanlar daha hızlı uyum sağlayabilirken, ileri yaştakilerin bu alanlarda bilgilendirme ve adaptasyon desteklerine daha fazla ihtiyaç duyabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Acil durum müdahalesi, yangınla mücadele veya yüksek riskli operasyonlarda, çalışanların fiziksel yeterliliği ve bilişsel refleks süreleri de dikkate alınarak görev dağılımları yaşa göre yapılandırılabilir.

Yaş gruplarının İSG yeterlilik algısı üzerinde etkisiyle ilgili bazı çalışmalar yapılmıştır. Bayraktaroğlu ve arkadaşları (2018) tarafından mavi yakalılar olarak belirtilen çalışanlarda İSG algısı hakkında bir araştırma yapılmıştır. Algı çalışmasında 40 yaş ve üzerindeki katılımcıların algı düzeylerinin daha yüksek düzeyde olduğu sonucu bulunmuştur. Dragano ve arkadaşları (2018) tarafından yapılan araştırma da göre, genç çalışanların İSG yeterlilik algı düzeylerinin diğer yaş gruplarına kıyasla daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bu durum, genç bireylerin genel olarak sağlıklarını yerinde görmeleri ve iş sağlığı ve güvenliği konusunu kişisel risk algılarının düşük olması nedeniyle yeterince önemsememeleri şeklinde yorumlanabilir.

Yavuz ve arkadaşı (2021) tarafından yapılan çalışma da 40 yaş ve üzeri çalışanlarda İSG yeterlilik algısının yüksek olduğu sonucu elde edilmiştir. Kocaay ve arkadaşları (2022) tarafından yapılan bir çalışmada sağlık çalışanlarının İSG yeterlilik algıları değerlendirilmiştir.

Elde edilen sonuca göre, 31-45 yaş grubu çalışanların İSG yeterlilik algılarının daha yüksek olduğu saptanmıştır. Kaya ve arkadaşları (2024) tarafından yapılan çalışma ile 41 yaş ve üzerinde olan çalışanların yeterlilik algısının daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Literatürde yapılan çalışmalarda ve mevcut çalışmamızda genç katılımcılarda İSG algısının düşük düzeyde olduğu, 35-45 yaşları arasında katılımcılarda İSG yeterlilik algısının daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

Çalışanların iş tecrübelerinin, İSG bilgi düzeylerine ve İSG yeterlilik algısına göre farklılaşma gösterip göstermediğini test etmek amacıyla kurulan (H_{2e} ve H_{3e}) hipotezleri doğrulanmıştır. Hipotezlerin sınanması amacıyla oluşturulan t-Testinin sonucuna göre, çalışanların bilgi düzeyinin ve yeterlilik algısının iş tecrübelerine göre anlamlı bir farklılaşma gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Farklılaşmanın olduğu gruplar (0-3; 11-15) ile (8-10; 11-15) yılları arasında gerçekleşmiştir.

Çalışanların iş tecrübelerinin yıl bazında artmasıyla bulundukları iş ortamında tehlike ve risk durumlarına yönelik alınabilecek önlemler konusunda daha fazla tecrübe edindikleri ve bilgi düzeylerinin anlamlı bir şekilde arttığı sonucu ortaya çıkmıştır. Aynı şekilde iş tecrübelerine göre değerlendirildiğinde bulundukları iş ortamında veya sektörde daha fazla çalışan, deneyimi ve bilgisi olan çalışanların İSG yeterlilik algısının daha yüksek düzeyde olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

İş tecrübesinin İSG bilgi düzeyi ve yeterlilik algısı üzerinde anlamlı bir etki yaratması, şu temel noktalara işaret etmektedir:

- Deneyim yoluyla öğrenme süreci, çalışanların İSG bilgi düzeyini artırmakta ve bu artış bireylerin İSG konusundaki kendine güvenlerini (öz-yeterliliklerini) pekiştirmektedir.
- İş tecrübesi, teorik bilginin pratik uygulamalarla pekişmesini sağlamakta, bu da özellikle acil durumlara müdahale, risk algısı geliştirme ve koruyucu önlemleri zamanında alma gibi davranışlara olumlu yansımaktadır.
- Tecrübeli çalışanlar, geçmiş kazalardan ya da ramak kala olaylardan elde ettikleri sessiz bilgi ile daha yüksek farkındalık ve proaktif tutum sergileyebilmektedir.

Çil (2016) tarafından yapılan çalışma ile kıdem yılının artması çalışanların yeterlilik algısının yükselmesinde etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır. Kocaay ve arkadaşları (2022) tarafından yapılan çalışma da, görel olarak daha düşük İSG yeterlilik algısının genç yaş grubunda görülmesi, literatürde sıklıkla iş deneyiminin yetersizliği ile ilişkilendirilmektedir. Bu bağlamda, iş sağlığı ve güvenliği konularında algı düzeyinin zamanla ve deneyimle geliştiği, dolayısıyla genç çalışanların sınırlı tecrübeye sahip olmalarının bu durumu etkileyen başlıca faktörlerden biri olduğu düşünülmektedir. Kaya ve arkadaşları (2024) tarafından yapılan çalışma ile çalışma süresi artan katılımcıların yeterlilik algılarının daha yüksek olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Çalışanların eğitim durumlarının, İSG bilgi düzeylerine göre farklılaşma gösterip göstermediğini test etmek amacıyla kurulan (H_{2f}) hipotezi doğrulanmıştır. Çalışanların eğitim düzeyleri ile İSG konularındaki bilgi yeterlilikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum, çalışanların sahip oldukları eğitim düzeyinin, özellikle şarj istasyonlarının güvenli kullanımı, potansiyel tehlikelerin fark edilmesi, acil durum yönetimi ve teknik müdahale bilgisi gibi spesifik İSG konularındaki farkındalık ve bilgi seviyelerine doğrudan etki ettiğini göstermektedir.

Bilgi düzeyi ölçeğinin içeriği incelendiğinde, elektrikli araç şarj üniteleriyle ilgili olası risklerin tanımlanması (örneğin; kısa devre, sabotaj, yangın türleri, siber tehditler), uygun yangın söndürücü seçimi, periyodik bakım ve elektrik çarpmasına müdahale gibi teknik ve uygulamalı bilgi gerektiren konular yer almaktadır. Bu tür bilgilerin etkili bir şekilde içselleştirilmesi ve uygulanabilmesi, çalışanların sahip olduğu temel eğitim altyapısı ile doğrudan ilişkilidir. Farklılaşmanın olduğu gruplar ise lise ve üniversite mezunu olan çalışanlar arasında gerçekleşmektedir. Üniversite mezunlarının lise mezunlarına oranla İSG bilgi düzeylerinin daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Bu durumun oluşmasında üniversite mezunlarının güncel gelişmelere açık olmaları ve teknik gelişmelere daha çok hâkim olmaları etkili olabilir.

Çalışanların eğitim durumlarının, İSG yeterlilik algısına göre farklılaşma gösterip göstermediğini test etmek amacıyla kurulan (H_{3f}) hipotezi reddedilmiştir. Çalışanların, İSG yeterlilik algılarının yalnızca formel eğitim durumuna bağlı olarak anlamlı bir farklılaşma göstermediğini ortaya koymaktadır.

