İZMİR BAKIRÇAY ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANA BİLİM DALI

ELEKTRİK ÜRETİM, İLETİM, DAĞITIM SEKTÖRÜNDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Muhammed ERYILMAZ

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Akil Birkan SELÇUK

Haziran 2022

ELEKTRİK ÜRETİM, İLETİM, DAĞITIM SEKTÖRÜNDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

Yüksek Lisans Tezi

Muhammed ERYILMAZ İzmir 2022

ELEKTRİK ÜRETİM, İLETİM, DAĞITIM SEKTÖRÜNDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

Muhammed ERYILMAZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı
Prof. Dr. Akil Birkan SELÇUK

İzmir
İzmir Bakırçay Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Haziran 2022

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

İzmir Bakırçay Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim dalında öğrenim görmekte olan Muhammed Eryılmaz'ın "Elektrik Üretim, İletim, Dağıtım Sektöründe İş Sağlığı ve Güvenliği" başlıklı tezi 18/07/2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek "İzmir Bakırçay Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca, Anabilim dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	**Ünvanı Adı Soyadı**	**İmza**
Üye (Tez Danışmanı)	Prof. Dr. Akil Birkan SELÇUK	
Üye	Doç. Dr. Uğur ÇAVDAR	
Üye	Doç. Dr. Oğuz Emrah TURGUT	
Üye		
Üye		

Prof. Dr. Serkan ÇINARLI
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdür V.

FINAL APPROVAL FOR THESIS

This thesis titled "Experimental And Statistical Investigation Of The Effect Of Different Structures In Bone Tissue On Mechanical Behaviors" has been prepared and submitted by Yasin ERDOĞAN in partial fulfilment of the requirements in "İzmir Bakircay University Directive on Graduate Education and Examination" for the Degree of Master of Science (MSc) in Biomedical Engineering Department has been examined and approved on 18/07/2022.

Committee Members	**Title, Name and Surname**	**Signature**
Member (Supervisor)	Prof. Dr. Akil Birkan SELÇUK	
Member	Doç. Dr. Uğur ÇAVDAR	
Member	Doç. Dr. Oğuz Emrah TURGUT	
Member		
Member		

Prof. Dr. Serkan ÇINARLI

S. Director of Graduate Education Institute

ÖZET

ELEKTRİK ÜRETİM, İLETİM, DAĞITIM SEKTÖRÜNDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

Muhammed ERYILMAZ

İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı

İzmir Bakırçay Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Haziran 2022

Danışman: Prof. Dr. Akil Birkan SELÇUK

Türkiye'de iş sağlığı ve güvenliğinin (İSG) önemi son zamanlarda anlaşılmaya başlanmıştır. Fakat iş sağlığı ve güvenliği sistematik bir şekilde uygulanamamaktadır. Uygulanamamasının en önemli sebebi kuralların tam anlamıyla çalışanlar ve işverenler tarafından anlaşılamamasıdır. Bu sebepten dolayı iş kazaları meydana gelebilmektedir. Kazaların önüne geçmek için uzman personeller tarafından yapılan işe uygun iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin uygulamalı bir şekilde çalışanlara ve işverenlere belirli aralıklarla verilmesi gerekmektedir. Bu eğitimlerin yeterli olup olmadığı çalışan, işveren ve yasa koyucu devlet tarafından, kısaca her kesim tarafından belirlenmesi ve denetlenmesi iş sağlığı ve güvenliği kültürünün oluşumunda önem arz etmektedir. Ayrıca, devletin iş sağlığı ve güvenliğini her aşamada zorunlu hale getirmesi ve bu hususta her kesime hiçbir şekilde tolerans göstermeyip iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uymayanlara kanunlar çerçevesinde yaptırımların uygulanması konunun ciddi olarak algılanmasına fayda sağlayacaktır. Elektrik üretim, iletim ve dağıtım sektörlerinde yaşanan iş kazaları ağır yaralanma ve ölümle sonuçlanabilmektedir. Bu sebepten dolayı elektrik üretim, iletim ve dağıtım sektörlerinde iş sağlığı ve güvenliğinin önemini kavramak gerekmektedir. Bu çalışmada elektrik üretim, iletim ve dağıtım sektörlerinde iş sağlığı ve güvenliğinin rolü vurgulanmıştır.

Anahtar kelimeler: İş sağlığı ve güvenliği; İş kazası; Elektrik üretim

ABSTRACT

OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY IN THE SECTOR OF ELECTRICITY GENERATION, TRANSMISSION AND DISTRIBUTION

Muhammed ERYILMAZ
Department of Occupational health and Safety

İzmir Bakırcay University, Graduate Education Institute, June 2022

Supervisor: Prof. Dr. Akil Birkan SELÇUK

The importance of occupational safety and health have been recently realized in Turkey. However, this concept can not be implemented systematically. One of the most considerable reasons for lack of implementation is that rules dictated by occupational safety and health have not been completely understood by both employers and employee. Therefore, occupational accidents can occur. Required trainings should be supplied to workers and employers at each specific time period by instructors who have expertise on this field. The government should check whether these trainings are sufficient or not. More over, the government should make occupational safety and health concept obligatory at each stage of work. For those who did not follow the related rules, legal sactions have to be imposed. Employers must not be exempted for these sactions. Accidents in sectors of electricity generation, transmission and distribution may result in serious injuries and death. Thus, the significance of occupational safety and health should be realized in such sectors. In this paper, the role of occupational safety and health in the sectors related to electricity generation, transmission and distribution is emphasized.

Keywords: Occupational health and safety; Occupational a ccidents; Electricity generation

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca bilgi ve deneyiminden faydalandığım, bilim insanı kişiliğinden etkilendiğim değerli hocam Prof. Dr. Akil Birkan SELÇUK'a, çalışmam boyunca desteklerini hiç eksik etmeyen babam Arif ERYILMAZ'a annem Nazmiye ERYILMAZ'a ve ablam Dr. Gökşen ERYILMAZ COŞKAN'a teşekkür ederim.

Teşekkür ederim.

Muhammed ERYILMAZ

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın İzmir Bakırçay Üniversitesi tarafından kullanılan Turnitin bilimsel intihal tespit programıyla tarandığını ve hiçbir şekilde "intihal içermediğini" beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

Muhammed ERYILMAZ

STATEMENT OF COMPLIANCE WITH ETHICAL PRINCIPLES AND RULES

I hereby truthfully declare that this thesis is an original work prepared by me; that I have behaved in accordance with the scientific ethical principles and rules throughout the stages of preparation, data collection, analysis and presentation of my work; that I have cited the sources of all the data and information that could be obtained within the scope of this study, and included these sources in the references section; and that this study has been scanned for plagiarism with "Turnitin" scientific plagiarism detection program used by İzmir Bakırçay University, and that "it does not have any plagiarism" whatsoever. I also declare that, if a case contrary to my declaration is detected in my work at any time, I hereby express my consent to all the ethical and legal consequences that are involved.

Muhammed ERYILMAZ

İÇİNDEKİLER

Sayfa

BAŞLIK SAYFASI i

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI ii

ÖZET iii

ABSTRACT iv

TEŞEKKÜR v

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ vi

İÇİNDEKİLER viii

TABLOLAR DİZİNİ ix

ŞEKİLLER DİZİNİ x

GÖRSELLER DİZİNİ xi

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ xii

1. GİRİŞ 1

2. İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ 3

2.1. İş Sağlığı Ve Güvenliği İle İlgili Tanımlar 3

2.2. İş Sağlığı Ve Güvenliğinin Tarihsel Gelişimi 4

2.3. İş Sağlığı Ve Güvenliğinin Amacı 6

2.4. İş Kazası Ve Sınıflandırılması 6

3.ELEKTRİK 8

3.1 Elektrik İle İlgili Temel Kavramlar 8

3.2 Elektrik Akımının İnsan Vücuduna Etkisi 10

3.3. Elektrik Kazalarına Sebep Olan Faktörler 11

3.4 Elektrik İşlerinde Güvenli Çalışma 12

3.5. İş Güvenliği Açısından Gerilim Kademeleri 13

3.6. Elektrik Çarpmalarına Karşı Alınacak Önlemler 13

3.7. Elektrik İşlerinde Kişisel Koruyucu Donanımlar 14

4. ELEKTRİK ÜRETİM SEKTÖRÜ 16

4.1. Elektrik Enerjisi Üretimi 16

4.2. Elektrik Enerjisi Üretim Yerleri 16

4.2.1. Elektrik santrallerinin resimleri 16

4.2.2. Elektrik üretiminin kaynaklara göre dağılımları 18
4.3. Türkiye'deki Enerji Santralleri 21
4.3.1. Güneş enerjisi santrali 21
4.3.2. Rüzgâr enerji santrali 21
4.3.3 Jeotermal enerji santrali 21
4.3.4. Biyogaz enerji santrali 21
4.3.5. Hidroelektrik enerji santrali 22
4.3.6. Doğalgaz enerji santrali 22
4.4. Güneş Enerjisi Santralinin İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi 22
5. ELEKTRİK İLETİM VE DAĞITIMI 28
5.1. Elektrik İletim Sektörü 28
5.2. Elektrik İletim Hatlarında Kullanılan Elemanlar 28
5.3. Elektrik İletim Sektöründe Alınması Gerekli Olan İş Sağlığı ve Güvenliği Önlemleri 31
5.4. Ülkemizde Elektrik Dağıtım Sektöründe Alınması Gerekli Olan İş Sağlığı ve Güvenliği Önlemleri 32
5.4.1. Türkiye'de dağıtım sektörü 33
5.5. Elektrik İletim ve Dağıtım Sektörlerinde Meydana Gelen İş kazaları 34
6. MEVZUAT VE YÖNERGELER 38
6.1. İş Sağlığı ve Güvenliği Mevzuatı 38
6.2. TEDAŞ İş Sağlığı ve Güvenliği Yönergesi 39
6.3. TEİAŞ İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği 40
7. KAZA ÖYKÜLERİ VE ALAN İNCELEMELERİ 41
8. SONUÇ VE ÖNERİLER 58
9. KAYNAKÇA 60

TABLOLAR/ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Tablo 3.1. Elektrik akımının insan vücudu üzerindeki etkileri 11
Tablo 3.2. İş güvenliği açısından gerilim kademeleri 13
Tablo 4.1. 2019 yılına ait elektrik üretiminin kaynaklara dağılımı..... 18
Tablo 4.2. 2019 ve 2020 yıllarına ait elektrik üretiminin kaynaklara dağılımı..... 19
Tablo 4.3. 2020-2021 yılları ocak-mart dönemi elektrik üretiminin kaynaklara dağılımı 20
Tablo 4.4. Güneş enerjisi santrali..... 21
Tablo 4.5. Rüzgâr enerjisi santrali 21
Tablo 4.6. Jeotermal enerjisi santrali 21
Tablo 4.7. Biyogaz enerjisi santrali..... 21
Tablo 4.8. Hidroelektrik enerjisi santrali 22
Tablo 4.9. Doğalgaz enerjisi santrali..... 22
Tablo 5.1. TEİŞ'da ki iş kazaları..... 34
Tablo 5.2. TEİAŞ çalışanlarının eğitim seviyelerine göre kaza sayıları 35
Tablo 5.3. TEİAŞ'ta iş kazası sonucunda vücutta meydana gelen hasarlar..... 35
Tablo 5.4. SGK verilerine göre iş kazası ve meslek hastalıkları verileri 36
Tablo 5.5. SGK verilerine göre elektrik ve elektronik işlerde çalışanların verileri 37
Tablo 6.1. Yaklaşma mesafeleri..... 39
Tablo 6.2. Azami yaklaşım mesafelerinin gerilim değerine göre belirlenmiş şekli……40

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 4.1. 2019 yılına ait elektrik üretiminin kaynaklara dağılımı 18
Şekil 4.2. 2019 ve 2020 yıllarına ait elektrik üretiminin kaynaklara dağılımı 19
Şekil 4.3. 2020 ve 2021 yılları ocak-mart dönemi elektrik üretiminin kaynaklara dağılımı 20
Şekil 5.1. TEİŞ'da ki iş kazaları 34
Şekil 5.2. SGK verilerine göre iş kazası ve meslek hastalıkları verileri 36

GÖRSEL DİZİNİ

Sayfa

Görsel 2.1. Fabrikalarda çalıştırılan çocuk işçiler.....5

Görsel 4.1. Termik Santral.....16

Görsel 4.2 Rüzgâr Enerjisi Santrali.....17

Görsel 4.3. Güneş Enerjisi Santrali.....17

Görsel 4.4. Türkiye Toplam Güneş Radyasyonu.....24

Görsel 4.5. İnverter İçi Klemens Arızası.....25

Görsel 4.6 Rüzgâr Sonucu Hasar Gören Paneller**.**.....26

Görsel 4.7. İSG Kurallarına Uyulmadan Yapılan Bir Ölçüm.....26

Görsel 4.8. Yanlış Gömülmüş xlpe Kablosu.....27

Görsel 4.9. Kişisel Koruyucu Donanımlar Olmadan Yapılan Çalışma Örneği.....27

Görsel 5.1 Koruma İletkeni.....28

Görsel 5.2. Ark Boynuzu.....29

Görsel 5.3. Ark Koruma Halkası.....29

Görsel 5.4. Kuşkonmazlar.....30

Görsel 5.5. Spacer.....30

Görsel 5.6. İkaz Topları.....31

Görsel 5.7. Elektrik Dağıtım Firmalarının Bölgelere Göre Ayrılmış Hali.....33

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

WHO	: World Health Organization
SGK	: Sosyal Güvenlik Kurumu
İSG	: İş Sağlığı ve Güvenliği
TEİAŞ	: Türkiye Elektrik İletim A.Ş.
TEDAŞ	: Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş.
KKD	: Kişisel Koruyucu ve Donanım
AC	: Alternatif Akım
DC	: Doğru Akım

1. GİRİŞ

Günümüzde elektrik üretim, iletim ve dağıtım sistemleri önemli bir yere sahiptir. Bu üç sektör de iş sağlığı ve güvenliği açısından önemli riskler barındırmaktadır. Çalışanların elektrik akımına maruz kalması durumunda ciddi yaralanmalar meydana gelir ve hatta ölümle sonuçlanabilir. Mevcut olarak bu sektörlerde kullanılan teknolojik sistemlerin elektrik enerjisine bağlı olarak çalışması, ölüm oranlarının gün geçtikçe artması, kazaların maddi olarak zararlar vermesinden dolayı elektrik üretim, iletim ve dağıtım sektörlerinde meydana gelen kazaların detaylı şekilde analiz edilmeleri gerekir.

SGK ve TEİAŞ'ın son on yıllık verileri incelendiği zaman iş kazaları, göz ardı edilemeyecek kadar çok yüksek oranda olduğu görülür. Elektrik üretim, iletim ve dağıtım sektörleri de bu yüksek orandaki kazalardan payını alır. Maden ve inşaat dışındaki sektörlerle karşılaştırıldığında en çok kazanın elektrik sektöründe olduğu görülür. Bunun yanında, maden ve inşaat sektörlerinin içerisinde de elektrik kazaları da meydana gelir. Bütün olumsuzluklara karşı iş kazalarını azaltmak mümkündür. İş kazalarını azaltmaktaki en önemli tedbir gerekli eğitimlerin işverenlere ve işçilere verilmesidir.

Tedbirlerin etkili bir şekilde alınabilmesi ve bu eğitimlerin verilebilmesi meydana gelen iş kazalarının tümünün ciddi bir şekilde kayıt altına alınması ve bunların şeffaf bir şekilde incelenmesi ile mümkün olacaktır. Böylece, hangi kazaların hangi kök nedenlerden kaynaklandığı tespit edilebilir.

Bu çalışmada iş kazaları, elektrik üretim, iletim ve dağıtım sektörleri, iş güvenliği, gerekli yönetmelikler hakkında incelemeler yapılmıştır. Bununla birlikte iş sağlığı, iş güvenliği ve iş kazaları üzerinde ayrıntılı şekilde durulmuş, gerekli görsellerle konu başlıkları pekiştirilmeye çalışılmıştır. Bundan dolayı elektrik üretim, iletim ve dağıtım sektörlerinde meydana gelen iş kazaları istatistiksel olarak incelenmiş olup, SGK ve TEİAŞ verilerinden faydalanılmıştır.

Ayrıca sektördeki uygulamalar da dikkate alınarak kazaların hangi nedenlerden meydana geldiği ve kazaların önlenebilmesi için hangi önlemlerin alınması gerektiği üzerinde detaylı bir şekilde durulmuştur.

Elektrik üretim sektörünün önemli bir parçası olan güneş enerjisi santrallerinde, işçi ve işverenden kaynaklı meydana gelmiş olan iş kazalarından bahsedilmiştir. Bu iş kazalarının önlenmesi için neler yapılması gerektiği, hangi önlemler alınmadığı için kazalar ve ramak kala olayların meydana geldiği incelenmiştir.

2. İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

İş sağlığı ve güvenliği (İSG), işçilerin çalışma koşullarından kaynaklı yakalandıkları meslek hastalıkları ile iş kazası geçirme olasılıklarını inceleyen ve bunların ortadan kaldırılması için çalışmalar yapan bilim dalı olarak tanımlanır. İş kazaları ve yaralanmalarının önüne geçilebilmesinin yanında mobbingden kaynaklı kazalar ile meslek hastalıklarına sebebiyet vermesinin engellenmesi için gerekli çalışmalar da yürütülmektedir [http-1].

Yapılan bir işte veya bir çalışma ortamında, çalışanların statüsüne bakılmaksızın bütün çalışanlara sunulması gerekli olan insan haklarının bütününe iş sağlığı ve güvenliği denir [http-2].

İş sağlığı ve güvenliği kurallarını uygulamak çalışanların yaptıkları işi daha özverili bir şekilde gerçekleştirmelerini ve kendilerini güvende hissetmelerini sağlar. Kimyasallar, kazalar, psikolojik hastalıklar, fiziksel riskler ve ergonomi gibi çalışma alanlarında ki sorunlar iş sağlığı güvenliği kapsamına girer [http-3].

İş kazalarının ortaya çıkardığı olumsuz sonuçlara bakıldığında, iş sağlığı ve güvenliği kurallarına çalışanların yanı sıra işverenlerinde uymasının gerekli olduğu açık bir şekilde görülür. İş sağlığı ve güvenliğinin belli bir disiplin ile çalışabilmesi için işverenin uzman kişilerden oluşan ekipleri kurması şarttır. Bu durum mevzuatta da açıkça yer alır [http-4].

Uzman ekipler tarafından düzenli olarak işveren ve çalışanların eğitimlere tabi tutulması iş sağlığı ve güvenliğinin tam olarak anlaşılması açısından önem arz eder. Dünya sağlık örgütü yani WHO iş sağlığı ve güvenliğini şu şekilde tanımlar ;"iş sağlığı ve güvenliği, iş yerinde sağlık ve güvenliğini her açıdan incelenmesiyle ilgilenir ve tehlikelerin önüne geçilmesi konusuna odaklanır." Sağlık, "yalnızca hastalık veya sakatlığın olmaması değil, tam bir fiziksel, zihinsel ve sosyal refah durumu" olarak tanımlanır [http-4].