Bu sonuç, İSG bilgi düzeyi ve yeterlilik algılarının eğitim düzeyinden ziyade başka faktörlerden (örneğin mesleki deneyim, işyeri içi eğitim sıklığı, işbaşı oryantasyonları, bireysel motivasyon veya kurum kültürü gibi) daha fazla etkilendiğini düşündürmektedir. Aynı zamanda, eğitim durumlarına göre İSG yeterlilik algısının değişmemesinde, 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği kanununa göre tüm çalışanların aynı eğitimi almalarının bu konu da etkili olduğu düşünülmektedir. Eğitim düzeyi farklı olsa dahi, işyerlerinde düzenli ve etkili şekilde verilen İSG eğitimlerinin çalışanların bilgi düzeyini eşitleyici bir etki oluşturduğu söylenebilir. Bu durum, kurum içi eğitim politikalarının gücünü ve etkisini göstermektedir.

Elde edilen bulguya göre, İSG bilgisinin yalnızca akademik eğitimle değil; işyeri politikaları, uygulamalı öğretim ve iş deneyimiyle kazanıldığını ve pekiştirildiğini gösteren önemli bir kanıttır. Bu bağlamda, işyerlerinde eğitim düzeyinden bağımsız olarak tüm çalışanlara ulaşabilen kapsayıcı İSG stratejileri geliştirilmeli ve sürdürülebilir hale getirilmelidir.

Uslu (2014) tarafından yapılan araştırma da güvenlik kültürü algısının öğrenim düzeyi ile arttığı saptanmıştır. Üniversite arkadaşı (2022) tarafından yapılan araştırma da üniversite ve üzeri eğitime sahip olanlarda İSG yeterlilik algısı puanının lise öğrenimine sahip olanlara göre anlamlı derecede daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Kaya ve arkadaşları (2024) tarafından yapılan çalışma ile eğitim düzeyinin yeterlilik algısı üzerinde anlamlı bir farklılaşma gösterdiği tespit edilmiştir. Bayraktaroğlu ve arkadaşları (2018) tarafından mavi yakalılar olarak belirtilen çalışanlarda İSG algısı hakkında bir araştırma da eğitim durumu ile algı düzeyi arasında bir fark olmadığı belirlenmiştir. Mevcut çalışmamızda ise İSG yeterlilik algısının eğitim durumuna göre anlamlı bir farklılaşma saptanmamıştır. Katılımcıların akaryakıt istasyonlarında çalışması ve yapılan işin her eğitim seviyesi için hayati öneme sahip olması herhangi bir farklılaşma oluşturmamış olabilir. İSG eğitimleri faaliyetleri düzenlenirken güvenli iş ortamının yaratılması, iş kazaları ve meslek hastalıklarının azaltılması, çalışanların temel haklarını ve olası riskler ile önlemlerin tanımlanması hedeflenmektedir. İSG bilinci yaratılırken güvenlik kültürünün geliştirilmesi de bu eğitimlerin hedeflerinin temelidir. Katılımcıların farklı sektörlerde bulunması ve verilen İSG eğitimlerinin farklı periyotlarda verilmiş olması farklı sonuçlar ortaya çıkarmış olabilir.

Çalışanların yaşının ve mesleki kıdem süresinin artmasıyla birlikte belirli farklılıkların ortaya çıkması beklenebilir. Bu durumun, mesleki deneyimin zamanla gelişmesi, iş süreçlerinde karşılaşılan uygulamaların tecrübe yoluyla içselleştirilmesi, ilgili mevzuata dair bilgi birikiminin artması ve İSG eğitimlerine katılımın daha yaygın hale gelmesi gibi etkenlerle ilişkili olduğu düşünülmektedir. Söz konusu unsurların, çalışanların iş sağlığı ve güvenliği konusundaki yeterlilik algılarını olumlu yönde etkilediği değerlendirilmektedir.

İSG yeterlilik algı düzeyinde artışın oluşması mesleki risklere karşı tutum ve davranışları olumlu yönde etkileyeceği düşünülmektedir. Mevcut sonuçlara bakıldığında çalışanlarda İSG yeterlilik algılarının yüksek olması, iş kazaları ve meslek hastalıklarının görülme sıklığını azaltması konusunda önemli bir etkiye sahip olduğu düşünülmektedir.

İSG eğitimlerinin, işe başlamadan önce ve sonrasında belirli aralıklarla tekrarlanması çalışanların bilgi düzeylerini ve yeterlilik algılarını olumlu yönde etkileyecektir. Bu eğitimlerin akaryakıt ve şarj istasyonlarında çalışan personellerin daha güvenli bir çalışma ortamında bulunmasını ve çalışma veriminin arttırılmasını sağlayacağı düşünülmektedir. Elektrikli araç şarj istasyonlarının yaygınlaşması var olan tehlike ve risk durumlarını arttıracak bilinmektedir. Çalışanların iş yerindeki tehlike ve risk unsurlarından korunması, iş kazalarının ve meslek hastalıklarının en aza indirilmesi ile mesleki risklerin tanınması ve bu konularda farkındalık geliştirilmesi, büyük ölçüde İSG eğitimlerinin düzenli ve yeterli sıklıkta verilmesine bağlıdır. Eğitimlerin sürekliliği, güvenli davranış biçimlerinin çalışanlar tarafından benimsenmesini ve risk temelli düşünme yetkinliğinin gelişmesini desteklemektedir.

Olası iş kazalarının önlenmesinde; işyerinde çalışma şartlarının iyileştirilmesi, bilinen risklerin yanında şarj ünitelerinden kaynaklanabilecek risklerin de tespit edilmesi ve bu konu da gereken önlemlerin alınması, çalışanlarda İSG bilincinin ve kültürünün yerleştirilmesi, işyerinde bu faaliyetlerin süreklilik arz edecek şekilde devam ettirilmesi gerekmektedir. İSG'nin sağlanmasında çalışanların ve işverenlerin iş birliği içerisinde hareket etmeleri büyük önem taşımaktadır. Mevzuatta yer alan görev ve sorumluluklar yerine getirilerek olası tehlike ve risk durumlarına karşı aksiyon alınmalıdır. İşyerlerinde sağlığa ve güvenliğe zarar verebilecek koşullar tespit edilerek kazaların yaşanmasına karşı önlemler alınmalıdır.

Çalışanların şarj istasyonlarında sağlıklı ve güvenli bir çalışma ortamında çalışabilmesi için çalışma şartlarının iyileştirilmesinin yanında şarj ünitelerinin kullanımına, bakım ve onarımına yönelik İSG bilgi düzeylerinin artırılması ve İSG yeterlilik algısının yüksek düzeye çıkarılması büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışma sonucunda akaryakıt istasyonlarının bünyesinde kurulumu yapılan ve aktif olarak kullanılan şarj istasyonlarından kaynaklanabilecek tehlike ve risklerin önlenmesine yönelik öneriler aşağıda sıralanmıştır;