2.1. İş Sağlığı Ve Güvenliği İle İlgili Tanımlar

İş sağlığı ve güvenliğini tam anlamıyla kavrayabilmek için iş sağlığı ve güvenliğini oluşturan temel kavramların bilinmesi gerekir. Bu tanımlar 2012 yılında 6331 numaralı kanunda da şu şekilde bahsedilir;

" **Çalışan:** Kendi özel kanunlarındaki statülerine bakılmaksızın kamu veya özel işyerlerinde istihdam edilen gerçek kişiyi ifade eder".

"**Çalışan temsilcisi:** İş sağlığı ve güvenliği ile ilgili çalışmalara katılma, çalışmaları izleme, tedbir alınmasını isteme, tekliflerde bulunma ve benzeri konularda çalışanları temsil etmeye yetkili çalışanı ifade eder".

"**İş güvenliği uzmanı:** İş sağlığı ve güvenliği alanında görev yapmak üzere Bakanlıkça yetkilendirilmiş, iş güvenliği uzmanlığı belgesine sahip mühendis, mimar veya teknik elemanı ifade eder".

" **İş kazası**: İş yerinde veya işin yürütümü nedeniyle meydana gelen, ölüme sebebiyet veren veya vücut bütünlüğünü ruhen ya da bedenen özre uğratan olayı ifade eder".

"İşveren: Çalışan istihdam eden gerçek veya tüzel kişi yahut tüzel kişiliği olmayan kurum ve kuruluşları ifade eder".

"İş yeri hekimi: İş sağlığı ve güvenliği alanında görev yapmak üzere Bakanlıkça yetkilendirilmiş, iş yeri hekimliği belgesine sahip hekimi ifade eder".

"**Meslek hastalığı:** Mesleki risklere maruziyet sonucu ortaya çıkan hastalığı ifade eder".

"Risk: Tehlikeden kaynaklanacak kayıp, yaralanma ya da başka zararlı sonuç meydana gelme ihtimalini ifade eder".

2.2. İş Sağlığı ve Güvenliğinin Tarihsel Gelişimi

İş sağlığı ve güvenliği temellerinin eski yunan dönemlerinde başladığı görülür. Bu dönemlerde meslek hastalıklarına olan ilgi ön plana çıkar. Hipokrat, Yunanlı Doktor Galen, Romalı Pliny gibi bilim insanları meslek hastalıkları üzerine bazı çalışmalarda bulunmuşlar ve meslek hastalıklarının önüne geçebilmek amacıyla tarihteki ilk İSG ekipmanlarını geliştirmişlerdir. Daha sonraki zamanlarda bu çalışmalara ara verilmiştir. 1500'lü yıllarda ise gelindiği zaman meslek hastalıkları üzerine yapılan araştırmalara tekrardan başlanmıştır [1].

1760 yılına gelmeden önce insanlar geçimlerini tarımsal gıda ile sağlamaktaydı. Makineleşmenin dünyaya hâkim olmaya başlamasından sonra ve bu sistemin her geçen gün kendini yenilemesinden dolayı İngiltere, Avrupa ülkeleri ve Amerika makineleşen bir toplum olmuştur [http-5].

Makinelerin gelişmesiyle birlikte şehirlere büyük fabrika kurulumları hız kazanmıştır. İş istihdamının fazla olduğu bölgelere göçler olmaya başlamıştır. İşverenlerin düşük ücrete çalıştırma istekleri, göç eden insanların tehlikeli fabrika koşullarında çalışma istekleri ve çocuk işçi çalıştırma sayısının artması sonucunda ölüm sayılarında artış meydana gelmiştir [http-5].

Kibrit imalathanelerinde çalıştırılan çocuk işçilerde zehirli kimyasallardan dolayı fosforlu çene hastalığı görülmeye başlanmıştır. Çömlek yapımında çalıştırılan çocuk işçilerin ise kil tozu ciğerlerine zarar vermekteydi. Bu durumların en önemli sebebi uygun yaş aralığında olmayan kişilerin ağır işlerde çalıştırılmasıdır. İSG kurallarının uygulanmaması ve gerekli İSG ekipmanlarının olmamasından dolayı akciğer kanseri gibi meslek hastalıklarının görüldüğü gözlemlenmiştir [http-5].

Robert Peel isimli işveren 1802 yılında çocuk işçileri bu kötü koşullardan kurtulmasını sağlamıştır. Çıraklık Sağlık ve Ahlak Yasası olarak bilinen bu yasa yürürlüğe girmiştir. XIX. yüzyıla gelindiği zaman İSG açısından önemli adımlar atılmıştır. İş sağlığı yasa ve kanunlarında çıkarılmaya başlanmıştır [http-5].



Görsel 2.1. Fabrikalarda çalıştırılan çocuk işçiler [http-5]

2.3. İş Sağlığı ve Güvenliğinin Amacı

İş sağlığı ve güvenliğinin en temel amacı çalışanın ve işyerinin kaza açısından güvenliğinin korunmasıdır [http-6]. Yani kısaca insan sağlığı ve hayattır.

İş kazası ve meslek hastalıklarının önlenmesi, iş kazası ve meslek hastalıklarından kaynaklı maddi ve manevi sorunların önüne geçilmesini sağlamak, iş yerlerinde gerekli risk analizlerini yaparak çalışanlara uygun çalışma ortamlarını sağlamak iş sağlığı ve güvenliğinin en temel amaçlarındandır [3].

2.4. İş Kazası ve Sınıflandırılması

İş kazasının tanımı 2012 yılında yayınlanmış olan resmi gazetede şu şekilde yapılmıştır:

"İşyerinde veya işin yürütümü nedeniyle meydana gelen, ölüme sebebiyet veren veya vücut bütünlüğünü ruhen ya da bedenen özre uğratan olayları iş kazası" olarak tanımlamaktadır.

İş kazalarını yaralanmanın ağırlığına göre, yaralanmanın çeşidine göre ve kazananın cinsine göre olmak üzere üç ana başlıkta sınıflandırabiliriz [http-7].

Yaralanmanın Ağırlığına Göre Kazalar: Kazadan sonra yaralanma olan durumlar, hafif şekilde olan hastaneye gitmeye gerek olmayan kazalar, ağır şekilde yaralanmaya sebebiyet veren ve hastahane de tedavi gerektiren kazalar, kalıcı hasar bırakan kazalar, iş kazası sonucunda can kaybına sebebiyet veren kazalar şeklinde kazaları yaralanmanın ağırlığına göre örneklendirebiliriz [http-7].

Yaralanmanın Çeşidine Göre Kazalar: Alın, burun, kulak, göz, baş, elmacık kemiği gibi baş kısmında bulunan yaralanmalar; meydana geldiği zaman kalıcı hasar verebilecek olan omurga yaralanmaları; solunum sistemine zarar verebilecek olan solunum organları yaralanmaları; ön kol, arka kol, omuz, bel, kalça, el içi, parmak, el bileği yaralanmaları; diz kapağı, baldır, ayak, ayak parmağı, ayak bağı yaralanmaları; iç organ yaralanmaları; ruhsal ve sinirsel tahribat yapan kazaları yaralanmanın çeşidine göre kazalar olarak örnekleyebiliriz [http-7]

Kazanın Cinsine Göre Kazalar: Malzeme düşmesi; göze yabancı cisim kaçması; makinelerden kaynaklanan kazalar; elektrik akımına maruz kalma sonucunda meydana gelen kazalar; ezilme ve patlama gibi ağır hasar bırakabilecek kazalar; zararlı kimyasal maddeler ile temas sonucu oluşan kazaları kazaların cinsine göre meydana gelen iş kazalarına örnek olarak verebiliriz [http-7].

3. ELEKTRİK

Günümüzde elektrik olmadan yaşam sürdürülebilmesi imkânsız olarak kabul edilebilir. Elektrik olmadan hayat durma noktasına gelmektedir [http-8].

Rum filozof ve bilim insanı olan Miletli Thales VI. Yüzyılda kehribarı bezle ovuşturarak kehribarın çekme özelliğine sahip olduğunu keşfetmiştir. Yani Thales statik elektriğin varlığını keşfetmiştir. Daha sonra 1492 yılına gelindiği zaman dünyanın farklı noktalarında pusulanın içerisinde bulunan iğne açısının farklılaştığı Christopher Columbus tarafından gözlemlenmiştir. 1600'lü yıllarda ise De Magnete isimli kitap fizikçi William Gilbert tarafından yazılmıştır. Dünyanın büyük bir mıknatıs olduğu bu kitapta işlenmiştir [http-8].

Elektrik kelimesi elektron kelimesinden türetilmiştir. Elektron ise Miletli Thales 'in çekme özelliğini keşfettiği kehribar anlamına gelir. 1700'lü yıllarda elektrik ve manyetizma arasındaki fark anlaşılmaya başlanmıştır. Stephen Gray adlı bilim adamı çevremizde bulunan maddeleri yalıtkan ve iletken olarak sınıflandırmasını yapmıştır [http-8].

Charles Francois de Cisternay Du Fay adlı Fransız bilim insanı pozitif ve negatif olmak üzere iki tip elektriğin varlığını 1733 yılında ispatlamıştır. Takip eden yıllarda Benjamin Franklin paratoneri icat etmiştir. 1785 yılında Charles Angustin de Coulomb elektrik yüklerinin teoride hesaplanabileceğini keşfetmiştir. Allesandro Volta adlı İtalyan bilim insanı ilk kez elektrik üretimini gerçekleştirmiştir. Elektrik akımından kaynaklı meydana gelen manyetik alan Hans Christian Oersted tarafından 1819 yılında keşfedilmiştir. Ertesi yıl Andre Marie Ampere elektrik ve manyetizma arasındaki bağı ispatlamıştır [http-8].

Elektriğe olan ihtiyaç elektrik üretiminin yapılacağı santrallerin artması iletim ve dağıtım şebekelerinin gelişmesine neden olmuştur. Son yıllarda, küresel ısınma yenilenebilir enerjiye olan ilgi enerji verimliliği ve çevre korumacılığı konularındaki hassasiyeti arttırmıştır [4].

3.1. Elektrik İle İlgili Temel Kavramlar

Elektrik üretim, iletim ve dağıtım sektörlerinde iş sağlığı ve güvenliğini kavrayabilmek için temel elektrik tanımlarının bilinmesi gereklidir. 2000 yılında resmi gazetede yayınlanan elektrik kuvvetli akımlar yönetmeliğine göre tanımlar aşağıda verilmiştir:

Alçak gerilim: "Etkin değeri 1000 volt ya da 1000 voltun altında olan fazlar arası gerilimdir".

Yüksek gerilim: "Etkin değeri 1000 voltun üstünde olan fazlar arası gerilimdir".

Tehlikeli gerilim: "Etkin değeri, alçak gerilimde 50 voltun üstünde olan, yüksek gerilimde hata süresine bağlı olarak değişen gerilimdir".

Ağ (Enterkonnekte) şebeke:" Santrallerin birbiri ile bağlantısını sağlayan gözlü şebekedir".

İletim şebekesi: "Yerel koşullar nedeniyle belli yerlerde üretilebilen ve ağ şebeke ile en üst düzeyde toplanan enerjiyi tüketicinin yakınına ileten kablo ve/veya hava hattı şebekeleridir".

Dağıtım şebekesi : "İletilerek tüketilecek bölgeye taşınmış olan enerjiyi, tüketiciye kadar götüren şebekedir".

Aşırı gerilim: "Genellikle kısa süreli olarak iletkenler arasında ya da iletkenlerle toprak arasında oluşan, işletme geriliminin izin verilen en büyük sürekli değerini aşan, fakat işletme frekansında olmayan bir gerilimdir".

Doğru akım(DC): "Zamana göre değeri değişip yönü değişmeyen akıma doğru akım denir".

Alternatif akım (AC) : "Yönü ve büyüklüğü zamana göre sinüs dalgası biçiminde değişen akıma alternatif akım denir".

Amper": Elektrik akımının ölçü birimidir".

Akım: "İletkenin bir noktasından bir saniyede geçen elektron miktarına akım denir".

Gerilim: "Elektronları hareket ettiren kuvvete gerilim denir".

İletken: "Elektrik yükünün serbest akışını sağlayan bir malzeme. Bakır kablolama en yaygın kullanılan elektrik iletkenidir ".

İzolatör: "Elektronik bir şarjın serbestçe aktığı ve elektrik akımının akışını gerçekleştirmediği bir malzeme".

Ohm: "Direnç için standart ölçü birimi".

Parafudr: "Elektrik iletim, dağıtım hatlarında ve elektrik tesislerinde çeşitli nedenlerden dolayı oluşan yüksek gerilimlerin elektrikli cihazlara zarar vermemesi için toprağa aktarılmasını sağlayan koruma ekipmanı".

Enerji kabloları: "Elektrik enerjisinin iletilmesi veya dağıtılması için kullanılan, gerektiğinde toprak altına da döşenebilen yalıtılmış iletkenlerdir".

3.2. Elektrik Akımının İnsan Vücuduna Etkisi

Elektrik akımına kapılan birisi için en önemli faktörler üzerinden geçen akım ve bu akıma maruziyet süresidir. 0,3 saniye 80 mA kalbin üzerinden geçtiğinde genellikle iş kazası ölümle sonuçlanır. Çok yüksek gerilimlerde akıma maruz kalan kişi hızlı bir şekilde bulunduğu durumdan uzaklaştırılması gerekir. Akıma maruz kalmak, kalp yetmezliği gibi iç hasarlara da neden olabilir. Akımın vücuda girdiği ve çıktığı noktalarda ise belirgin izler meydana gelir. Elektrik akımının doğrudan doğruya sinirler, adaleler ve kalbin çalışması üzerine etkisi, elektrik akımının sebep olduğu ısınmanın yaptığı zararlar ve insan için zararlı olmayan çok küçük akımlarda meydana gelen mekanik zararlar olmak üzere elektrik akımının insan vücudu üzerinde ki etkilerini üç gruba ayırabiliriz (Bkz. Tablo 3.1). Elektrik akımının doğrudan doğruya sinirler, adaleler ve kalbin çalışması üzerine etkisi en önemlileridir [6].

Elektrik akımına kapılan biri görüldüğü zaman mümkün olan en kısa sürede enerji kesilmelidir. Çarpılan kişiye uygun bir yalıtkan malzemeyle müdahalede bulunulup elektrik akımıyla irtibatı kesilmelidir. İlk yardım eğitimi almış kişiler tarafından gerekli ilk müdahale yapılmalıdır [16].

Çarpılmanın şiddetini etkileyen faktörleri şu şekilde sıralayabiliriz [6]:

- Devreye Uygulanan Gerilim,
- Akım şiddeti,
- İnsan Vücudunun direnci,
- Akımın izlediği yol,
- Etki süresi,
- Etki alanı,
- Akımın şekli,
- Frekans,
- Akımın vücuttaki artış hızının etkisi,
- Dokunma gerilimi.

Tablo 3.1. Elektrik akımının insan vücudu üzerindeki etkileri

AKIM	TEPKİ
1mA	Sadece gıdıklama hissi
5 mA	Hafif şok. Çalışma arkadaşına ihtiyaç duymadan çarpılmadan kendi kurtulabilir.
6-30 mA	Acı verici şok. Kas kontrolü kaybolur. Akıma kapılan biri kendi başına kurtulamaz
50-150 mA	Solunum durur. Ölüm ile sonuçlanabilir.
1-4.3 A	Ölüm olasılığı yüksektir
10A	Yanıklar meydana gelir. Ölüm muhtemeldir
15A	Devre kesicinin devreyi açtığı en düşük akım
Bu etkiler gerilimin 600 volttan küçük olduğu durumlardadır. Daha yüksek gerilimler ciddi yanık ve hasarlara sebep olabilir	

3.3. Elektrik Kazalarına Sebep Olan Faktörler

İş kazaları genellikle işverenden, çalışandan ve ekipmandan kaynaklı meydana gelir. Güvenli olmayan çalışma sistemleri, çalışanın iş hakkında gerekli ve yeterli bilgiye sahip olmaması, izolasyonun zarar görmesi ve bununla birlikte çalışanın gerekli iş sağlığı ve güvenliği ekipmanını kullanmaması, iş yerinin belirlemiş olduğu iş sağlığı ve güvenliği yönetmeliklerine aykırı kuralların olması, uzmanlar tarafından gerekli teftiş ve kontrollerin yapılmaması, enerji kesilmeden arızaya müdahalede bulunulması, dönemsel olarak yapılması gerekli olan kontrol ve bakımların zamanında yapılmaması, yetkisi olmayan kişilerin müdahalede bulunmaları elektrik kazalarına neden olurlar. Kazalara sebebiyet veren en önemli hususlardan biri eğitimsizliktir. Gerek iş sağlığı ve güvenliği eğitimi gerekse elektrik eğitiminin tam anlamıyla öğrenilmemesinden dolayı iş kazaları meydana gelir. Elektrik kazalarının önüne geçebilmek için önceliğimizin iyi bir eğitimin çalışanlara verilmesi olacaktır. Bu sayede ileride sorun çıkaracak ekipmanların önceden tespiti ileride oluşabilecek kazaların kısmen önüne geçilmesine yardımcı olur [http-11].

3.4. Elektrik İşlerinde Güvenli Çalışma

Elektrik işlerinde güvenli şekilde çalışma yapabilmek için öncelikle gerilim kesilmelidir. Çalışmaya başlamadan önce kullanılan devre kesici ekipman açık konuma getirilmelidir.

Tüm işlemler enerjisiz ekipmanla yürütülmelidir. Enerjisiz ekipmanda çalışıldığı test ekipmanları ile teyit edilmelidir. Multimetre ya da orta gerilim (OG) gerilim dedektörü ile gerekli kontroller mutlaka sağlanmalıdır. Jeneratör ile eşzaman çalışan sistemlere ve ring hatların olduğu tesislerde dikkat edilmelidir. Geri besleme ile jeneratör de sistemi enerjileyebilir. Yani söz konusu elektrik sisteminde hiçbir güç kaynağı bulunmamalıdır. Bu tam güvenliği sağlamanın tek yoludur. Enerjinin her yönden kesilmesi çok önemlidir. Çekmeceli kabinler, ayırıcılar, devre kesici anahtarlar, sigorta kesici anahtarlar geri çekilebilir. Sistemde çalışmak için sistemin fiziksel olarak birbirinden ayrılması gerekir. Kompanzasyon, kondansatörler ve sürücüler enerji kesintisi sonrası deşarj süresi dikkate alınmalıdır. Sürücülerde doğru akım (DC) bara boşaltıldıktan sonra bara ölçülmelidir. Enerjinin yeniden verilmesine karşı kesinlikle önlem alınması gerekir. Anahtarlama elemanının açık konumuna getirilmesinden sonra, yapılması gereken ilk adım anahtarlama elemanının tekrar kapatılmasını engelleyici önlemlerin alınmasıdır.