- Akaryakıt istasyonları yapılan iş dolayısıyla olası tehlike ve risk durumlarına maruz kalınabilecek işyerleridir. Buna ek olarak elektrikli araç şarj ünitelerinin akaryakıt istasyonlarında kurulumlarının yapılması mevcut tehlike ve risk durumlarını arttırması öngörülmektedir. Bu bağlamda işverenler, şarj ünitelerinin kurulumunu yapan firmalar ve çalışanlar oluşabilecek tehlike ve risklere karşı gerekli eğitimlerin sıklığı arttırılmalıdır.
- Kullanıcıların kişisel verilerinin hassasiyetini anlamak, uygun güvenlik önlemlerinin uygulanmasını ve akıllı şehirlerde verilerin gizliliğinin korunmasını sağlamak amacıyla siber güvenlik tedbirlerinin arttırılması gerekmektedir.
- Şarj ünitelerinin kurulumunu yapan firmaların güvenli olmadığı düşünülen web arayüzü, yetersiz güvenlik yapılanması, fiziksel güvenliğin zayıflığı, aktarım şifreleme eksikliği, yetersiz kimlik doğrulama, güvensiz yazılım ve gizlilik endişeleri gibi akıllı şarj altyapısının maruz kalabileceği siber saldırılara karşı gerekli önlemlerin alınması önerilmektedir.
- Çalışanların olumsuz hava koşullarından (sel, çığ, yıldırım çarpması) doğabilecek tehlike ve risk durumlarına karşı alınacak önlemler hakkında yeterli bilgiye sahip olmaları sağlanmalıdır.
- Bakım onarımı yapılmayan tehlike ve risk barındıran şarj ünitelerinin kullanımı durdurulmalı ve periyodik bakım onarım süreci yetkili uzmanlar tarafından yürütülmelidir.
- Şarj ünitelerine yönelik çevreden kaynaklanabilecek sabotaj, araç çarpması ve kundaklama durumlarına karşı gerekli önlemlerin alınması konusunda çalışanlar bilgilendirilmelidir.

- İSG kültürü, bir işyerinde çalışanların sağlık ve güvenliklerini korumak için oluşturulan bir anlayış biçimidir. Bu anlayış biçiminin çalışanlarda farkındalık yaratması amacıyla gerekli eğitimlere ve güvenlik prosedürlerine uyum çalışmalarına yer verilmelidir.
- Çalışanlar, meslek hastalıklarına ve iş kazalarına maruz kalınması durumunda işyeri hekimine başvurabileceğini bilmelidir.
- Çalışanlar 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu hakkında yeterli bilgiye ve algıya sahip olmalıdır. Bu bağlamda işyerinde çalışanlar arasında İSG kültürü oluşturulmalıdır.
- Çalışanlar elektrikli araç şarj ünitelerinin konumlandırıldığı akaryakıt istasyonlarında tehlike ve risk durumlarına maruz kalabileceğini bilmelidir. Bu açıdan çalıştığı işyerinde tehlikeli durumları fark edebilmeye yönelik bilgi ve algısının yüksek olması gerekmektedir.
- Tüm eğitim seviyelerine hitap edecek, sadeleştirilmiş ve görsel içerikli eğitim materyalleri hazırlanmalıdır.
- Teorik bilgi yeterli olmadığında, çalışanların yeterlilik algısı düşük kalabilir. Bu nedenle bilgi ile uygulamanın birlikte sunulması önemlidir.
- Yaş ve tecrübeyle birlikte artan bilgi birikimi, yeni çalışanlara mentorluk yoluyla aktarılmalıdır.
- Medeni durum gibi sosyal faktörlerin, risk algısını ve sorumluluk düzeyini etkileyebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.
- Yeterlilik algısını güçlendirmek amacıyla çalışanların işe katılımını teşvik eden motivasyonel uygulamalar, özellikle düşük gelir grubundaki bireyler için faydalı olacaktır.
- Çalışanların bildiklerini gösterebilecekleri ortamlar ve geribildirim mekanizmaları oluşturularak öz güvenleri artırılabilir.
- Kişisel koruyucu donanım (KKD) kullanımına yönelik pratik rehberlik artırılmalı ve anlamadıkları uyarı levhaları hakkında bilgilendirme yapılmalıdır.
- “Elektrik çarpması”, “yangın türleri”, “acil durum eylem planı” gibi maddelerde risklerin pratikte nasıl yönetileceği gösterilmelidir.
- Gaz, yakıt, elektrik yangını senaryoları içeren acil durum tatbikatları artırılmalıdır.

- Ramak kala olaylarının raporlanması ve analiz edilmesi, risk öngörüsünü artıracaktır.
- Enerji hatları kaynaklı patlama ve elektrik kaçakları gibi özgün durumlara özel senaryolar düzenlenmelidir.
- Şarj üniteleri ve onları besleyen altyapının periyodik bakım ve kontrol çizelgesi oluşturulmalı, bu süreçler belgelenmelidir.
- Çalışanların, şarj ünitelerinin bakım gerektiren durumlarını fark etmesi için gözlem ve kontrol listeleri verilmeli.
- Çalışanlara, acil durum planı hazırlanması ve çevresel tehditlerin önlenmesi konusunda öneri sunabilecekleri geri bildirim sistemleri tanımlanmalıdır.

Bu araştırma da çalışanların akaryakıt istasyonlarında kullanılan şarj üniteleri gibi yeni risk kaynaklarına karşı bilgi düzeyinin artmasına rağmen, yeterlilik algısının her zaman paralel gelişmediğini ortaya koymuştur. Bu nedenle İSG eğitim ve uygulamaları sadece bilgi aktarmakla kalmamalı, aynı zamanda çalışanlara uygulama alanı sunarak güven, farkındalık ve sorumluluk duygusunu da güçlendirmelidir.

Araştırmanın bu kısmında elde edilen veriler hakkında sonuç ve önerilere yer verilmiştir. Bu konu hakkında araştırma yapmak isteyen araştırmacılar, şarj istasyonlarının kurulum, kullanım ve bakım onarım süreçlerinde İş Sağlığı ve Güvenliğine yönelik daha fazla veri elde etmeye önem vermeleri gerekmektedir.

Sonuç olarak son yıllarda hayatımızda daha fazla yer edinen elektrikli araçların kullanımının yaygınlaşacağı öngörülmektedir. Bu doğrultuda araç kullanımını kolaylaştıracak şarj ünitelerinin kurulumlarının ve kullanımının artması beklenmektedir. Bu süreçte, elektrikli araçlar ve şarj ünitelerinden kaynaklanabilecek tehlike ve risklerin çalışanlar, işverenler ve kullanıcılar üzerindeki olumsuz etkilerini en aza indirebilmek için çalışma ortamında İş Sağlığı ve Güvenliği gerekliliklerinin eksiksiz bir şekilde yerine getirilmesi büyük önem arz etmektedir.

KAYNAKÇA

- Adak, S., Cangi, H., Kaya, R., & Yılmaz, A. S., 2022. Effects of electric vehicles and charging stations on microgrid power quality. *Gazi University Journal of Science Part A: Engineering and Innovation*, 9(3), s. 279-280.
- Akkaya, M. A., 2017. Bilgi Merkezlerinde İş Sağlığı ve Güvenliğinin Önemi ve Uygulanabilirliğine İlişkin Bir Durum Değerlendirmesi. *Türk Kütüphaneciliği*, 31(4), s. 501-519.
- Alyar, H., (2022). Elektrikli Otomobillerin Yapısı ve Yangın Riskleri. *Uluslararası Yakıtlar Yanma Ve Yangın Dergisi*, 10(1), s. 1-8.
- Amsterdam Roundtable Foundation, & McKinsey Company., 2014. Electric vehicles in Europe: gearing up for a new phase? Netherlands.
- Armand, M., & Tarascon, J. M., 2008. Building better batteries. *Nature*, 451(7179), s. 652-657.
- Aybirdi, C., 2021. Elektrikli araç şarj istasyonu lokasyonlarının çok ölçütlü karar verme teknikleri ile seçilmesi: Ankara'da vaka çalışması. *TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi, Ankara*.
- Batmaz, Ü., 2023. Elektrikli Araçlarda Batarya Teknolojileri. *Mühendis ve Makina Dergisi*(76), s. 25-34.
- Baygeldi, A., & Gerdan, S., 2019. İş Sağlığı ve Güvenliği Kapsamında Ölümlü İş kazalarına Yönelik Yargıtay Kararları. *Dirençlilik Dergisi*, 3(2), s. 101-111.
- Bayraktaroğlu, S., Mustafa, M., & Atay, E., 2018. Çalışanlarda iş güvenliği ve iş kazası algısı: Mavi yakalılar üzerine bir araştırma. *Uluslararası Yönetim ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 5(9), 1-15.
- Bayram, N., 2004. *Sosyal Bilimlerde SPSS ile Veri Analizi*. Bursa: 4 Nokta Matbaacılık Ltd. Şti.
- Becerikli, M., 2023. *Elektrikli Araç Şarj İstasyonlarının Yer Seçiminin Belirlenmesi ve Simülasyon Programının Oluşturulması*. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı: <https://www.uab.gov.tr/uploads/pages/bakanlik-yayinlari/elektrikli-arac-sarj-istasyonlari-yer-seciminin-belirlenmesiprojesi.pdf> adresinden alındı. (29.08.24) tarihinde erişildi.
- Bibra, E., Connelly, E., Dhir, S., & Drtil, M., 2022. *Global EV Outlook 2022 Securing supplies for an electric future*. International Energy Agency:

- <https://iea.blob.core.windows.net/assets/ad8fb04c-4f75-42fc-973a-6e54c8a4449a/GlobalElectricVehicleOutlook2022.pdf> adresinden alındı. (29.08.2024) tarihinde erişildi.
- Birleştirici, A., Şalcı, M. S., Dikkulak, A., Güler, F., & Turhan, E., 2015. *Elektrikli Araç Şarj İstasyonları*. Tuzla, İstanbul. https://www.emo.org.tr/ekler/e05712f50f36d7c_ek.pdf adresinden alındı. (25.08.2024) tarihinde erişildi.
- Boyalı, A., 2008. Hibrid Elektrikli Yol Taşıtlarının Modellenmesi (Doktora Tezi). *İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul*.
- Buica, G., Antonov, A. E., Beiu, C., Dragoş, P., & Dobra, R., 2022. Occupational risk management of equipment intended for charging electric vehicles. *In MATEC Web of Conferences*. 354. EDP Sciences.
- Butler, A., 2023. *RC59: Recommendations for fire safety when charging electric vehicles*. Fire Protection Association (FPA): <https://www.thefpa.co.uk/resource-download/360> adresinden alındı. (30.08.2024) tarihinde erişildi.
- Carroll, S., Goonetilleke, A., Thomas, E., Hargreaves, M., Frost, R., & Dawes, L., 2006. Integrated risk framework for onsite wastewater treatment systems. *Environmental Management*, 38(2), 286-303.
- Carryl, C., Ilyas, M., Mahgoub, I., & Rathod, M., 2013. The PEV security challenges to the smart grid: Analysis of threats and mitigation strategies. *In 2013 International Conference on Connected Vehicles and Expo (ICCVE)* (s. 300-305). IEEE.
- Child, D., 2006. *The essentials of factor analysis*. London: Continuum.
- Chodakowska, A., (2018). The mobility revolution in the automobile industry. Electric cars and battery management (Final Thesis). *Savonia Ammattikorkeakoulu*.
- Çil, G., 2016. Hastanede çalışan hemşirelerin iş güvenliği düzeyinin saptanması. *KKTC Yakın Doğu Üniversitesi SBE Yüksek Lisans Tezi, Yakın Doğu Üniversitesi*, 81. Lefkoşa.
- Çınar, F., 2023. Banka Çalışanlarında Örgütsel Bağlılığın İş Tatmini ve İşten Ayrılma Eğilimi Üzerindeki Etkisi: Ağrı İli Örneği. *(Yüksek Lisans Tezi), İşletme Anabilim Dalı*, 82-83.
- Çınar, O., 2010. Okul müdürlerinin iletişim sürecindeki etkililiği. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*(26).
- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G., & Büyükoztürk, Ş., 2012. Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik: SPSS ve LISREL uygulamaları. *Ankara: Pegem akademi*.

- Das, H. S., Rahman, M. M., Li, S., & Tan, C. W., 2020. Electric vehicles standards, charging infrastructure, and impact on grid integration: A technological review. s. 120.
- Demir, A., 2017. *İş Sağlığı ve Güvenliği Notları*. <https://www.abdullahdemir.net/category/ders-notlari/is-sagligi-ve-guvenligi/> adresinden alındı. (15.08.2024) tarihinde erişildi.
- Denis, N., & Dubois, M. R., 2018. Power Split Strategy Optimization of a Plug-in Parallel Hybrid Electric Vehicle. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 67(1), 315-326.
- Dinçer, İ., Hamut, H. S., & Javani, N., 2016. *Thermal Management of Electric Vehicle Battery Systems*. John Wiley & Sons Ltd, England.
- Doğan, Z., 1995. Basit doğrusal regresyon modellerindeki tek bir anormal gözlemin testi. *Master's thesis*. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Dragona, N., Barbaranelli, C., Reuter, M., Wahrendorf, M., Wright, B., Ronchetti, M., . . . Lavicoli, S., 2018. Young workers' access to and awareness of occupational safety and health services: Age-differences and possible drivers in a large survey of employees in Italy. *International journal of environmental research and public health*, 15(7), 1511.
- EğİN, G., 2019. Elektrikli Araçların Batarya Sistemlerinde Isı Yönetimi (Yüksek Lisans Tezi). *Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- EPDK., 2024. *Elektrikli Araç ve Şarj Altyapısı Projeksiyonu*. Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu:<https://www.epdk.gov.tr/Detay/DownloadDocument?id=jvDGtVdWM9A> adresinden alındı. (20.08.2024) tarihinde erişildi.
- eTec., 2010. *Electric Vehicle Charging Infrastructure Deployment Guidelines for the Greater Phoenix Area*. Electric Transportation Engineering Corporation: <https://avt.inl.gov/sites/default/files/pdf/EVProj/EVChrgInfraDeployGuidelinesSanDiegoVer3.2.pdf> adresinden alındı. (24.08.2024) tarihinde erişildi.
- European Union., 2023. *Avrupa Parlamentosu ve Konseyi'nin 13 Eylül 2023 tarihli (AB) 2023/1804 sayılı Tüzüğünde alternatif yakıt altyapısının konuşlandırılması ve 2014/94/EU sayılı Direktifin yürürlükten kaldırılmasına ilişkin Yönetmelik*. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/1804/oj> adresinden alındı. (03.09.2024) tarihinde erişildi.