Enerjisi kesilmiş olan şalterin veya hücrenin fiziksel olarak kilitlenmesi, kilit anahtarının sorumlu kişide olması ve uyarıcı kart asılması enerji vermeyi önleyicidir. Çalışma yapan her ekip sistemi ayrı ayrı kilitlemelidir ve işi biten kilidini çıkartmalıdır. Her hücre, şalter, otomat tipi fiziksel olarak kilitlenebilmektedir. Elektrik kazalarının çoğu bu maddenin tam olarak uygulanmamasında veya atlanmasında meydana gelmektedir. Tekrar açılmaya karşı görsel uyaranlar yerleştirilerek önlem alınmalıdır. Kapasitif etkilerden dolayı çalışma yaptığımız alanda gerilim olabilmektedir. Kesinlikle bu ihtimal göz ardı edilmemelidir. Bu sebepten kontrol kalemleri kesinlikle bir ölçü yöntemi değildir. 1000 V'a kadar kontrol ölçü aletleri ile 1000 V'tan daha yüksek gerilimlerin kontrolü teleskopik (istanka tipi) kontrol dedektörleri ile yapılmalıdır. Endüksiyonun yoğun olduğu yerlerde endüksiyon gerilimi gösteren voltaj dedektörleri kullanılmalıdır. Çalışılacak bölgede gerilim olmadığının görülmesinden sonra çalışma sırasında söz konusu olabilecek kapasitif gerilimlere karşı ilgili bölüm topraklanmalıdır. Topraklama işlemi izole eldiven kullanılarak yapılmalıdır.

LOTO uygulaması elektrikle çalışan bir makine ya da ekipman üzerinde bir çalışma gerçekleştirmeye başlamadan önce, tehlikeli enerjiyi kontrol altına almakta ve sıfır enerji durumuna getirmekte kullanılan birincil ve tercih edilen bir yöntemdir. LOTO uygulamasının bazı prensipleri vardır. Bu prensipleri şu şekilde sıralayabiliriz:

• Tesiste çalışma yapmadan önce enerjinin kesilmiş olmasını yazılı ve sözlü talep edilmelidir.

• Enerji yokluğunu her şart altında kontrol edilmelidir.

• Devre kesicinin üzerine uygun kilit aparatı takılmalıdır. Kilitleme yapılamıyor ise pano kapağı kilitlenmelidir.

• Uyarı etiketi asılmalıdır.

• Kilit anahtarını sadece enerjiyi kesen kişi ve bilgilendirmesi yapılan yetkiliye verilmelidir.

• Aynı hat üzerinde birden çok çalışma noktası varsa, her ekip için ayrı bir kilit kullanılmalıdır ve her ekibin ayrı anahtarlara sahip olması sağlanmalıdır.

Yukarıda bahsedilen önlemler alındıktan sonra güvenli bir şekilde çalışmalar yürütülebilir.

3.5. İş Güvenliği Açısından Gerilim Kademeleri

Mevzuata göre gerilim kademeleri 5 sınıfa ayrılmaktadır. Küçük gerilim, alçak gerilim, orta gerilim, yüksek gerilim ve çok yüksek gerilimdir. Gerilim aralıkları tablo 3.2 de verilmiştir.

Tablo 3.2. İş güvenliği açısından gerilim kademeleri

GERİLİMİN İSMİ	GERİLİM KADEMESİ
Küçük Gerilim	0 - 50 Volt
Alçak Gerilim	50 - 1.000 Volt
Orta Gerilim	1.000 - 35.000 Volt
Yüksek Gerilim	35.000 - 170.000 Volt
Çok Yüksek Gerilim	154.000 Volt 'tan yukarısı

3.6. Elektrik Çarpmalarına Karşı Alınacak Önlemler

Elektrik akımına maruz kalmamak amacıyla kaza gerçekleşmeden önce alınması gerekli olan bazı önlemler vardır. Bu önlemleri şu şekilde yazabiliriz; koruma, izolasyon, sıfırlama, topraklama ve izolasyon trafosu kullanmak elektrik çarpmasından korunmak için alınması gerekli olan önlemlerdir [7].

Koruyucu yalıtma, üzerinde durulan yerin yalıtılması, küçük gerilim kullanılması, sıfırlama, kaçak akım rölesi kullanılması zorunlu hale getirilmiştir. Elektrik panolarına müdahale edilirken geçişi güçleştirecek malzeme konulmamalıdır. Elektrik ile çalışan aletlerde çalıştırma düğmeleri yeşil, durdurma düğmeleri kırmızı renkte olmalıdır. Kollu ve çevirmeli şalterlerde 1 ve 0 konumu etiketlenmelidir.

Açma kapama anahtarları arızalı olan elektrikli cihazlar mutlaka tamir edilmelidir. Elektrik kabloları düzenli döşenmiş olmalı, etiketlemelerinin doğru ve projeye uygun şekilde yapılması gerekir. Açıktan kablo götürülmemelidir. Tesis temizlikleri düzenli olarak yapılmalıdır [http-13].

Elektrikle yapılan çalışmalarda İnsan faktörleri ve ergonomik önlemler şunlardır:

- **Unutkanlık:** Unutkanlık faktöründen dolayı uyarı levhalarının konulduğu yerlerin seçimine ve birden fazla güvenlik sisteminin kurulması alınacak en basit önlemlerdendir [http-13].
- **Çalışma Ortamında Rahatsız Edici Titreşimler, Gürültü ve Bedensel Zorlanmalar**: İşe odaklanma açısından sorun oluşturmaktadır. Meslek hastalıklarına yol açabilmektedir. Gerekli koruyucu ekipmanın kullanılması zorunludur [http-13].
- **Ergonomi:** Elektrikle çalışma esnasında kullanılması gerekli olan malzeme ve ekipmanların ergonomik olması gereklidir. Aksi durumda iş kazaları oluşabilir [http-13].

3.7. Elektrik İşlerinde Kişisel Koruyucu Donanımlar

Kişisel koruyucu ve donanım (KKD) yönetmeliğinde şu şekilde tanımlanmaktadır:

"Bir veya birden fazla sağlık ve güvenlik risklerine karşı korunmak için kişilerce giyilmek, takılmak veya taşınmak amacıyla tasarlanmış herhangi bir cihaz, alet veya malzeme olarak tanımlanan donanımlara kişisel koruyucu donanımlar denir."

Kişisel koruyucu donanım, iş kazası ya da meslek hastalıklarının önlenebilmesi, en aza indirilebilmesi veya sağlık ve güvenlik koşullarının en iyi şartlarda sağlanabilmesi amacıyla kullanılır. Çalışma şartlarına göre kullanılacak olan kişisel koruyucu donanımları şu şekilde sınıflandırabiliriz:

- Baş koruyucuları,
- Kulak koruyucuları,
- Göz ve yüz koruyucuları,
- Solunum sistemi koruyucuları,
- Gövde ve karın bölgesi koruyucuları,
- El ve kol koruyucuları,
- Cilt koruyucuları,
- Vücut koruyucuları**.**

Elektrik ile çalışılacağı zaman kesinlikle elektrikçi eldivenlerinin kullanılması gereklidir. Alternatif akımda 400 V' tan 36.000 V'a kadar, doğru akımda ise 750 V'a kadar koruma sağlar.

Elektrikçi eldivenleri kullanılmadan önce yırtık ve delik bulunma ihtimaline karşı yüksek basınçlı olmayacak şekilde hava verilerek test edilmelidir. Elektrikçi eldiveni petrol, yağ, asit gibi eldivende aşınma yapabilecek maddelerle temas ettirilmemelidir. Islak ve nemli eldivenler kesinlikle kullanılmamalıdır.

Ark flaş, canlı iletkenler arası genellikle kazara temas sonucu meydana gelen ve havada ilerleyen elektrik akımı sonucu ortaya çıkan ani ve beklenmedik ısı ve ışık enerjisi salınımıdır. Elektrik arkı ciddi yanıklara neden olabilecek yüksek ısı ve radyasyon ile yoğun ışık yaymaktadır.

Elektrik panoları kapak ve muhafazaları pano içerisinde oluşacak elektrik arızalarının ısı, ışık ve basınç şeklindeki etkilerini dış ortama iletmeyecek yapıdadırlar. Bu nedenle pano içerisinde oluşacak arızaların olumsuz etkilerinden personelin korunması için normal işletme durumlarında elektrik panosu enerjiliyken panoya ait kapak ve muhafazalarının uygun şekilde kapatılmış ve kilitlenmiş olması gerekmektedir. Enerji kesilirken veya personel manevra (ayırıcı ve kesicilere yapılan işlem) yaparken, röleden değer okurken veya alçak gerilim kapaklarını açıp herhangi bir çalışma gerçekleştirirken "el, yüz, boyun ve göğüs elektrik ark kişisel koruyucu donanım ekipman kiti" kullanılması gereklidir. Enerjisi kesilen panoda kesici dışarıya alınırken, ölçüm yapılırken ve topraklama esnasında "elektrik ark koruyucu kişisel donanım ekipman kiti" kullanılması gerekir. Panonun enerjisi kesilmiş ve ana barada enerji varken yüksek gerilim kısmında yapılacak çalışmalarda elektrik ark koruyucu kişisel donanım ekipman kiti kullanılmalıdır.

4. ELEKTRİK ÜRETİM SEKTÖRÜ

4.1. Elektrik Enerjisi Üretimi

Elektrik üretimi üzerine ilk çalışmalar Michael Faraday isimli bilim insanı tarafından 1831 yılında yapılmıştır. Michael Faraday'ın geliştirmiş olduğu jeneratör günümüzde hala kullanılmaktadır [http-14].

Jeneratörlerin aktif olarak çalışabilmesi için elektrik santrallerine ihtiyaç duyulur. Elektrik santrallerinin çoğu ısı üretmektedir. Bu ısı sayesinde jeneratörler dönmeye başlar. Santrallerde açığa çıkan ısı suyun sıvı halinden buhar haline geçirilmesi amacıyla kullanılmaktadır.

Jeneratörlerin yapısında türbinler bulunur. Buhar türbinlere iletilince buhar sayesinde türbin şaftı dönmeye başlar ve elektrik üretimi bu sayede gerçekleşir [http-14].

"Hidrolik santrallerde, barajlarda biriktirilen su, bir su türbinini üzerinden geçirilir ve türbine bağlı elektrik jeneratörü döndürülerek elektrik üretilir. Su, güneş, rüzgâr ve jeotermal kaynaklara, yenilenebilir enerji kaynakları denir. Bu kaynakların sonsuz olduğu kabul edilir" [http-14].

4.2. Elektrik Enerjisi Üretim Yerleri

Termik santraller, nükleer enerji santralleri, hidroelektrik santraller, jeotermal enerji santralleri, rüzgâr enerjisi santralleri, güneş enerjisi santralleri, dalga enerjisi santralleri ve hidrojen enerjisi ile elektrik üretimi yapılmaktadır.

4.2.1.Elektrik Santrallerinin Resimleri

Ülkemizde bulunan termik santral, rüzgâr enerjisi santrali ve güneş enerjisi santrallerine ait görseller aşağıda verilmiştir.



Görsel 4.1. Termik Enerji Santrali [http-22]



Görsel 4.2. Rüzgâr enerjisi santrali



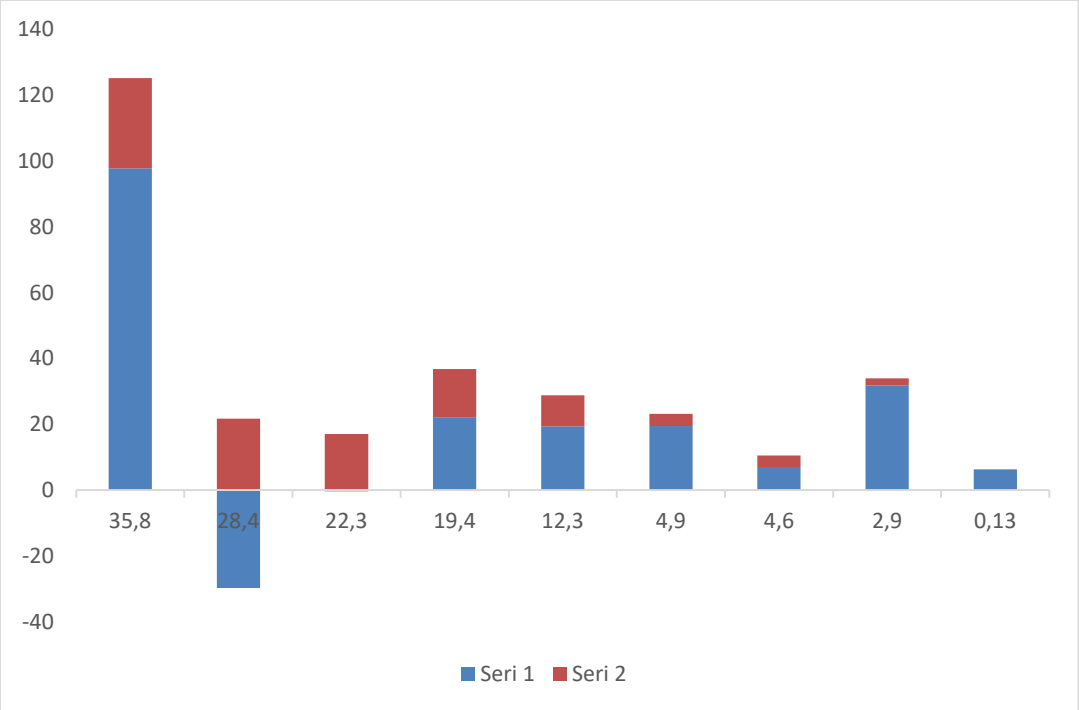
Görsel 4.3. Güneş enerjisi santrali

4.2.2.Elektrik Üretiminin Kaynaklara Göre Dağılımları

Tablo 4.1 ve Şekil 4.1'de ülkemizdeki yenilenebilir ve dışarıdan ithal edilen fosil yakıtlarının üretim miktarları verilmiştir.

Tablo 4.1: 2019 yıl ait elektrik üretiminin kaynaklara dağılımı [http-15**]**

Kaynak	**Kaynak2**	**Kaynak3**	**Üretim (MWh)**	**Oran (%)**
Yerli	Yenilenebilir	Hidroelektrik	88.884.607	29,22
İthal	Fosil	İthal Kömür	60.381.270	19,86
İthal	Fosil	Doğalgaz	56.522.710	18,59
Yerli	Fosil	Taş Kömürü, Linyit ve Asfaltit	52.736.550	17,34
Yerli	Yenilenebilir	Rüzgâr	21.749.838	7,15
Yerli	Yenilenebilir	Güneş	9.620.335	3,16
Yerli	Yenilenebilir	Jeotermal	8.929.730	2,94
Yerli	Yenilenebilir	Biyogaz	4.521.807	1,49
İthal	Fosil	Fueloil ve Motorin	733.920	0,24

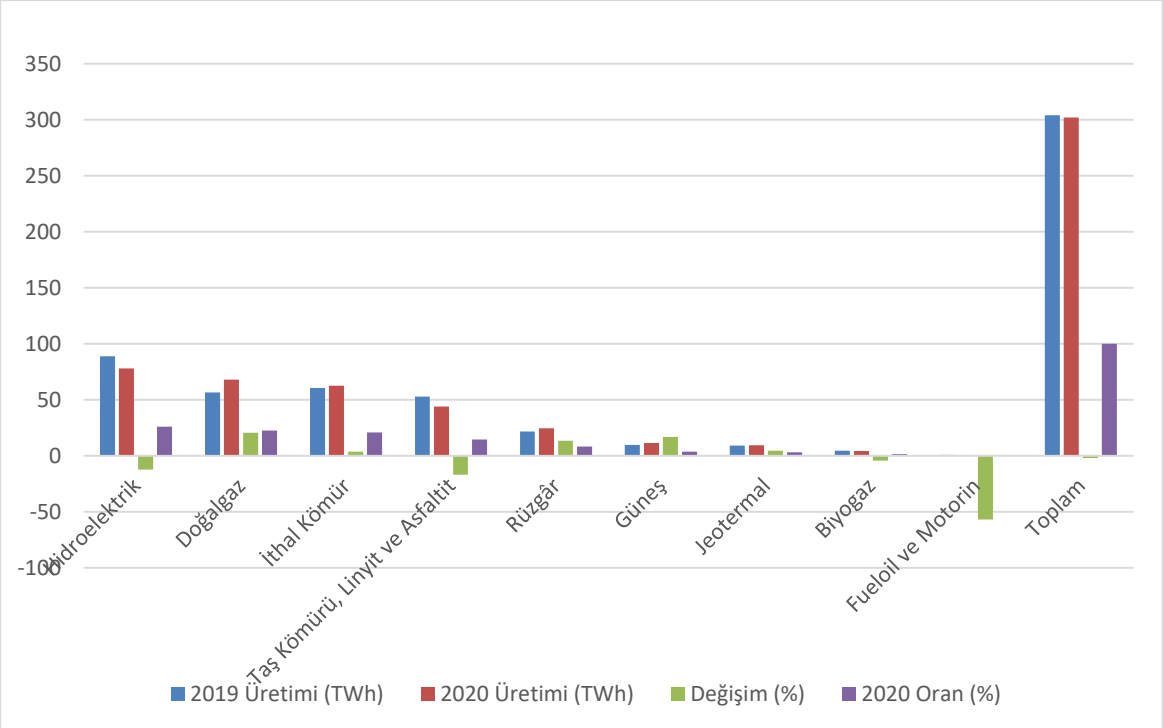


Şekil 4.1. 2019 yıl ait elektrik üretiminin kaynaklara dağılımı [http-15]

Tablo 4.2. de 2019 ve 2020 yılları temel alınarak yenilenebilir ve fosil yakıtlar kıyaslanmıştır

Tablo 4.2. 2019 ve 2020 yıllarına ait elektrik üretiminin kaynaklara dağılımı [http-15].