- Farmer, C., Hines, P., Dowds, J., & Blumsack, S. 2010. Modeling the Impact of Increasing PHEV Loads on the Distribution Infrastructure. *IEEE 43rd Hawaii International Conference on System Sciences*.
- Firehouse., 2021. *Belgium FFs Submerge Burning Hybrid Car in Container*. <https://www.firehouse.com/operations-training/news/21236083/belgium-firefighters-submerge-burning-hybrid-car-in-container> adresinden alındı. (26.08.2024) tarihinde erişildi.
- George, M., & Mallery, M., 2010. SPSS for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference. *17.0 Update, 10th Edition, Pearson, Boston*.
- Gusev, A., 2016. Recent Developments in Alternative Fuel Vehicles, İnfrastructure and Their Prospects in Replacing İnternal Combustion Engine Vehicles. (*Thesis Project*). Metropolia Ammattikorkeakoulu.
- Günel, A., 2003. Regresyon Denkleminin Başarısını Ölçmede Kullanılan Belirleme Katsayısı ve Kritiği. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 4(2), 133-140.
- Gürbüz, S., & Şahin, F., 2014. *Sosyal bilimlerde araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Güriş, S., & Astar, M., 2019. *Bilimsel araştırmalarda SPSS ile istatistik* (3. b.). İstanbul: Der Kitabevi Yayınevi ve Dağıtım Paz. Ltd. Şti.
- Hadi, N. U., Abdullah, N., & Sentosa, I., 2016. An easy approach to exploratory factor analysis: Marketing perspective. *Journal of Educational and Social Research*, 6(1), s. 215-223.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E., 1995. *Multivariate data analysis*. Pearson Education Limited: <https://www.drnishikantjha.com/papersCollection/Multivariate%20Data%20Analysis.pdf> adresinden alındı. (28.08.2024) tarihinde erişildi.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E., 2010. *Multivariate Data Analysis . Seventh Edition Prentice Hall*.
- Hair, F. J., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., & Tatham, R. L., 2013. *Multivariate data analysis*. Pearson Education Limited. *Creative Education*.
- Haktanır, K., 2012. "Elektrikli Araçlar Konusuna Genel Bir Bakış". *Yenilikçilik ve Çevre Açısından Ankara 'da Elektrikli Araçlar Tartışma Toplantısı*, 188. Türkiye Çevre Vakfı Yayını.

- Howard, M. C., 2016. A review of exploratory factor analysis decisions and overview of current practices: What we are doing and how can we improve? *International journal of human-computer interaction*, 32(1), 51-62.
- IEA., 2013. *Global EV Outlook Electric Vehicles Initiative, Understanding the Electric Vehicle Landscape to 2020*. International Energy Agency: https://iea.blob.core.windows.net/assets/819d44eb-ac9e-4772-9a49a980e2442192/GlobalEVOutlook_2013.pdf adresinden alındı. (03.09.2024) tarihinde erişildi.
- IEA., 2024. *Gobal EV Outlook Moving towards increased affordability*. International Energy Agency: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/a9e3544b-0b12-4e15-b407-65f5c8ce1b5f/GlobalEVOutlook2024.pdf> adresinden alındı. (03.09.2024) tarihinde erişildi.
- IEC., 2022. *IEC 62196-1:2022 Plugs, socket outlets, vehicle connectors and vehicle inlets - Conductive charging of electric vehicles - Part 1: General requirements*. International Electrotechnical Commission, Geneva, Switzerland. adresinden alındı
- IEEE., 2017. *Towards a definition of the Internet of Things (IoT)*. Institute of Electrical and Electronics Engineers: https://iot.ieee.org/images/files/pdf/IEEE_IoT_Towards_Definition_Internet_of_Things_Revision1_27MAY15.pdf adresinden alındı. (05.08.2024) tarihinde erişildi.
- Jhonson, R. B., & Christensen, L. B., 2008. *Eğitim araştırmaları: nicel, nitel ve karma yaklaşımlar*. Ankara: Çev. Ed. SB DEMİR): Eğiten Kitap.
- Kalaycı, Ş., 2006. *SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri*. Ankara: Asil Yayın Dağıtım.
- Kalaycı, Ş., 2010. *SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri (7. Baskı b.)*. Ankara: Asil Yayın Dağıtım Ltd. Şti.
- Karabal, A., 2021. İş sağlığı ve iş güvenliği. *Uluslararası Batı Karadeniz Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi*, 5(1), s. 1-21.
- Kaya, B., & Yapar, K., 2024. Hemşirelerin İş Sağlığı ve Güvenliği Yeterlilik Algısının Çalışma Ortamı Kaynaklı Risklere Karşı Tutumuna Etkisi. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 13(1), 252-262.
- Kaymaz, H., 2018. Hibrit ve elektrikli metrobüs araçları için sürüş çevrimi oluşturulması (Doktora Tezi). *Marmara Üniversitesi FBE*.

- Kazak, D., 2023. Su Sisi, CO₂ ve HFC-227ea Söndürme Maddelerinin, Lityum İyon Batarya (LIB) Üzerinde Deneysel Çalışma. *Yangın ve Güvenlik Dergisi*, 243, s. 38-46. <https://www.yanginguvenlik.com.tr/edergi/5/243/40/index.html> adresinden alındı. (25.08.2024) tarihinde erişildi.
- Kazak, D., 2024. Lityum-İyon Bataryaların Yangın Güvenliği: Tamamen Elektrikli Araçlarda Risk Değerlendirmesi. *Önlemler ve Mücadele. Premium e-Journal of Social Sciences (PEJOSS)*, 8(42), s. 638-652.
- Kazak, D., & Yücel, H. U., 2024. İtfaiye Ekiplerinin, Tamamen Elektrikli Araç Yangınlarıyla Mücadelesinin İncelenmesi. *SOCIAL SCIENCES STUDIES JOURNAL (SSSJJournal)*, 10(3), s. 384-394. doi:10.5281/zenodo.1090340. (25.08.2024) tarihinde erişildi.
- Kepir, H., 1983. İş Kazalarında İnsan Faktörü ve Eğitimi. Çeşitli Boyutları ve Çözüm Önerileri ile İş Kazaları Sem. Bildirileri. *MPM Yayınları*, 96-104.
- Kilic, S., 2016. Cronbachs Alpha Reliability Coefficient. *Journal of Mood Disorders*, 6(1), s. 47-48. doi:10.5455/jmood.20160307122823
- Kılıç, A., 2017. Elektrikli Araç Şarj İstasyonlarının Havalandırılması. *TÜYAK Yangın Mühendisliği Dergisi*(1), s. 28-34.
- Kılınç, T., 2022. Elektrikli Araç ve Şarj İstasyonlarında Yangın Güvenliği. *Uluslararası Katılımlı Yangın Sempozyumu*, (s. 11-34).
- Kocaay, F., 2020. Bir fakülte çalışanlarının iş sağlığı ve güvenliği yeterlilik algılarına ilişkin ölçek geliştirme çalışması. (*Doktora Tezi*). Ankara: Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi.
- Kocaay, F., & Küçük Biçer, B., 2022. Sağlık çalışanlarında iş sağlığı ve güvenliği yeterlilik algısının değerlendirilmesi. *Sağlık Bilimlerinde Değer*, 12(2), 274-279.
- Kong, L., Li, C., Jiang, J., & Pecht, M. G., 2018. Li-ion battery fire hazards and safety strategies. *Energies*, 11(9), s. 2191.
- Köksal, E., Ardıyok, Ş., & İkiler, B., 2021. Elektrikli Araçlar İçin şarj altyapısı–Türkiye için Fırsatlar ve Öneriler. *Baseak CORE Papers*, 11.
- Larsson, F., Bertilsson, S., Furlani, M., Albinsson, İ., & Mellander, B. E., 2018. Gas explosions and thermal runaways during external heating abuse of commercial lithium-ion graphite-LiCoO₂ cells at different levels of ageing. *Journal of power sources*, 373, s. 220-231.