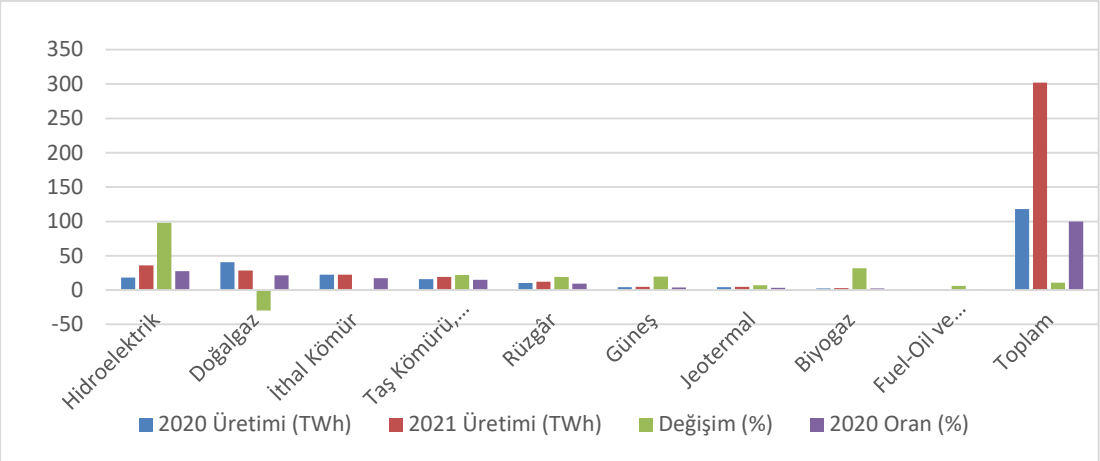
Kaynak	**2019 Üretimi (TWh)**	**2020 Üretimi (TWh)**	**Değişim (%)**	**2020 Oran (%)**
Hidroelektrik	88,9	77,9	-12,4	25,8
Doğalgaz	56,5	68	20,4	22,5
İthal Kömür	60,4	62,5	3,5	20,7
Taş Kömürü, Linyit ve Asfaltit	52,7	43,8	-16,9	14,5
Rüzgâr	21,7	24,6	13,4	8,1
Güneş	9,6	11,2	16,7	3,7
Jeotermal	8,9	9,3	4,5	3,1
Biyogaz	4,5	4,3	-4,4	1,4
Fueloil ve Motorin	0,7	0,3	-57,1	0,1
Toplam	303,9	301,9	-2	100



Şekil 4.2. 2019 ve 2020 yıllarına ait elektrik üretiminin kaynaklara dağılımı [http-15]

Tablo 4.3. 2019 ve 2020 yıllarına ait elektrik üretiminin kaynaklara dağılımı[http-15]

Kaynak	**2020 Üretimi (TWh)**	**2021 Üretimi (TWh)**	**Değişim (%)**	**2020 Oran (%)**
Hidroelektrik	18,1	35,8	97,8	27,4
Doğalgaz	40,4	28,4	-29,7	21,7
İthal Kömür	22,4	22,3	-0,4	17,1
Taş Kömürü, Linyit ve Asfaltit	15,9	19,4	22	14,8
Rüzgâr	10,3	12,3	19,4	9,4
Güneş	4,1	4,9	19,5	3,7
Jeotermal	4,3	4,6	7	3,5
Biyogaz	2,2	2,9	31,8	2,2
Fueloil ve Motorin	0,12	0,13	6,3	0,1
Toplam	117,9	301,9	11	100



Şekil 4.3. 2019 ve 2020 yıllarına ait elektrik üretiminin kaynaklara dağılımı [http-15]

4.3.Türkiye'deki Enerji Santralleri

Ülkemizdeki bazı enerji santrallerine örnekler aşağıda tablo şeklinde verilmiştir.

4.3.1.Güneş Enerjisi Santrali

Tablo 4.4. Güneş enerjisi santrali

Karapınar Yeka-1 Ges	285 Mw
Teksin Enerji Ges	33 Mw
Cıngıllı Ges	26 Mw
Büget Ges	10 Mw

4.3.2. Rüzgâr Enerjisi Santrali

Tablo 4.5. Rüzgâr enerjisi santrali

Soma Rüzgâr Santrali	288 Mw
Karaburun Rüzgâr Santrali	223 Mw
Dinar Rüzgâr Santrali	200 Mw
Evrencik Rüzgâr Santrali	111 Mw

4.3.3. Jeotermal Enerji Santrali

Tablo 4.6. Jeotermal enerjisi santrali

Kızıldere 3 Jeotermal Enerji Santrali	165 Mw
Efeler Jeotermal Enerji Santrali	115 Mw
Pamukören Jeotermal Enerji Santrali	68 Mw
Alaşehir Jeotermal Enerji Santrali	45 Mw

4.3.4. Biyogaz Enerji Santrali

Tablo 4.7. Biyogaz enerjisi santrali

Sofulu Çöplüğü Biyogaz Santrali	16 Mw
Kömürcüoda Çöplüğü Biyogaz Santrali	14 Mw
Afyon Hayvansal Atık Biyogaz Santrali	8.40 Mw

4.3.5. Hidroelektrik Enerji Santrali

Tablo 4.8. Hidroelektrik enerjisi santrali

Yusufeli Barajı ve Hidroelektrik Santrali	558 Mw
Pervari Barajı ve Hidroelektrik Santrali	409 Mw
Cizre Barajı ve Hidroelektrik Santrali	331 Mw
Keskin Barajı ve Hidroelektrik Santrali	318 Mw

4.3.6. Doğalgaz Enerji Santrali

Tablo 4.9. Doğalgaz enerjisi santrali

ENKA Gebze Doğalgaz Santrali	1540 Mw
ENKA İzmir Doğalgaz Santrali	1520 Mw
Bursa Doğalgaz Santrali	1432 Mw
Erzin Doğalgaz Santrali	904 Mw

4.4. Güneş Enerjisi Santralinin İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi

Dünya üzerindeki yaşam enerjisi güneş sayesinde sağlanmaktadır. Günlük hayatımızda enerji için kullandığımız fosil kaynakları da bulunmaktadır ancak günümüzde bunların bitme noktasına yaklaşıldığına inanılmaktadır. Güneş enerjisi, fosil yakıtların atıkları gibi doğaya zarar vermemektedir. Bununla birlikte güneşten enerji sağlayan sistemler, bizlere maliyeti düşük temiz enerji sağlar.

2005 yılında dünya genelindeki elektrik tüketimi 17 trilyon kWh olmuştur. 2015 yılında elektrik tüketimi 24 trilyon kWh civarlarında gerçekleşmiştir. 2030 yılında ise dünya çapında 33 trilyon kWh elektrik tüketimi olacağı öngörülmektedir [8].

Güneş enerjisinin fosil yakıtlara göre birçok avantajı vardır. Bu avantajlardan bazıları güneş enerjisinin tükenmemesi, atıklarla çevreyi kirletmemesi, insana ve doğaya zarar vermemesi olarak belirtilebilir [8].

Güneş ışığının elektriğe dönüşümünü sağlayabilmek amacıyla fotovoltaik (PV) modülleri kullanılır. Bu yapılar güneşten gelen ışığı emer ve enerji üretimine başlarlar. Günlük hayatta, doğru akım olarak üretilen elektrik enerjisini kullanabilmek için bu ekipmanlarla bağlantılı olarak çalışan ve adına inverter (dönüştürücü) denilen, doğru akımı alternatif akıma çeviren cihazlar kullanılır. Doğru akım alternatif akıma dönüştürüldükten sonra elektriğin iletimi ve dağıtımı sağlanır [http-16].

İnverter, panel, trafo vb. malzemelerin birlikte kullanılarak enerji üretimi yaptığı sisteme Güneş Enerjisi Santrali ismi verilmektedir. Türkiye bu sektöre yatırımlarını son yıllarda arttırmıştır. En ideal PV elektrik enerjisi kullanımı, şebekeye bağlı yani teknik terimle ifade edilecek olursa on grid sistemlerdir [http-16].

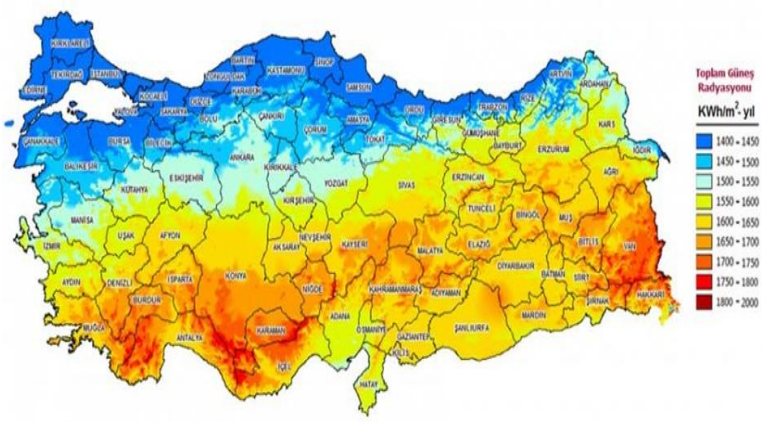
Güneş Enerji Santralinde kullanılan başlıca elemanlar şunlardır [9] :

- İnverter,
- Elektrik dağıtım panoları,
- Alternatif akım kablosu,
- Doğru akım kablosu,
- Çift yönlü sayaç,
- Panel ve montaj aksamıdır

Güneş enerjisi santrallerinin çalışma prensibini güneş ışınlarının fotovoltaik panelleri aydınlatması neticesinde doğru akım (DC) elektrik enerjisi üretilir. Üretilen bu elektrik enerjisi daha sonra inverter yardımıyla alternatif akım (AC) dönüştürülerek üretim sayacı üzerinden şehir şebeke sistemine bağlanır. Panellerin üretim yapabilmesi için güneş ışığına ihtiyaç vardır. Geceleri gerekli olan elektrik ihtiyacı şebeke sayesinde karşılanır. Sayaçlar sayesinde üretilen ve tüketilen elektrik günlük olarak ölçülür [10].

Güneş enerjisi santrallerinin kurulumu ve bakımı esnasında meydana gelen bazı riskler mevcuttur. Güneş Enerji Santralleri kurulmadan önce risklerin belirlenmesi İSG açısından hayati derecede önem arz etmektedir. Güvenli bir şekilde tesisin çalışmasını sağlamak, santral kurulumunun yönetmeliğe uygun olarak zamanında bitirilmesini sağlamak, çalışanların iş sağlığı ve güvenliğine uygun çalışmasını sağlayacak ortamların oluşturulması en önemli amaçlardandır.

Güneş enerjisi sistemlerinde elektrik enerjisi elde edilmesinde güneş paneli ile inverterlerın bir birlerine uyumlu olması gerekmektedir. Eğer panel ve inverter uyumlu olmazsa yasal sınırlamalara göre santralin çalışması sırasında yüksek gerilimden kaynaklı uyumsuzluk durumu ortaya çıkmaktadır. Güneş enerjisi santralinin planlama aşamasındayken santralin kurulacağı arazinin arıza durumunda kolay bir şekilde müdahale edilebilmesi için düz ve engebesiz olması iş kazalarının önüne geçebilir. [10].



Görsel 4.4. Türkiye toplam güneş radyasyonu

Güneş enerjisi santrallerinde de diğer santrallerde olduğu gibi iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulması şarttır. Belirli aralıklarla haftalık, aylık, 6 aylık ve yıllık periyodik kontrollerin ve bakım çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Bakım çalışmasında voltmetre komütatör kontrolleri, yüksek gerilim kablo başlık kontrolleri, yüksek gerilim röle kontrolleri, redresör kontrolleri, manevra kontrolleri, yüksek gerilim hücresi SF6 gazı seviye kontrolleri, mühür kontrolleri, kesici açma kapama lamba kontrolleri, sekonder sigorta kontrolleri, trafo buşing kontrolleri, işletme ve koruma topraklama ölçümleri, trafo yağ seviyesi kontrolleri, şebeke izleme rölesi fonksiyon kontrolleri, acil stop butonu fonksiyon kontrolleri, kaçak akım rölesi fonksiyon kontrolleri, parafudr kontrolleri, saha içerisindeki panel kutularında skp, kaçak akım röleleri ve tmş fonksiyon kontrolleri, inverter kontrolleri ve güvenlik zaafiyeti vermemek amacıyla kamera ile telçit kontrollerinin yapılması gerekmektedir. Yapılacak olan rutin kontrollerde ise çalışanların İSG kıyafetleri ile çalışanların kullandığı İSG ekipmanlarının yönetmeliğe uygun olup olmadığının belirlenmesi gerekmektedir. Toplama merkezlerinde ve dağıtım merkezlerinde yangın tüpü, tek hat şeması, ilk yardım müdahale talimatı, manevra ıstakası, yüksek gerilim eldiveni, izole halı, tehlike levhaları, işletme talimatının ve izole sehpanın bulunması gerekmektedir. Güvenlik zafiyeti oluşmaması amacıyla santrallerin 24 saat kamera ile izlenip, izlenen verilerin kayıt altına alınması gerekmektedir. Elektrikli tel çitler ise santrale yabancı hayvan ve insananların girmesini engellenmektedir. Tel çit üzerine de gerekli uyarı levhalarının asılması gerekmektedir. SCADA sayesinde gerekli arıza ve üretim kayıpları otomatik bir şekilde takibatı yapılabilmektedir. Bu izleme ve kontrol sayesinde arızalara en hızlı şekilde müdahale edilmesi ve çözüme kavuşturulması sağlanmaktadır.

Güneş enerjisi santrallerinin diğer santrallerden farklı olarak en büyük sorunlarından biri enerji üretirken gölgelenme olayıdır. Santraller genellikle boş arazi ve dağlık bölgelere kuruldukları için belli zamanlarda ot sorunu meydana gelmektedir. Bu nedenden dolayı oluşan gölgelenme nedeniyle ortaya çıkan üretim kayıplarını en aza indirebilmek için belirli aralıklarla ot ilaçlama ve temizliğinin yapılması gerekir.

Üretim kaybına sebebiyet veren bir diğer faktörde panellerin üzerindeki toz, kuş pislikleri vb. yabancı maddelerdir. Üretim kaybı ve panellere zarar gelmesini önlemek amacıyla gerekli temizliğin yapılması uygun olacaktır.

Elektrik üretim santrallerinde iş sağlığı ve güvenliği önlemlerine uymamak, dikkatsizlik, uygun iş sağlığı ve güvenliği kıyafet ve ekipmanlarının kullanılmaması, yapılacak işe tam anlamıyla hâkim olunamaması ve işi biliyorum diyerek gerekli önlemleri almadan duyarsız bir şekilde müdahalede bulunmak iş kazalarına neden olur.

Faz sıralamaları yanlış bağlandığı ve hasarlı kablo değişimi yapılmadan klemens bağlantısı yapıldığından dolayı aşağıdaki durum meydana gelmiştir.



Görsel 4.5. İnverter içi klemens arızası

Gerekli montaj işlemleri prosedüre uygun yapılmadığından dolayı aşırı rüzgar sebebiyle aşıklar ve string kabloları kopmuştur.



Görsel 4.6. Rüzgâr sonucu hasar gören paneller

Gerekli iş sağlığı ve güvenliği eldiveni kullanmadan ölçüm yapılmıştır.



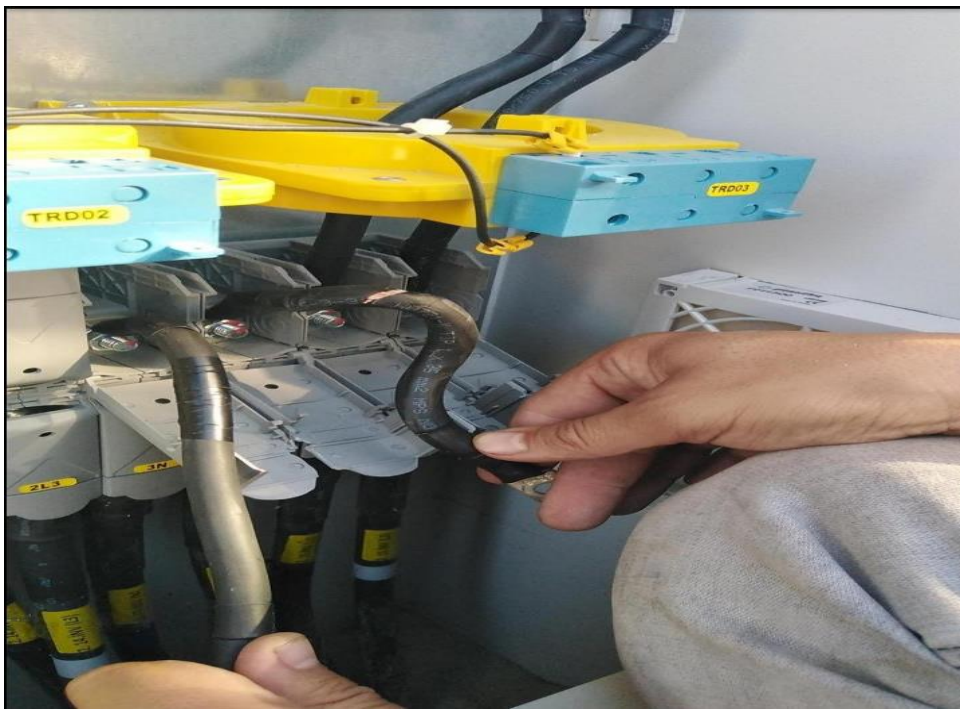
Görsel 4.7. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulmadan yapılan bir ölçüm

XLPE kabloları 10 cm derinliğe gömülmüştür. Klips ile bir birlerine sabitlenmiştir. İlerleyen zamanlarda kabloların ısınmasından dolayı patlama ve deformasyonlar meydana gelecektir.



Görsel 4.8. Yanlış gömülmüş xlpe kablosu

Gerekli iş sağlığı ve güvenliği eldiveni ve kıyafeti kullanılmadan arızaya müdahalede bulunulmuştur.



Görsel 4.9. Kişisel koruyucu donanımlar olmadan yapılan çalışma örneği

5.ELEKTRİK İLETİM VE DAĞITIMI

5.1 Elektrik İletim Sektörü

Elektrik üretim santralleri genellikle yaşam alanlarından uzak bölgelere yapılmaktadır. Bu bakımdan üretimi sağlanan elektriğin, santrallerden uzak noktalarda bulunan tüketim noktalarına taşınması söz konusu olacaktır. İletim hatlarının önemi bu noktada anlaşılmaktadır. Elektrik santralinde kontrollü bir şekilde üretilmiş olan elektrik, üretim noktasından dağıtım hatlarına iletilmesini sağlayan hatlardır. Elektrik iletim hatlarının iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyularak inşa edilmesi en önemli kuralların başında gelmektedir. Elektrik iletim hatlarının inşa edilmesinde bazı hususlara dikkat edilmesi gerekmektedir. Dikkat edilmesi gerekli olan hususlar şunlardır; maliyet, iletim hattının güzergâhı, arazinin uygun olması vb. Elektrik iletim hatları ikiye ayrılır; yüksek ve alçak gerilim. Yüksek gerilim hatları çoğunlukla elektrik üretim santralleri ile yerleşim yerleri arasına inşası gerçekleştirilir. Alçak gerilim hatları da şehir içi elektrik dağıtımında aktif olarak kullanılmaktadır. Türkiye'deki enerji nakil hatları sistemleri Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (TEİAŞ) tarafından tesis edilip çalıştırılmaktadır [http-17].

5.2 Elektrik İletim Hatlarında Kullanılan Elemanlar

Koruma İletkeni: Enerji iletim tesisinin topraklaması koruma iletkeni sayesinde yapılmaktadır. Orta ve yüksek gerilim hatlarının üst kısmında bulunan iletkenlerdir. Koruma iletkeni enerjisizdir [http-18].



Görsel 5.1. Koruma iletkeni [http-18]

Ark Boynuzları: Enerji iletim hatlarında izolatörü korumaya yarayan elektrik elemanına ark boynuzu denmektedir [http-18].