- Liu, Y., Li, X., Liang, Y., Zeng, S., & Li, M., 2021. Assessment of impacts on integration of disorderly EV charging load to flexible distribution network. *IEEE 11th International Conference on Power, Energy and Electrical Engineering (CPEEE)*, s. 139-142.
- Long, R. T., Blum, A. F., Bress, T. J., & Benjamin, R. T., 2013. *Best practices for emergency response to incidents involving electric vehicles battery hazards: A report on full-scale testing results*. Quincy, MA: The Fire Protection Research Foundation.
- Lorenzo-seva, U., & Ferrando, P. J., 2006. Factor: A computer program to fit the exploratory factor analysis model. *Behavior research methods*, 38(1), s. 88-91.
- Mavi, A., & Korkut, İ., 2010. Vermiküler grafitli dökme demirlerin işlenmesinde kesme parametrelerinin kesme kuvvetleri ve yüzey pürüzlülüğüne etkisinin regresyon analizi ile modellenmesi. *Politeknik Dergisi*, 13(4), 281-286.
- Mensah, T., 2015. Electric Vehicle Charging Infrastructure: Global Analysis of EVCSs and their Power Source. *UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES (Master's Thesis)*. Vaasan Ammattikorkeakoulu.
- Mohammed, S. S., Ahamed, T. I., Abdel Aleem, S. H., & Omar, A. I. 2022. Interruptible charge scheduling of plug-in electric vehicle to minimize charging cost using heuristic algorithm. *Electrical Engineering*, s. 1-16.
- Nas, M., & Cihangir, S., 2019. Dünyada ve Türkiye'de Elektrikli Araçlar ve Şarj İstasyonları Üzerine Son Gelişmeler. *Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi. Gümüşhane*.
- Nurmuhammed, M., & Karadağ, T., 2021. Elektrikli Araç Şarj İstasyonlarının Konumlandırılması ve Enerji Şebekesi Üzerine Etkisi Konulu Derleme Çalışması. *Gazi University Journal of Science Part A: Engineering and Innovation*, 8(2), s. 218-233.
- OWASP., 2018. *IoT Testing Guide*. Open Web Application Security Project: https://wiki.owasp.org/index.php/OWASP_Internet_of_Things_Project adresinden alındı. (05.08.2024) tarihinde erişildi.
- Öter , A., & Baltacı, F., 2022. Elektrikli Araçlar İçin Akıllı Hibrit Şarj İstasyonu Örneği. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi (Thesis Project)*, 9(1), s. 160-175.

- Özbay, H., 2017. Şebeke etkileşimli yenilenebilir enerji destekli hızlı batarya şarj sisteminin gerçekleştirilmesi (Doktora Tezi). *Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, ElektrikElektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Karabük.*
- Parlak, S. 2011. Kimyasal Buhar Biriktirme (CVD) Yöntemiyle Li-iyon Pillere Uygun ZnO Anot Geliştirilmesi (Yüksek Lisans Tezi). *Sakarya Üniversitesi.*
- Pashaei, A., Aydın, E., Polat, M., Yıldırım, E., & Aydemir, M. T., 2016. Elektrikli araçlar için temassız güç aktarım sistemleri. *EMO Bilimsel Dergi*, 6(11), s. 1-11.
- Patton, M. Q., 2005. *Nitel araştırma*. Davranış bilimlerinde istatistik ansiklopedisi. doi: <https://doi.org/10.1002/0470013192.bsa514>
- Performance-based analysis in evaluation of safety in car parks under electric vehicle fire conditions. 2022. *Energies*, 15(2), s. 649.
- Ranabhat, P., 2018. Secure design and development of IoT enabled charging infrastructure for electric vehicle: Using CCS standards for DC fast charging. *Metropolia Ammattikorkeakoulu*. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/144019/Ranabhat_Paribesh.pdf?sequence=1&isAllowed=y adresinden alındı. (08.08.2024) tarihinde erişildi.
- Rauh, N., Franke, T., & Krems, J. F., 2015. Understanding the impact of electric vehicle driving experience on range anxiety. *The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 57(1), s. 177-187.
- Resmi Gazete., 2019. *Ulaşım da Enerji Verimliliğinin Arttırılmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkındaki Yönetmelik*. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/05/20190502.pdf>. adresinden alındı. (29.08.2024) tarihinde erişildi.
- Rind, S. J., Ren, Y., Hu, Y., Wang, J., & Jiang, L., 2017. Configurations and Control of Traction Motors for Electric Vehicles: A Review. *China Machinery Industry Information Institute*, 3(3), 1-17.
- Rosenbauer America., 2022. *Rosenbauer Introduces the Battery Extinguishing System Technology (BEST)*. (Rosenbauer): <https://rosenbaueramerica.com/rosenbauer-battery-extinguishing-system-technology/> adresinden alındı. (26.08.2024) tarihinde erişildi.
- Santeri, M., 2016. Electric Vehicle Charging Stations in Finland. *Now and Tomorrow (Thesis)*. Saimaan Ammattikorkeakoulu.
- Schiemann, M., Berghorson, J., Fischer, P., Scherer, V., Taroata, D., & Schmid, G., 2016. A review on lithium combustion. *Applied energy*, 162, s. 948-965.

- Seber, H., 2023. İtfaiyecilerin Elektrikli Araç Yangınları Operasyonlarını Planlaması. *Yangın ve Güvenlik Dergisi*(243), s. 16-17.
- SHURA., 2019. *Elektrikli Araçların Türkiye Dağıtım Şebekesine Etkileri*. Enerji Dönüşüm Merkezi: <https://www.shura.org.tr/wpcontent/uploads/2020/10/Turkiye-ulasirma-sektorunun-donusumu-Elektrikli-araclarin-Turkiye-dagitimsebekesine-etkileri.pdf> adresinden alındı. (11.08.2024) tarihinde erişildi.
- Sun, P., Bisschop, R., Niu, H., & Huang, X., 2020. A Review of Battery Fires in Electric Vehicles. *Fire technology*, 56(4), s. 1361-1410.
- Şahiner, A., 2024. *Elektrikli Araçların Dağıtım Şebekesine Etkileri*. Sakarya Elektrik Dağıtım A.Ş. (Sedaş): https://www.emo.org.tr/ekler/52756c91427c7d5_ek.pdf?tipi=26&turu=X&sube=13 adresinden alındı. (11.09.2024) tarihinde erişildi.
- Şen, G., Boynueğri, A. R., & Uzunoğlu, M., 2011. Elektrikli Araçların Şarj Yöntemleri ve Araçların Şebekeyle Bağlantısında Karşılaşılan Problemlere Yönelik Çözüm Önerileri. *Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Sempozyumu*, s. 357. doi:10(2.1)
- Şenol, R., Üçgül, İ., & Acar, M., 2006. Yakıt Pili Teknolojisindeki Gelişmeler ve Taşıtlara Uygulanabilirliğinin İncelenmesi. *Mühendis ve Makina*, 47(563).
- Şenyürek, Ü., Soyhan, H. S., & Çelik, C., 2022. Elektrikli Araçlarda Batarya Kaynaklı Yangınlar. *Mühendislikte Yakıtlar, Yangın ve Yanma Dergisi*, 10(1), s. 21-27.
- Şimşek, H. Z., & Yay, S., 2022. Açıklayıcı Faktör Analizi ve E-Ticaretin Vergilendirilmesinde Karşılaşılan Sorunlar Üzerinde Etkili Olan Boyutların Belirlenmesi Üzerine Bir Uygulama. *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, 14(2), s. 216-236.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S., 2013. *Using multivariate statistics*. Pearson: <https://www.pearsonhighered.com/assets/preface/0/1/3/4/0134790545.pdf> adresinden alındı. (11.09.2024) tarihinde erişildi.
- Taherdoost, H., Sahibuddin, S., & Jalaliyoon, N., 2014. Features' evaluation of goods, services and e-services; electronic service characteristics exploration. *Procedia Technology*, 12, s. 204-211.
- Terzi, Ü. K., İlhan, H. E., Kaymaz, H., Erdal, H., & Çalık, H., 2020. A review of commercial electric vehicle charging methods. *Promet-Traffic&Transportation*, 32(2), s. 291-307.