Görsel 5.2. Ark boynuzu [http-18]

Ark Koruma Halkası: Ark koruma halkası ark boynuzuna bütünleşmiş şekilde kullanılır. İzolatör üzerinde meydana gelen arkın, ark boynuzu ile halka arasında akışını sağlayarak toprağa geçmesini sağlar [http-18].



Görsel 5.3. Ark koruma halkası [http-18]

Kuşkonmazlar: Kuşların enerji iletim hatlarına yuva yapması arızaya sebebiyet vermektedir.Bu sebepten dolayı kuşkonmazlara ihtiyaç duyulmaktadır [http-18].



Görsel 5.4. Kuşkonmazlar[http-18]

Spacer: İletkenlerin bir birine değmesi istenmeyen bir durumdur. Çünkü hava koşullarından kaynaklı bir birlerine sürtünmeleri sonucunda iletkenlerde deforme olma ve akabinde arızalara sebebiyet verme durumu oluşabilmektedir. Bu yüzden spacer denilen malzemeler kullanılmaktadır [http-18].



Görsel 5.5. Spacer [http-18]

İkaz topları: Pilotların dikkatini çekmesi amacıyla kullanılan malzemelerdir. Kırmızı ve beyaz olmak üzere iki renkten oluşmaktadır. Kırmızı rengin seçilmesinin sebebi sis gibi kötü hava koşullarında kırmızı rengin kolaylıkla görülmesinden kaynaklıdır. Topun üst kısımları kırmızı renklidir [http-18].



Görsel 5.6. İkaz topları **[**http-18**]**

Direk: Elektrik üretiminden sonra elektriğin tüketiciye ulaştırılması gerekmektedir. Bu işlem iletkenler sayesinde yapılabilmektedir. İletkenlerin belli mesafede tutulmasını sağlayan malzemelere direk denmektedir. Kullanım amacına göre, yapıldığı malzemeye göre ve gerilim seviyesine göre direk tipleri bulunmaktadır [http-18].

- ***Yapıldığı malzemeye göre:*** Ağaç direkler, beton direkler, demir direkler [http-18].
- ***Kullanım amacına göre:*** Durdurucu, köşede durdurucu, taşıyıcı, köşede taşıyıcı,nihayet, branşman, tevzi ve geçit [http-18].
- ***Gerilim seviyesine göre:*** Alçak, orta, yüksek ve çok yüksek gerilim [http-18].

5.3. Elektrik İletim Sektöründe Alınması Gerekli Olan İş Sağlığı ve Güvenliği Önlemleri

Tüm sektörlerde olduğu gibi iletim sektöründe de iş sağlığı ve güvenliği hayati derecede önemlidir. İletim hatlarında dikkat edilmesi gereken en önemli husus iletim direklerinin topraklamalarının yapılmasıdır.

İletim hattında arıza meydana geldiği zaman müdahalede bulunmadan önce iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyarak şu işlemlerin yapılması gerekmektedir; ilk olarak hattın enerjisinin kesilmesi, gerekli ekipmanlarla hatta enerji olup olmadığının kontrolünün yapılması, iş sağlığı ve güvenliği levhalarının gerekli yerlere konularak bilgilendirme yapılması gerekmektedir. Yetkisi olmayan kişilerin müdahalelerde bulunması engellenmelidir. Çalışanların iş sağlığı ve güvenliği kıyafet ve ekipmanları kişiye özel olmalıdır. Çalışma esnasında iş kazasına sebebiyet vermeyecek şekilde işe uygun olmalıdır. Arıza ve bakım çalışmalarında en az iki kişinin bulunması gerekmektedir. İlk yardım çantasının her zaman çalışanların yanında bulunması şarttır [http-19].

5.4. Elektrik Dağıtım Sektörü ve Alınması Gerekli Olan İş Sağlığı ve Güvenliği Önlemleri

Elektrik dağıtım sektöründe iş kazaları meydana gelmektedir. Bunun en önemli sebebi iş sağlığı ve güvenliği kurallarının tam anlamıyla kavranamaması ve gerekli olan önemin verilmemesidir. İşe başlamadan önce ve iş esnasında alınması gerekli olan önlemler aşağıda belirtilmiştir.

Herhangi bir arıza meydana geldiği zaman kazayla alakalı bilgilendirmeler yetkili kişilere yapılıp kayıt altına alınmalıdır. İşe başlamadan önce çalışma ekibinin oluşturulması ve gerekli iş planın yapılması gereklidir. İş sağlığı ve güvenliği yönetmeliğine uygun iş ekipmanlarının seçilmesi gereklidir. Herhangi bir arıza durumunda arızaya uygun iş sağlığı ve güvenliği kıyafetlerinin giyilmesi gerekmektedir. risk analizi yapılmalıdır. Çalışma yapılacağı zaman enerjinin kesildiğinden emin olunmalıdır. Uygun ölçü aletleriyle ölçümlerin yapılması gerekmektedir. Arıza meydana gelmeden gerekli bakım çalışması yapılmalıdır. Çalışma yapılmaya başlanmadan önce gerekli uyarı levhalarının çalışma yapılacak yerlere asılması gerekmektedir. Çalışan sayısının en az iki kişi olması zorunludur. Yüksek gerilim ile çalışmalar hata affetmediğinden dolayı gerekli müdahaleler uzman kişiler tarafından yapılmalıdır. İş kazası meydana gelme ihtimalini göz önüne alarak ilk yardım malzemelerinin çalışma ortamının yakınında bulunması uygun olacaktır. Dağıtım sektöründe çalışan personellere uzman kişiler tarafından düzenli olarak iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin verilmesi gerekmektedir [11].

5.4.1.Türkiye'de Dağıtım Sektörü

Türkiye'de 21 adet dağıtım şirketi bulunmaktadır. Bu şirketler şunlardır;

.Trakya Elektrik Dağıtım

.Boğaziçi Elektrik Dağıtım

.Anadolu Yakası Elektrik Dağıtım

.Sakarya Elektrik Dağıtım

.Başkent Elektrik Dağıtım

.Yeşilırmak Elektrik Dağıtım

.Çoruh Elektrik Dağıtım

.Aras Elektrik Dağıtım

.Çamlıbel Elektrik Dağıtım

.Osmangazi Elektrik Dağıtım

. Gdz Elektrik Dağıtım

.Adm Elektrik Dağıtım

.Akdeniz Elektrik Dağıtım

.Meram Elektrik Dağıtım

.Toroslar Elektrik Dağıtım

.Akedaş Elektrik Dağıtım

.Kayseri ve Civarı Elektrik Türk

.Dicle Elektrik Dağıtım

.Fırat Elektrik Dağıtım

.Van Gölü Elektrik Dağıtım

.Uludağ Elektrik Dağıtım



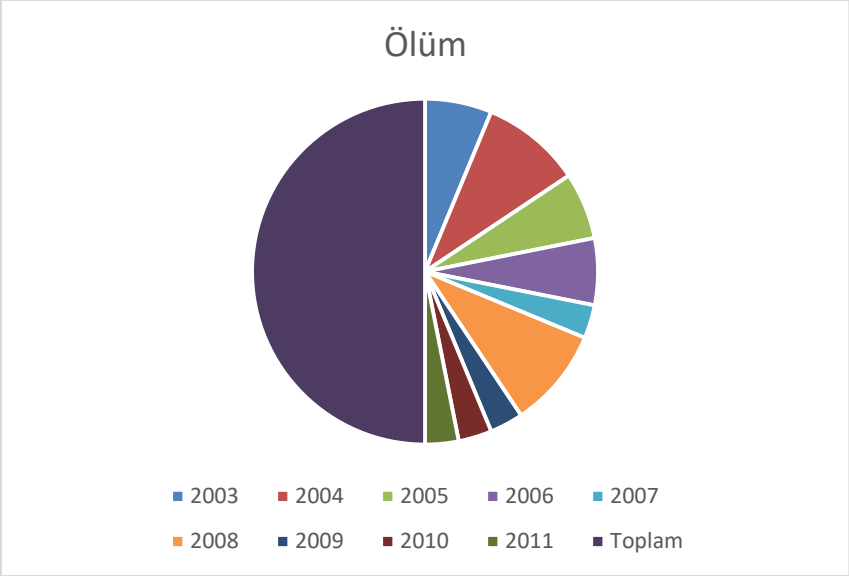
Görsel 5.7. Elektrik dağıtım firmalarının bölgelere göre dağılımı

5.5. Elektrik İletim ve Dağıtım Sektörlerinde Meydana Gelen İş kazaları

TEİAŞ'ta meydana gelen iş kazalarının sayısına bakıldığı zaman ağır yaralanma ve ölümle sonuçlanan kaza oranlarının yüksek olduğu gözlemlenmektedir. Ülkemizde meydana gelen ölümlü ve ağır yaralanmalı iş kazaları incelendiği zaman iletim sektöründe meydana gelen kazalar %4 oranında olduğunu söyleyen Ceylan, elektrik iletim ve dağıtım sektörlerinde iş sağlığı ve güvenliğinin bu kadar önemli olmasının nedenini bu şekilde ifade etmiştir [12].

Tablo 5.1. TEİAŞ 'da ki iş kazaları [12]

İş Kazası Sonucu	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Toplam
Ölüm	2	3	2	2	1	3	1	1	1	16
Ağır Yaralanmalı	8	8	7	7	4	13	11	12	3	73
Hafif Yaralanmalı	3	7	9	7	13	3	9	5	8	64
Yaralanmasız	1	3	1	5	0	0	2	4	2	18
Toplam	14	21	19	21	18	19	23	22	14	171



Şekil 5.1. TEİAŞ 'da ki iş kazaları [12]

TEİAŞ'ta meydana gelen iş kazalarının eğitim durumlarına göre analiz edildiği tablo aşağıda görülmektedir. İş kazalarının %26,4 ilköğretim mezunu, %14.9 lise mezunu, %55,2 meslek lisesi mezunu ve %3,5 yüksekokul mezunu oldukları görülmektedir. Elektrik eğitimi almamış ilköğretim ve lise mezunu çalışanların iş kazası geçirme oranın yüksek olduğu görülmektedir. Ceylan bu durumu ergonominin temel prensiplerinden olan işe uygun eleman seçimi noktasında bir zafiyetin olduğunu ifade ederek açıklamıştır. [12]

Tablo 5.2. TEİAŞ çalışanlarının eğitim seviyelerine göre kaza sayıları [12]

Öğrenim Durumu	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Toplam	%
İlköğretim	6	10	6	8	9	4	4	5	1	53	26,4
Lise	3	8	3	6	3	2	3	2	0	30	14,9
Meslek Lisesi	4	12	10	10	13	16	17	14	15	111	55,2
Yüksekokul	1	0	1	0	0	1	1	2	1	7	3,5
Toplam	14	30	20	24	25	23	25	23	17	201	100

Aşağıda ki veriler incelendiği zaman vücuda etkisi açısından çok ciddi sorunlar meydana geldiği görülmektedir. Bu durumu Ceylan şu şekilde ifade etmiştir: "TEİAŞ iş kazalarının etkileri itibariyle önemli kazalar olduğu sonucunu ortaya koymaktadır. Bu durum, elektrik sektörünün kendi doğasından kaynaklanmaktadır" [12].

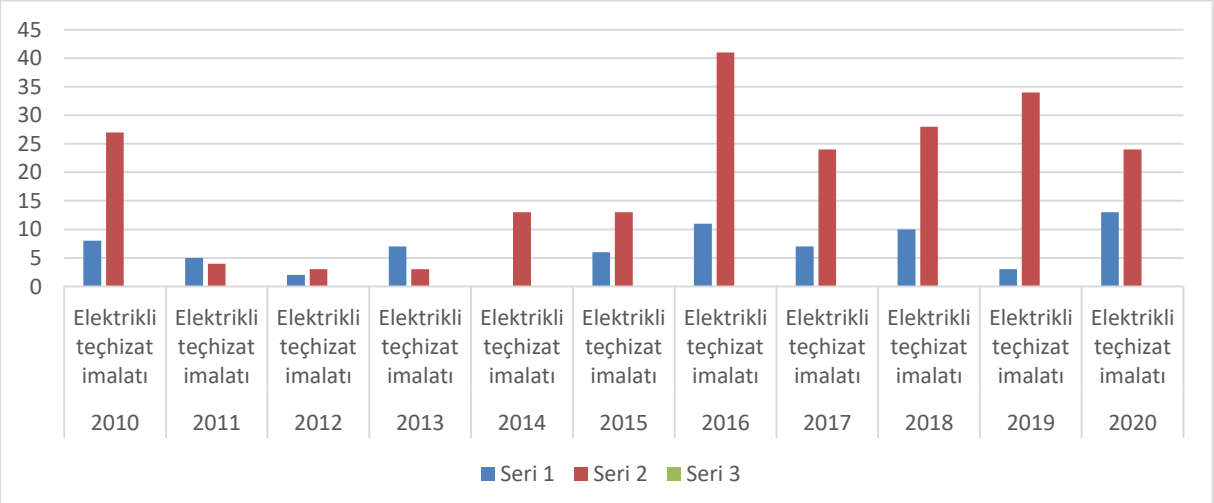
Tablo 5.3. TEİAŞ'ta İş kazası sonucunda vücutta meydana gelen hasarlar [12]

Yaralanma Şekli	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Toplam
Ölüm	2	3	2	2	1	3	1	1	1	16
Yanma	2	2	4	2	1	5	3	1	1	21
Kırık	3	5	3	4	2	2	5	5	2	31
Çıkık	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2
Burkulma	0	2	0	0	0	3	0	1	0	6
Kesik ve Ezik	3	6	1	3	7	6	4	5	2	37
Hafif Yaralanma	3	7	9	7	13	3	9	5	8	64
Yaralanmasız	1	3	1	5	0	0	2	4	2	18
Bel İncinmesi	0	1	0	0	0	1	1	0	1	4
Uzuv Kaybı	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Diğer	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Toplam	14	30	20	24	25	23	25	23	17	201

Aşağıdaki veriler incelendiği zaman elektrikli teçhizat imalatı sektöründe 2010 yılı ile 2020 yılları arasında çalışan işçilerin iş kazası sonucu ölen ve meslek hastalıklarına yakalanan işçilerin verileri görülmektedir. SGK verilerine göre bu sektörde çalışıp meslek hastalığına yakalanan işçilerin bu sebepten dolayı ölmedikleri görülmektedir.

Tablo 5.4. SGK verilerine göre iş kazası ve meslek hastalıkları verileri

Yıl	***Ekonomik Faaliyet Sınıflaması***	***İş kazası sonucu ölen sigortalı sayısı***	***Meslek hastalığına tutulan sigortalı sayısı***	***Meslek hastalığı sonucu ölen sigortalı sayısı***
2010	Elektrikli teçhizat imalatı	8	27	0
2011	Elektrikli teçhizat imalatı	5	4	0
2012	Elektrikli teçhizat imalatı	2	3	0
2013	Elektrikli teçhizat imalatı	7	3	0
2014	Elektrikli teçhizat imalatı	0	13	0
2015	Elektrikli teçhizat imalatı	6	13	0
2016	Elektrikli teçhizat imalatı	11	41	0
2017	Elektrikli teçhizat imalatı	7	24	0
2018	Elektrikli teçhizat imalatı	10	28	0
2019	Elektrikli teçhizat imalatı	3	34	0
2020	Elektrikli teçhizat imalatı	13	24	0



Şekil 5.2. SGK verilerine göre iş kazası ve meslek hastalıkları verileri

Tablo 5.5. SGK verilerine göre elektrik ve elektronik işlerde çalışanların verileri

Yıl	***Meslek Grubu***	***İş Kazası Sonucu Ölen Sigortalı Sayısı***	***Meslek Hastalığına Tutulan Sigortalı Sayısı***	***Meslek hastalığı sonucu ölen sigortalı sayısı***
2012	Elektrik ve elektronik işlerde çalışanlar	25	3	0
2014	Elektrik ve elektronik işlerde çalışanlar	17	0	0
2015	Elektrik ve elektronik işlerde çalışanlar	27	3	0
2016	Elektrik ve elektronik işlerde çalışanlar	22	2	0
2017	Elektrik ve elektronik işlerde çalışanlar	28	1	0
2018	Elektrik ve elektronik işlerde çalışanlar	29	5	0
2019	Elektrik ve elektronik işlerde çalışanlar	19	5	0
2020	Elektrik ve elektronik işlerde çalışanlar	19	2	0

6. MEVZUAT VE YÖNERGELER

6.1. İş Sağlığı ve Güvenliği Mevzuatı

"İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunun amacı; iş yerlerinde iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması ve mevcut sağlık ve güvenlik şartlarının iyileştirilmesi için işveren ve çalışanların görev, yetki, sorumluluk, hak ve yükümlülüklerini düzenlemektir "[13].

" Bu Kanun; kamu ve özel sektöre ait bütün işlere ve iş yerlerine, bu iş yerlerinin işverenleri ile işveren vekillerine, çırak ve stajyerler de dâhil olmak üzere tüm çalışanlarına faaliyet konularınabakılmaksızın uygulanır" [13].

"İşveren, çalışanların işle ilgili sağlık ve güvenliğini sağlamakla yükümlü olup bu çerçevede; Mesleki risklerin önlenmesi, eğitim ve bilgi verilmesi dâhil her türlü tedbirin alınması, organizasyonun yapılması, gerekli araç ve gereçlerin sağlanması, sağlık ve güvenlik önlemlerinin değişen şartlara uygun hale getirilmesi ve mevcut durumun iyileştirilmesi için çalışmalar yapar. İş yerinde alınan iş sağlığı ve güvenliği önlemlerine uyulup uyulmadığını izler, denetler ve uygunsuzlukların giderilmesini sağlar. Risk değerlendirmesi yapar veya yaptırır. Çalışana görev verirken, çalışanın sağlık ve güvenlik yönünden işe uygunluğunu göz önüne alır. Çalışanların iş sağlığı ve güvenliği alanındaki yükümlülükleri, işverenin sorumluluklarını etkilemez. İşveren, iş sağlığı ve güvenliği önlemlerinin maliyetini çalışanlarayansıtamaz" [13].

"İşverenin yükümlülüklerinin yerine getirilmesinde aşağıdaki ilkeler göz önünde bulundurulur: Risklerden kaçınmak, kaçınılması mümkün olmayan riskleri analiz etmek, risklerle kaynağında mücadele etmek, teknik gelişmelere uyum sağlamak, tehlikeli olanı tehlikesiz veya daha az tehlikeli olanla değiştirmek, toplu korunma önlemlerine kişisel korunma önlemlerine göre öncelik vermek, çalışanlara uygun talimatlar vermek" [13].

" İşveren, çalışanların iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerini almasını sağlar. Bu eğitim özellikle; işe başlamadan önce, çalışma yeri veya iş değişikliğinde, iş ekipmanının değişmesi hâlinde veya yeni teknoloji uygulanması halinde verilir. Eğitimler, değişen ve ortaya çıkan yeni risklere uygunolarak yenilenir, gerektiğinde ve düzenli aralıklarla tekrarlanır" [13].