- Tesla., 2021. *Emergency Response Guide*. (Model S Emergency Response Guide): https://www.tesla.com/sites/default/files/downloads/2021_Model_S_Emergency_Response_Guide_en.pdf adresinden alındı. (25.08.2024) tarihinde erişildi.
- TMMOB., 2024. *Elektrikli Araçların Kullanımı ve Yangın Güvenliği*. Makina Mühendisleri Odası, Ankara.
- Topal, O., 2023. Türkiye'de Elektrikli ve Hibrit Araçlar İçin Acil Müdahale Yaklaşımları. *Çevre Şehir ve İklim Dergisi*, 2(3), s. 190-206.
- Tor, D., 2015. İş Sağlığı ve Güvenliğinde Risk Analizi: Kapı İmalat Sektöründe Bir Uygulama. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). Bartın: Bartın Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü.
- Tosun, İ., 2012. *Güç Transformatörleri*. Millî Eğitim Bakanlığı. Ankara.
- Tutar, H., 2010. İşgören yabancılaşması ve örgütsel sağlık ilişkisi: Bankacılık sektöründe bir uygulama. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 65(01), 175-204.
- Tutar, H., & Altınöz, M., 2010. Örgütsel iklimin işgören performansı üzerine etkisi: ostim imalat işletmeleri çalışanları üzerine bir araştırma. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 65(02), 196-218.
- Uslu, V., 2014. İşletmelerde iş güvenliği performansı ve iş güvenliği kültürü algılamaları arasındaki ilişki: Eskişehir ili metal sektöründe bir araştırma. (Yüksek Lisans Tezi), *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi*. Eskişehir.
- Üngüren, E., Arslan, S., & Koç, T. S., 2017. The effect of fatalistic beliefs regarding occupational accidents on job satisfaction and organizational trust in hotel industry. *Advances in Hospitality and Tourism Research (AHTR)*, 5(1), s. 23-56.
- Ünlü, N., Karahan, Ş., Tür, O., Uçarol, H., Özsu, E., Yazar, A., . . . Tırıs, M., 2003. *Elektrikli Araçlar*. TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Enerji Sistemleri ve Çevre Araştırma Enstitüsü, Gebze.
- Xiuxiu, B., 2014. Pure Electric Vehicle Power System Parameters Matching and the Analysis of Vehicle Control. *IEEE Workshop on Advanced Research and Technology in Industry Applications*, s. 737-740.
- Yank, M., & Çamlıyer, H., 2012. Developing an attitude scale towards profession of physical education teaching in secondary schools (SASPPET) Ortaöğretimde beden eğitimi öğretmenlik mesleğine yönelik tutum ölçeği geliştirilmesi. *Journal of Human Sciences*, 10(2), s. 691-705.

- Yardımcıoğlu, D., 2018. Türk iş hukukunda işyerinde şiddet ve uygulanacak hukuki yaptırımlar. *International Journal of Social and Humanities Sciences*, 2(2), s. 144-160.
- Yavuz, Ş., & Gür, B. 2021. Sağlık Kurumlarında Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Yönünden Algı Düzeylerinin İncelenmesi. *International Journal of Social and Humanities Sciences Research (JSHSR)*, 8(68), 961-974.
- Yazıcı, V., & Özdemir, E., 2013. Elektrikli araç şarj yöntemleri. 5. *Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu*, (s. 288-292). Kartepe Kocaeli.
- Yılmaz, F., 2014. Soma ekseninde Türkiye’de iş sağlığı ve güvenliği üzerine bir değerlendirme. *Egiad Yarın*(42), s. 40-48.
- Yılmaz, N., 2024. Elektrikli araçlar için şarj sisteminin tasarımı (Yüksek Lisans Tezi). *Fen Bilimleri Enstitüsü*. Konya.
- Yüksel, F., 2014. Açık Kömür Ocaklarında İş Güvenliği Açısından Risk Değerlendirmesi. (Yayınlanmış Doktora Tezi). Adana: Çukurova Üniversitesi: Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Zarifoğlu, A., 2019. *Araç Yangın Söndürme Battaniyesi*. <https://www.gzt.com/video/salt-okunur/aracyangin-sondurme-battaniyesi-2181352> adresinden alındı. (25.08.2024) tarihinde erişildi.

EKLER

EK-1 Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu Araştırma İzni

Evrak Tarih ve Sayısı: 27.09.2024-E.112411



T.C.
AĞRI İBRAHİM ÇEÇEN ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Hukuk Müşavirliği



Sayı : E-95531838-050.99-112411
Konu : Etik Kurul Kararı

27.09.2024

Sayın Prof. Dr. Mucip GENİŞEL

İlgi : Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğünün 09.09.2024 tarih ve 110376 sayılı yazısı

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğünün ilgi yazısına istinaden Prof. Dr. Mucip GENİŞEL'in danışmanlığında yüksek lisans öğrencisi Cansu ÖZMEN IŞIK'ın "**Elektrikli Araç Şarj İstasyonlarında İş Sağlığı ve Güvenliği**" başlıklı bilimsel araştırması Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulunca incelenmiş olup, 26.09.2024 tarih ve 329 sayılı karar ile söz konusu araştırmaya izin verilmiştir.

Bilgilerinizi rica ederim.

Prof. Dr. Ebubekir BAKAN
Etik Kurulu Başkanı

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu : "BSMBHE881C" Pin Kodu : 65142

Belge Takip Adresi : https://ebys.agri.edu.tr/en/Vision/Validate_Doc.aspx?

Adres : Fırat Mah. Yeni Üniversite cad. No:2 AE/1 04100 Merkez, Ağrı - Türkiye

Telefon : 0472 215 98 63 Faks:0472 216 20 08

e-Posta : hukukbursu@agri.edu.tr Web : www.agri.edu.tr

Kep Adresi : agribrahimcecenuniversitesi@hs01.kep.tr

Bilgi için : Yılmaz SABUNCU

Unvanı : Şube Müdürü

Tel No : 1280



EK-2 Katılımcıların Demografik Özellikleri Formu

Yaş	18-24	25-34	35-44	45-54	55 ve üzeri
Cinsiyet	Erkek	Kadın			
Medeni Durum	Bekar	Evli	Diğer		
Eğitim Durumu	İlkokul	Ortaokul	Lise	Üniversite	Diğer
Gelir Düzeyi	0-20.000	20.000-40.000	40.000-60.000	60.000 ve üzeri	
Hanede yaşayan kişi sayısı	0-5 Kişi	6-10 Kişi	11 + ve üzeri		
İş Tecrübesi	0-3 Yıl	4-7 Yıl	8-10 Yıl	11-15 Yıl	16 ve üzeri
İSG Eğitimi var mı?	Evet	Hayır			
Kişisel Koruyucu Donanım var mı?	Evet	Hayır			
Sağlık Sorununuz var mı?	Evet	Hayır			
İş Kazası Yaşadınız mı?	Evet	Hayır			

EK-3 İş Sağlığı ve Güvenliği Bilgi Düzeyi Ölçeği

Değerli katılımcımız. Ben Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim dalında Tezli Yüksek Lisans yapmaktayım. Tez çalışmam ülkemizde ve dünyada güncel bir konu olan elektrikli araç şarj istasyonlarıyla ilgili olacak. Bu anket formunda araştırmamızın temel amacı "**Elektrikli Araç Şarj İstasyonlarında İş Sağlığı ve Güvenliğine dair bilgi düzeyi hakkındaki görüşleri ölçmek**" üzerine olacaktır. Siz değerli katılımcılarımızın görüşleri bizler için kıymetli olup; vermiş olduğunuz bilgiler, **Kişisel Verilerin Korunması Kanunu (KVKK)** kapsamında **üçüncü kişilerle asla paylaşılmayacak** ve üniversitemizin akademik çalışmalarında kullanılacaktır. Katılımlarınızdan dolayı teşekkür ederiz.

Elektrikli Araç Şarj İstasyonlarında İş Sağlığı ve Güvenliği Bilgi Düzeyi Hakkındaki Görüşler	Bilgiye Sahip Değilim	Yetersiz Bilgim Var	Orta Derecede Bilgim Var	Yeterli Bilgim Var	Tamamen Bilgiliyim
1-Çalıştığım iş yerinde şarj istasyonlarına yönelik alınan İş Sağlığı ve Güvenliği tedbirleri hakkında ...					
2- Şarj ünitesinin kullanımı hakkında...					
3- Şarj ünitelerinin kullanımı sırasında oluşabilecek tehlikeler hakkında					
4-Siber saldırıların oluşması halinde sistemlerin güvenliği hakkında ...					
5- Olumsuz hava koşullarından doğabilecek tehlike ve risk durumlarına karşı alınabilecek önlemler hakkında ...					
6- Acil durum eylem planı hakkında ...					
7- Enerji hatlarının etkileşiminden doğabilecek acil durumlarda (Patlama vs.) nasıl hareket edeceğim hakkında ...					
8- Gaz, yakıt veya elektrik yangınları oluşması durumunda hangi tip yangın tüpünü kullanacağım hakkında ...					
9- Şarj ünitelerinin periyodik bakımları hakkında ...					
10- Elektrik çarpması durumunda nasıl müdahale edeceğim konusunda yeterli İlk Yardım hakkında ...					
11- Elektrikli aracın şarj edilmesi sırasında herhangi bir risk oluşması durumuna karşı neler yapacağım hakkında ...					
12- Şarj ünitesine yönelik çevreden kaynaklanabilecek (sabotaj, araç çarpması ve kundaklama gibi) tehlike durumlarına karşı neler yapacağım hakkında ...					
13- Şarj ünitelerini besleyen elektrik hatlarında kısa devre meydana gelmesi durumunda neler yapmam gerektiği hakkında ...					

EK-4 İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ YETERLİLİK ALGISI ÖLÇEĞİ

Aşağıdaki yeterlilik maddelerine ilişkin seçeneklerden hangisi kendi durumunuzu tanımlıyorsa karşısındaki kutucuğun içine (X) işareti koyunuz. Lütfen hiçbir maddeyi boş bırakmayınız. Ad-soyad yazmayınız.

	Hiç	Az	Kısmen	Oldukça	Çok
1. İş sağlığı ve güvenliğinin amaçlarını söyleyebilirim.	()	()	()	()	()
2. Çalışma yaşamındaki risk gruplarını sayabilirim.	()	()	()	()	()
3. Risk değerlendirmelerinin hangi durumlarda yapılması gerektiğini açıklayabilirim.	()	()	()	()	()
4. İş sağlığı ve güvenliği çalışmalarının yararlarını açıklayabilirim.	()	()	()	()	()
5. İş sağlığı ve güvenliği kültürünü açıklayabilirim.	()	()	()	()	()
6. İşyeri hekiminin görevlerini sıralayabilirim.	()	()	()	()	()
7. İşyerinde tehlikeli durumları fark edebilirim.	()	()	()	()	()
8. Risk değerlendirme çalışmaları sırasında çözüm önerebilirim.	()	()	()	()	()
9. Çalışma ortamında ergonomik sorunları saptayabilirim.	()	()	()	()	()
10. Meslek hastalığından kuşkulandığımda izlemem gereken yolu anlatabilirim.	()	()	()	()	()
11. İş kazası olduğunda yapılması gerekenleri sırasıyla söyleyebilirim.	()	()	()	()	()
12. İş sağlığı ve güvenliği kurullarının görevlerini sayabilirim.	()	()	()	()	()
13. İş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin yasal temellerini açıklayabilirim.	()	()	()	()	()
14. Acil durum tatbikatlarının hangi sıklıkta yapılması gerektiğini açıklayabilirim.	()	()	()	()	()
15. İş sağlığı ve güvenliği konusunda kimlerin sorumlu olduğunu açıklayabilirim.	()	()	()	()	()
16. Çalışan olarak iş sağlığı ve güvenliği konusunda yükümlülüklerimi sayabilirim.	()	()	()	()	()
17. İş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin hangi durumlarda verilmesi gerektiğini açıklayabilirim.	()	()	()	()	()
18. İşyeri hekiminin yürüttüğü çalışmalara katılmamın sağlığım açısından önemini açıklayabilirim.	()	()	()	()	()
19. İşyerlerinde tehlike sınıfına göre yapılacak çalışmaların farkını anlatabilirim.	()	()	()	()	()
20. Çalışan olarak iş sağlığı ve güvenliği konusunda yasal haklarımı sayabilirim.	()	()	()	()	()
21. Hangi sorunlar için iş güvenliği uzmanıma başvuracağımı bilirim.	()	()	()	()	()
22. İşyerinde iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili hangi kayıtların tutulduğunu sayabilirim.	()	()	()	()	()
23. Acil durum planı hazırlanırken öneride bulunabilirim.	()	()	()	()	()
24. Ramak kala olayını açıklayabilirim.	()	()	()	()	()
25. İşyerimde kullanılan kişisel koruyucu donanımları sayabilirim.	()	()	()	()	()
26. İşyerimde bulunan uyarı levhalarının anlamını söyleyebilirim.	()	()	()	()	()
27. Ramak kala bir olayda ne yapmam gerektiğini söyleyebilirim.	()	()	()	()	()
28. Çalışma ortamında düzenin nasıl sağlanacağını anlatabilirim.	()	()	()	()	()
29. İş sağlığı ve güvenliği çalışmalarının maliyetini kimin karşılayacağını	()	()	()	()	()

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Cansu ÖZMEN IŞIK
Doğum Yeri ve Tarihi	
Eğitim Durumu	
Lisans Öğrenimi	Bingöl Üniversitesi İş Sağlığı ve Güvenliği
Yüksek Lisans Öğrenimi	Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi
Bildiği Yabancı Diller	İngilizce
Bilimsel Faaliyetler	
İş Deneyimi	
Stajlar	Başarı OSGB Ağrı / Merkez
Projeler	
Çalıştığı Kurumlar	
İletişim	
E-posta Adresi	
Mezuniyet Tarihi	