6.2. TEDAŞ İş Sağlığı ve Güvenliği Yönergesi

"**Manevra:** Sistemin tamamını ya da bazı kısımlarını devreye almak veya devreden çıkarmakiçin kesiciler ve ayırıcılar ile yapılan işlemlerdir "[14].

"**Kesici veya Ayırıcının Kilitlenmesi:** Bu cihazların kontrol dışı çalışmasını önlemek ve onu belirli bir durumda(açık veya kapalı) tutmak için gerekli işlemlerin hepsini birden yapmak" [14].

"Teçhizatın Gerilimsiz Bırakılması: Teçhizatı, gerilim verebilen her kaynaktan gözle görülür şekilde ayırmak, kesici ve ayırıcıları topraklamak, açık durumda kilitlemek, kartlama yapmak, ikaz ve uyarı levhaları koymaktır "[14].

"**Teçhizatın Gerilim Altına Alınması:** Gerilimsiz halde bulunan bir teçhizatın normal işletme koşullarına hazır hale getirilmesinden sonra topraklamalar ile irtibatının kesilmesinin akabinde ayırıcı ve kesicilerini kapatarak teçhizatı gerilimli sistemle irtibatlandırmak demektir " [14].

"**Topraklama ve Kısa Devre Yapmak:** Gerilimsiz boştaki bir teçhizata veya hatlara ait faz iletkenlerinin toprak ayırıcısını kapatarak veya topraklama kısa devre kablosunu ve ıstankasını kullanarak en yakındaki topraklamaya bağlanmak veya topraklama demiri kullanılarak toprakla iletken bir bağ kurmaktır " [14].

"Çalışanlar için Gerilim altındaki iletkenler de kabul edilen mutlak yaklaşma mesafesi aşağıda gösterilmiştir.

Tablo6.1. Yaklaşma mesafeleri

0-1000 volt	30 cm
1001-10000 volt	60 cm
10001-36000 volt	90cm

İletkenlerin hareketli olması halinde bu mesafeler iletkenin en fazla hareket durumuna göre asgari olarak korunacaktır " [14].

Gazlı(SF6) kesicilerin gazla temas eden söndürme hücresi üzerinde yapılacak her türlü bakım, tamir ve benzeri çalışmalarda koruyucu giysi, çizme, eldiven ve maske gibi koruyucular kullanılacaktır " [14].

"İşletmedeki elektrik tesislerinin bölümlerine ve gerekli görülen yerlere, görevlilerin; cihazlar, makineler ve diğer malzemelerden ihtiyaç duyulanların ne işe yaradığının açıkça anlayabileceği biçimde bozulmaz türden yazı, işaret ve şemalar konulacaktır "[14].

6.3. TEİAŞ İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği

"Bu Yönetmelik kapsamında yapılan bütün işlerde TEİAŞ ve Yüklenici/Alt Yüklenici çalışanlar tarafından gerilim altındaki teçhizatlar ile ilgili (iletkenler dahil) yapılan çalışmalarda belirlenmiş azami yaklaşım mesafeleri gerilim değerine göre aşağıdaki şekilde belirlenmiştir.

Verilen aralıklar dışındaki gerilimlerde işletilen yüksek gerilim teçhizatlarıiçin bir üst değer kullanılır. "[http-21]

Tablo 6.2. Azami yaklaşım mesafelerinin gerilim değerine göre belirlenmiş şekli

İşletme Gerilim(FAZ – FAZ)	***Mesafe (cm)***
1.000 - 15.000 volt arası	66
15.001 - 36.000 volt arası	82
59.000 - 72.500 volt arası	110
140.000 - 170.000 volt arası	155
200.000 - 250.000 volt arası	213
340.000 - 420.000 volt arası	352

"Çalışan her eleman çalıştığı görevde gerekli olan tüm güvenlik önlemlerinin, görevin devamı süresince titizlikle uygulanmasından öncelikle kendisi sorumludur." [http-21]

"Maddi kayıpların önlenmesi veya iş süresinin kısalması için olsa bile gerekli her türlü güvenlik önlemleri alınmadan herhangi bir işe girişmek kesinlikle yasaktır."[http-21]

"Çalışanlara teslim edilen KKD'lerin çalışan tarafından her an kullanılmaya hazır bulundurulması ve çalışma esnasında kullanılması zorunludur."[http-21]

"Çalışmalara başlamadan önce, üzerinde çalışılacak teçhizatın elektriksiz olduğundan emin olunur ve çalışma süresince bu durumu koruyacak önlemler alınır."[http-21]

"Enerji iletim hatlarında çalışmak için hat karşılıklı olarak açılmış, karşılıklı olarak topraklanmış, çalışma mahallinde üzerinde çalışılacak devrede enerjinin yokluğu gerilim dedektörü ile kontrol edilmiş ve çalışılacak fazda mahalli topraklama yapılmış olmalıdır. Çok devreli ve müşterek direklerde çalışmanın yapılmayacağı devrelerin elektriğinin kesilmesi zorunludur. Ancak çalışılmasının zorunlu olduğu durumlarda "154 kV ve üstü İletim Tesislerinde Enerji Altında (Canlı) Bakım Çalışmaları Uygulama Koşulları Yönergesi" hükümlerine riayet edilecektir." [http-21]

7. KAZA ÖYKÜLERİ VE ALAN İNCELEMELERİ

Güneş enerjisi sektöründe çalışan kişilerle konuşularak iş kazaları, ramak kala olayları ve bakım çalışması sırasında meydana gelen kazalar analiz edilmiştir. Oluşan olaylar, kazalar, analizler, gerekli incelemeler, alınması gerekli olan önlemler ve iş güvenliği açısından incelenmesi yapılmıştır.

Öykü 1:

Kompanzasyon ayarları yapılırken sayaçtan verilerin kontrol edilmesi gerekmiştir. Daha sonra ise sayacın bulunduğu pano kapağının açılması gerekmiştir. Fakat pano mühürlü olduğu için kapak açılmadan tornavida yardımıyla işlem yapılmalıdır. Ancak bu işlemi anahtarla yapmaya kalkan çalışan anahtarı elinden düşürmesi sonucunda anahtar enerjili bara ile temas etmiştir ve bir patlama meydana gelmiştir. Çalışan kişi hafif şekilde yaralanmıştır.

Öykü 2:

Güneş enerjisi santralinde sürekli inverterlerin devreden çıktığı bir çalışan tarafından fark edilmiştir. İnverter firmasıyla çalışan iletişime geçmiştir ve gerekli bilgilendirmeleri yapmıştır. Uygun gerilim değerleri inverter üzerinden, şebeke izleme rölesi üzerinden ve bara üzerinden ölçümleri yapılmış, faz gerilimlerinden birinin çok yüksek olduğunu tespit etmiştir. Bununla birlikte koruma ve işletme topraklama değerlerinin de çok yüksek olduğu çalışan tarafından fark edilmiştir. Bunun üzerine trafo nötr bağlantısı sökülerek tekrardan ölçüm yapmak istenmiştir. Bu işlemin gerçekleşmesinden hemen sonra svc röleden duman geldiğini görülmesi üzerine trafonun enerjisini çalışan kesmiştir. Denenmek amacıyla tekrardan enerji verilmesi istenmiştir. Tekrardan enerji verilir verilmez, ana dağıtım panosundaki elektrik sayacının patlaması sonucunda kaçak akım röleleri, bıçaklı sigorta, besleme sigortaları, analizör, svc röle ve şebeke izleme rölesi yanmıştır. Sayacın patlaması sonucunda çalışan hafif şekilde yaralanmıştır.

Öykü 3:

İnverterın bağlı olduğu stringlerin birinde kaçak olduğu tespiti çalışan tarafından yapılmıştır. String kablosunu değiştirdiği esnada kablonun enerjili olduğunu unutarak DC gerilime maruz kalmıştır. Çalışanının kabloya temas eden yerinde yanık meydana gelmiştir.

Öykü 4:

Güneş enerjisi santralinde bakım çalışması yapılırken manevra işleminin kontrolü yapılmak amacıyla santralin enerjisi çalışan tarafından kesilmiştir. Fakat manevra kolu yardımıyla yay kurma işlemi mekanizmasının bozulmasından dolayı yapılamamıştır. Manevra kolunu bilinçsiz bir şekilde tutarak tekrardan yay kurma işlemini çalışanın denemesi sonucunda yuvasından çıkan manevra kolu bir diğer çalışanın başına isabet edip yaralanmasına sebep olmuştur. Aynı zamanda manevra kolu ihbar rölesinin de kırılmasına sebep olmuştur.

Öykü 5:

Güneş enerjisi santralinde sürekli internet kotasının bitmesi sebebiyle haberleşme yapılamamıştır. Kotanın yenilenmesine rağmen kısa sürede tekrardan bittiği tespiti yapılmıştır. İnternet kotasının sürekli bitmesinin sebebinin kameralardan kaynaklandığı tespiti çalışan tarafından yapılmıştır. Bu sebepten dolayı kamera direğine merdiven yardımıyla çıkılarak resetleme işleminin yapılması gerektiği bilgisi yetkililere verilmiştir. Fakat iş sağlığı ve güvenliği ekipmanlarının olmamasından dolayı merdiveni başka bir çalışanın tutması gerekmiştir. Çalışan kamerayı resetlemek üzere kamera direğine çıktığı an dengesini kaybederek düşmüştür. Çalışan hafif şekilde yaralanmıştır.

Öykü 6:

Güneş enerjisi santrallerinde paratoner bulunması gerekmektedir. Santrale yıldırım düşmesi sonucunda gerilim trafolarının patlamasına aynı zamanda 200 adet panelin bozulmasına sebep olmuştur.

Öykü 7:

Panellerin gölgelenmesinden ve haşerelerin kablolara zarar vermesinden dolayı ilaçlama işlemi yapılmıştır. İlaçlamanın ne zaman yapıldığı ve ilaçlamanın yapıldığına dair uyarı levhaları kullanılmamıştır. Bu sebepten dolayı çalışan hafif şekilde ilaçtan etkilenmiştir. İlaçlama işlemi kişisel koruyucu donanıma sahip profesyonel ekiplerce yapılmadığından dolayı hem çevreye hem de kendilerine zarar vermiştir.

Öykü 1'de yapılan iki hata vardır. Bu hatalardan ilki pano kapağının açılmadan elektrik sayacına müdahale edilmek istenmesidir. İkinci hata ise elektrik sayacına ev anahtarıyla müdahale edilmeye çalışılmasıdır. Öykü 1 gerçeğine dayanılarak, dağıtım firmasına haber verilip mührün dağıtım firması çalışanlarının eşliğinde koparılarak sayaca müdahale yapılması gerekmektedir.

Yapılmış olan ikinci hataya önerimizse ev anahtarı yerine tornavida yardımıyla bu işlemin yapılması olacaktır. Eğer bu iki hususa dikkat edilmiş olunsaydı anahtar elinden düşmeyip patlama meydana gelmeyecekti. Bir daha böyle bir sorunla karşılaşılmaması için kontrol listesine bu maddeler konulmuştur.

Öykü 2'de yapılan üç durum söz konusudur. Birinci durum nötr noktasının sökülmesi, ikinci durum 220 volt ile beslenen cihazların devreden çıkarılmaması ve yeniden sisteme enerji verilmesidir. Daha sonradan trafo firmasından gelen çalışanların yaptığı inceleme sonucunda trafo sargılarında problem olduğu tespiti yapılmıştır. Öykü 2 gerçeğine dayanılarak, nötr noktasının sökülmemesi gerekmektedir ve yetkili firma çağırılarak gerekli ölçümlerin onlar tarafından yapılması uygun olacaktır.

Öykü 3'de yapılan iki olumsuz davranış bulunmaktadır. Bunlardan ilki müdahale edilecek kısmın enerjisinin kesilmemiş olmasıdır. Diğeri ise gerekli LOTO işleminin yapılmamasıdır. Öykü 3 gerçeğine dayanılarak, işe başlamadan önce enerji kesilip kendi veya bir başka çalışma arkadaşı tarafından müdahale edilmemesi için LOTO işleminin yerine getirilmesi gerekmektedir.

Öykü 4'de yapılmış olan hata manevra talimatına uymadan bu işlemin yapılmaya çalışılmasıdır. Manevra talimatına uyularak yapılsa ve çalışma esnasında ekip arkadaşı bu kadar yakın mesafede durmasaydı bu iş kazası meydana gelmemiş olacaktı. Bu konuda manevra talimatına uyularak işlemin gerçekleştirilmesi önerilmektedir.

Öykü 5'de yapılmış olan hatalar kişisel koruyucu donanımların olmaması ve kişisel koruyucu donanımlar olmadan kamera direğine çıkılmasıdır. Çalışanın işverenden kişisel koruyucu donanımlarını talep etmesi gerekmekte ve tedarik sağlandıktan sonra arızaya müdahale etmesi uygun olacaktı. Bu hususlara dikkat etmiş olsaydı iş kazası meydana gelmemiş olacaktı.

Öykü 6'da meydana gelen maddi hasar işverenden kaynaklı oluşmuştur. Eğer işveren dış aşırı gerilimlere karşı gerekli önlemi almış olsaydı bu iş kazası yaşanmamış olacaktı.

Öykü 7'de yapılmış olan hatalar, ilaçlama işleminin profesyonel ekiplerce yapılmamış olması, ilaçlama yapılırken çevreyi korumadan bu işlemin yapılmış olması, ilaçlama sonrası uyarı levhalarının uygun yerlere konulmamasından dolayı zehirlenme meydana gelmiştir.

Güneş Enerjisi Santrali İçin Genel Kontrol Listesi

No	Sistem Analizi	Evet	Hayır	Yorumlar
1	Lokasyon bilgileri incelendiği zaman güneş enerjisi potansiyeli verileri analiz edildi mi?			
2	Sıcaklık, kar ve yağmur gibi hava koşulları analiz edildi mi?			
3	Arazinin zemin etüdü yapıldı mı?			
4	Güneş enerjisi santralinin genel yerleşim planı kontrol edildi mi?			
5	Hangi tip Güneş paneli ve inverter kullanılacağı belirlendi mi?			
6	Güneş enerjisi santralinde paratoner var mı?			
7	Tesis topraklaması yapıldı mı?			
8	Proje çizimi yapılırken gölgelenme tespiti yapıldı mı?			
9	YG hücre mekanik manevra kontrolü yapıldı mı?			
10	YG hücre SF6 gaz seviye kontrolü			
11	Redresör kontrolü yapıldı mı?			
12	Termal kamera ile ana dağıtım panosu kontrol edildi mi?			
13	Acil stop butonu fonksiyon kontrolü test edildi mi?			
14	İnverter içerisi klemens tork kontrolleri yapıldı mı?			
15	Yüksek gerilimde çalışma yapılırken gerekli LOTO ve etiketleme işlemleri yapıldı mı?			
16	Yangın söndürme sistemi var mı?			
17	Kullanılan Parafudrler tesise uygun mu?			
18	Topraklama ölçümleri yapıldı mı?			
19	Herhangi bir arıza durumunda scada ile haberleşme sağlandı mı?			

Güneş Enerjisi Santral Panoları İçin Kontrol Listeleri

Tesis Adı:		Sözleşme Gücü(kWe):	
Tesisat Numarası:		Trafo Gücü(kVA):	
Ana/Yedek Sayaç No:		YG Gerilim(kV):	
Adres:		İnverter Gücü ve Adedi:	

KONTROL VE TESPİTLER	EVET	HAYIR	NOT
Amirde tamir görevi var mı?			
Tamire gelindiği zaman pano kapağı kilitli mi?			
Pano kapağı kilitli değilse kilit mekanizması bozuk mu?			
Elektrik enerjisi kesildi mi?			
Pano elemanlarında gözle görülür yanma var mı?			
Arıza tespiti yapılabildi mi?			
Kablo çapları güç tablosuna uygun mu?			
Kablo çapları güç değerleri yazıldı mı?			
Kullanılan klemens uygun mu?			
Kullanılan kablo uygun mu?			
Pano tek hat şeması var mı?			
Elektriksel malzemelerin projeye uygun montajları yapılmış mı?			
Pano üzerinde İSG işaretleri bulunuyor mu?			
Pano gövdesinin topraklaması yapılmış mı?			
Pano içerisinde kullanılan kablo renkleri yönetmeliğe uygun şekilde mi kullanılmıştır?			
Pano önünde izole halı var mı?			
Rutubete karşı siligacer kullanılmış mı?			

Güneş Enerjisi Santrali Panelleri İçin Kontrol Listesi

Tesis Adı:		Sözleşme Gücü (kWe):	
Tesisat Numarası:		Trafo Gücü (kVA):	
Ana/Yedek Sayaç No:		YG Gerilim (kV):	
Adres:		İnverter Gücü ve Adedi:	

KONTROL VE TESPİTLER	EVET	HAYIR	NOT
Amirde tamir görevi var mı?			
Topraklama ve süreklilik testleri yapıldı mı?			
Polarite testleri yapıldı mı?			
Voc ve Isc ölçümleri yapıldı mı?			
Fonksiyon testleri yapıldı mı?			
İzolasyon testleri yapıldı mı?			
Tüm panellerin termal kamera ile ölçümleri yapıldı mı?			
Panel topraklama bağlantıları yapıldı mı?			
Güneş panelinde fiziki kusur var mı?			
Güneş panelinde fiziki kusur varsa değişimi yapıldı mı?			
String kablolarının gözle kontrolü yapıldı mı?			
Konektörler de gevşeklik kontrolü yapıldı mı?			
Konektörlerde gevşeklik varsa sıkma işlemi yapıldı mı?			
Kablo geçiş güzergâhları tespit edildi mi?			
Kepçe operatörüne çalışma öncesi kroki verildi mi?			

Güneş Enerjisi Santrali İnverterleri İçin Kontrol Listesi

Tesis Adı:		Sözleşme Gücü(kWe):	
Tesisat Numarası:		Trafo Gücü(kVA):	
Ana/Yedek Sayaç No:		YG Gerilim(kV):	
Adres:		İnverter Gücü ve Adedi:	

KONTROL VE TESPİTLER	EVET	HAYIR	NOT
Amirde tamir görevi var mı?			
İSG onaylı çalışma formu alındı mı?			
Gerekli malzemeler var mı? (Multimetre, tornavida seti, lokma seti, şarjlı matkap, İngiliz anahtarı)			
Elektrik enerjisi kesildi mi?			
SKP kontrolleri yapıldı mı?			
Kaçak akım rölesi fonksiyon testi yapıldı mı?			
Termik manyetik şalter(TMŞ) test trip fonksiyon testi yapıldı mı?			
Pano ve inverter içi 35'lik kablo kontrolü yapıldı mı?			
Pano ve inverter içi parafudr kontrolü yapıldı mı?			
İnverter içi klemens tork kontrolü yapıldı mı?			
İnverter içi temizlik yapıldı mı?			
İnverter fan temizliği yapıldı mı?			
Stringlerin göz ile kontrolü yapıldı mı?			
İnverter set değerlerinin kontrolleri yapıldı mı?			
Arıza tespiti yapıldı mı?			
Arıza tespiti yapıldıysa arıza çözüldü mü?			

Güneş Enerjisi Santrali Paratoner ve Kamere İçin Kontrol Listesi

Tesis Adı:		Sözleşme Gücü(kWe):	
Tesisat Numarası:		Trafo Gücü(kVA):	
Ana/Yedek Sayaç No:		YG Gerilim(kV):	
Adres:		İnverter Gücü ve Adedi:	

KONTROL VE TESPİTLER	EVET	HAYIR	NOT
Amirde tamir görevi var mı?			
Elektrik kesildi mi?			
Merdiven kuralına göre dayandı mı?			
Teknisyen veya mühendis emniyet kemeri ve lanyardı taktı mı?			
Lanyard ankraj noktasına bağlandı mı?			
Kamera çalışıyor mu?			
Kamera montajı uygun şekilde yapılmış mı?			
Tehlike arz edecek bir durum var mı?			
Kamera tamir edildi mi?			
Kamera panosu genel kontrolü yapıldı mı? (Temizlik, reglaj ve parafudr kontrolü)			
UPS ekran kontrolü, fonksiyon kontrolü ve akü kutup başları kontrolü yapıldı mı?			
JVA aküsü kutup başları kontrolü yapıldı mı?			
Güneş enerjisi santralinde paratoner var mı?			
Güneş enerjisi santralinde paratoner varsa aktif olarak çalışıyor mu?			

Güneş Enerjisi Santrali Toplama Merkezi(TM) İçin Kontrol Listesi

Tesis Adı:		Sözleşme Gücü(kWe):	
Tesisat Numarası:		Trafo Gücü(kVA):	
Ana/Yedek Sayaç No:		YG Gerilim(kV):	
Adres:		İnverter Gücü ve Adedi:	

KONTROL VE TESPİTLER	EVET	HAYIR	NOT
Amirde tamir görevi var mı?			
İSG onaylı çalışma formu alındı mı?			
Voltmetre komütatör üzerinden yüksek gerilim kontrolü yapıldı mı?			
Yüksek gerilim kablo başlıkları kontrolü yapıldı mı?			
Role kontrolü yapıldı mı?			
Redresör kontrolü yapıldı mı?			
AC/DC aydınlatma kontrolü yapıldı mı?			
Otoprodüktör ve gerilim ölçü hücresi gerilim trafo kontrolü yapıldı mı?			
YG hücre mekanik manevra kontrolü yapıldı mı?			
SF6 gazı seviye göz kontrolü yapıldı mı?			
Hücre üzerindeki mühürlerin kontrolleri yapıldı mı?			
Kesici açma kapama lamba kontrolü yapıldı mı?			
Sekonder sigorta kontrolü yapıldı mı?			
Arıza tespiti yapıldı mı?			
Arıza tespiti yapıldıysa arıza çözüldü mü?			

Güneş Enerjisi Santrali Trafo Merkezi İçin Kontrol Listesi

Tesis Adı:		Sözleşme Gücü(kWe):	
Tesisat Numarası:		Trafo Gücü(kVA):	
Ana/Yedek Sayaç No:		YG Gerilim(kV):	
Adres:		İnverter Gücü ve Adedi:	

KONTROL VE TESPİTLER	EVET	HAYIR	NOT
Amirde tamir görevi var mı?			
İSG onaylı çalışma formu alındı mı?			
Buşing tork kontrolü yapıldı mı?			
Gerilim seviye kontrolü yapıldı mı?			
Yağ seviye kontrolü yapıldı mı?			
Su yalıtım kontrolü yapıldı mı?			
İşletme ve koruma topraklama ölçümü yapıldı mı?			
Trafo başlık kontrolü yapıldı mı?			
Arıza durumu var mı?			
Arıza varsa çözüldü mü?			

Güneş Enerjisi Santrali Ana Dağıtım Panosu(ADP) İçin Kontrol Listesi

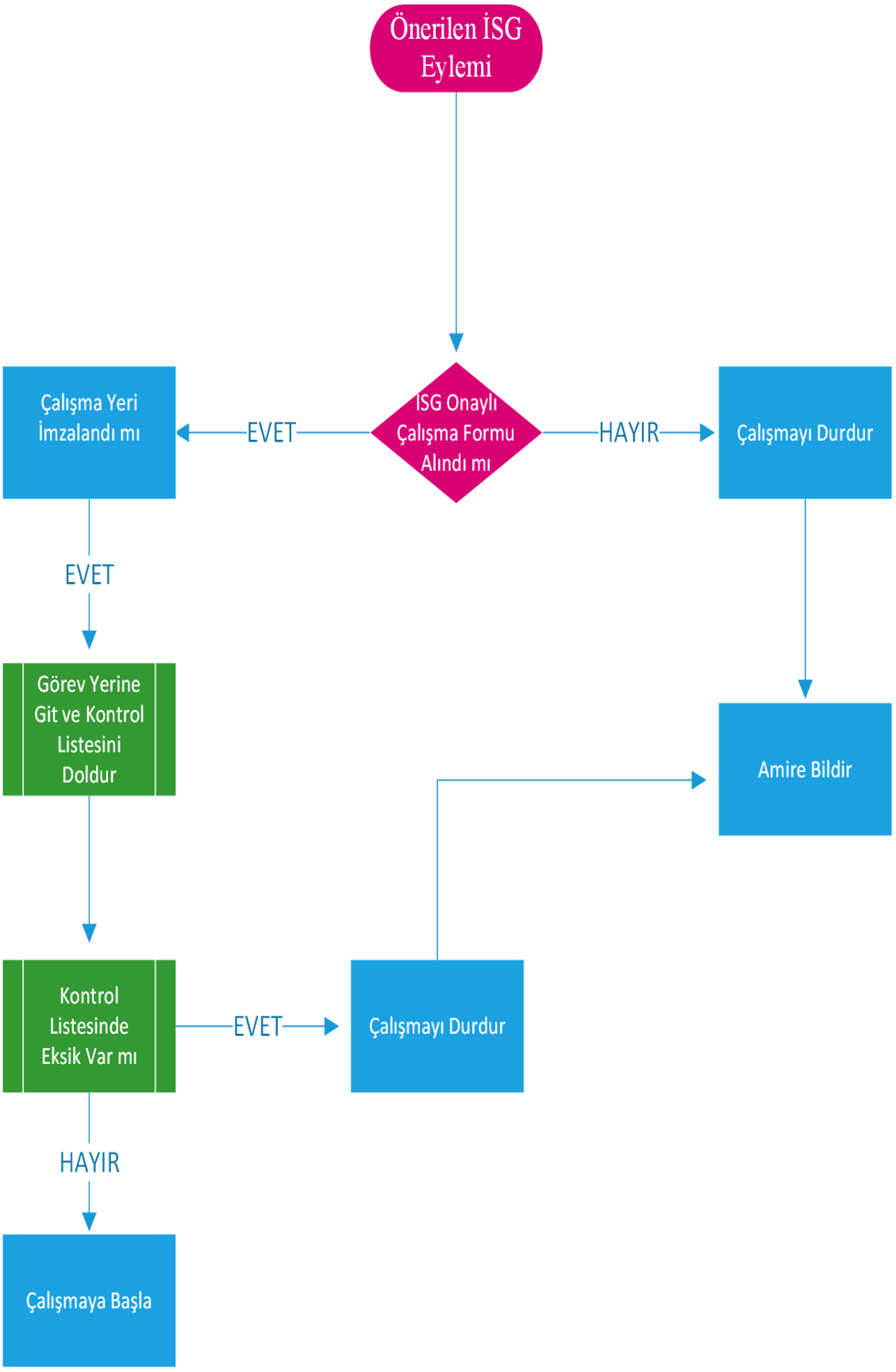
Tesis Adı:		Sözleşme Gücü(kWe):	
Tesisat Numarası:		Trafo Gücü(kVA):	
Ana/Yedek Sayaç No:		YG Gerilim(kV):	
Adres:		İnverter Gücü ve Adedi:	

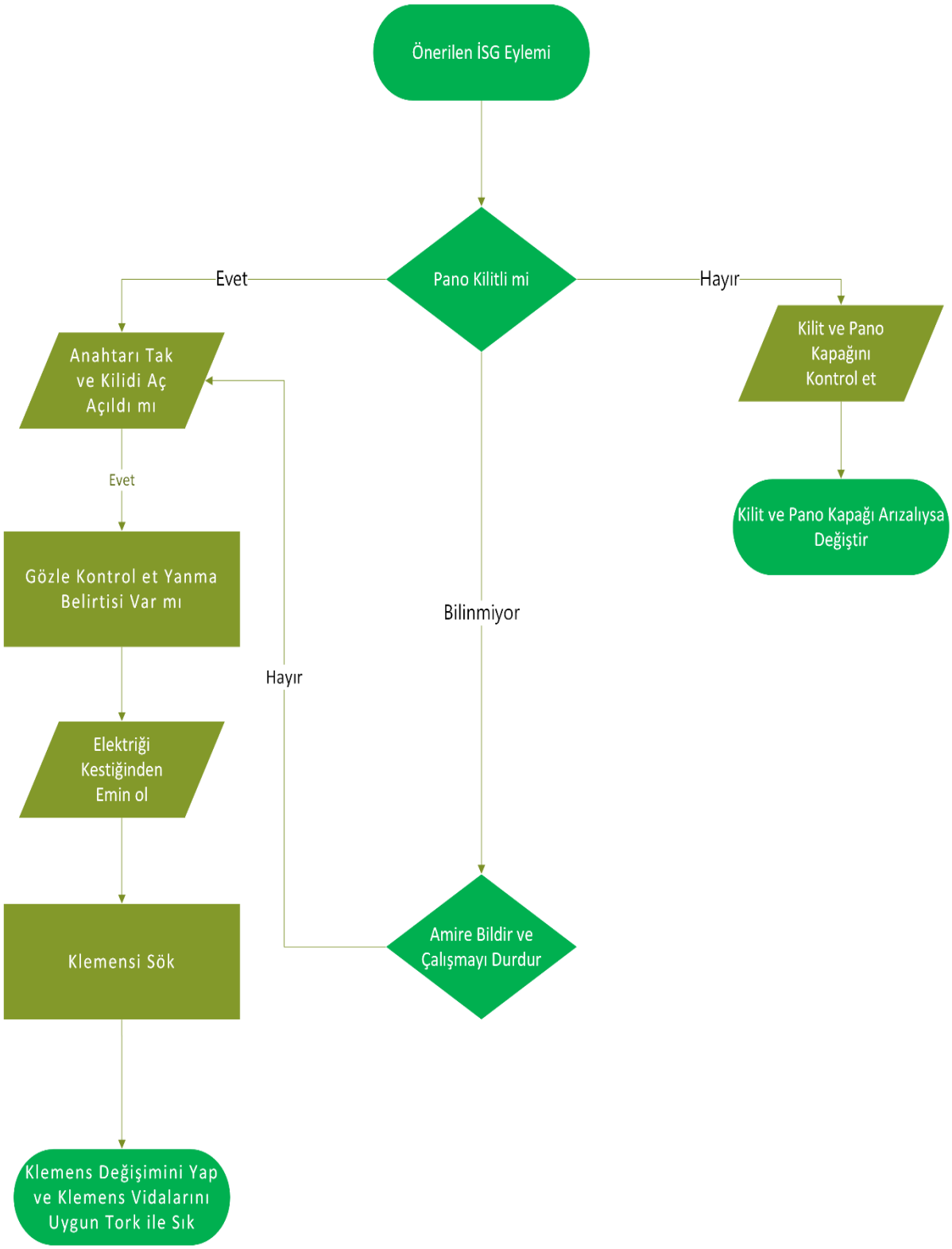
KONTROL VE TESPİTLER	EVET	HAYIR	NOT
Amirde tamir görevi var mı?			
Termal kamera ile ana dağıtım ve kompanzasyon panolarının kontrolleri sağlandı mı?			
Şebeke izleme rölesi fonksiyon testi yapıldı mı?			
Bara kontrolü yapıldı mı?			
Pano içi genel kontrol yapıldı mı?			
Acil stop butonu fonksiyon kontrolü yapıldı mı?			
Kaçak akım rölesi fonksiyon testi yapıldı mı?			
Parafudr sağlamlık kontrolü yapıldı mı?			
Tesis tek hat şeması var mı?			
AG gerilim seviyeleri ölçüldü mü?			
İzole halı, kapı kilidi, etiketlemeler var mı?			
Yangın tüpü var mı?			
YG eldiven var mı?			
Tehlike levhaları var mı?			
Manevra ıstakası var mı?			
İlk yardım talimatı var mı?			
İşletme talimatı var mı?			
Kompanzasyon panosu genel kontörlü yapıldı mı?			

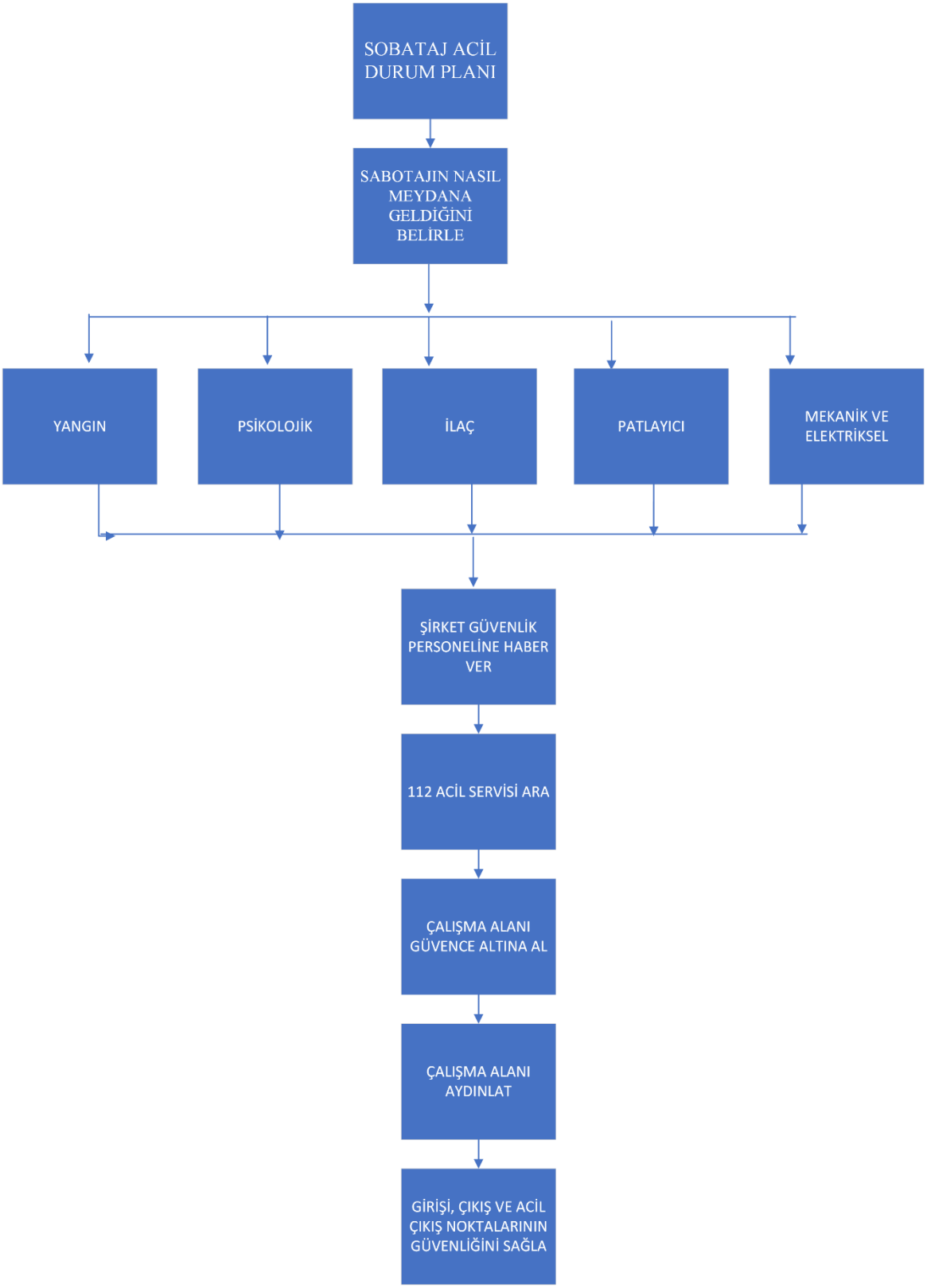
Güneş Enerjisi Santraline Giriş de Yapılacak Kontrol Listesi

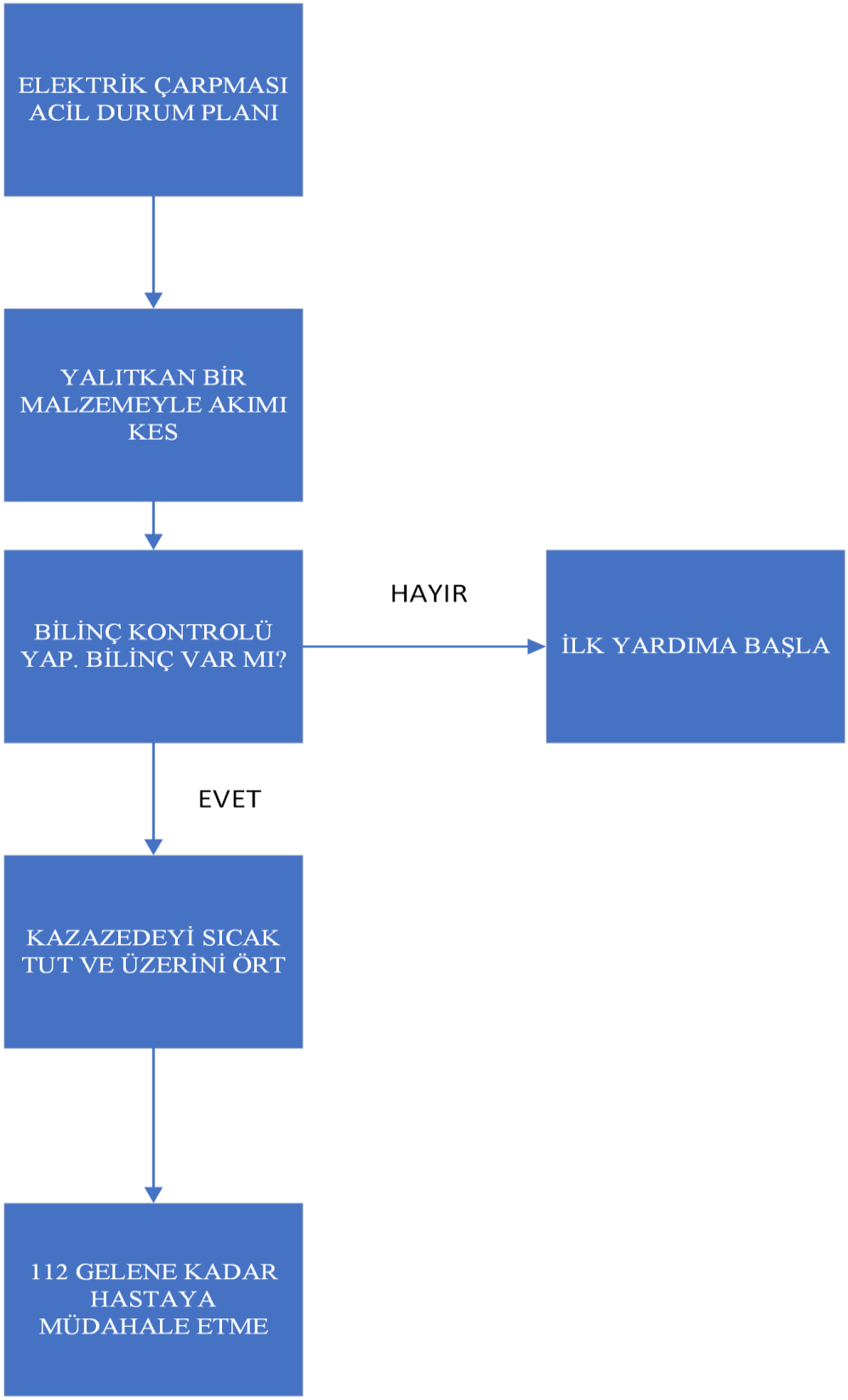
Tesis Adı:		Sözleşme Gücü(kWe):	
Tesisat Numarası:		Trafo Gücü(kVA):	
Ana/Yedek Sayaç No:		YG Gerilim(kV):	
Adres:		İnverter Gücü ve Adedi:	

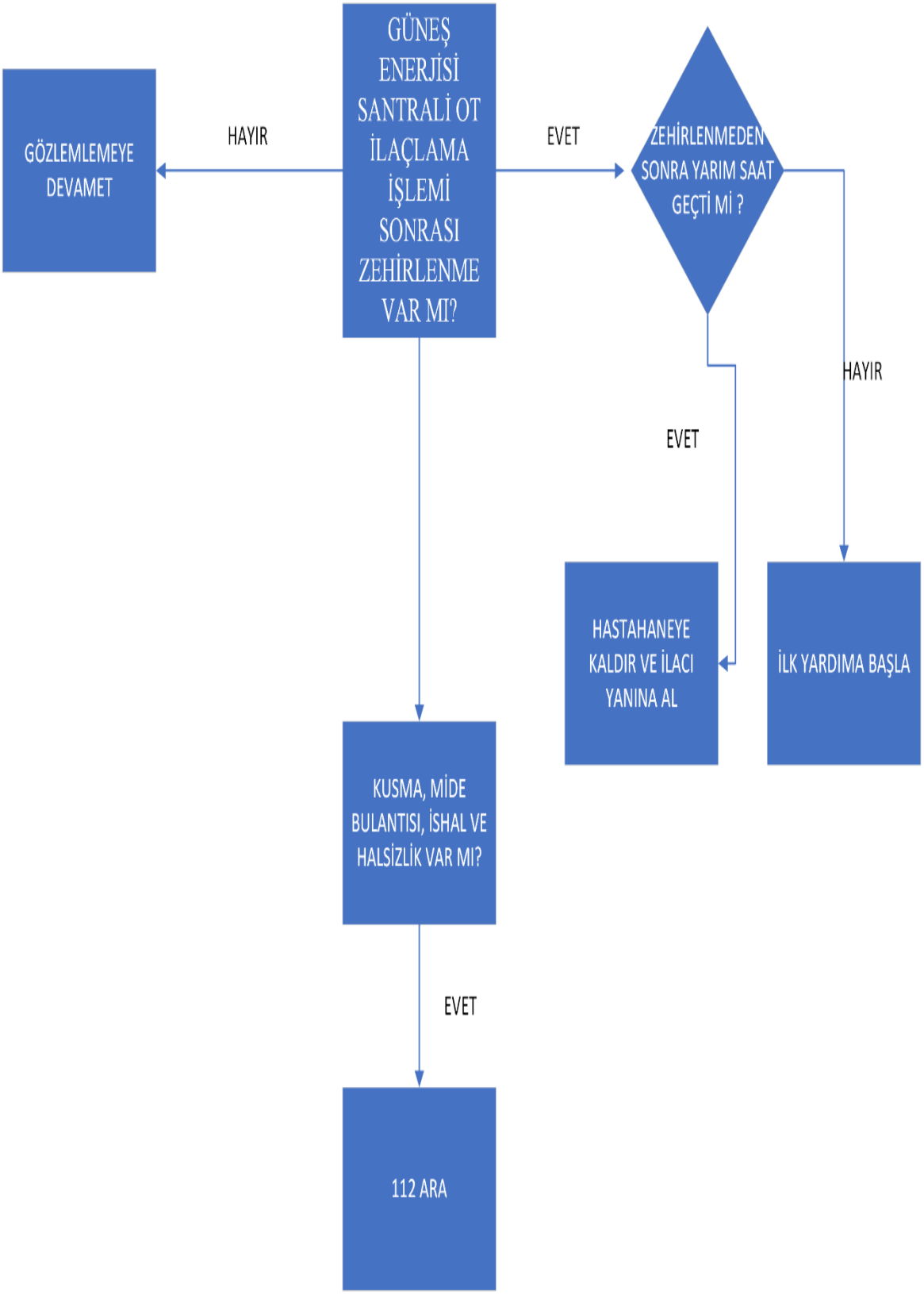
KONTROL VE TESPİTLER	EVET	HAYIR	NOT
Kapının dışında kilit var mı?			
Kapı açılmış mı?			
Santrale biri girmiş mi?			
Santral içerisinde biri var mı?			
Santralin gözle kontrolü yapıldı mı?			
Santralin içerisinde izinsiz biri varsa tutanak tutuldu mu?			
Saha ilaçlama işlemi ne zaman yapıldığı not alınmış mı?			
Sahaya en son ne zaman girildiği not alınmış mı?			
İlaçlama yapıldıktan sonra uyarı levhası asıldı mı?			
İlaçlamanın yapıldığı tarihin bilgisini veren uyarı levhası asıldı mı?			
Belli aralıklarla bu alandakilerle temas kurularak durumlarının nasıl olduğunun bilgisi alındı mı?			
İlaçlama işleminden sonra çevredeki alanlarda gariplik gözlemlediniz mi evetse açıklamaya yazın			


Önerilen İSG Eylemi
ISG Onaylı Çalışma Formu Alındı mı
EVET
HAYIR
Çalışma Yeri İmzalandı mı
Çalışmayı Durdur
EVET
Görev Yerine Git ve Kontrol Listesini Doldur
Amire Bildir
Kontrol Listesinde Eksik Var mı
EVET
Çalışmayı Durdur
HAYIR
Çalışmaya Başla


Önerilen İSG Eylemi
Pano Kilitli mi
Evet
Hayır
Anahtarı Tak ve Kilidi Aç Açıldı mı
Kilit ve Pano Kapağını Kontrol et
Kilit ve Pano Kapağı Arızalıysa Değiştir
Evet
Gözle Kontrol et Yanma Belirtisi Var mı
Bilinmiyor
Hayır
Elektriği Kestiğinden Emin ol
Klemensi Sök
Amire Bildir ve Çalışmayı Durdur
Klemens Değişimini Yap ve Klemens Vidalarını Uygun Tork ile Sık


SOBATAJ ACİL DURUM PLANI
SABOTAJIN NASIL MEYDANA GELDİĞİNİ BELİRLE
YANGIN
PSİKOLOJİK
İLAÇ
PATLAYICI
MEKANİK VE ELEKTRİKSEL
ŞİRKET GÜVENLİK PERSONELİNE HABER VER
112 ACİL SERVİSİ ARA
ÇALIŞMA ALANI GÜVENCE ALTINA AL
ÇALIŞMA ALANI AYDINLAT
GİRİŞİ, ÇIKIŞ VE ACİL ÇIKIŞ NOKTALARININ GÜVENLİĞİNİ SAĞLA


ELEKTRİK ÇARPMASI ACİL DURUM PLANI
YALITKAN BİR MALZEMEYLE AKIMI KES
BİLİNÇ KONTROLÜ YAP. BİLİNÇ VAR MI?
HAYIR
İLK YARDIMA BAŞLA
EVET
KAZAZEDEYİ SICAK TUT VE ÜZERİNİ ÖRT
112 GELENE KADAR HASTAYA MÜDAHALE ETME


GÜNEŞ ENERJİSİ SANTRALİ OT İLAÇLAMA İŞLEMİ SONRASI ZEHİRLENME VAR MI?
HAYIR
GÖZLEMLEMEYE DEVAMET
EVET
ZEHİRLENMEDEN SONRA YARIM SAAT GEÇTİ Mİ ?
EVET
HASTAHANEYE KALDIR VE İLACI YANINA AL
HAYIR
İLK YARDIMA BAŞLA
KUSMA, MİDE BULANTISI, İSHAL VE HALSİZLİK VAR MI?
EVET
112 ARA

8.SONUÇ

Elektrik enerjisinin önemi gün geçtikçe artmaktadır. Bu sebepten dolayı elektrik üretim, iletim ve dağıtım sektörlerine olan bağlılık da artış göstermektedir. Elektrik üretim, iletim ve dağıtım sektörlerinde iş kazaları meydana gelmektedir. İş kazaları ölümle sonuçlanabilmektedir. İş kazalarının önüne geçebilmek amacıyla gerekli önlemler alınmalıdır. Elektrik ve iş güvenliği eğitimleri periyodik olarak çalışanlara ve işverenlere verilmelidir. Kişisel koruyucu donanımların uygun şekilde kullanılması gerekmektedir.

İş sağlığı ve güvenliği kıyafetlerinin çalışma ortamına uygun yanmaz kıyafetlerden seçilmelidir. Bakım çalışmalarının zamanın da yapılıp gerekli arıza tespitleri zamanın da yapılmalıdır. Yüksekte çalışma işlemi yapmadan önce yüksekte çalışma eğitiminin alınması uygun olacaktır. Emniyet kemersiz kesinlikle yüksekte çalışma işlemine başlanılmamalıdır. Bakım çalışması yapılacaksa kesinlikle enerjinin kesildiğinden emin olunmalıdır.

Elektrik üretim sektörünün en önemli yatırımlarından biri olan güneş enerjisi santrallerinde meydana gelen iş kazaları analiz edilmiştir. Güneş enerjisi sektöründe çalışan kişilerle görüşüldüğü zaman bunlar gibi birçok iş kazası meydana geldiği tespiti yapılmıştır.

Öykü 1 gerçeğine dayanılarak, dağıtım firmasına haber verilip mührün dağıtım firması çalışanlarının eşliğinde koparılarak sayaca müdahale yapılması gerekmektedir. Yapılmış olan ikinci hataya önerimizse ev anahtarı yerine tornavida yardımıyla bu işlemin yapılması olacaktır. Azami olarak bu iki hususa dikkat edilmelidir. Uygun olmayan alet ve cihazlarla müdahale yapılmamalıdır. Bu tür sorunlarla bir daha karşılaşılmaması için, kontrol listesine bu maddeler eklenmiş ve müdahale algoritması oluşturulmuştur.

Öykü 2 gerçeğine dayanılarak, nötr noktasının sökülmemesi gerekmektedir ve yetkili firma çağırılarak gerekli ölçümlerin onlar tarafından yapılması uygun olacaktır.

Öykü 3 gerçeğine dayanılarak, işe başlamadan önce enerji kesilip kendi veya bir başka çalışma arkadaşı tarafından müdahale edilmemesi için LOTO işleminin yerine getirilmesi gerekmektedir. Yapılmaması gereken bu davranışlardan kontrol listesi kısmında ve LOTO kısmında bahsedilmiştir.

Öykü 6 için gerekli hesaplamalar yapılarak santrale paratoner montajının yapılması önerilmektedir.

Öykü 7 için bir takım öneriler şunlardır:

- İlaçlama işlemi profesyonel ekipler tarafından yapılmalıdır,
- İlaçlama işlemi yapılırken çevreyi koruma önceliğimiz olmalıdır,
- İlaçlama işlemi yapıldıktan sonra uygulanan tarihi içeren uyarı levhalarının asılması zehirlenmelere karşı uygun olacaktır,
- İlaçlama işleminden sonra santrale giden çalışanlarla iletişime geçmek için telsiz, telefon ve kameralar kullanılmalıdır. Çalışanlar durumlarını belli aralıklarla bağlı oldukları birimlere bildirmeleri gerekir. Çalışanlarla iletişim yapılamadığı durumlarda ise santrale bir başka müdahale ekibinin gitmesi çalışanların sağlığı açısından önem arz etmektedir.

Öyküler dikkate alınarak, iş kazalarının önüne geçebilmek için bir takım sorular kontrol listelerine eklenmiştir. Bu öneriler sadece güneş enerjisi üretim santralleriyle ilgili olmayıp elektrik üretim, iletim ve dağıtım sektörlerinin tümüyle ilgilidir. Güneş enerjisi santralinde meydana gelen iş kazaları örnek verilerek büyük yerlerde de olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Meydana gelebilecek kazaların emri verenden mi, işi yapandan mı yoksa eksik yapılan işten mi kaynaklı olduğu hukuki olarak önem arz etmektedir. Hukuki açıdan sorumluların kim veya kimler olduğu hazırlanan kontrol listeleri sayesinde adli soruşturmalarda kılavuzluk yapabilecektir. Bu tür konularda adli kurumların verecekleri kararlar açısında rahatlatacağı düşünülmektedir. İş kazalarında genellikle işveren, işveren vekilleri ve çalışanlar doğal olarak sorumluluk üstlenmekten kaçınmaktadır. Bu nedenden dolayı bu kayıtlar hukuksal açıdan da önem arz etmektedir.

Ülkemizde iş sağlığı ve güvenliği kültürünün oluşması gerekmektedir. İş sağlığı ve güvenliğinin yeterince önemsenmemesi, gerekli iş güvenliği donanımlarının tedarik edilmemesi hafif şekilde atlatılacak olan kazaların bile ağır yaralanmalarla sonuçlanmasına sebebiyet verebilmektedir. Yapılan bu tez çalışmasında elektrik üretim, iletim ve dağıtım sektörlerinde bazı dikkate alınmayan durumlar değerlendirilmiş ve önerilerde bulunulmuştur.

9. KAYNAKÇA

1. Çetindağ, Ş. (2010). İş Sağlığı ve Güvenliğinin Tarihsel Gelişimi ve Mevzuattaki Güncel Durum, 1-6.

2. Akıllı, H. ve Aydoğdu, Ö.(2018) İş Sağlığı ve Güvenliğinin Önemi, 245-250.

3. Erol, E. (2007). Türkiye'de Elektrik Enerjisinin Tarihi Gelişimi: 1902–2000. 1-223.7

4. T.C. Resmi Gazete, Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği, 30.11.2000, Sayısı:24246,

5. Bayram, M. ve İlisu, İ. (2010). Elektrik Akımının İnsan Vücudu Üzerine Etkisi.1-109

6. Dalziel, C. (1972). Elektrik Çarpmasının Etkileri ve Çeşitleri. 72-80.

7. Eldem, M. (2017). Güneş Enerjisi. 7-10.

8. Eldem, M. (2017). Güneş Enerjisi. 7-10.

9. Gül, F. (2018). Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kullanımında İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamalarının Araştırılması. 1-65

10. Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi Genel Müdürlüğü İş Güvenliği Yönergesi03.12.1996. Sayı: 45–688. 1-

11. Ceylan, H. (2012). Türkiye' deki Elektrik İletim Tesislerinde Meydana Gelen İş Kazalarının Analizi. Ejovoc (Electronic Journal of Vocational Colleges), 2(1), 98- 109.

12. İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu. Kanun Numarası: 6331. Tarih: 30.6.2012. Sayı: 28339.Cilt: 52. 11647-11666.

13. Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi Genel Müdürlüğü İş Güvenliği Yönergesi 03.12.1996. Sayı: 45–688. 1-34

http-1:https://www.verywellhealth.com/what-is-occupational-health-and-safety-4159865#citation-3 (Erişim tarihi: 18.05.2021)

http-2:https://www.getsmarter.com/blog/career-advice/occupational-health-and-safety/ (Erişim tarihi: 28.03.2016)

http-3:https://www.safeopedia.com/definition/439/occupational-health-and-safety-ohs (Erişim tarihi: 01.11.2021)

http-4:https://www.peoplehum.com/glossary/occupational-safety (Erişim tarihi: 02.11.2020)

http-5:https://staysafeapp.com/blog/2020/08/21/history-workplace-health-and-safety/ (Erişim tarihi: 21.08.2020)

http-6: http://www.megep.meb.gov.tr (Erişim tarihi: 27.02.2017)

http-7: https://ilkehukuk.wordpress.com (Erişim tarihi: 01.10.2013)

http-8: https://msnucleus.org/membership/html/k6/as/physics/4/asp4_3a. (Erişim tarihi: 11.12.2014)

http-9: https://elektrikinfo.com/elektrik-terimleri/ (Erişim tarihi: 01.03.2020)

http-10: https://www.kidsgourmet.com.tr/elektrik-carpmasi-durumunda-yapilmasi-gerekenler/ (Erişim tarihi: 16.06.2019)

http-11:https://www.simutechmultimedia.com/12-causes-of-electrical-accidents/ (Erişim tarihi: 11.05.2019)

http-12:http://hbogm.meb.gov.tr/MTAO/2ElektrikTesisatBilgisi/unite1.pdf (Erişim tarihi: 13.08.2018)

http-13:https://eem.eskisehir.edu.tr (Erişim tarihi: 20.08.2020)

http-14: https://elektriksepeti.com/tuketici-sozlugu/elektrik-enerjisi-nedir-nasil-uretilir (Erişim tarihi: 20.01.2021)

http-15: https://www.enerjiatlasi.com/en-buyuk/ (Erişim tarihi: 25.03.2021)

http-16:https://www.myenerjisolar.com/gunes-enerjisi-nedir/ (Erişim tarihi: 28.04.2020)

http-17: https://kabloder.org/enerji-iletim-hatlari/ (Erişim tarihi: 12.06.2016)

http-18:https://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/enerji-iletim-hatlarinda-kullanilan-elemanlar (Erişim tarihi: 12.08.2015)

http-19:https://www.lexpera.com.tr/mevzuat/yonetmelikler/teias-is-sagligi-ve-guvenligi-yonetmeligi (Erişim tarihi: 17.11.2010)

htpp-20: https://www.tedas.gov.tr (Erişim tarihi: 17.01.2022)

htpp-21: https://kms.kaysis.gov.tr (Erişim tarihi: 14.01.2017)

htpp-22: https://www.evrensel.net (Erişim tarihi: 22.05.2021)

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı	Muhammed ERYILMAZ

Eğitim

Lisans	2019, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans	2022, İzmir Bakırçay Üniversitesi İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı, İş Sağlığı ve Güvenliği Tezli Yüksek Lisans Programı

Yayın Listesi

Makale	
Bildiri	Selçuk A. B., Eryılmaz M., (2021), 7. Hitit Öğrenci Kongresi-Elektrik Üretim, İletim ve Dağıtım Sektörlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği