



Gedik Üniversitesi

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
GEDİK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**PLASTİK ENJEKSİYONLA ÜRETİMDE YANGIN RİSKLERİ
VE YANGIN GÜVENLİĞİ**

FATİH NURTAŞ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Prof. Dr. Selahattin GÖKMEN

2016-İSTANBUL

T.C.
GEDİK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
TEZ ONAYI

Enstitümüzün İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı 131212009 numaralı öğrencisi Fatih NURTAŞ'ın hazırladığı “**Plastik Enjeksiyonla Üretimde Yangın Riskleri ve Yangın Güvenliği**” başlıklı Yüksek Lisans tezi ile ilgili Tez Savunma Sınavı, Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği uyarınca **20/07/2016 Çarşamba** günü saat **10:00**'da yapılmış, tezin onayına OY ÇOKLUĞU / OY BİRLİĞİYLE karar verilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Selahattin GÖKMEN

Üye : Yrd. Doç. Dr. Gürcan ATAKÖK

Üye : Yrd. Doç. Dr. Fatih YALÇIN

ONAY:

Bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulu'nun/...../20..... tarih ve sayılı kararı ile onaylanmıştır.

...../...../2016

Müdür

BEYAN YAZISI

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmayla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarımı ihlal edici bir davranışımın olmadığı beyan ederim.

...../...../2016

Fatih NURTAŞ

İmza

TEŞEKKÜR

Endüstri Müh. olarak mezun olduğum İstanbul Üniversitesi, bana ve benimle birlikte mezun olduğum arkadaşlarıma farklı bir dünya görüşü kattı. Dolayısıyla birçok alanda merak ve sorumluluk duygusu kazandık. Bu nedenle beni mezun eden tüm Öğretim görevlilerime teşekkür ederim.

Tüm çalıştığım firmalarda farklı görevler üstlendim. Bu doğrultuda iş sağlığı ve güvenliği alanındaki merakım 2010 yılında başladı. İş Güvenliği uzmanlığı C ve daha sonra A sertifikasını aldım. Bu süreçte konuya merakım arttı. Bu konuda benim merakımı canlı tutan ve Gedik Üniversitesi'nde İş Sağlığı ve Güvenliği Yüksek lisans programına beraber devam ettiğim arkadaşım Ramazan ŞAHAN'a ve Ayşe ÖZYURT'a çok teşekkür ederim.

İş sağlığı ve Güvenliği altında ayrıca Yangın konusuna merakım yüksek lisans yangın dersi öğretim görevlimiz olan Prof. Dr. Selahattin GÖKMEN ile başladı. Hocamız yanma, yangın ve patlamanın kimyasal temellerini bize anlatınca ilgim arttı. Bu nedenle tezimi kendisinden almak istedim. Tez almamda beni destekleyen Yard. Doç. Dr. Hasan Tahsin KALAYCI hocama, tez boyunca yardımlarını esirgemeyen, benimle beraber kaynak araştırmalarına da yardım eden Prof. Dr. Selahattin GÖKMEN'e teşekkürlerimi borç bilirim.

Yüksek lisans ders ve sınav günlerinde evde yeni doğmuş oğlumla yalnız beni bekleyen ve tez yazım sürecinde desteklerini unutamayacağım eşime, en çok da bana mutluluk aşıl原因an oğluma çok teşekkür ederim.

Fatih NURTAŞ

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİLLER LİSTESİ	iv
RESİMLER LİSTESİ	v
TABLolar LİSTESİ.....	vii
KISALTMALAR	viii
ÖZET.....	1
ABSTRACT.....	4
1. GİRİŞ.....	7
1.1. Araştırmanın Konusu.....	9
1.2. Araştırmanın Amacı	10
1.3. Araştırmanın Sınırları.....	10
2. GENEL BİLGİLER.....	11
2.1. Yanma ve Yangın	11
2.1.1. Yanma	11
2.1.2. Yanıcı maddeler	12
2.1.3. Yangının gelişim aşamaları.....	17
2.1.4. Yangının malzemelere ve insana etkisi.....	21
2.1.5. Yangının yayılımı	26
2.1.6. Yangın ve yangın sınıfları.....	31
2.1.7. Yangın güvenlik önlemleri.....	32
2.2. Risk Değerlendirmesi ve Fine Kinney Metodu	36
2.2.1. Risk Değerlendirmesi.....	37
2.2.2. Fine Kinney Metodu	39
2.3. Plastik ve Plastik Enjeksiyon.....	42
2.3.1. Plastik.....	42
2.3.2. Plastik üretiminde kullanılan bazı kimyasallar	46
2.3.3. Plastik enjeksiyon	52
2.4. Elektrik Kusurlarının Yangın Tehlikesine Getirdiği Riskler.....	63
2.5. Elektrik Kablolarının Yangına Dayanımı, Ömürleri ve Yaşlanmaları	65

2.5.1. Elektrik kablolarının yangına dayanımı	65
2.5.2. Elektrik kablolarının ömürleri	68
2.5.3. Kabloların Yaşlanması	69
2.6. Elektrik Kablosu Seçimi	70
2.7. Kızılötesi Termografi	73
2.7.1. Termal görüntüleyicinin bileşenleri	74
2.7.2. Termal görüntüleyicilerin işleyişi	74
2.7.3. Termografik ölçümün yapılması	76
3. GEREÇ ve YÖNTEM	80
3.1. Araştırmanın Önemi	80
3.2. Çalışma Yeri ve Dönemi	80
3.3. Verilerin Toplanması	80
3.4. Verilerin Analizi	80
4. BULGULAR	81
4.1. Firma Tanıtımı	81
4.1.1. Tesisin tanımı	81
4.1.2. Üretim durumu ve kapasitesi:	82
4.1.3. Fabrika organizasyon şeması	83
4.1.4. Fabrika bina ve eklentilerinin fiziki yapısı, bölümlerin krokisi	85
4.2. Yangın Risk Değerlendirmesi	89
4.2.1. Yangın risk değerlendirme firma ön analizi	90
4.2.2. Yangın sistemi kontrol listesi tablosu	92
4.2.3. Yangın risk değerlendirme	95
4.3. Uygulamalar	107
4.3.1. Termal kamera ölçüm sonuçları	107
4.3.2. Elektrik kablosu seçimi	146
4.3.3. Elektrik ve sigara kaynaklı yangın tehlike tespit anket formu:	147
4.3.4. Elektrik iç tesisat uygunluk ölçümü	148
4.3.5. Sigara uygulamaları	153
5. TARTIŞMA ve SONUÇLAR	154
KAYNAKLAR	158
ÖZGEÇMİŞ	162

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Yangın üçgeni	12
Şekil 2.2. Yanıcı katı maddelerin yüzey ve yanıcılık özelliği	14
Şekil 2.3. Yanma ve türleri	17
Şekil 2.4. Yangın gelişim süreci	18
Şekil 2.5. Alev dili (flame-over)	19
Şekil 2.6. Yangın anındaki ısı ve kütle akışı şeması	27
Şekil 2.7. Malzemelerden ısı iletimi	28
Şekil 2.8. Isı taşınımı	29
Şekil 2.9. Bina içi boşluklarından ısı taşınımı	29
Şekil 2.10. Işınım yoluyla ısı iletimi	31
Şekil 2.11. Tehlike ve risk karşılaştırması	37
Şekil 2.12. Risk değerlendirme aşamaları	38
Şekil 2.13. Risk değeri hesaplama nomografı	43
Şekil 2.14. Enjeksiyon ünitesinin elemanları	57
Şekil 2.15. Enjeksiyon işleminin basamakları	57
Şekil 2.16. Huni	58
Şekil 2.17. Meme kesiti	60
Şekil 2.18. Mengene ünitesi	61
Şekil 2.19. Bina içinde kablo geçiş yerlerinin yangın izolasyonu	66
Şekil 2.20. Yangına dayanıklı kablo kesitleri	67
Şekil 2.21. Yayılan enerji (ϵ), yansıyan enerji (ρ), İletilen Enerji (τ)	76
Şekil 4.1. Organizasyon şeması 1	83
Şekil 4.2. Organizasyon şeması 2	84
Şekil 4.3. Zemin kat krokisi (üretim alanı)	85
Şekil 4.4. Hammadde depo	86
Şekil 4.5. Mamul depo krokisi	87
Şekil 4.6. Üretim alanı (enjeksiyon makineleri yerleşimi)	88
Şekil 4.7. Renklendirme çubuğu skalası	108

RESİMLER LİSTESİ

Resim 2.1. Yangının yayılma hızı	18
Resim 2.2. Enjeksiyon makineleri	53
Resim 2.3. Enjeksiyon makinesinde üretilen ürünler	55
Resim 2.4. Enjeksiyon ünitesi	56
Resim 2.5. Enjeksiyon makine vidası	59
Resim 2.6. Çekvalf	59
Resim 2.7. Enjeksiyon kontrol ünitesi	62
Resim 2.8. Bir duvarın yüzeyine elden iletilmiş olan kalıntı ısının termal gör..	73
Resim 2.9. Termal görüntüleyici bileşenleri	74
Resim 2.10. Bir termogram	75
Resim 4.1. Testo 875-1i resimleri	109
Resim 4.2. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 1	112
Resim 4.3. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 2	113
Resim 4.4. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 3	114
Resim 4.5. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 4	115
Resim 4.6. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 5	116
Resim 4.7. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 6	117
Resim 4.8. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 7	118
Resim 4.9. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 8	119
Resim 4.10. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 9	120
Resim 4.11. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 10	121
Resim 4.12. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 11	122
Resim 4.13. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 12	123
Resim 4.14. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 13	124
Resim 4.15. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 14	125
Resim 4.16. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 15	126
Resim 4.17. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 16	127
Resim 4.18. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 17	128
Resim 4.19. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 18	129

Resim 4.20. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 19	130
Resim 4.21. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 20	131
Resim 4.22. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 21	132
Resim 4.23. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 22	133
Resim 4.24. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 23	134
Resim 4.25. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 24	135
Resim 4.26. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 25	136
Resim 4.27. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 26	137
Resim 4.28. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 27	138
Resim 4.29. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 28	139
Resim 4.30. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 29	140
Resim 4.31. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 30	141
Resim 4.32. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 31	142
Resim 4.33. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 32	143
Resim 4.34. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 33	144
Resim 4.35. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 34	145

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 1.1. İBB İtfaiye Daire Başkanlığı yangın kaynağı tablosu (2010-2015)	8
Tablo 1.2. İBB İtfaiye Daire Başkanlığı itfai olaylar tablosu (2010-2015)	9
Tablo 2.1. Yanıcı madde örnekleri	13
Tablo 2.2. Yanıcı maddelerin tutuşma sıcaklıkları	16
Tablo 2.3. CO'e maruz kalma etkileri	25
Tablo 2.4. Olasılık, frekans ve şiddet	41
Tablo 2.5. Risk değerlendirme sonucu	41
Tablo 2.6. Tek damarlı NYY kablo seçim tablosu	71
Tablo 2.7. Dört damarlı NYY kablo seçim tablosu	72
Tablo 2.8. Bazı malzemelerin emissivity değerleri	77
Tablo 4.1. Yangın risk değerlendirmesi firma ön analizi	90
Tablo 4.2. Yangın sistemi kontrol listesi tablosu	92
Tablo 4.3. Yangın risk değerlendirmesi tablosu	95
Tablo 4.4. Testo 875-1i termal kamera teknik özellikleri	108
Tablo 4.5. İşg yangın tehlikesi anket formu	147
Tablo 4.6. Elektrik iç tesisat uygunluk ölçümü tablosu 1	149
Tablo 4.7. Elektrik iç tesisat uygunluk ölçümü tablosu 2	150
Tablo 4.8. Makineler elektrik uygunluk ölçümü tablosu	151
Tablo 4.9. Sigara kullanım anketi sonuç tablosu	153

KISALTMALAR

AM	=	Amper
AYPE	=	Alçak yoğunluklu polietilen
EN	=	Europa Norm
I.M.L.	=	In mold label (kalıp içi etiket)
İSG	=	İş sağlığı ve güvenliği
İSGGM	=	İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü
KKD	=	Kişisel koruyucu donanım
MEB	=	Milli Eğitim Bakanlığı
MMO	=	Makine Mühendisliği Odası
MSDS	=	Material safety data sheet (malzeme güvenlik bilgi formu)
O.G.	=	Orta gerilim
Ort.	=	Ortalama
PE	=	Polietilen
PP	=	Polipropilen
PS	=	Polistiren
YYPE	=	Yüksek yoğunluklu polietilen

ÖZET

“PLASTİK ENJEKSİYONLA ÜRETİMDE YANGIN RİSKLERİ VE YANGIN GÜVENLİĞİ”

Fatih NURTAŞ

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Selahattin GÖKMEN

Temmuz 2016, Sayfa 174

Günümüzde plastik kullanımı, ekonomik ve başka birçok sebeple sürekli artış göstermektedir. Bunu, alışveriş yaptığımız yerlerde, özellikle kullan-at ambalajların artması şeklinde ya da ev temizlik ürünlerinin ambalajlarının, motorlu araçların motorları dâhil malzemelerinin, beyaz eşyada ve küçük ev gereçlerinde, mobilyalarda kullanılan parçaların plastiğe dönmesiyle görmekteyiz. Bundan önceki yıllarda bu malzeme ve parçalar cam, metal ya da tahtadan yapılmaktaydılar. Plastik enjeksiyon ise bu parça ya da ambalajların üretilmesinde günümüzde en çok kullanılan yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır.

Plastik enjeksiyon tekniğinin kullanımının artışı doğal olarak bu sektörde çalışan kişi ve firma sayısını, bunun yanında ise sektörün iş güvenliği ve yangın riskinin boyutunu büyütmektedir. Özellikle firmaların büyümesi olası yangının sonuçlarını ağırlaştırmaktadır.

Günümüzde önemli boyutlara ulaşan yangınların sayısının azaltılarak, güvenli çalışma koşulları sağlamak ve böylece çalışanların yaşamasını, sağlığını ve maddi unsurları korumak mümkündür.

Elektrik enerjisi, plastik enjeksiyon tekniği ile, hatta plastiğin diğer üretim teknikleriyle üretildiği yerlerde, yangını başlatan asıl etken olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu araştırmada yangın riskleri ve yangın güvenliği işlenirken yangın risk değerlendirmesi yapılmış, özellikle elektrik enerjisi mercek altına alınmış ve uygulama elektrik enerjisi üzerine yapılmıştır.

Araştırma neticesinde, çalışma yapılan tesiste, üst yönetimin, yakın çevresinde de yangına şahit olmasının da etkisiyle yangın konusunda duyarlı olması olumlu olarak görülmüştür.

Firmada, sigara ve çakmak kullanımının kontrol altına alınması konusunda alınan önlemler, birçok firmaya örnek olabilecek düzeydedir. Yangın önlemeye duyarlılığı ve kişisel koruyucu donanım sağlama konularında, ayrıca da çalışan personelin yangın duyarlılığı açısından iyi uygulamalara da rastlanmıştır.

Çalışmada, risk analizi, elektrik iç tesisat uygunluk raporu ve termal kamera ölçüm sonuçlarına göre tespit edilen uygunsuzluklar, çözüm yolları ve öneriler verilmiştir. Araştırma konusu uyarınca firmanın en önemli sorununun aslında, yangın konusunda birçok açıdan önlem almış olmasına rağmen günlük, haftalık, aylık kontrollerin etkin yapılmaması olduğu görülmektedir. Bunun etkisi olay yaşandığı zaman hissedilebilecektir. Bu sorun ise kontroller için bir sorumlunun görevlendirilmesi ve de bu görevlinin kontrol sonucu elde ettiği bilgilerin sorunla ilgili alandaki sorumlunun eğitime alınması, yazılı talimatların hazırlanıp uygulanması ve gerekirse uyarılması şeklinde çözümlenmelidir.

Firmada, akım koruma rölelerinin sadece aydınlatma panolarında olması, tüm panolarda olmaması ve topraklama değerlerinin istenilen seviyede olmaması nedeniyle teknik eksikliklere; termal kamera ölçüm sonuçlarına göre bazı pano, busbar¹ ve baralarda², aşırı ısınmış kablo ve bağlantı noktalarına rastlanmıştır.

Bu araştırma sonucunda elde edilen bilgiler ve öneriler, firmanın İSG kurul toplantısına sunulup tartışılmış ve çözümler değiştirilmeden oybirliği ile kabul edilmiştir. Özellikle termal kameranın yangın tehlikesinin, proaktif bir şekilde, önceden fark edilmesini sağladığı kabul edilerek belirli periyotlarda hemen uygulanmasına, gereken tedbirlerin alınmasına karar verilmiştir. Böylece yapılan

¹ Fabrikalar, iş merkezleri, atölyeler, alışveriş merkezleri ve bunun gibi birçok alanda tesis içi elektrik enerjisinin dağıtılmasını sağlamaya yarayan bara sistemlerine busbar sistemleri denir. <http://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/baralar-ve-bara-sistemleri-2-bolum/11581#ad-image-0>, Erişim tarihi: 21 Temmuz 2016

² Aynı gerilim ve frekanstaki elektrik enerjisinin toplandığı ve dağıtıldığı üniteye bara denir. Baralar, elektrik enerjisinin kontrol ve kumanda edilmesini sağlayan ünitelerin birbirleriyle irtibatını sağlar. <http://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/baralar-ve-bara-sistemleri-1-bolum/11521#ad-image-0>, Erişim tarihi: 21 Temmuz 2016

Çalışmanın özellikle elektrik tesisatlarındaki yangınların önlenmesi bakımından plastik enjeksiyon sektörü ve benzeri sektörlere uygulanabilir bir zm olabileceği kanaatindeyim.

Anahtar Kelimeler:

Plastik Enjeksiyon, Yangın Gvenliği, Yangın Riski, Plastik Yangınları, İş Sağlığı ve Gvenliği

ABSTRACT

“FIRE RISKS AND FIRE SAFETY IN PRODUCTION WITH PLASTIC INJECTION”

Fatih NURTAŞ

Thesis Consultant: Prof. Dr. Selahattin GÖKMEN

July 2016, 174 Pages

Today plastic consumption is increasing based on economic and many other reasons. We can observe this fact in the markets and groceries in the form of increased usage of disposable packages and in the change from other materials towards plastic on the packaging of household cleaning materials, motor and other vehicle parts, white goods parts and small household equipment and furniture parts. In previous years these materials and parts were produced with glass, metal or wood. Nowadays, plastic injection has become the most frequently used method of production of these materials and parts.

The increase on the usage of plastic injection method has naturally increased the number of companies and working force employed in this sector. This fact is also increasing the job safety and fire risk of this industry. Especially the growth we observe on these companies intensifies the results of a probable fire.

Now it is possible to provide safe working environment to protect the life and health of the workers and to protect the physical assets by decreasing the number of fires that reached to important levels.

Electric energy emerges as the main reason of fire incidents in factories that produce with plastic injection method and even in the factories where plastic is produced with other methods. In this research, fire risk assessment is done while analysing the fire risks and fire safety. Electric energy is especially focused on and it is also chosen as the application topic.

As a result of the research, it is found to be favourable that the top management has grown an awareness against fire incidents with the help of recent fire events that took place in some of the neighbouring factories.

Measurements taken to control cigarette and lighter usage has reached the level of setting an example to other factories. Furthermore, good practices have been observed on providing personal safety materials and on fire awareness of the workers.

Inconformities detected based on the risk analysis, electric inner installation conformity report and thermal camera measurement results are mentioned in the research along with the solutions and suggestions. It is also found out that the most important problem of the factory, regarding fire safety, is that the daily, weekly and monthly controls are not done efficiently, although important precautions have been set up against fire. The result of this can only be observed in case of fire. This problem can be solved by assigning a person in charge of these controls. The person in charge should detect the problematic areas and have the responsible persons of those areas get relevant training. The person in charge also should prepare written instructions and he should have the power of warning the workers in case it is needed.

Some technical shortages have been detected such as current protection relays only being on lighting boards rather than being on all boards and grounding values of the boards not being on the required level. Furthermore, overheated cables and connection points have been detected in boards, busbars and bars based on thermal camera measurement results.

The information and suggestions obtained as a result of this research have been discussed in the meeting of the company's Work Health and Safety Committee and the suggested solutions have been accepted by general compact without any change. It is especially decided that the thermal camera measurement should be conducted on a regular basis, starting immediately. This decision is taken because it is observed that thermal camera measurement enables the fire risk to be detected proactively. As a result, I believe that the findings of this research, especially for the fires that start due to the electric installation problems, are applicable to plastic injection and similar industries to prevent fires.

Key words:

Plastic Injection, Fire Safety, Fire Risk, Plastic Fire, Work Health and Safety

1. GİRİŞ

Yangın, yanıcının, ısı etkisiyle oksijenle birleşmesi genel tabiriyle açıklanan, kimyasal bir olayın yıkıcı etkilere ulaşan sonucudur. Açıklaması bu kadar kısa olan bu olayın sonucunda, büyük yıkımlar, maddi ve manevi kayıplar yaşanmaktadır. Açıklaması kısadır, ancak meydana geldiğinde söndürülmesi kolay değildir. Yangın başladıktan sonra söndürmek yerine hiç oluşmamasının sağlanması yangınla mücadelede en etkili ve akılcı yoldur. Bu nedenle insanlar yangını doğuran sebeplerin önüne geçmenin önemini anlamalıdır.

Yanma, yanıcı, oksijen ve yeterli ısının olduğu her yerde olabilir. Yangın ise yanma ile başlar. Yani yanıcı ne kadar çoksa yangın da o kadar şiddetli ve büyük olur. Yanıcı maddeler ise çeşitlidir. Parlayıcı, patlayıcı sınıfı maddeleri bulunduran yerler ile bu maddelerden elde edilen malzemeleri kullanan, üreten yerler büyük risk altındadır. Bu sektörlerden biri de plastik enjeksiyon sektörüdür. Plastik petrol türevi olduğundan kolay yanar ve söndürülmesi çok zordur.

Plastik enjeksiyon projesinde yangının çıkış sebebi çok çeşitli olabilir. Yanıcı malzemelerin kontrolsüz ısı kaynaklarının yanında depolanması ve ısı kaynaklarının da tutuşmaya sebep verebilecek sıcaklığa ulaşmaları ile yanma başlamakta ve erken müdahale olmaması halinde yangına dönüşmektedir.

Enjeksiyon Prosesinde plastik önce ısı ile eritilmekte, sonra tekrar soğutulmaktadır. Enjeksiyon sonucu çıkan ürünler LPG tüplerinden faydalanılan şalomalarla yakılmakta, çapakları giderilmektedir.

En büyük tehlike kaynağı elektrik enerjisidir. Üretim sürecinde elektrik çok yoğun kullanılmaktadır. Elektrik enerjisinin kontrolü demek büyük ölçüde yangının kontrolü anlamına gelebilir. Elektrik ile rezistanslar ısıtılmaktadır, motorlar dönmekte ve ısınmaktadır. Elektrik iletim kabloları insanın damarları gibi üretim alanının her yerini sarmaktadır. Elektrik kablolarının, pano ve trafoların, jeneratörlerin, rezistansların kontrolü çok zor olmaktadır. Genel hata trafoların, jeneratörlerin yanına yanıcı maddelerin konulması ya da depolanmasıdır.

Elektrik dışında yangına sebebiyet verebilen diğer etkenler, sigara, çakmak, kaynak, ısı kaynakları olmaktadır. Bu sayılan etkenlerin kontrolsüzlüğü yangına sebebiyet vermektedir.

Elektrik ve sigara, yangın sebepleri arasında açık ara öndedir. Tablo 1.1.'de İstanbul Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Teşkilatının 2010-2015 yılları arasındaki yangın sebepleri verilmiştir. Buna göre sigara ve elektrik kontağı toplam en az % 63 oranla yangınların baş nedenlerini oluşturmaktadırlar. Bu istatistikte sigara, birinci sebep olarak karşımıza çıkmaktadır. Elektrik ise toplam içerisinde ikinci neden olarak görünmektedir. Ancak, konut yangınlarının sayısının fabrika yangınlarına oranla çok fazla olması, fabrika/işyeri yangınlarının yangın nedenlerinin sayısını etkilemektedir (tablo 1.2.). İBB İtfaiye verileri, yangın nedeni açısından konut, fabrika/işyeri vb. tasnif edilmediğinden, endüstriyel tesislerde ya da işyerlerinde yangın nedenlerinin sayısının tam olarak bilinmemesine neden olmaktadır. Ancak, bu konuda yapılan bazı uluslararası araştırmalar göstermektedir ki endüstriyel yangın sebeplerinin başında konut yangınlarından farklı olarak elektrik ilk sırada yer almaktadır. İkinci olarak ise sigara görünmektedir.

Tablo 1.1. İBB İtfaiye Daire Başkanlığı yangın kaynağı tablosu (2010-2015)
(İBB, 2015)

Yangın Kaynağı (2010-2015)												
Kaynak	Yıl											
	2010		2011		2012		2013		2014		2015 Ocak-Temmuz	
	Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde
Sigara	8.546	42,6%	13.032	49,3%	12.399	48,7%	13.010	50,5%	9.168	40,1%	5.999	38,4%
Elektrik kontağı	4.567	22,8%	4.771	18,0%	5.012	19,7%	5.133	18,3%	5.360	23,5%	3.917	25,1%
Baca	1.244	6,2%	1.422	5,4%	1.389	5,5%	1.298	5,1%	1.134	5,0%	645	5,2%
Üti, ocak (gazlı dâhil) elektrikli ev aletleri	1.090	5,4%	1.130	4,3%	1.144	4,5%	1.190	4,2%	1.189	5,2%	819	4,8%

İnsanların eğitim seviyesi, sektör genelinde geçerli olmak üzere, düşüktür. Bu neden başta olmak üzere Yangın ve doğal afet eğitimlerinde verilen bilgiler özümsememektedir. Toplumumuzun kültürü nedeniyle olayları ciddiye almamak, “benim başıma gelmez” düşüncesi bu konularda duyarlılığı azaltmakta, “kader” algısı oluşan afet düzeyini normalleştirmekte, yangınla mücadelede istenilen sonuca ulaşılmasını engellemektedir.

Tablo 1.2. İBB İtfaiye Daire Başkanlığı İtfai Olaylar Tablosu (2010-2015)
(İBB, 2015)

İtfai Olaylar (2010-2015)										
Olay	Yıl / Sayı									
	2011	2012	2013	2014	2014		2015		Oransal Değişim	
					Ocak-Temmuz	Ocak-Temmuz	Ocak-Temmuz	Ocak-Temmuz	Sayısal Değişim	Sayısal Değişim
					Ocak-Temmuz	Ocak-Temmuz	Ocak-Temmuz	Ocak-Temmuz	Aralık 2010	Aralık 2010
Yangınlar										
Yapısal yangınlar										
Konut yangını	5.394	5.129	4.902	5.261	3.310	3.591	281↑	446↑	8,49%↑	9,26%↑
Fabrika/İşyeri	131	136	159	123	81	98	17↑	1↑	20,99%↑	0,82%↑
Diğer bina yangını	7.012	7.069	7.853	7.869	4.266	5.360	1.094↑	1947↑	25,64%↑	32,88%↑
Araç yangını	1.541	1.524	1.601	1.689	950	1.049	99↑	293↑	10,42%↑	20,99 %↑
Toplam	14.078	13.858	14.515	14.942	8.607	10.098	1491↑	2687↑	17,32%↑	21,93%↑
Yapısal olmayan yangınlar	12.366	11.611	13.202	7.906	5.051	5.535	484↑	115↑	9,58%↑	1,48%↑

Yangın önlemleri açısından risk analizinin yapılarak uygulamalara başlanması önceliklerin belirlenmesi ve risklerin büyüklüklerinin anlaşılması yönünden önemlidir. Risk değerlendirmesi sonucunda uygulanacak önlemlerin belirlenmesi bütçenin oluşturulmasına da temel teşkil eder.

Araştırmanın bu bölümünde araştırmanın konusu, amacı ve sınırları açıklanmaktadır.

1.1. Araştırmanın Konusu

Araştırmanın konusu, Plastik Enjeksiyon tekniği ile üretim yapan bir fabrika örnek alınarak bu fabrikadaki yangın riskleri ve yangın güvenlik düzeyinin incelenmesidir. Bu çalışmada, endüstriyel yangınların ve özellikle de araştırması yapılan plastik enjeksiyon sektörünün ana enerji kaynağı elektrikten doğacak olan tehlike ve risklere ağırlık verilerek uygulamalar yapılmıştır.

1.2. Araştırmanın Amacı

İş sağlığı ve güvenliği çalışma sahası olarak, tüm iş yapılan yerleri kapsamaktadır. Maden, inşaat gibi bazı iş kolları diğerlerinden daha tehlikeli kabul edilmiş ve mevzuatımızda da ayrıca yönetmelikleri çıkarılarak bu iş kollarına ne kadar önemiyet verildiği, o iş koluna özel yapılması gereken önlemler ayrıca detaylandırılmıştır. Ancak, diğer iş kolları için genel çerçeveler çizilmiş, o sektörler için çerçeve genel tutulmuştur.

Plastik ya da daha spesifik olarak Plastik enjeksiyon gibi sektörler için özel olarak hazırlanacak önlemler kılavuzları bu sektörlerde çalışan ve İSG önlemleri konusunda kafa yoranlara kolaylık sağlayacak ve bazı standartların oluşmasını sağlayabilecektir. Keza yangın birçok mühendislik dalını ilgilendirir. “Yangından doğabilecek can ve mal kaybı gibi zararları önlemek için yangına neden olabilecek faktörlerin ortadan kaldırılması ve yangına hemen müdahale edilebilecek önlemlerin alınması bütün mühendislik dallarını ilgilendirir. Başka bir deyişle yangın güvenliği çok disiplinli bir konudur.”

(http://www.yangin.org/dosyalar/tuyak2015_yangin_ve_guvenlik_sempozyumu.pdf, Erişim tarihi: 10 Nisan 2016)

İş sağlığı ve Güvenliği alt konuları ne kadar ayrıntılandırılırsa, ne kadar çalışma yapılırsa o kadar kılavuz oluşacak, insan sağlığının-hayatının korunumu ve maddi kayıpların azaltılması o denli başarılı olacaktır.

Bu çalışmada özellikle plastik enjeksiyon tekniği ile üretim yapan bir tesiste yangını doğuran riskler belirlenerek, ilgili alanda ne gibi risklerin olduğu ve ne gibi hataların yapıldığı, nasıl giderilebileceği konularının ortaya konulması ve benzer fabrikalar için örnek uygulama olması amaçlanmıştır.

1.3. Araştırmanın Sınırları

1. Bu araştırmada çalışma yeri olarak merkezi İkitelli Organize Sanayi Bölgesinde olan Türkiye’de lider, enjeksiyon gıda ambalajı üreticisi bir firma kullanılmıştır.
2. Ölçme aracı olarak risk değerlendirme, termal kamera ölçüm, iç tesisat uygunluk raporu, personelle yapılan anket sonuçları kullanılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

Bu bölümde plastik enjeksiyon üretiminde yangın riskleri ve yangın güvenliğinin anlaşılabilmesine ışık tutacak güncel literatür bilgileri verilmektedir. Öncelikle yanma ve yangın ile ilgili kavramlar ve yangın güvenliği ilk kısımda, ikinci kısımda risk değerlendirmesi ve Fine Kinney Metodu, üçüncü kısımda Plastik ve Plastik Enjeksiyon teknolojisi, dördüncü ve yedinci bölümler arasında ise elektrik, kablo ve kızılötesi termal grafi anlatılmaktadır.

2.1. Yanma ve Yangın

2.1.1. Yanma

Yangının anlaşılabilmesi için ısı, sıcaklık ve yanma tanımlarının yapılması uygun olacaktır.

Isı, bir maddenin bütün moleküllerinin sahip olduğu hareket enerjisinin toplamıdır. Kalorimetre (cal) ile ölçülmektedir. Titreşim malzemenin sıcak bölgesinde hızlı, soğuk bölgesinde yavaştır. Dolayısıyla hızlı titreşimlerle enerji sıcaktan soğuğa doğru iletilmiş olmaktadır (Arpacıoğlu, 2004).

Sıcaklık, bir maddenin ortalama hızda bulunan bir molekülünün sahip olduğu hareket enerjisidir. Türkiye’de kabul ettiğimiz değer Celsius’a (°C) göre derecelendirilmiştir (Arpacıoğlu, 2004).

Yanıcı maddelerin ısı ve oksijenle birleşmesi sonucu oluşan kimyasal olaya yanma denir. Yanma, milyonlarca buhar molekülünün hızlı oksidasyonu olarak da tanımlanabilir. Moleküllerin okside olması atomlarının birbirlerinden ayrılıp oksijenle bir araya gelmeleri sonucunda yeni bir molekül oluşturmasından kaynaklanır. Atomların birbirlerinden ayrılması ve yeni bir molekül oluşturma sürecinde ısı ve ışık olarak enerji açığa çıkar. Genel anlamıyla yanma reaksiyonları;

$C_xH_yO_z + O_2 \rightarrow H_2O + CO_2$ olarak gösterilebilir (Öztop ve Uçar, 2009).

Yanmanın başlayabilmesi için, aşağıdaki üç bileşenin bir arada bulunması gereklidir.

1. Yanıcı madde,
2. Oksijen,
3. Isı.



Şekil 2.1. Yangın üçgeni

<http://www.istanbul saglik.gov.tr/w/sb/sivilsav/yangin-cihaz.asp>, Erişim tarihi: 22 Mart 2016

Yanma süreci bu üç bileşen olmadan meydana gelemez. Yanma süreci Şekil 2.1.'de gösterildiği gibi yangın üçgeni olarak adlandırılır.

Sözü edilen bileşenlerden ikisinin de ortamda bulunması halinde; ancak üçüncü bileşen eklendiğinde yanma oluşabilir. Örnek olarak; yanıcı madde sıcak bir odada buharlaştıktan sonra ortama oksijen eklendiğinde (açılan kapı, pencere vb.) tutuşma meydana gelebilir.

Yangın üçgeninde de görüldüğü gibi; yanma olayı, ısı, yanıcı madde ve oksijenin birleşmesiyle meydana gelen, ısıveren (ekzotermik) bir reaksiyondur. Yanma üçgeninin herhangi bir kenarının olmayışı yanmayı başlatmayacağı gibi, yanma esnasında herhangi bir kenarın kaldırılmasıyla yangın sönecektir (Öztop ve Uçar, 2009).

2.1.2. Yanıcı maddeler

Yanma derecesine kadar ısıtıldığında oksijenle birleşmesi sonucunda yanan ve yandığında etrafa ısı yayan maddelere yanıcı maddeler denir. Yanıcı maddeler doğada katı, sıvı, gaz olmak üzere üç halde bulunurlar (Öztop ve Uçar, 2009).

- Katı Yanıcı Maddeler:

Moleküller arasındaki büyük bir çekim kuvveti ile birbirlerine sıkıca bağlı olan, belli bir hacim ve biçime sahip olan maddelere katı maddeler denir. Kömür, odun, kağıt, kumaş, mum, deri, zift, naftalin, parafin gibi maddeler katı yanıcı maddelere örnek olarak verilebilir (Öztop ve Uçar, 2009).

- Sıvı Yanıcı Maddeler:

Sıvı maddelerin yanan kısmı bir başka deyişle sıcaklık etkisi ile gaz haline geçen sıvı buharlarıdır. Yanma yüzeydedir, korlaşma ve yüzey altında yanma olmaz. Yüzeydeki yanmanın etkisi ile ısı artar ve yanmanın devam edebilmesi için gerekli ortam hazırlanmış olur. Sıvı yanıcı maddelerin parlama noktası düştükçe yangın yönünden tehlike riskleri yükselir. Benzin, motorin, alkol, cilalar, gazyağı, mazot, tiner gibi maddeler sıvı yanıcı maddelere örnek olarak verilebilir (Öztop ve Uçar, 2009).

- Gaz Yanıcı Maddeler:

Moleküller arası çekim kuvveti çok zayıf olup diğer yanıcı maddelere nazaran çok daha kolay ve hızlı yanarlar. Genellikle hidrokarbon bileşikleri (petrol ve türevleri) ve bu bileşiklerin karışımlarından olurlar. İçinde buldukları kabın veya tankın dayanma gücüne bağlı olarak sıkıştırılıp basınç altında sıvılaştırılabilirler. Basınç kaldırıldığında da gaz haline dönerler. Propan, bütan, asetilen, doğalgaz gibi maddeler gaz yanıcı maddelere örnek olarak verilebilir (Öztop ve Uçar, 2009).

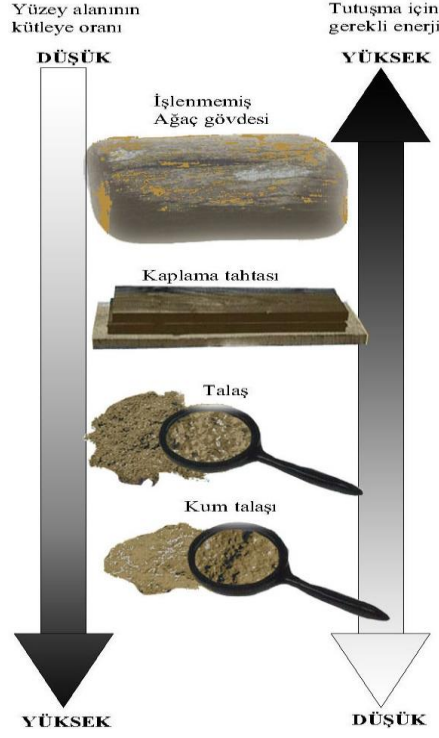
Tablo 2.1.'de bilinen bazı yanıcı maddelere örnek verilmektedir.

Tablo 2.1. Yanıcı madde örnekleri
(İplikçi, 2006).

Yanıcı Madde Örnekleri		
Katı	Sıvı	Gaz
Kömür	Benzin	Propan
Ahşap	Mazot	Hidrojen
Kağıt	Alkol	Doğalgaz
Plastik	Gazyağı	Bütan
Tekstil	Boya	Asetilen

Maddenin özelliklerine göre yanma şekli alevli, korlu veya alev + korlu şeklinde olabilir. Yanma sonucu farklı yoğunlukta ısı, ışık ve duman açığa çıkar (İBB, 2007).

Katı yanıcı malzemeler, eğer küçük parçalara ayrılmışlarsa daha hızlı yanacaklardır. Şekil 2.2.'de ahşap örneğinde görüldüğü gibi, ahşap blok halinde ve işlenmemiş durumundayken tutuşması güçtür. Tutuşması önemli bir zaman alacaktır. Eğer, ahşap talaş gibi küçük parçalara ayrılmışsa daha hızlı tutuşacaktır. Sonuç olarak, ahşabın yüzeyi arttıkça daha hızlı yanacaktır. Ahşap her iki durumda da buharlaşıp oksijenle birleşerek tutuşmaya neden olabilecektir (İplikçi, 2006).



Şekil 2.2. Yanıcı katı maddelerin yüzey ve yanıcılık özelliği (İplikçi, 2006)

Yanmanın oluşması için oksijenin mutlaka ortamda bulunması gereklidir. Atmosferdeki bileşimde normal oksijen oranı %21 olarak bilinmektedir. Yanmanın meydana gelebilmesi için en düşük oksijen oranı ise %13, görünür bir alevin oluşması için ise en düşük oksijen oranı %15 değerinde olmaktadır. Oksijen yanma sürecinde çok önemli bir unsur oluşturmaktadır. Oksijen miktarının azalıp artması yangının şiddetinin azalıp artması ile doğru orantılı olarak gelişmektedir. Oksijen kaynağı hava

olurken; bazı yanıcı maddelerin, pirolizleri³ sonucu oksijen içerebildikleri bilinmektedir.

Yanma sürecinin devam etmesi ve yanıcı maddenin kimyasal reaksiyona girebilmesi için; yeterli miktardaki oksijen sürekli olarak ortamda bulunmalıdır. Bu durumda, yanmanın olduğu alanda havalandırmanın bulunması gerekmektedir

Oksijen kokusuz, tatsız ve renksiz bir gazdır. Herhangi bir şey havada yandığı zaman oksijen ile birleşmektedir. Yanma sınırlı bölgede ilerlerken, atmosferdeki oksijen ise yavaş yavaş tükenir. Bu durum; yangına maruz kalanlar ve yangına müdahale edenler için ciddi tehlike oluşturmaktadır.

Kişilerin fiziksel aktiviteleri, oksijen yoğunluk oranı %12-15'in altına indiği zaman güçleşmektedir. Havadaki oksijen oranı %6'dan daha az olduğu zaman 6-8 dakikada ölümlerle sonuçlanmaktadır.

Isı, yanıcı maddeye ışıma, kıvılcım ve alev yoluyla transfer olur. Yanmanın devamlılığı için ısı kaynağının yoğunluğu (yanıcı maddenin ısı kaynağından uzaklığı) ve devamlılığı önem taşır (İplikçi, 2006).

- Tutuşma sıcaklığı

Isı, sıcaklıkla ölçülebilen bir enerji olarak tanımlanmaktadır. Yanıcı maddeler incelendiğinde, en önemli özellikleri hangi sıcaklıkta tutuştuğlarıdır. Tüm yanıcı maddeler bir tutuşma kaynağı (alev, kıvılcım, elektrik) ile karşılaştığında bir süre sonra tutuşacaktır. Bunun yanında bazı yanıcı maddeler belirli bir sıcaklığa ulaştıklarında da tutuşabilmektedirler. Tutuşma sıcaklığı; yanıcı maddenin tutuşması için gereken havadaki minimum sıcaklıkta, ısınmış olarak tutuşma kaynağı olmaksızın tutuşmaya başlaması ve devam ettirmesi olarak tanımlanmaktadır. Tablo 2.2.'de bazı yanıcı maddelerin tutuşabilmeleri için gereken minimum sıcaklıklar verilmektedir.

Yanıcı madde, yangın durumunu çeşitli yollardan etkilemektedir. Yanıcı maddenin yangının bulunduğu mahaldeki davranışlarını etkileyen başlıca

³ Organik maddeler, oksijensiz ortamda ısıtılırsa ortaya çıkan termal parçalanma sürecine piroliz adı verilir. <http://www.eie.gov.tr/eie-web/turkce/YEK/biyoenerji/04-gazlastirma/gz>, Erişim tarihi: 21 Temmuz 2016

parametreler; yanıcı maddenin durumu, formu (biçimi, kalınlığı, yüzeysel karakteri, dağılımı, yoğunluğu v.b.) ve fiziksel ve kimyasal özellikleridir (yanma ve patlama noktası, ısı iletkenliği, özgül sıcaklığı ve yanma sıcaklığı v.b.) (İplikçi, 2006).

Kimyasal reaksiyonun başlaması ile, kendi kendine gelişen yanma olayı alevsiz, alevli, çok yavaş ya da çok hızlı olabilir (Küçük, 2001).

İki tip yanma vardır (Küçük, 2001);

1. Alevli yanma,
2. Alevsiz (için için) yanma.

Tablo 2.2. Yanıcı maddelerin tutuşma sıcaklıkları
(İplikçi, 2006).

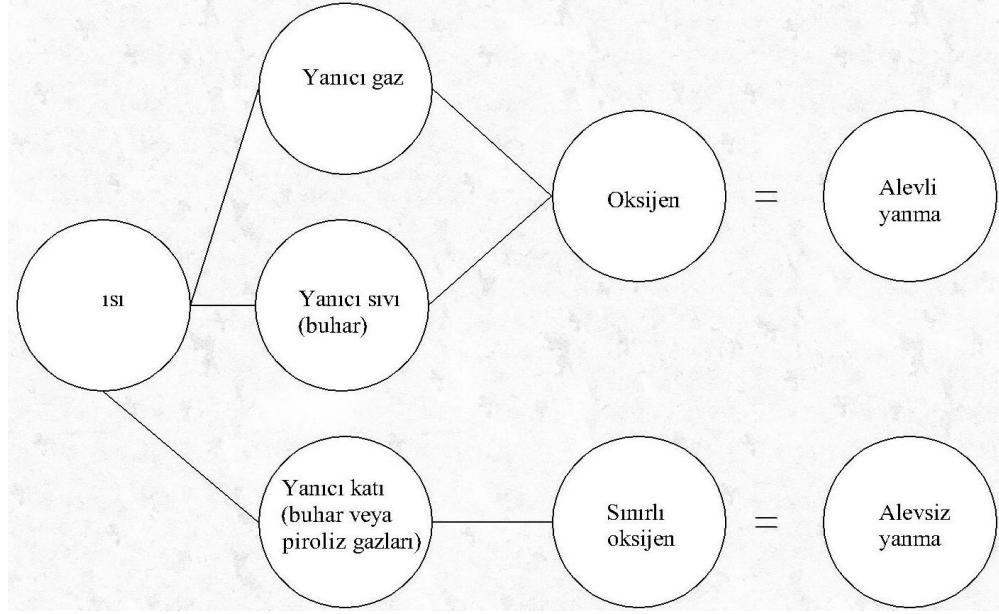
Yanıcı Maddeler ve Tutuşma Sıcaklıkları	
Yanıcı madde	Tutuşma sıcaklığı °C
Hidrojen	585
Metan	537
Propan	466
Karbonmonoksit	608
Benzin	260
Petrol	260
Selüloz	232

Alevli yanma ön karışımli veya difüzyon alevi özelliğindedir. Alevsiz yanma alevsiz ve kendi içinde yanma sürecidir. Ancak, bazı katı durumdaki malzemeler sıcaklık karşısında karbon gibi kömürleşerek için için yanarlar. Kağıt, selülozik kumaş, talaş, lastik kauçuk ve elyaf gibi malzemeler bu duruma örnek olarak gösterilebilir.

Difüzyon alevi yakıt buharının hava ile karışarak yanması sonucu oluşan alevdir. Alevsiz yanma sürecinde alev, dışarıdan gelen bir sıcaklık veya ışı nım kaynağı gerektirmez. Farklı ve bileşik özellikteki malzemeler ısı veren kimyasal biyolojik reaksiyonla içten ısı üretirler. Böylece, bu süreç başladığında ve soğutma yetersiz

olduğunda, cismin sıcaklığı artar.

Şekil 2.3.'den anlaşılacağı gibi yanıcı maddelerin, alevli yanmaya başlayabilmeleri için gaz ya da buhar fazında olmaları gerekmektedir. Katı ve sıvı maddeler ısı ile piroliz sonucu faz değiştirerek yanmaktadırlar. Gazlar ise kendi formlarında yanarlar (İplikçi, 2006).



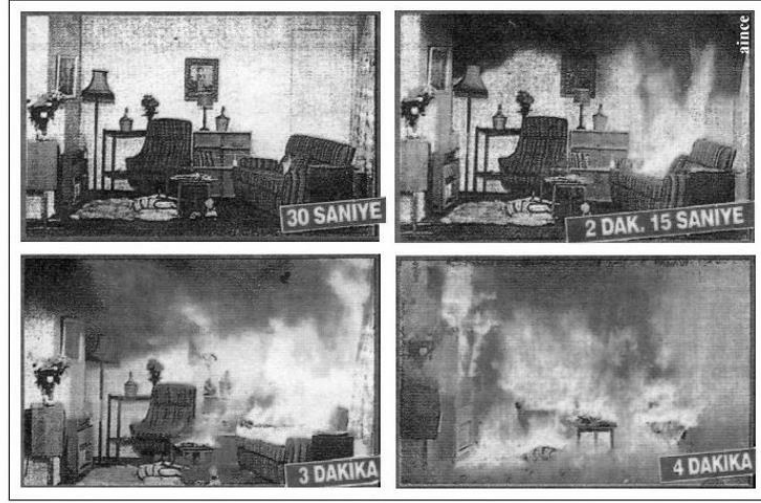
Şekil 2.3. Yanma ve türleri
(İplikçi, 2006).

2.1.3. Yangının gelişim aşamaları

Her yangının çıkış noktası sınırları dar olan bir bölgedir. Yanma sırasında açığa çıkan enerji ve bu enerji sonucu ısının yükselmesi ile yanma sürati gittikçe artmaktadır. Yanan kısımdan etrafa dağılan ısı ve o noktadan çıkarak etrafa yayılan sıcak gazlar, yanan hacimdeki havayı ve bu hacmi çevreleyen yapı bileşenlerinin (döşeme, kolon, duvar ve kiriş) yüzeylerini ısıtmaktadırlar. Bu arada yanıcı malzemeler ısı etkisi altında kimyasal ayrışarak çevreye yanıcı gazlar vermektedirler (Arpacıoğlu, 2004).

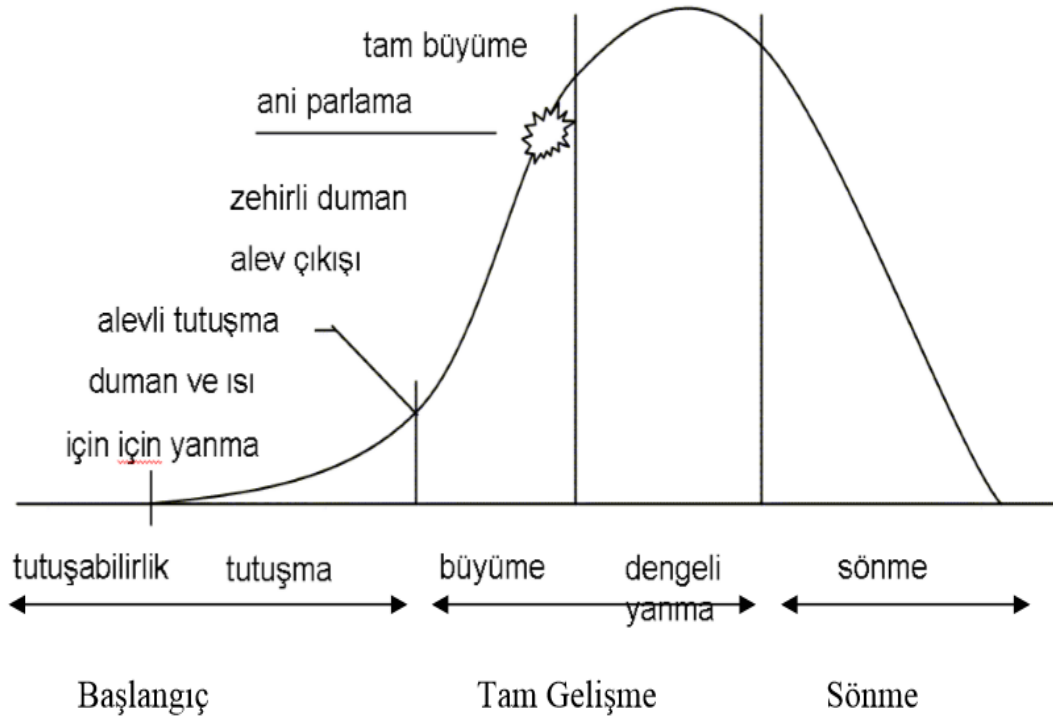
Yangının gelişimi için, daha öncede sözü edilen yangın üçgeninin bileşenlerinin (yanıcı madde, ısı, oksijen) ortamda bulunması gerekmektedir. Çoğu binalarda çok miktarda tutuşabilir malzemeler bulunmaktadır. Bununla beraber, havada bulunan oksijende bu malzemelerle temas halindedir. Bu nedenle, yanmaya neden olacak derecedeki ısı kaynağının genellikle yanabilir malzemelerden uzakta

tutulması gerekmektedir (İplikçi, 2006).



Resim 2.1. Yangının yayılma hızı
(Arpacioğlu, 2004)

Yangının gelişimi temel olarak 3, genel olarak 5 evrede incelenebilir.



Şekil 2.4. Yangın gelişim süreci
(Arpacioğlu, 2004)

2.1.3.1. Başlangıç aşaması

Başlangıç aşaması, hazırlık ve alev evresi olarak iki evrede incelenmektedir.

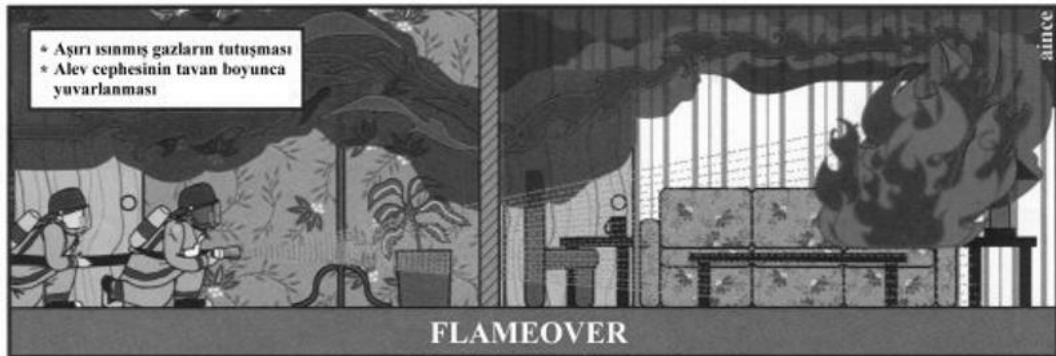
- Tutuşma evresi:

Yanma başlamadan önce geçen süredir. Bazı katı cisimlerin için için yanması hazırlık evresi için örnek oluşturmaktadır. Hazırlık evresinin süresi yanıcı cisimlerin özelliğine veya ortam özelliklerine bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir (Arpacıoğlu, 2004).

Bu aşamada, alevler henüz büyümemiştir. Ancak, çok kısa bir süre içinde ortam, tavandan başlayarak dumanla dolmaya başlar. Tutuşma aşamasında oksijen yeterli seviyededir. Ancak, henüz sıcaklık yeterli seviyeye yükselmediği için yanıcı malzemeler tam yanmaya uğramamıştır (Genç ve Pekey, 2014)

- Gelişme Evresi:

Alevin ilk görüldüğü anda başlayan bir süreçtir. Alevlerin büyümesi için hava ile beslenmeleri gerekmektedir. Yanan cisimden çıkan ısı, önce iletimle diğer cisimlere yayılır. Daha sonraki aşamalarda yayılma ışınlam ile gerçekleşmektedir. Alev evresinde cisimler arasındaki mesafe fazla ise veya mekanda bulunan hava miktarı yeterli değilse ateş kendiliğinden sönmektedir. Yarım yanmış gazlar sıcaklıklarından dolayı yükselip dolaşırken, uygun oksijen + sıcaklık oranını buldukları yerde kısa süreli olarak Alev Dili (Flame-over) şeklinde yanmaktadır. Bu sebepten bu evrede itfaiyeciler müdahale ederken eğilerek, hatta çömelerek çalışmaktadırlar (Arpacıoğlu, 2004).



Şekil 2.5. Alev dili (Flame-Over)

(Arpacıoğlu, 2004)

2.1.3.2. Tam yanma aşaması

- Büyüme evresi:

Bu evrede mekanda bulunan tüm yanıcı maddeler yanmakta, yangın her tarafı sarmakta ve sıcaklık hızla yükselmektedir. Genel kavuşma evresinden önce mekanın değişik yerlerinde önemli sıcaklık farkları olabilir. Ancak genel kavuşma evresinde ışınım yoluyla sıcaklık farkı ortadan kalkmaya başlamaktadır. Yükselen sıcak hava konveksiyonla odada dolaşarak bütün yanıcı maddeleri tutuşma sıcaklığına yükselmektedir. Bir anda tüm maddeler tutuşmaktadır. Genel olarak bu evre için “ani parlama” deyimini kullanılmaktadır. Ani parlama, tutuşabilir malzemeli bir yangının bir bölümü çevreleyen tüm yüzeye ani geçişidir şeklinde tanımlanabilir (Arpacıoğlu, 2004).

Bu evrede ortamdaki oksijen miktarı %15'in altındadır. Ortamda, yanma için yeterli oksijen yoktur. Fakat, yeterli miktardaki yanıcı madde ve ısı yanmayı devam ettirmektedir. Şayet; kontrol dışında içeriye oksijen girişi olursa patlama oluşabilmektedir (<http://www.tucsa.org/tr/celik-yapilar-yazi.aspx?yazi=258>, Erişim tarihi: 26 Nisan 2016)

- Sürekli yanma evresi:

Bu evrede sıcaklığın hızla yükseldiği ve ısı yayılmasının şiddetli olduğu görülmektedir. Ayrıca bu evrede yapı elemanları zarar görmeye başlamaktadır. Bu süreç devam ettiği takdirde taşıyıcı strüktürün zarar görmesi nedeniyle çatı ve döşemelerde çökmelerin baş göstermesi kaçınılmazdır. Sürekli yanma evresinde daha önce kırılmış olan camlardan dışarıya alevlerin yayılmaya başladığı görülebilmektedir (Arpacıoğlu, 2004).

2.1.3.3. Korlanma (sönme) aşaması

Bu evrede yanıcı maddelerin azalmasına bağlı olarak sıcaklığın yavaş yavaş düşmeye başladığı görülmektedir. Alevlerin boyu kısalmakta ve giderek kaybolmaktadır. Ancak sıcaklığın düşmesi oldukça yavaş olduğundan yanan yapı üzerindeki zarar bu evrede de devam etmektedir (Arpacıoğlu, 2004).

2.1.4. Yangının malzemelere ve insana etkisi

Yangının, ortamda yanacak olan malzemelere ve insana etkisi çok önemlidir. Malzemeleri kimyasal ve fiziksel olarak etkilemekte; insanı da sıcaklık, duman ve çıkardığı diğer zehirli gazlar ile etkilemekte ve hayatını tehlikeye atmaktadır.

2.1.4.1. Yangının malzemenin iç yapısına olan etkileri

Yangın, malzeme iç yapısını fiziksel ve kimyasal olarak iki şekilde etkilemektedir.

2.1.4.1.1. Yangının malzemenin iç yapısına fiziksel etkileri

Sıcaklığın artışı sonucu, malzeme iç yapısında molekül bağlarının uzaması, elastik şekil değiştirme değerinin artması ve sonuç olarak iç yapının kristal sisteminin dağılarak malzemenin katı halden sıvı hale geçmesi olayıdır.

Malzemelerin ergime sıcaklığı;

Metallerde	232-1800 °C
Camda	700-800 °C
Termoplastiklerde	90-327 °C
Seramik Malzemede	1000-1400 °C (Arpacıoğlu, 2004).

2.1.4.1.2. Yangının malzemenin iç yapısına kimyasal etkileri

Yangının malzeme üzerine kimyasal etkisi malzemede kimyasal ayrışma, gaz çıkışı ve duman çıkışı olarak görülmektedir.

Kimyasal Ayrışma Yangın etkisiyle malzemenin kimyasal yapısında meydana gelen değişimler ise molekül yapısının bozulması ve karbonlaşma olayıdır. İnorganik grupta yer alan tas ve beton gibi malzemelerin bünyesinde bulunan CaCO_3 , CaSO_4 , Ca(OH)_2 ve organik bileşiklerden ahşap ve plastik gibi malzemelerin içinde bulunan C, H_2 , N_2 , S_2 , gibi element ve bileşikler, yangın anında kimyasal bir değişime uğrayarak, malzemenin molekül yapısının bozulmasına yol açmaktadırlar. Bu arada bir takım zararlı gazlar (CO_2 , CO , SO_2 , SO) oluşmaktadır (Arpacıoğlu, 2004).

Malzemenin kimyasal yapısında meydana gelen ikinci bir olay da karbonlaşmadır. Daha çok organik malzemelerde karşımıza çıkan bu olayda oksijen, malzemenin kimyasal yapısındaki karbonu yakmakla ve bir yanma sıcaklığı meydana getirmektedir. Birçok azotlu madde yüksek sıcaklıklarda karbonla birleşerek asit

siyanitrik veya siyanojen meydana getirmektedirler. Bu bileşik maddelere ipek ve yünü deri gibi doğal maddelerin ve poliüretan, poliamid ve poliakrilonitril gibi plastik maddelerin dumanlarında rastlanmaktadır (Arpacıoğlu, 2004).

Duman bir yanma yatağından çıkan sıcak gaz ve buharların içinde bulunan katı ve sıvı haldeki küçücük, gözle görülebilir taneciklerin oluşturduğu bir buluttur. TS 7486'da dumanın tanımı şöyle yapılmıştır: “Duman, yanma ve pirolizden dolayı ortaya çıkan katı ve/veya sıvı parçacıkların havadaki gözle görülebilir süspansiyonudur” (Arpacıoğlu, 2004).

2.1.4.2. Yangın-malzeme ilişkisinin insana etkileri

Yangın esnasında, ortamda bulunan canlıları etkileyebilecek çeşitli zararlı atıklar çevreye yayılmaktadır. Canlılar üzerindeki etki mekanizmaları ısı, gazlar ve duman olarak üç ayrı grupta incelenmektedir (Arpacıoğlu, 2004).

2.1.4.2.1. Yangın-malzeme ilişkisinin insana ısı etkisi

Alevin canlılar üzerindeki etkisi, doğrudan ve ışıınım yoluyla olmak üzere iki farklı şekilde gerçekleşmektedir. Her iki durumda da canlılar üzerinde ölümle sonuçlanabilmekte veya çeşitli derecelerde ifade edilen yanıklar oluşabilmektedir. Ayrıca yüksek seviyelere ulaşan ısıya maruz kalan canlılarda su kaybı ve buna bağlı bitkinlik, bilinç kaybı ve solunum yollarında tıkanmalar, ayrıca ağır yanık vakaları görülebilmektedir (Arpacıoğlu, 2004).

Ortam sıcaklığı ve ışıınım ısı akısı, hem güvenlik açış süresine hem de söndürme ekiplerinin rahat müdahale edebilmesine etki etmektedir. Sıcak metal yüzeylere, çıplak deriyle kısa süreli dokunmalar nedeniyle deride kalıcı yanıklar meydana gelebilmektedir. Benzer şekilde 2,5 kW/m² büyüklüğündeki ışıınım ısı akısı değeri, deride yanıklar oluşturma açısından, tasarımda aşılması gereken ışıınım ısı akısı değeri olarak alınmaktadır (İplikçi, 2006).

Sıcak havanın solunması da solunum yollarını tahriş etmekte olup, kalıcı ödem oluşumuna sebep olabilmektedir. Bunu için tasarımda 120 °C sıcaklık, sınır değeri olarak alınmaktadır. Ancak, havanın bağıl nemine ve teneffüs edildiği sürenin uzunluğuna bağlı olarak, 60 °C gibi daha düşük sıcaklıklar da tehlike oluşturmaktadır (İplikçi, 2006).

2.1.4.2.2. Yangın-malzeme ilişkisinin insana duman etkisi

Bir malzemenin ayrışması (piroliz) ya da yanması sırasında, havada uçuşabilen katı, sıvı ve gaz tanecikler ortaya çıkmaktadır. Alev bölgesinden etrafa yayılan bu kütlelerin bünyesinde dışarıdan taze hava katılımıyla oluşan karışım duman adını almaktadır (İplikçi, 2006).

Yangın sırasında ortalığı kaplayan duman, içerde bulunan bina sakinlerinin normal ve olası çıkış yollarını bulmalarını engellemektedir. Duman, görmeyi önlemesi nedeniyle paniğe neden olmaktadır. İtfaiyecilerin yangının başladığı yerlere müdahale etmelerine, kurtaracakları kişileri bulmalarına, yaşlı sakat, hastaları dışarı çıkarmalarına, duman engel oluşturmaktadır (Arpacıoğlu, 2004).

Dumanın asıl tehlikesi insan sağlığına soluma yoluyla gerçekleşen etkisidir.

Dumanın yarattığı tehlikeler, dumanın zehirlenme etkisinin ve yangın ortamında bulunan insanların, değişen duman konsantrasyonu ve ısı gerilime maruz kalmalarının bir fonksiyonudur. Dumanın bazı etkileri, devam eden maruz kalma ile artarken, diğerleri anlık olarak ortaya çıkar (İplikçi, 2006).

Dumanın yoğunluğu ve toksik etkisi, yanan malzeme cinsine bağlı iken, açığa çıkan toplam duman miktarı, yangının ve yangının çıktığı binanın büyüklüğüne bağlıdır. Yangının büyüklüğü, yanan malzeme cinsine ve yanma hızına bağlı olduğundan yanıcı malzemenin yapısı, açığa çıkan duman miktarını da etkiler. Bu yüzden duman çok ya da az yoğun olabilir. Ancak, sıcaklığı ve yoğunluğu ne olursa olsun hayati tehlike yaratacak kadar yeterli toksik ürünlere sahiptir (Küçük, 2001).

Yangınlarda insan sağlığını olumsuz yönde etkileyecek, maruz kalma süresine bağlı olarak ölümlere yol açabilecek bir çok zehirli gaz çıkmaktadır. Yangına maruz kalanların patolojik incelemesi her zaman yapılmadığından, ölüme neden olan zehirli gaz tam olarak tespit edilememektedir. Öte yandan yangının gelişimi ve maruz kalma şekilleri her yangında farklılıklar gösterdiği için, tek bir zehirli gazın ölüme yol açmasından söz edilemez. Yangın ortamı sinerjik bir etki yaratarak, birden fazla etkisiyle ölüme yol açar. Bununla birlikte; yangında oluşan zehirli gaz ve buharlara insanın nasıl bir fizyolojik tepki verdiği bilinmektedir. Genellikle (Küçük, 2001);

- Oksijeni tüketerek boğulmaya,

- Nefes yollarını tahriş ve tahrip etme, akciğerleri zedeleme,
- Kanda, sinir sisteminde ve hücrelerde hasara yol açabilmektedirler.

2.1.4.2.3. Yangın-malzeme ilişkisinin insana zehirli gaz etkisi

Yangın esnasında ortama, canlıları değişik şekillerde etkileyen çeşitli gazlar yayılmaktadır. Bileşimlerinde azot veya klor bulunan maddelerin yanmaları durumunda ortama, asitsiyenidrik ve asitklorhidrik gibi canlılar üzerinde ölümcül etkileri olan zehirli gazlar salmaktadır. Ayrıca yanma esnasında asetilen, aseton veya etil alkol gibi merkezi sinir sistemini baskı altına alarak duyum yitirilmesine neden olabilen veya sistemli zehirleyiciler olarak adlandırılan benzen, tolüen, naftalin, kurşun, civa, berilyum, arsenik, sodyum florid, karbondisülfid veya metil alkol gibi zehirli maddelerin ortama yayıldıkları görülebilmektedir (Arpacıoğlu, 2004).

Bu zehirli gazlar gruplanarak aşağıda açıklanmıştır.

- Tahriş edici gazlar:

Tahriş edici gazların başlıca etkileri solunum yolları, gözler ve deri üzerinde görülür. Bu gazların etkileri, çoğu zaman geç fark edilir. Ortaya çıkan ilk belirtiler; öksürme, göz yaşarması, burun akıntısı ve bunalma hissidir (Küçük, 2001).

Örnek: amonyak (NH₃), kükürt dioksit (SO₂), hidrojenklorür (HCl)

- Boğucu gazlar:

Solunum yoluyla, akciğere giren hava içindeki oksijen, akciğer keseciklerindeki kirli kanın temizlenmesini sağlar. Oksijen, keseciklerin içini kaplayan ince bir zardan kana geçer; kandaki karbondioksit de aynı yoldan geçerek, keseciklere ve oradanda nefes verme yoluyla dışarı atılır. Boğucu gazlar solunduğunda, kesecikler bu gazlarla dolar ve kesecik zarları tahriş olarak incelik, incelmış zardan, kanın su kısmı içeri dolmaya başlar ve havanın oksijen bırakma alanı gittikçe daralır. Kesecikler doldukça, vücut oksijen alamaz ve karbondioksit yüklü kan tekrar vücuda döner. Bu duruma akciğer ödemi adı verilir. Akciğer ödemi fazlaştıkça, insan nefes alamamaya ve boğulmaya başlar. Boğucu gazlarla zehirlenenlerin yüzü ya kül rengi gibidir (bu durum süratle ölümle sonuçlanır), ya da mosmordur (oksijen alamayan kirli ve siyah kanın temiz ve kırmızı kan haline geçemediğini gösterir). Boğucu gazlardan etkilenmiş insanlar, derhal ortamdan uzaklaştırılmalı, temiz havaya çıkarılmalıdır. Nefes alış

verişi sağlanamadığı takdirde suni solunum yapılmalıdır. Şoka girmesini engellemek amacıyla, üstü örtülü tutulmalıdır. Boğucu gazlar arasında; Cl₂ (klor), COCl₂ (fosgen), CO (karbonmonoksit), CO₂ (karbondioksit), NO₂ (diazotoksit), NO (nitrik oksit) sayılabilir (Küçük, 2001).

Örnek: klor (Cl₂), fosgen (COCl₂),

- Azot oksitler (NO₂, NO):

Çok zehirli olan azot dioksit (NO₂), selüloz nitratin yanması ile üretilmektedir. Nitrik oksit (NO), oksijen varlığında dioksite dönüştüğü için atmosferde bulunmamaktadır. Azot oksitler genellikle selülozun, patlayıcı maddelerin alevsiz ayrışmasından ortaya çıkarmaktadırlar (Küçük, 2001).

- Öldürücü gazlar:

Solunduğu zaman, hiçbir organı tahriş etmeden vücuda giren, en yüksek konsantrasyonlarda bile kendini belli etmeyen bu gazlar ani ölümlere yol açmaktadırlar. Bu gazların etkileri, sinirleri tahrip etme ve kanı zehirleme şeklinde iki türlü ortaya çıkmaktadır. Sinir sistemini etkileyen gazların başında hidrojen siyanür (HCN), kanı zehirleyen gazların başında ise karbonmonoksit (CO) gelir (Küçük, 2001). Tablo 2.3.'de CO maruz kalan insanların ortamdaki konsantrasyona göre zamanla karşılaşacakları etkiler verilmiştir.

Tablo 2.3. CO'e maruz kalma etkileri
(İplikçi, 2006).

Konsantrasyon (ppm)	Belirtiler
50	6-8 saatlik maruz kalmada olumsuz etki görülmeyen eşik limit değeri
200	2-3 saatten sonra olası baş ağrısı
400	1-2 saatten sonra baş ağrısı ve mide bulantısı
800	45 dakikadan sonra, baş ağrısı, mide bulantısı sersemleme 2 saatten sonra, çöküntü ve olası bilinçsizlik hali
1 000	1 saatten sonra bilinç kaybı

Tablo 2.3. CO'e maruz kalma etkileri (devam)
(İplikçi, 2006).

Konsantrasyon (ppm)	Belirtiler
1 600	20 dakikadan sonra, baş ağrısı, mide bulantısı ve sersemleme
3 200	5-10 dakikadan sonra, baş ağrısı ve sersemleme 30 dakikadan sonra bilinçsizlik
6 400	1-2 dakikadan sonra, baş ağrısı ve sersemleme 10-15 dakikadan sonra bilinçsizlik ve ölüm tehlikesi
12 800	Anında fizyolojik etkiler 1-3 dakikadan sonra bilinçsizlik ve ölüm tehlikesi

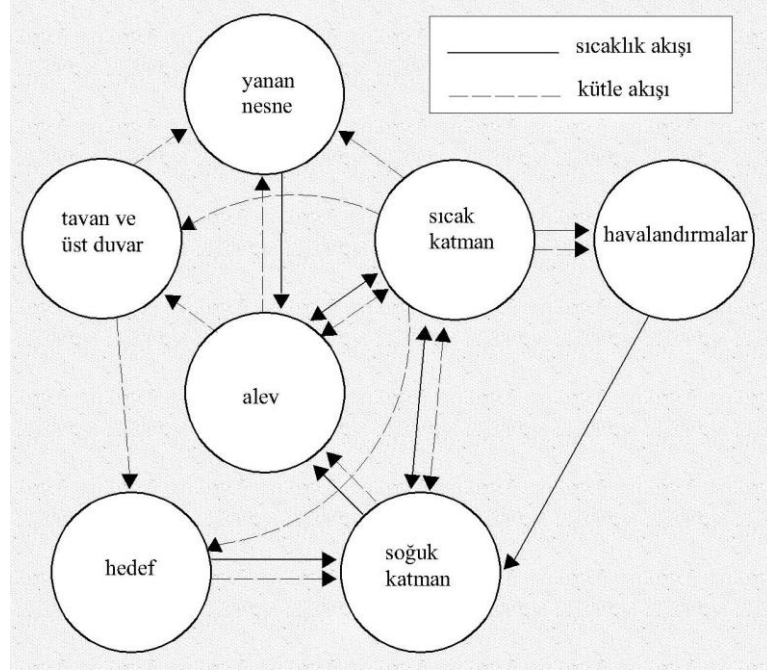
2.1.5. Yangının yayılımı

Yanma, çevresi ile kuvvetli etkileşim içinde olan fiziksel ve kimyasal bir olaydır. Çevresindekilerle etkileşim içinde olan yanma ile ölçülemeyen ve değişken değerlerde olabilen yanıcı madde, yanma sürecinde belirsiz davranışlar gösterebilir. Başlıca yanma durumunu ilgilendiren bu süreç; yanıcı madde ve çevresindekilerden kütle ve sıcaklık akışını kapsamaktadır. Şekil 2.6.'da sözü edilen bileşenlerin etkileşiminde, kütle ve ısı transferi sürecinin karmaşıklığı gösterilmektedir (İplikçi, 2006).

Ekzotermik bir tepkime olan yanma esnasında sürekli olarak ısı üretimi gerçekleşmektedir. Bir süre sonra zincirleme olarak bitişik veya çevrede bulunan maddeler tutuşma sıcaklığına ulaşmakta ve bu maddeler de yanmaya başlamaktadır. (Arpacıoğlu, 2004).

Termodinamiğin 2. Yasasına göre, iki ortam arasında sıcaklık farkı varsa, ısı yüksek sıcaklıktaki ortamdan düşük sıcaklıktaki ortama geçer. Isınım geçişi ortam sıcaklıklarındaki farka bağlı olduğu kadar, ortam ve yüzeylerinin özelliklerine de bağlıdır. Bu sebeple ısı transferi sistemi birbirinden farklı üç başlık altında incelenmelidir (<http://www.gnyapi.com.tr/isi-transferi-termodinamik>, Erişim tarihi: 23 Nisan 2016).

1. İletim,
2. Taşınım,
3. Işınım.



Şekil 2.6. Yangın anındaki ısı ve kütle akışı şeması
(İplikçi, 2006)

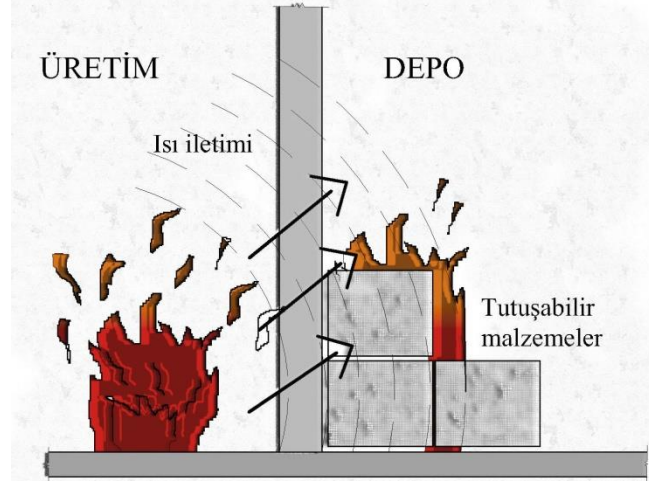
2.1.5.1. Isı iletimi (kondüksiyon)

Isı iletimi, bir ortam (katı, sıvı ve gaz) içerisinde bulunan bölgeler arasında veya doğrudan doğruya fiziki temas durumunda bulunan farklı ortamlar arasında, atom ve moleküllerin fark edilebilir bir yer değiştirmesi olmaksızın bunların doğrudan teması sonucu meydana gelen ısı yayılımı işlemidir. Bir bölgede moleküllerin ortalama kinetik enerjisi, sıcaklık farkından dolayı bitişik bölgedeki moleküllerin ortalama kinetik enerjilerinden fazla ise enerjileri fazla olan moleküller bu enerjilerini komşu olan moleküllere iletmektedirler. Katılarda enerji transferi, elektron yayılımına ilaveten maddenin yapısını meydana getiren kafes titreşimleri ile de komşu bölgelere iletilmektedir (Arpacıoğlu, 2004).

Bir cismin farklı sıcaklıktaki bölgeleri arasında, birbirleriyle temas halindeki parçacıklardan, yüksek enerji seviyesinde bulunanlardan, düşük enerji seviyesinde bulunanlara doğru geçen enerji, iletimle ısı geçişi olarak ifade edilir. Enerji geçişi katı,

sıvı ve gaz ortamında gerçekleşebilir (<http://www.gnyapi.com.tr/isi-transferi-termodinamik>, Erişim tarihi: 23 Nisan 2016)

Isı, malzemeler aracılığıyla sıcak bölgelerden soğuk bölgelere doğru taşınır. Şekil 2.7.'de olduğu gibi; yangın durumunda mekanda oluşan ısı, duvar vasıtasıyla iletilerek bitişikteki mekandaki yanabilir malzemelere doğru taşınarak onları tutuşturabilmektedir (İplikçi, 2006).



Şekil 2.7. Malzemelerden ısı iletimi
(İplikçi, 2006).

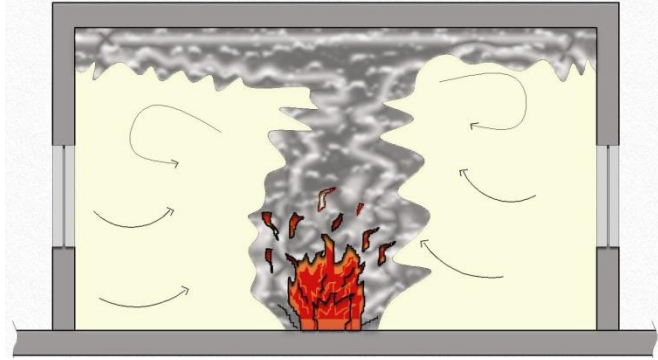
2.1.5.2. Isı taşınımı (konveksiyon)

Akışkan hareketi ile enerji taşınımı işlemidir. Ortam bir sıvı veya gaz ise akışkan hareketi ile ısı enerjisi bir bölgeden diğer bir bölgeye sıcaklık farkından dolayı transfer edilmektedir. Akışkanlar, katı cisimler (yüzeyler) ile birbirlerinden ayrılmış olduklarından, konveksiyon, bir yüzey ile akışkan arasındaki enerji taşınımında en önemli ısı transferi mekanizmasıdır. Taşınım ile ısı iletimi, yangının yayılmasında çok önemli bir rol oynamaktadır ki yangının yaydığı enerjinin yaklaşık %76-80'i bu süreçte gitmektedir. Basit bir bakışla bir ısı kaynağının bir akışkana uygulandığı durumda, sıcak yüzeye en yakın olan akışkan tabakası ısınmakta ve diğer tabakalara göre daha batmaz duruma gelmektedir. Bu akışkan tabakası bir kısım ısı enerjisini almakta ve yerini daha soğuk ve yoğun akışkan tabakasına bırakmaktadır (<http://www.gnyapi.com.tr/isi-transferi-termodinamik>, Erişim tarihi: 23 Nisan 2016).

Taşınım ile ısı geçişi akışkan özelliklerine, akış hızına ve sıcaklık farkına bağlıdır.

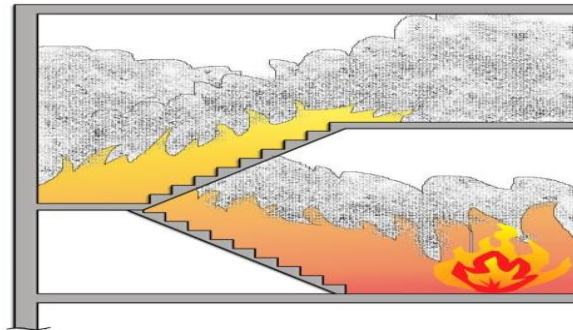
Taşınım, sıcaklıkları farklı hareketli bir ortam ile bu ortamı çevreleyen yüzey arasında gerçekleşir (<http://www.gnyapi.com.tr/isi-transferi-termodinamik>, Erişim tarihi: 23 Nisan 2016).

Yangın anında, ısık aynağından yükselen sıcak dumanlarla birlikte alevler, tavana temas ederler. Sıcak dumanlar tavan boyunca ilerleyerek tüm tavan yüzeyini ısıtırlar. Bunun sonucunda; ulaştıkları son noktaya kadar ortam içindeki bütün yanabilir malzemeleri tutuşturabilmektedirler (Şekil 2.8.) (İplikçi, 2006).



Şekil 2.8. Isı taşınımı
(İplikçi, 2006)

Baca, vb. boşluklar, taşıma yolu ile duman ve zehirli gazları dış mekana çıkarmak için bina içinde güvenli bir yerde tasarlanmalıdırlar. Şekil 2.9.'da olduğu gibi bina içindeki yangın bir katta gelişebilir ve taşınım gücüyle bina içinde yükselerek ilerleyebilir. Binalardaki merdivenler, asansör boşlukları ve kanallar, yangın katının üzerindeki tüm katlara kadar yangını içine çeken bir baca gibi davranırlar (İplikçi, 2006).



Şekil 2.9. Bina içi boşluklarından ısı taşınımı
(İplikçi, 2006).

2.1.5.3. Işınım (radyasyon)

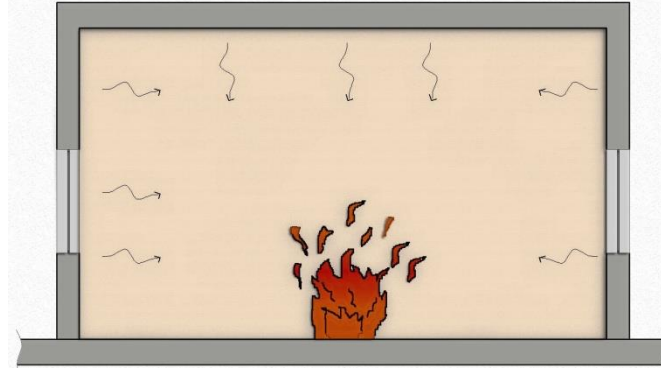
Isı ışınımında enerji, fiziksel bir ortam olmaksızın elektromanyetik dalgalar yardımıyla yayılarak geçer. Tüm cisimler (katı, sıvı, gaz) yüksek sıcaklıklarda elektro manyetik dalgalar şeklinde enerjiyi hem yayar hem de yutarlar. Yüzeğe gelen ışınımın bir kısmı geri yansır, bir kısmı cisim tarafından soğurular ve geri kalan kısmı ise yüzeyden geçer (<http://www.gnyapi.com.tr/isi-transferi-termodinamik>, Erişim tarihi: 23 Nisan 2016).

Yangın sırasında sıcak yüzeylerden ısının yayılabilmesinde, yanıcıların bu yüzeye uzaklığı önemli olmaktadır. Ayrıca, ışımaya maruz madde, yüzeyinin beyaz, siyah, gri olmasına bağlı olarak bu yayılımdan etkilenir. Sadece hava gibi bazı renksiz gazlar geçirgenlerdir (İplikçi, 2006).

Bir cismi meydana getiren elemanter taneciklerin ısıl hareketi, elektromagnetik ışımaya şeklinde enerji yaymalarına sebep olmaktadır. Sıcaklığın artması, taneciklerin hareketini ve dolayısı ile ışımaya şiddetini artırmaktadır. Bu şekilde maddenin sıcaklığı neticesi yayımlanan ısıl ışımaya, aslında radyo dalgaları, ışık ve x - ışınları ile aynı tipte olup, yalnız dalga boyları farklıdır. Bazı cisimler bu yapılan ışımaya enerjisini soğurmakta, bazıları yansıtmakta, bazıları da içlerinden daha serbestçe geçmelerine imkan vermektedir (Arpacıoğlu, 2004).

Yapılan bu enerji dalgaları soğurgan başka bir ortama rastladıklarında enerjilerini bu ortama transfer etmekte, bu ortamın ısıl hareketlerini artırmaktadır. Böylece ısı enerjisi, yayılan sistemden, ışımaya soğuran sisteme transfer edilmektedir. Sistemlerden birinin sıcaklığı azalırken diğerinin sıcaklığı artmaktadır. Bütün cisimler sürekli olarak ısıl ışımaya yaymaktadırlar. Enerji yayılım yeğlinliği, yüzey sıcaklığına ve yüzeyin özelliğine bağlıdır. Böylece yüksek sıcaklıktaki bir sistemden alçak sıcaklıktaki bir sisteme, bu iki sistem uzayda bir birleri ile temas durumunda olmaksızın meydana gelen ısı akımı işlemine ışımaya ile ısı transferi denmektedir (Arpacıoğlu, 2004).

Bir çok yangında ışınım; yangının yayılımında ve gelişiminde güçlü bir etmendir. İçerideki tüm yüzeyleri yavaş yavaş (bazen çok hızlı) sararak ısıyı arttırmaktadır. Yangının oluştuğu bir mekanda duvar ve tavan yüzeylerin ısı enerjisi yaymaları ortamdaki ısı artışına önemli bir etkendir (Şekil 2.10.) (İplikçi, 2006).



Şekil 2.10. Işınım yoluyla ısı iletimi
(İplikçi, 2006).

2.1.6. Yangın ve yangın sınıfları

Yanan maddenin yapısı bakımından tanımlanabilen yangın çeşitleri, dört ana sınıfa ayrılmıştır. Bu tür bir sınıflandırma, özellikle yangınla mücadelede kullanılacak yangın söndürücülerinin içereceği maddeleri belirlemek açısından gereklidir (TS EN 2, 1998);

- A sınıfı yangınlar: Normal olarak kor şeklinde yanan genellikle organik yapıdaki katı madde yangınlarını,
- B sınıfı yangınlar: Sıvı veya sıvılaştırılabilir katı madde yangınlarını,
- C sınıfı yangınlar: Gaz yangınlarını,
- D sınıfı Yangınlar: Metal yangınlarını kapsar.

A sınıfı yangınları; selülozik malzemelerin olağan yanmaları sonucunda kor veya kömür haline dönüşüm söz konusudur. A sınıfı yangınların bilinen örnekleri ahşap, kağıt ve belirli tekstil ürünlerini kapsar. A sınıfı yangınlarını söndürmede genellikle su etkindir (TS EN 2, 1998).

B sınıfı yangınlar; kolay tutuşabilen sıvıların yanması sonucunda oluşur.

Karbondioksit ve köpük B sınıfı yangınlarını söndürmede etkindir (TS EN 2, 1998).

C sınıfı yangınlar gaz yangınlarını oluşturur (TS EN 2, 1998). Örnek olarak, propan ve doğalgaz gösterilebilmektedir. C sınıfı yangınların söndürülmesinde kuru kimyasallar kullanılmaktadır.

D sınıfı yangınlara sebep olan metaller, titanyum, magnezyum, zirkonyum ve

sodyum içerir. D sınıfı yangınlar genellikle doğal karbon içeren özel söndürücülerle söndürülür. Metaller çok yüksek ısılarda yanabildikleri için, D sınıfı yangınlarda su kullanılmamaktadır. Yangın anında metaller, suyla etkileşime girmesi durumunda patlama reaksiyonu gösterebilmektedir (İplikçi, 2006).

2.1.7. Yangın güvenlik önlemleri

2.1.7.1. Aktif önlemler

Aktif güvenlik sistemleri; yangının çıktığı andan itibaren başlayan, yangının algılanması, ve yangının gelişimine engel olunup, insanların güvenli bir şekilde tahliyesi ve yangının söndürülmesine kadar ki süreçte alınacak önlemleri kapsar. Bu önlem 4 ana başlıkta toplanabilir (Yavuz, 2002);

- Yangın algılama ve uyarı sistemleri,
- Duman kontrol sistemleri,
- Yangın engelleme ve söndürme elemanları,
- İtfaiye yaklaşım ve erişimidir.

2.1.7.1.1. Yangın algılama ve uyarı sistemleri

- Acil durum aydınlatması,
- Yönlendirme ve işaretleme,
- Yangın algılama sistemleri,
- Sesli ve ışıklı uyarı sistemlerini içermektedir.

2.1.7.1.2. Duman kontrol sistemleri

Doğal ve yapay duman tahliye (havalandırma) sistemleri, kaçış yolları basınçlandırma sistemlerini kapsamaktadır (Yavuz, 2002),

2.1.7.1.3. Yangın engelleme ve söndürme elemanları

Yanmayı tanımlayan yangın üçgeninden herhangi biri uzaklaştırılarak yanma durdurulabilir. Başka bir ifade ile; soğutarak, havayı keserek veya yanıcı maddeyi uzaklaştırarak söndürme sağlanabilir. Söndürme; insanlı ve otomatik olmak üzere iki yolla yapılabilir (Yavuz, 2002).

İnsanlı yangın söndürme:

Bireylerin kullanacağı taşınabilir yangın söndürücülerin önemi çok büyüktür. Yangınların büyük bir bölümü bireylerce kullanılan taşınır söndürme sistemleri ve hortumlarla söndürülmektedir. Söndürme sistemlerinin doğru tipte seçilmesi, doğru sayıda ve doğru yerde bulundurulması gerekir. Taşınabilir yangın söndürücülerin kullanımı için personele verilecek eğitimden yapı sahibi sorumludur. Bunlar (Yavuz, 2002);

- Bina içi hortum sistemi,
- Bina dışı hortum (hidrant) sistemi,
- Taşınabilir söndürücüleridir.

Otomatik yangın söndürme:

Otomatik söndürme sistemleri, yangın durumunda kullanıcıların hiç bir eylemde bulunmasına gerek kalmadan devreye girerler. Çok yaygın kullanılan türü sprinkler sistemidir. Ancak, özel riskler için başka türde otomatik söndürme sistemleride bulunmaktadır. Bunlar (Yavuz, 2002);

- Otomatik sprinkler sistemleri,
- Otomatik su sisi söndürme sistemleri,
- Otomatik temiz gazlı söndürme sistemleri,
- Otomatik CO₂ gazlı söndürme sistemleridir.
- Köpüklü söndürme sistemleri
- Sabit kimyasal söndürme sistemleridir.

Söndürme sistemlerinde kullanılan malzemeler:

Su:

Yangın söndürme sistemlerinde en yaygın olarak kullanılan su, söndürücü olarak kullanılmak istendiğine, yangın söndürme yönünden olumlu ve olumsuz fiziksel, kimyasal, çevresel özellikleri ve etkileri bilinerek ve bu özellikler sistematik biçimde ele alınarak kullanılmalıdır. En önemlileri; donma, iletkenlik, soğutma, boğma, dağıtma, perdeleme, taşıma ve artı basınç etkileridir. Suyun yangın söndürücü olarak uygulandığı bir çok durumda, belirtilen etkilerden bir çoğu aynı anda veya birbiri peşi sıra gerçekleştiğinden, su çoklu etkisi olan bir söndürücüdür (MMO, 2003).

Köpük:

Köpük, hava kabarcıkları ile genişletilmiş, sudan veya yanıcı sıvıdan daha hafif kimyasal maddedir. Havayla temas ettiğinde genişleşerek yanıcı sıvının üzerini örter ve hava ile temasını keser (MMO, 2003).

Düşük, orta, yüksek genişmeli, protein, sentetik temelli ve film oluşturucu olmak üzere çeşitli türleri bulunmaktadır (MMO, 2003).

Köpüklü-su; su veya deniz suyu ile karışmış köpük sıvısının oluşturduğu akışkandır. Köpük sıvısı; köpüklü su elde etmek amacıyla, suyla karıştırılmak üzere üretilen değişik türdeki köpük oluşturucu maddelerdir. Protein, floraprotein, sentetik temelli veya özel amaçlı değişik katkılara sahip türde olabilir (MMO, 2003).

Köpüklü-su, A sınıfı ve B sınıfı yangınlarda etkilidir. Bu nedenle, yakıt depoları, depo dolun dağıtım alanları, yüksek miktarda yakıt bulunduran taşıt alanları gibi uygulamalarda tercih edilir (MMO, 2003).

Söndürücü gazlar:

Söndürücü gazlar; insanlı müdahalelerde kullanılan taşınabilir söndürücüler veya elle kullanılan gazlı sabit hortum sistemlerini içermemekte olup, sadece kurulu sabit borulu, otomatik veya elle başlatılan sistemleri içermektedir (MMO, 2003).

Başlıcaları; temiz, halokarbon, sabit/dengeli söndürücü gazlar ve karbondioksittir. Sözü edilen gazlı söndürme sistemleri, söndürme ilkeleri gereği, oksijensiz yanabilen, Sodyum, Potasyum, Magnezyum, Titanyum, Zirkonyum, Uranyum, Plutonyum gibi reaktif metal yangınlarında; metal hidrantların; bazı peroksitlerin, beyaz fosfor ve selüloz nitrat; barut gibi piroforik maddelerin yangınlarında etkisizdir (MMO, 2003).

Kuru kimyasal söndürücü toz:

Toz olarak uygulandığında, yangının söndürülmesinde etkili, boraks, sodyum bikarbonat, monamonyum fosfat, potasyum bikarbonat, potasyum klorid temelli, zehirli olmayan toz karışımlarıdır. Kuru kimyasal söndürücü tozlar, A, B, C sınıfı yangınların söndürülmesinde etkilidirler (MMO, 2003).

Kuru kimyasal tozlu söndürme sistemleri yönelttikleri alanın üstünü örter, havada askıda kalarak, gerek yanmakta olan, gerekse yanmaya hazırlanan yanıcı

maddelerle yanmayı durdurucu kimyasal tepkimeye girer ve oksijenle teması keser. Yanmayı ve yeniden tutuşmayı önleyerek, yangını söndürür. Bu nedenle, kimyasal etkiye bağlı olarak zincirleme tepkimeyi durdurma ve boğma etkisine sahiptir (MMO, 2003).

Gerek kuru, gerekse sıvı kimyasallı söndürücüler, ölüme yol açacak zehirli etkiye sahip olmasalar da, ağız yoluyla alınmamaları, göze kaçmamaları ve solunmamaları gerekir (MMO, 2003). Ozon tabakasına olan zararlı etkilerinden dolayı halonlar söndürme sistemlerinde artık kullanılmamaktadır.

2.1.7.1.4. İtfaiye yaklaşım ve erişim

İtfaiye erişimi, yapının arsadaki konumunu etkilemesi nedeniyle tasarımın başlangıcında düşünülmelidir (Yavuz, 2002).

Yangın söndürme sistemlerinde en yaygın olarak kullanılan su, söndürücü olarak kullanılmak istendiği zaman, yangın söndürme yönünden olumlu ve olumsuz fiziksel, kimyasal, çevresel özellikleri ve etkileri bilinerek kullanılmalıdır (MMO, 2003).

Yangına müdahalenin içeriden yapılması zorunlu olan yüksek yapılarda yangın durumunda yalnızca yangına müdahale edenlerin kullanabileceği ve kolay ulaşabileceği noktalarda özel korunumlu asansörlerin olması gerekir. Bu tür asansörler için yangın korunumlu iki bağımsız güç kaynağı gereklidir. Ayrıca, asansörlerle zemin düzeyi arasında iyi bir haberleşme sağlanmalıdır (Yavuz, 2002).

2.1.7.2. Pasif önlemler

Yangın güvenliğinde pasif önlemler yapının tasarım aşmasından başlayarak yapının uygulanmasına kadar devam eden süreçte alınması gereken önlemdir.

Pasif yangın güvenlik önlemleri, tasarım aşamasında başlayan ve doğrudan yapının yerleşimdeki yerinden, yapıdaki pencere büyüklüklerine, mekanların birbirlerine göre konumlandırılmasına, çıkışların, kaçış noktalarının boyut ve özelliklerine kadar pek çok tasarım değişkenini etkileyen bir takım önlemler dizisidir. Birçok ülkede pasif yangın güvenlik önlemleri, yapı inşaa yönetmeliklerinin en önemli bölümünü oluşturmaktadır (İplikçi, 2006). Bu önlemler genel olarak aşağıda özetlenmiştir.

- Yangına dayanıklı yapı elemanları

- Yangına dayanıklı yapı malzemeleri
- Yangın yayılmasını geciktirici yapı elemanları perdeler, yangın duvarı, kapılar, camlar
- Yangın kompartımanı (bölmeleri)
- Yangın durdurucu izolasyon malzemeleri (Şaftlar, kolonlar, açıklıklar vb. için)
- Yangına dayanıklı havalandırma kanalları
- Yangına dayanıklı kablolama ve boru tesisatı
- Baca ve çatı konstrüksiyonu
- Yangına dayanıklı mekanik bağlantı elemanları
- Duman tahliye sistemleri
- Duman perdeleri
- Kaçış yolları
- İtfaiye yaklaşma yolları ve alanları
- Binalar arası boşluklar
- Söndürme suyu besleme
- Yangın söndürme suyunu toplama sistemleri
- Yıldırımdan korunma sistemleri (<http://www.istegüvenlik.tc/tuyakbildiri%20kemalucuncu.pdf>, Erişim tarihi: 10 Nisan 2016)

2.2. Risk Değerlendirmesi ve Fine Kinney Metodu

Risk değerlendirmesinin anlaşılabilmesi için öncelikle tehlike ve risk kavramlarının bilinmesi uygun olacaktır. Aşağıda 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nda yer alan tanımlar verilmiştir.

Tehlike, işyerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek, çalışanı veya işyerini etkileyebilecek zarar veya hasar verme potansiyelini,

Risk, Tehlikeden kaynaklanacak kayıp, yaralanma ya da başka zararlı sonuç meydana gelme ihtimalini ifade eder (T.C. Resmi Gazete, 30 6 2012, sayı:28339).

Aşağıdaki şekilde daha net anlaşılması açısından tehlike ve risk kavramlarının karşılaştırması verilmiştir.

TEHLİKE	RİSK
<p>Kapalı Ortamda Çalışma</p> 	<p>Bir tank içinde kaynak yapan çalışanın yangına maruz kalması ya da kaynak gazlarından zehirlenmesi</p>
<p>Elektrik Enerjisi</p> 	<p>İzolasyonu yetersiz ya da hatalı bir elektrikli iş ekipmanını kullanan çalışanın elektrik şokuna kapılması</p>
<p>Elle Taşıma</p> 	<p>Ağır yükleri elle taşıyan çalışanın, kas-iskelet sistemi hastalıklarına yakalanması</p>

Şekil 2.11. Tehlike ve risk karşılaştırması
(İSGGM, 2007)

2.2.1. Risk Değerlendirmesi

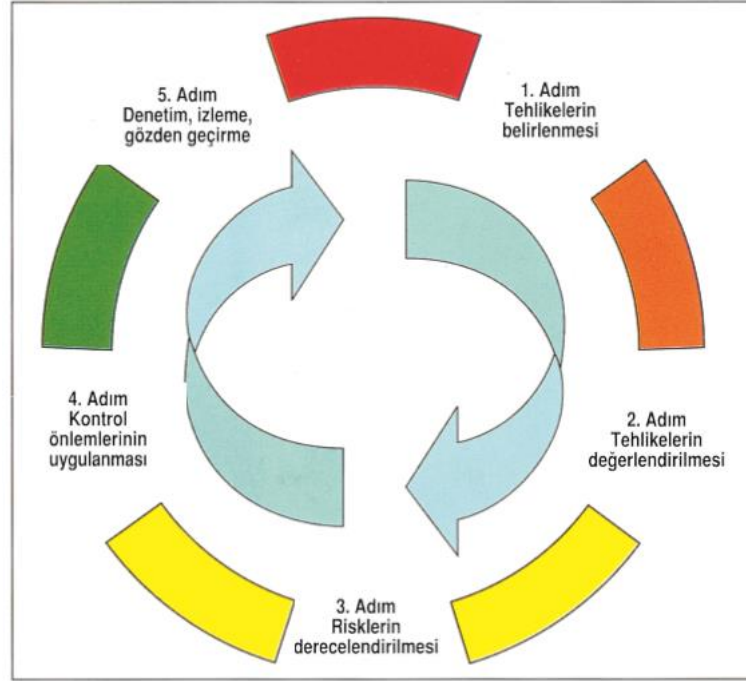
Risk değerlendirme, işyerlerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek tehlikelerin, çalışanlara, işyerine ve çevresine verebileceği zararların ve bunlara karşı alınacak önlemlerin belirlenmesi amacıyla yapılması gerekli çalışmalardır (İSGGM, 2007)

Risk değerlendirme hususunda kabul edilen genel yaklaşıma göre, risk hiçbir zaman sıfıra indirilemez. Ancak; riskler, risk yönetimi sayesinde kabul edilebilir seviyelere çekilebilir. Risk değerlendirmesinin temel mantığını da riskleri sıfıra indirmek değil, riskleri güvenlik tedbirleri ile birlikte en doğru şekilde yönetmek ve bu şekilde riskleri kabul edilebilir seviyelerde tutmak oluşturmaktadır.

Gerçek anlamda bir risk yönetimini sağlayabilmek için; farklı tip risk türlerinin birbirleri ile etkileşimi, kullanılan donanımsal sistemlerin teknik unsurları, teknik

sistemleri idare eden operatörlerin davranışları, çevresel ve fiziksel tehlikeler ile mevcut mevzuat kuralları gibi birçok hususun sistematik olarak birlikte dikkate alınması gerekmektedir.

Klasik ve genel olarak değerlendirilebilecek risk değerlendirmesi yaklaşımı 5 aşamadan meydana gelmektedir. Bu 5 aşama aşağıda belirtilmiştir.



Şekil 2.12. risk değerlendirme aşamaları
(İSGGM, 2007)

Günümüzde dünyada uygulanan, birçok farklı risk değerlendirme metodolojisi bulunmaktadır. Risk değerlendirme süreci incelendiği zaman, kalitatif ve kantitatif yöntemler olmak üzere iki farklı yöntemin risk değerlendirme sürecinin iki farklı ana yöntem metodu olduğu anlaşılmaktadır. Farklı sektörlere yönelik farklı uygulama amaçlarının zaman içinde türemesi, uzay bilimleri, nükleer faaliyetler ve karmaşık proseslerin zaman içinde ortaya çıkması gibi gelişmeler sonucu, değişik risk değerlendirme metodolojileri de zaman içinde geliştirilmiş ve yaygınlaşarak dünya genelinde kullanılmaya başlanmıştır. Doğal olarak petrokimya sektörü de bu gelişmelerden etkilenmiş ve payına düşen yenilikleri almıştır.

Risk değerlendirme sürecinde uygulanan kalitatif risk değerlendirme yaklaşımlarında, riskler subjektif olarak değerlendirmeye tabi tutulmaktadır. Kalitatif

risk değerlendirme süreci tamamıyla kişisel yoruma dayanmakta ve bilimsel ya da sistematik bir özellik taşımamaktadır. Dolayısıyla, kalitatif risk değerlendirme metodolojilerinde kişisel deneyim ve beceri son derece önem arz etmektedir. Son derece farklı ve kritik prosesleri ve mekanik donanımları içinde barındıran petrokimya sektörü gibi kompleks ve önemli sektörlerde ise kalitatif risk değerlendirme metodolojilerin uygulanması uygun bulunmamaktadır.

Risk değerlendirmesinin ikinci alternatif yöntemini teşkil eden kantitatif risk değerlendirme yaklaşımında ise; risklerin bilimsel-sayısal bir perspektifle sistematik olarak değerlendirilmekte ve güvenlik tedbirlerinin de bu kapsamda alınması sağlanmaktadır. Olasılık ve güvenilirlik hesaplamaları gibi sayısal verilerin devreye girdiği kantitatif risk değerlendirme yöntemlerinde, sübjektif kriterler önem taşımamaktadır. Güvenilirlik teoremi; kantitatif risk değerlendirme metodolojilerinin esas yönünü teşkil etmekle birlikte, bu tür güvenilirlik verilerinin belli kaynak veri tabanlarından elde edilmesi veya kişisel olarak hesaplanması ise kantitatif risk değerlendirme metodolojilerinin dezavantajlı yönünü oluşturmaktadır. Risk değerlendirmesi kapsamında yapılan araştırmalar neticesinde, kalitatif ve kantitatif risk değerlendirme metodolojilerinin farklı uygulama örnekleri gösterebileceği birçok değişik işkolunun bulunduğu anlaşılmıştır. Örneğin, HAZOP'un termohidrolik kimya sektöründe ve hata ağacı analizi (FTA) ile olay ağacı analizi (ETA) gibi kantitatif metodolojilerinin ise bilimsel olarak her detayın incelenmesi gereken son derece önemli sektörlerde (nükleer enerji, uzak bilimlari, askeri faaliyetler, kimya sektörü vb.) tek tek veya kombine edilerek birlikte uygulanması, bu kapsamda mümkün gözükmemektedir.

2.2.2. Fine Kinney Metodu (Mathematical Evaluationsfor Controlling Hazards Method)

Kazaları önleme ve kaza control için matematiksel değerlendirme anlamına gelir. Bu yöntem G.F. Kinney ve A.D Wiruth tarafından 1976 yılında geliştirilmiştir. Risk; tehlikeli olayların olasılığına, tehlikenin şiddetine ve olayın sıklığına bağlı olarak değişmektedir. Başarılı bir kaza önlem programı üretimi arttırır ve işlem harcamalarını azaltır. Birleşik Devletlerde her yıl 2.500.000 işle ilgili yaralanmalı kaza meydana gelmektedir. Bu kazalar sonucunda 50.000.000 adam günlük zaman kaybı ve 14.000

ölüm meydana gelmektedir. Gerçekleşen kazaların maliyeti ise yaklaşık 14.000.000.000 \$'dır (İplikçi, 2006).

Kinney ve Wiruth yaptıkları çalışmalar sonucunda güvenlik düsturlarını şöyle belirlemiştir (İplikçi, 2006).

- Karşılaşılan risklerden kaçınılamaz ve tehlikelerden kaynaklanan riskler tümünden ortadan kaldırılamaz.
- Dikkatli düşünce ve gayretle günlük hayatta riskleri kabuledilebilir düzeye düşürülebilir.
- Sınırlı olan zaman ve gayret kaynakları, risk azaltmada en fazla yarar sağlayacak şekilde kullanılmalıdır.

Risk skoru,

- tehlikeli olayın gerçekleşme olasılığına,
- tehlikeye maruz kalma sıklığına,
- tehlikeli olayın verdiği zarara bağlı olarak hesaplanmaktadır.

Tehlikeli olayın meydana gelme olasılığı, matematiksel olasılığa bağlantılı olarak bulunabilmektedir. Aşağıdaki tablo kullanılarak olasılık değeri belirlenebilmektedir.

Kinney Risk Analizi yönteminde işçinin riske ve tehlikeye maruz kalma sıklığı yer almaktadır. Böylece önlem alınması gereken risklerin belirlenmesi kolaylaşacaktır.

Tehlikeli duruma maruz kalma arttıkça risk de artmaktadır. Tehlikeye maruz kalma sıklığı frekansı tablo yardımıyla belirlenmektedir. Tehlikeli olayın verdiği zararın şiddeti aşağıdaki tablo yardımıyla hesaplanmaktadır. Risk skoru, tehlikeli olay için belirlenmiş olasılık, sıklık ve şiddet değerlerinin çarpılmasıyla hesaplanır.

$$\text{Risk Skoru} = \text{Olayın meydana gelme ihtimali} \times \text{Tehlike maruz kalma sıklığı} \times \text{Şiddet}$$

Hesaplanan risk skoruna göre risk değerlendirme sonucu aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Tablo 2.4. Olasılık, Frekans ve Şiddet
(İplikçi, 2006)

OLASILIK DEĞERİ	ŞANS zararın gerçekleşme olasılığı	FREKANS DEĞERİ	FREKANS Tehlikeye zaman içinde maruz kalma tekrarı	ŞİDDET DEĞERİ	ŞİDDET İnsan üzerinde yaratacağı tahmini zarar
10	Beklenir ,kesin	10	Hemen hemen sürekli (bir saatte birkaç defa)	100	Birden fazla ölümlü kaza
6	yüksek,oldukça mümkün	6	sık(günde birveya birkaçdefa)	40	Öldürücü kaza
3	olası	3	Arasıra (haftada bir veya birkaç defa)	15	Kalıcı hasar/ yaralanma, iş kaybı
1	Mümkün fakat düşük	2	Sık değil (ayda bir veya birkaç defa)	7	Önemli hasar/ yaralanma,dışilk yardım ihtivacı
0,5	Beklenmez fakat mümkün	1	Seyrek (yıld abirkaç defa)	3	Küçük hasar/ yaralanma, dahili
0,2	Neredeyse imkansız	0,5	Çok seyrek (yilda bir defa veya daha seyrek)	1	Ucuz atlatma
0,1	Fiilen imkansız				

Tablo 2.5. Risk Değerlendirme Sonucu
(İplikçi, 2006)

RİSK DEĞERİ	RİSK DEĞERLENDİRME SONUCU
$400 \leq R$	Tolerans Gösterilmez Risk – hemen önlem alınmalı / veya tesis, bina, çevrenin kapatılması düşünülmeli
$200 \leq R < 400$	Esaslı Risk- kısa dönemde iyileştirilmelidir (birkaç ay içinde).
$70 \leq R < 200$	Önemli Risk-uzun dönemde iyileştirilmelidir (yıl içinde).
$20 \leq R < 70$	Olası Risk-gözetim altında uygulanmalıdır.
$R < 20$	Önemsiz Risk- önlem öncelikli değildir.

Kinney, G.F. ve Wiruth, A. D tarafından 1976 yılında MIL-STD-882 standardından türetilen bu yöntemde aşağıda verilen nomograf kullanılarak risk skoru hesaplanabilmektedir. Bu nomografla risk analizi gerçekleştirilmektedir. Hesaplanan

risk skorları ile risk durumu değerlendirilmektedir. Yüksek risk skorlu durumlar için etkili risk öneme ve düzeltme eylemi gerçekleştirilecektir.

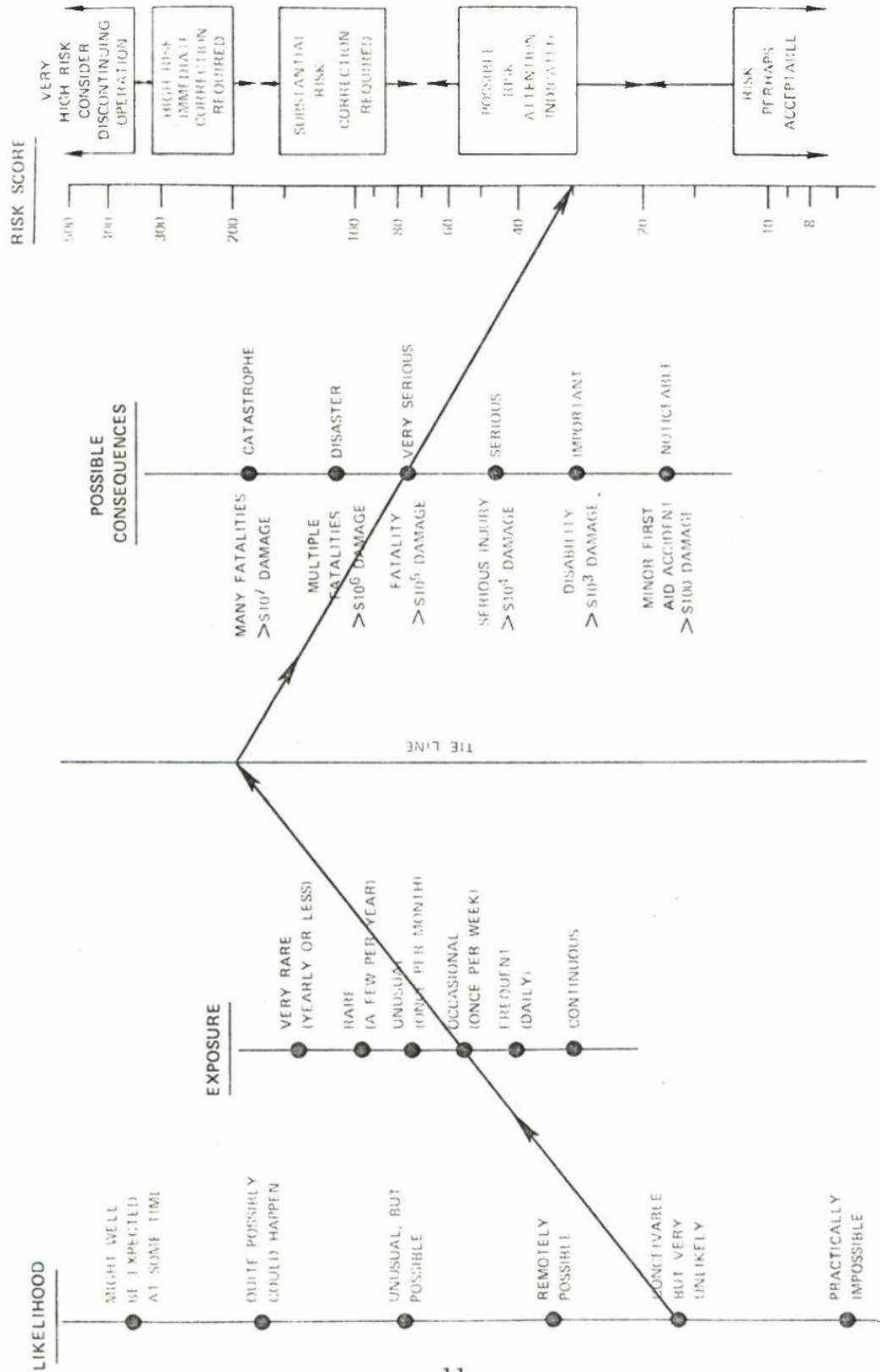
2.3. Plastik ve Plastik Enjeksiyon

2.3.1. Plastik

Plastikli sanayinin nitroselüloz'un ticari üretimi ile (1868) başladığı kabul edilir. Bu ise yaklaşık 130 yıl öncesi demektir. Nitro selülozu takiben, tarihi süreçte ikinci sentetik plastik olan fenol-formaldehit esaslı polimerler gelişmiştir. Bunların üretimleri ise bu tarihten yaklaşık 40 yıl sonra gerçekleştirilmiştir. Bu ve bunları izleyen diğer plastik malzemelerin temel yapı taşları ve hammaddeleri olan polimerler, 19. asrın ikinci yarısındaki bazı deneme çalışmalar sonunda ve birçoğu tesadüfen ortaya çıkmıştır (<http://www.bilgiustam.com/plastik-nedir-plastikler-hakkında-hersey>, Erişim tarihi: 20 Nisan 2016).

Plastikler en son çıkan malzeme gruplarından olmasına rağmen günlük hayatımıza en fazla giren malzemelerden birisidir. Kısa sürede yaygınlaşmalarının ve ekonomik önem kazanmalarının nedeni olarak plastiklerin özelliklerinin ve çeşitliliklerinin çok geniş bir aralıkta değişmesi gösterilebilir. Çok çeşitli ve diğer birçok malzeme grubundan daha farklı özelliklerle sahip plastiklerin ana özellikleri aşağıda gösterilmiştir (Akyüz, 2006).

- Özgül ağırlıkları azdır.
- Çok çeşitli mekanik özelliklere sahiptirler.
- Kolay şekil verilebilir ve kolay işlenebilirler.
- Katkı maddeleri ile özellikleri değiştirilebilir.
- Isı ve elektrik iletkenlikleri düşüktür.
- Saydamdırlar.
- Korozyona ve kimyasal maddelere karşı dayanıklıdırlar.
- Yeniden işlenip kullanılır hale gelebilirler.
- Ucuz bir şekilde üretilebilirler (Akyüz, 2006).
- Petrol türevi olduklarından yanıcıdırlar.
- Doğada uzun zaman bozulmadan dayanırlar.
- Tekrar işlenebilir ya da işlenemez çeşitleri vardır.



Şekil 2.13. Risk Değeri Hesaplama Nomografi (İplikçi, 2006)

Temel olarak doğada 3 farklı malzeme olduğunu ve bunların yaygın olarak kullanıldığını biliyoruz. Bunlar; polimerik malzemeler, metalik malzemeler ve seramik malzemeler olarak sıralanabilir (<http://www.bilgiustam.com/plastik-nedir-plastikler-hakkında-hersey>, Erişim tarihi: 20 Nisan 2016).

Kolaylıkla el verenler metalleri oluştururlar. Ametaller ise polimerleri oluştururlar. Metalik ve ametalik elementlerin karışımı ise seramiklere yol açar. Bu üç temel malzeme arasında şu farklılıklar vardır. Metaller ısıyı ve elektriği iletirler. Parlaktırlar, genellikle serttirler, elektron vererek tepkimeye girerler. Yoğunlukları 1'den yüksektir. Polimerler, elektrik ve ısıyı iyi iletmezler, genellikle sağlam veya donuk görünümlüdürler. Yoğunlukları küçüktür, 1 civarındadır, hafiftirler. Özellikle bu farklılıklar nedeni ile de farklı uygulamalar için metaller veya polimer tercih edilir. Metallerle göre polimerler tercih edilmiştir. Böylece polimer malzemelerden değişik özellikte plastik üretilmiştir. (<http://www.bilgiustam.com/plastik-nedir-plastikler-hakkında-hersey>, Erişim tarihi: 20 Nisan 2016).

Polimer maddelerin yıllık tüketimi tüm dünya ülkeleri için 150 milyon ton/yıl'dan fazladır. Ülkemizde tüketim yaklaşık olarak bu miktarın yüzde biri kadardır. Çok eski tarihlerde kullanılan polimerik malzemelerin başında selüloz, nişasta, doğal kauçuk vb. gibi açığa doğru polimerler gelir Doğal polimerler, işleme zorluğu ve bazı fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklerinin yetersizliğinden dolayı yerlerini yarı sentetik ve daha sonra sentetik polimerlere terk etmişlerdir. İlk polimer malzemesi 1863'de S. Hyatt tarafından keşfedilen selüloiddir. Yarı sentetik bir polimer olan selüloid pamuk selülozundan elde edilmiştir. Ancak modern plastik endüstrisi L. Baekeland tarafından bakalit sanayii çapında üretilmesiyle 1989'da başlar. Fenol formaldehit reçinesi olan bakalit telefon ahizeleri gibi plastik ürünlerin yapımında kullanılmıştır. 1924'e kadar polimer yapılarının "Koloid agregat" halinde bulunan küçük moleküllerinden oluştuğu sanılırdı. H. Staudinger yaptığı büyük çapta incelemelerin sonucu olarak, plastiklerin zincir şeklinde makromoleküllerden oluştuğunu ve bu moleküllerin birbiriyle kovalent bağlanan küçük ünitelerden meydana geldiğini göstermiştir. Yukarıda bahsedilen fikre dayanarak, polimer sanayi hızla gelişmiş ve 1927'de selüloz asetat ve polivinil klorür, 1928'de polimetilmetakrilat 1929'da üre-formaldehit reçineleri elde edilmiştir. Bunları daha sonra 1932'de polietilen, 1934'de naylon, poliakrilonitril, stiren-akrilonitril ve

polivinil asetat, 1937’de poliüretan, 1939’da teflon ticareti adıyla tanınan poli (tetrafloroetilen) 1941’de polietilentereftalat, ve orlon ticari adıyla tanınan poliakrilonitril fiber takip etmiştir (<http://www.bilgiustam.com/plastik-nedir-plastikler-hakkında-hersey>, Erişim tarihi: 20 Nisan 2016).

Plastiklerin gelişiminde önemli bir aşama, bu malzemelerin cam, grafit ve karbon elyafları ile karıştırılarak kuvvetlendirilmiş plastiklerin elde edilmesidir. Bu malzemelerin mekanik özellikleri, metallerin seviyesine ulaşmakta ve birçok uygulama alanında plastikler metallere rakip olmaktadır (<http://www.bilgiustam.com/plastik-nedir-plastikler-hakkında-hersey>, Erişim tarihi: 20 Nisan 2016).

Plastikler doğal ve yapay olmak üzere 2’ye ayrılır. (<http://www.bilgiustam.com/plastik-nedir-plastikler-hakkında-hersey>, Erişim tarihi: 20 Nisan 2016)

2.3.1.1. Doğal plastikler

İlk elde edilen plastikler doğal plastiklerdir. İlk plastikler selüloz nitrattan yapılan saf plastiklerdir. Bunlar bitkilerdeki selülozdan yararlanılarak yapılmıştır. Selüloz nitrat kafur ve kunduz yağı gibi iki bitkisel madde ile birleştiğinde bir plastik elde edilir (<http://www.bilgiustam.com/plastik-nedir-plastikler-hakkında-hersey>, Erişim tarihi: 20 Nisan 2016).

1868’de selüloz nitrat, kafur ve alkol kullanılarak bunun genişmiş bir şekli elde edildi. Buna selüloid adı verildi ve genellikle fotoğraf ve sinema filmi gibi maddelerin yapımında kullanıldı. Fakat selüloid kolaylıkla tutuşabildiğinden yerini selüloz asetat ve etil selüloz gibi selüloz plastiklerine bıraktı (<http://www.bilgiustam.com/plastik-nedir-plastikler-hakkında-hersey>, Erişim tarihi: 20 Nisan 2016).

2.3.1.2. Yapay plastikler

XV. yüzyılın başlarında yapay plastikler yapıldı. Bu plastikler laboratuarda tamamen kimyasal maddelerden elde edildi (<http://www.bilgiustam.com/plastik-nedir-plastikler-hakkında-hersey>, Erişim tarihi: 20 Nisan 2016).

2.3.2. Plastik üretiminde kullanılan bazı kimyasallar

2.3.2.1. Polietilen (PE)

Etilen polimerleştirilerek hazırlanan polimer ailesine polietilen denilmektedir (Bilgiç ve arkadaşları, 2006).

Polietilenlerin sınıflandırılmasında en yaygın kullanılan özellik yoğunluktur (Bilgiç ve arkadaşları, 2006).

Molekül yapısının ayarlanması ve katkı ilavesi ile istenen özelliklerde PE (polietilen)'ler elde etmek mümkündür. Polietilenler genel olarak,

- Sağlamdır,
- Asit, baz ve çözücülere dayanıklıdır.
- Dielektrik özellikleri üstündür,
- Çevre şartlarına dayanıklıdır,
- Kolay işlenebilirler (<http://www.bilgiustam.com/plastik-nedir-plastikler-hakkında-hersey>, Erişim tarihi: 20 Nisan 2016).

PE işleme teknikleri:

- Film Ekstrüzyon: YYPE (yüksek yoğunluklu polietilen)'de az olmakla birlikte AYPE (alçak yoğunluklu polietilen)'nin en yaygın işleme alanı film imalidir.
- Ekstrüzyon kalıplama
- Üfleme ile kalıplama
- Sıcak eriyik kapamaları ve yapıştırıcılar
- Toz kaplamalar
- Tel ve kablo imali

AYPE filmler parlak, şeffaf ve ucuz olup, işlenmesi kolaydır (<http://www.bilgiustam.com/plastik-nedir-plastikler-hakkında-hersey>, Erişim tarihi: 20 Nisan 2016).

Filmlerin uygulama alanları:

- Yiyecek paketlenme
- İnşaat örtüsü
- Ziraat örtüleri

- Çöp ve Gübre torbaları
- Büzme ile sarma alanları (<http://www.bilgiustam.com/plastik-nedir-plastikler-hakkında-hersey>, Erişim tarihi: 20 Nisan 2016).

Kimyasal olarak en basit ancak en son bulunan plastiklerden birisi olan polietilen, sağlam, esnek ve yalıtkan bir yapıya sahip olmasına karşın; ısı, ışık ve oksijene karşı dayanıklı değildir. Katkı maddelerinin kullanımı ve molekül yapısının ayarlanması ile daha dayanıklı polietilen ürünleri elde edilebilmektedir. Bu özellikleriyle polietilen, ambalaj malzemesi, ağır hizmet torbaları esnek hortumlar, değişik amaçlı borular, mutfak eşyası, oyuncak, bidon, şişe vb. üretiminde kullanılmaktadır (<http://www.bilgiustam.com/plastik-nedir-plastikler-hakkında-hersey>, Erişim tarihi: 20 Nisan 2016).

2.3.2.2. Polistiren (PS)

Stiren, 145 °C’de kaynayan ve bu sıcaklıkta başlatıcı olmadan hızla polimerleşen bir sıvıdır (Bilgiç ve arkadaşları, 2006).

Polistiren zinciri 750 ile 1300 monomer biriminden meydana gelen, 100 °C’nin altında şeffaf ve katı, 100 °C’nin üzerinde yumuşayıp akışkan hale dönüşen ve kolayca kalıplanıp şekillendirilebilen bir plastiktir (Bilgiç ve arkadaşları, 2006).

Polistiren çok yaygın olarak kullanılan bir plastik türüdür. Kolay işlenmesi ve uçuculuğu sayesinde kağıt, tahta ve metallerin yerini almıştır (<http://www.bilgiustam.com/plastik-nedir-plastikler-hakkında-hersey>, Erişim tarihi: 20 Nisan 2016).

Kristal (genel amaçlı) polistiren şeffaf ve sağlam bir malzemedir. Söz konusu plastiğin yoğunluğu 1,06 gr/cm³ gerilme dayanımı 8000 psi, vicat yumuşama noktası 106 °C, izod darbe dayanımı 0,2-0,5 ft.1b/inç, uzaması % 3, esneklik modülü 450000 psi’dir. Bu özellikler molekül ağırlığına ve kullanılan katkılarına bağlı olarak değişir. Ancak genel maksatlı polistirenin UV ışığına, bazı kimyasal maddelere ve yiyeceklere karşı dayanıklılığı azdır. 106 °C gibi bir düşük vicat sıcaklığı da yaygın olarak kullanımını engeller (<http://www.bilgiustam.com/plastik-nedir-plastikler-hakkında-hersey>, Erişim tarihi: 20 Nisan 2016).

Genel amaçlı ve darbeye dayanıklı türler enjeksiyon kalıplama veya ekstrüzyon metodları ile işlenirler. Enjeksiyon sıcaklığı 380-400 F arasında değişir. Ayrıca erime akışları çok değişik aralıklarda olan ve değişik sahalarda kullanılabilen PS'ler mevcuttur. Bu ürünün sertliği ve işleme kolaylığı yüksek veya alçak basınç prosesi ile köpük imalinde kullanımını kolaylaştırmaktadır. Genel amaçlı ve darbeye dayanıklı türlerden levha, profil ve boru imal edilebilmektedir. Kristal polistiren darbeye dayanıklı türle birlikte ekstrüzyonuyla, parlaklığı iyi olan levhalar elde edilir. Ayrıca polistirenin diğer maddelerle de harmanlanarak işlenmesi mümkündür. (<http://www.bilgiustam.com/plastik-nedir-plastikler-hakkında-hersey>, Erişim tarihi: 20 Nisan 2016)

Polistiren (PS),

- Yoğunluğu 1,05gr/cm³'dür.
- Şeffaf ve renksizdir.
- Işık kırılma indeksi 1,59'dur. Tüm renklerle uyumlanabilmektedir.
- Mekanik özelliği iyidir ve çekme dayanımı 4,9 kg /mm²'dir.
- Açık havadan etkilenmez ve kapalı yerde çevreye çok iyi uyum sağlar.
- Cam tozu ile güçlendirildiğinde büzülme miktarı çok düşüktür.
- Üretimi kolay ve zaman alıcı değildir.
- Elektrik yalıtım özelliği iyidir (<http://www.bilgiustam.com/plastik-nedir-plastikler-hakkında-hersey>, Erişim tarihi: 20 Nisan 2016).

Paketleme işlerinde, oyuncak, ev eşyası, tarak, kapak, bir defalık kullanım için tabak, çöp sepeti, ışıklandırma panosu, teyp kaseti, döşemecilik, çeşitli makine aksamaları, telefon, bilgisayar, elektrik ve elektronik endüstrisi için gerekli parçalarda, gıda, tekstil sanayisinde kullanılır (MEB, 2006).

2.3.2.3. Polipropilen (PP)

Polipropilen yarı şeffaf beyaz bir katı maddedir 121 °C'ye kadar sıcaklıklarda uzun süre kullanılabilir. Erime noktası 175 °C'dir. Bu nedenle polipropilen malzemeler sterilize edilebilir. Soğuk organik çözümlerde çözünmez, sıcak çözümlerde yumuşar. Birçok bükülmeden sonra dahi sertliğini korur. İyi bir elektriksel dirence sahiptir. 9,4 °C altında kırılmalıdır. Yavaş yanar. Gıda tüzüğüne uygundur (Bilgiç ve arkadaşları, 2006).

Polipropilen, yüksek saflıktaki propilen gazının basınç altında, Ziegler-Natta katalizörleri yardımıyla polimerleşmesiyle elde edilir. Kristal yapılı, 0,902 ile 0,904 g/cm³ yoğunluklu bu polimer termoplastiklerin en hafiflerinden biridir. Erime noktası 325 ile 335 °F arasındadır. Polipropilen, polar olmaması nedeniyle yüksek dielektrik katsayısına ısı izolasyon özelliğine sahiptir. Şüphesiz ki polipropilen, yüksek fiyatlı belirli özel tip plastikler gibi tüm kimyasallara karşı dirençli değildir. Uygulamada derişik sülfirik asit, nitrik asit, potasyum bikarbonat kerosen ve karbon tetraklorür hariç diğer tüm kimyasallara karşı oldukça dayanıklıdır (<http://www.bilgiustam.com/plastik-nedir-plastikler-hakkında-hersey>, Erişim tarihi: 20 Nisan 2016).

Homopolimerin 73 °F'de ortalama 17500 psi esneklik modülleri ve 4900 psi civarında gerilme dayanımları vardır. Dolgu maddeleriyle yapılan takviye ile esneklik modülü 350000 psi'ye kadar artırılabilir. Polipropilen % 80 sülfirik aside ve derişik hidroklorik aside 212 °F'ye kadar dayanıklılık gösterir. Ayrıca 175 °F altında organik çözücülere olan direnci de oldukça iyidir. Diğer olefin reçineler gibi, oksitleyici asitler tarafından yavaş etkilenir (<http://www.bilgiustam.com/plastik-nedir-plastikler-hakkında-hersey>, Erişim tarihi: 20 Nisan 2016).

Polipropilenin 6 ay süre ile nemli bir ortamda depolanması, ağırlığını % 0,1 den daha az bir oranda artırır. Organik bileşiklerin polipropileni etkileme oranları hayli düşüktür. Absorblama olayı sıcaklıkla doğru orantılı ve çözücünün polarlık özelliği ile ters orantılı olarak değişir (<http://www.bilgiustam.com/plastik-nedir-plastikler-hakkında-hersey>, Erişim tarihi: 20 Nisan 2016).

Polipropilen, termoplastiklere uygulanan bütün metodlarla işlenebilir. Enjeksiyonla kalıplama tekniğinde, çok küçük ayrıntıları olan küçük kalıplar kullanılarak yüzeyi oldukça düzgün, boyut kararlılığı iyi olan parçalar imal edilebilir. Polipropilen, termoplastiklere uygulanan bütün metodlarla işlenebilir. Enjeksiyonla kalıplama tekniğinde, çok küçük ayrıntıları olan küçük kalıplar kullanılarak yüzeyi oldukça düzgün, boyut kararlılığı iyi olan parçalar imal edilebilir. Polipropilenden üretilen menteşeler, 3 milyon kez bükülebilirler. Bunlar, kalıplama-soğuk çalışma ya da ekstrüzyon metodları ile imal edilebilirler. Oryente polipropilen, fonografik plakların ambalajlanmasında kullanılan büzgülü film üretiminde de kullanılmaktadır. Elyaf, polipropilenin ekstrüzyandan sonra, hava ile soğutulmuş bir bölgede, ince

meme başları içinden bir baştan bir başa geçirilmesi ve bunu takiben bir ruloya sarılmasıyla elde edilir (<http://www.bilgiustam.com/plastik-nedir-plastikler-hakkında-hersey>, Erişim tarihi: 20 Nisan 2016).

Polipropilen dokuma olmayan kumaşlar, ince çekme veya eriterek; şişirme metodu ile elde edilirler. Polipropilen ısı ile şekillendirilir, enjeksiyon kalıplama veya ekstruzyon kalıplama teknikleri ile köpürtülebilir (<http://www.bilgiustam.com/plastik-nedir-plastikler-hakkında-hersey>, Erişim tarihi: 20 Nisan 2016).

Genel olarak polipropilen (PP):

- Çekme direnci en yüksek termoplastiklerden birisidir ve çekme dayanımı 3,5 kg/mm²'dir. Bu plastik katkı maddeleriyle güçlendirildiğinde çekme dayanımı 112,5 kg / mm²'den 386 kg / mm²'ye kadar yükseltilebilir.
- Kırılabilirliği azdır.
- İyi bir aşındırma özelliğine sahiptir ve sürtünme katsayısı ortadadır.
- Isıya karşı dirençlidir ve 150 °C'nin altındaki buhardan etkilenmez.
- Açık havaya karşı direnciyükseltir.
- Asitlere karşı dirençlidir ve sulandırılmış asitlerden etkilenmez.
- Elektrik iletkenliği olmadığı için iyi bir izolasyon maddesidir.
- Yoğunluğu az olan (0,83 gr / cm³) termoplastiklerdendir.
- Kolayca kaynak edilebilir, talaşlı işlenebilir. Uygun yapıştırıcılarla yapıştırılabilir, baskı ve markalama yapılabilir (<http://www.bilgiustam.com/plastik-nedir-plastikler-hakkında-hersey>, Erişim tarihi: 20 Nisan 2016).

En çok ev aletlerinin yapımında, hastahane ve fizik laboratuvarı aletleri, pil koruyucu kutusu, taşıma çantası, sandalye ve sehpa, çöp sepeti, çamaşır makinesi merdanesi, pedal, su tesisatı bağlantı elemanları (manşon, körtapa vb), otomotiv sanayisinde kopolimer olarak akümülatör gövdesi, elektrik kablosu, ayakkabı topuğu, halat ve boru yapımında kullanılır (MEB, 2006).

2.3.2.4. Polietilen tereftalat (PET)

Polietilen tereftalat (PET), termoplastikler arasında oryente edilmiş kristal yapıda zayıf asitlere, bazlara ve çoğu çözücülere karşı dayanımı olduğu kadar, sağlamlık, sertlik, parlaklık ve yüksek darbe dayanımı gibi özellikleriyle üstündür. PET'in gaz geçirgenliği diğer plastiklerin çoğundan daha düşüktür. Tipik PET reçinesi 250-260°C

arasında erir (<http://www.bilgiustam.com/plastik-nedir-plastikler-hakkında-hersey>, Erişim tarihi: 20 Nisan 2016).

PET reçine normal olarak kristal yapılu pelletler şeklinde üretilmektedir. Tipik olarak kristalleşme % 50 civarındadır. Oryente edilmiş içki şişelerini üretmek için iki metod kullanılır. İki aşamalı veya soğuk ön şekil prosesinde, soğutulmuş kalıplardaki şeffaf ürün enjeksiyonla kalıplanır, ürün Tg'nin üstündeki sıcaklıklara çıkarılır, gerilir ve çift eksenli oryente şişe üretmek için soğuk şişe kalıbı içine üflenirler. Tek aşama prosesinde, enjeksiyonla kalıplanmış ön şekil soğutulmaz, sadece gerilme üfleme kademesi soğutulur. Daha sonra çekme üfleme aşamasına geçilir. Ve oryente edilmiş şişe üretilir. PET'in zor erime özelliği, enjeksiyon üfleme ve ekstrüzyon üfleme proseslerinde kullanımını önler. Bununla beraber PET'in bu alanlara girmesi için gerekli proses modifikasyonu geliştirecek faaliyetler sürmektedir. (<http://www.bilgiustam.com/plastik-nedir-plastikler-hakkında-hersey>, Erişim tarihi: 20 Nisan 2016)

PET film, monofilament üretiminde kullanılmaktadır. Genellikle filmler çift eksenli oryente edilmiş olup, yalnız kullanılabildiği gibi koeksruzyonlarda veya laminasyonlarda kullanılır. Endüstriyel uygulamalara manyetik şerit, röntgen, fotoğraf filmi ve elektriksel yalıtım dahildir. Oryente edilmiş veya edilmemiş PET filmlerinin ambalajlama uygulamalarına, kaynatma torbaları, damıtma keseleri, et ve peynir ambalajı büzme filmler dahildir.

2.3.2.5. ABS

ABS reçineleri, akrilonitril, bütadien ve stirenden yapılan kopolimerlerdir. Akrilonitril, kimyasal olarak sağlamlık; stiren, kolay işlenebilirlik, sertlik ve parlaklık sağlar. Butadien ise soğuk hava şartlarında ve oda sıcaklığında darbe dayanımı ve dayanıklılık sağlayıcı olarak rol oynar. ABS'nin birçok türleri geliştirilmiştir. Bunlar arasında kaplama az parlak veya mat ekstrude edilmiş bitmiş levhalar; yüksek sıcaklık ve alevlenmeye karşı dayanıklı, alaşımlama, yapısal köpük ve şeffaf uygulamalara imkan veren ve bu özellikleri sağlayan reçineler yer almaktadır (<http://www.bilgiustam.com/plastik-nedir-plastikler-hakkında-hersey>, Erişim tarihi: 20 Nisan 2016).

Ekstrude edilmesi ve enjeksiyon kalıplaması iyi yapılabilirdiğinden işlenmesi kolay bir maddedir. Ekstrüzyon ABS için büyük bir Pazar alanıdır. ABS hidroskopik bir madde olduğu için işlenmeden önce, nem alması önlenmeli, yüzey hatalarını azaltmak amacı ile kurutulmalıdır (<http://www.bilgiustam.com/plastik-nedir-plastikler-hakkında-hersey>, Erişim tarihi: 20 Nisan 2016).

Ekstrude edilmiş ABS levha, çeşitli ürünlerin, imalatında kullanılmaktadır. Şekillendirilmiş geniş parçalar (8-12 ft'lik), tek parçalı levhalar, küçük şekillendirilmiş parçalar (Tuba gibi müzik aletleri) yapımında kullanılmaktadır. Buzdolabı yapımı da şekillendirilmiş levhaların diğer bir uygulama alanıdır. ABS yapısal köpük uygulamaları için iyi bir reçinedir. Ekstrüzyon, enjeksiyon ve şişirerek kalıplama tekniğiyle iyi işlenir. Şeffaf ABS, buzdolabı içindeki bölümlerde, oyuncaklarda kullanılır (<http://www.bilgiustam.com/plastik-nedir-plastikler-hakkında-hersey>, Erişim tarihi: 20 Nisan 2016)

2.3.3. Plastik enjeksiyon

Plastik malzemeleri biçimlendirmede "ekstrüzyon kalıplama, rotasyonel kalıplama, basınçta ısı ile biçimlendirme, şişirme ve enjeksiyon kalıplama gibi" teknikler kullanılmaktadır. Püskürtmeli kalıplama ya da enjeksiyon kalıplama da denilen plastik enjeksiyon işlemi, plastik eşya üretiminde kullanılan ve uygulaması diğer plastik işleme yöntemlerine göre her geçen gün hızla artan en önemli metotlardandır. Hammaddenin tek bir işlemle istenilen şekilde kalıplanabilmesini sağlaması ve birçok durumda üretilen ürünün son işlem gerektirmemesi, bu metodu seri üretime uygun hale getirmiştir (MEB, 2006).

Termoplastik malzemelerin enjeksiyon yöntemiyle kalıplanmasında kullanılan makinelere, enjeksiyon makineleri denir (MEB, 2006) (Resim 2.1.).



Resim 2.2. Enjeksiyon makineleri
(MEB, 2006)

Enjeksiyon makinesi sisteminin çalışması şu şekilde olmaktadır:

- Toz veya granül haldeki plastik reçine sıvı hale gelinceye kadar ısıtılır.
- Basınç uygulanarak sıvı polimer bir “meme” içersinden kalıp içine gönderilir.
- Kalıp içindeki “yolluklar” sıvı plastik akışını kontrol ederler.
- Kalıp içindeki malzeme katılaşmaya kadar basınç altında tutulur.
- Kalıp açılır, iticilerle ürün kalıptan dışarı alınır.

Günümüzde; PE, PS, PP, ABS, SAN, Naylon gibi pek çok polimer bu yöntemle işlenir (Ay, 2009).

Enjeksiyon yönteminin avantajları:

- Hızlı bir şekilde mal üretebilir (seri üretim).
- Yüksek hacimlerde mal üretebilir.
- Diğer işlemlere göre düşük maliyettedir.
- Otomasyona uygundur.
- Hemen hemen hiç son işlem gerektirmez.
- Çok değişik yüzey, renk ve şekillerde mal üretebilir.
- Malzeme kaybı (artık) çok azdır.
- Aynı makinede ve aynı kalıpta farklı hammaddelerden üretim yapılabilir.
- Düşük toleranslarda çalışılabilir.
- Kalıba, metal ve ametaller ilave parçalar eklenerek üretim yapılabilir.

- Kalıplanan ürünlerin mekanik özellikleri iyidir (MEB, 2006).

Enjeksiyon yönteminin dezavantajları:

- Sektördeki yoğun rekabetten dolayı kâr oranı düşüktür.
- Kalıp fiyatları pahalıdır.
- Enjeksiyon makineleri ve yedek parçaları pahalıdır.
- İşlem kontrolü tam olarak sağlanamamıştır.
- Ürün kontrolü makine tarafından direkt ve sürekli olarak yapılamamaktadır.
- Kalite sürekliliği tam olarak tanımlanamamakta ve sağlanamamaktadır (MEB, 2006).

Resim 3’de enjeksiyon makinesinde üretilen ürünlerden örnekler gösterilmiştir.

Genel olarak bir enjeksiyon makinesi, beş fonksiyonel birimden meydana gelir.

- Enjeksiyon ünitesi
- Mengene ünitesi
- Kontrol ünitesi
- Tahrik (hareket) sistemi
- Kalıp ve kalıp elemanları (MEB, 2006).

2.3.3.1. Enjeksiyon Ünitesi

Enjeksiyon ünitesinin yani enjeksiyon grubunun ana amacı; plastik malzemeyi eritmek ve kalıba enjekte etmektir. Sürekli olarak aynı ağırlıkta ve aynı kalitede parça üretimi için kalıba enjekte edilen malzeme miktarı her seferinde aynı olmalıdır. Bunun için enjeksiyon grubu sürekli olarak aynı sıcaklıkta homojen malzeme baskısı yapabilmelidir. Plastik teknolojisinin ilk zamanlarında, piston tipi enjeksiyon makineleri kullanılıyordu. Bu makinelerde, plastik malzeme sadece kovandan aldığı ısı ile eritiliyordu. Günümüzde artık yaygın bir şekilde tercih edilen makineler de ise enjeksiyon pistonu görevi de gören vidalar kullanılmaktadır. Bu makinelerde vida döner ve aynı anda huniden mal alır. Vidanın dönme hareketiyle ileri doğru itilen malzeme, aynı zamanda hem vidanın oluşturduğu sürtünme ısı ve kovan (kovana

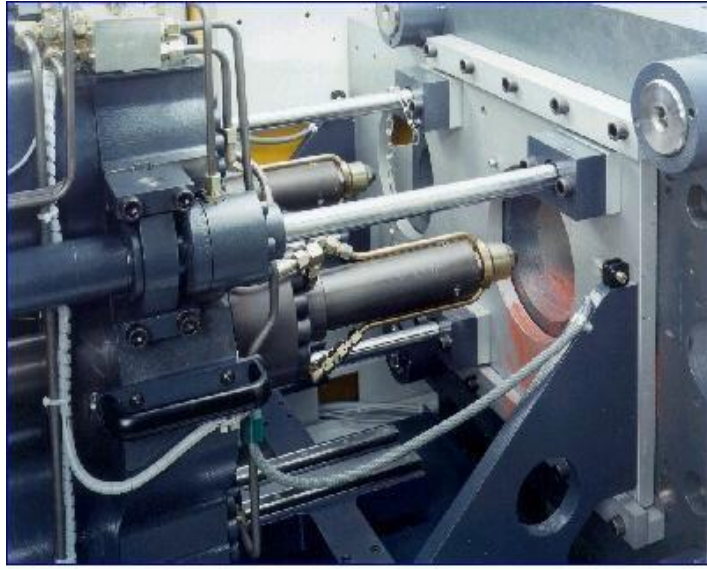


Resim 2.3. Enjeksiyon makinesinde üretilen ürünler
(MEB, 2006)

kimi zaman ocak da denilmektedir) erir. Eriyerek ileri hareket eden plastik malzeme, meme boşluğuna depolanır. Vida, malzeme boşluğuna doluncaya kadar yanimal alma konumuna ulaşınca kadar geri döner. Geri hareket esnasında vidanın arkasında oluşan geri basınç, hidrolik pistonu belli değerde sabit tutar. Bu sayede vidanın geri dönme hızı azaltılarak daha homojen bir karışım elde edilir. Plastikasyon işlemi bitip meme boşluğu yeterince malzemeyle dolduktan sonra vida, bir piston gibi yüksek basınçla ileri doğru hareket ederek plastik malzemeyi meme boşluğundan kalıp içine enjekte eder. Resim 2.3.'de bir enjeksiyon ünitesi gösterilmiştir (Akyüz, 2006).

Bir enjeksiyon ünitesinin ana görevleri:

- Huniden kovana giren plastik malzemeyi ısıtıp eritmek,
- Eriyik malzemeyi kalıba enjekte etmek,
- Malzemenin kalıpta sağlam bir ürün haline gelmesi için gerekli tutma basınçlarını sağlamak,
- Rahatça ileri geri hareket edecek şekilde olmak,
- Memeyle yolluk burcunu gerekli kuvvetle temas halinde tutabilmektir (MEB, 2006).

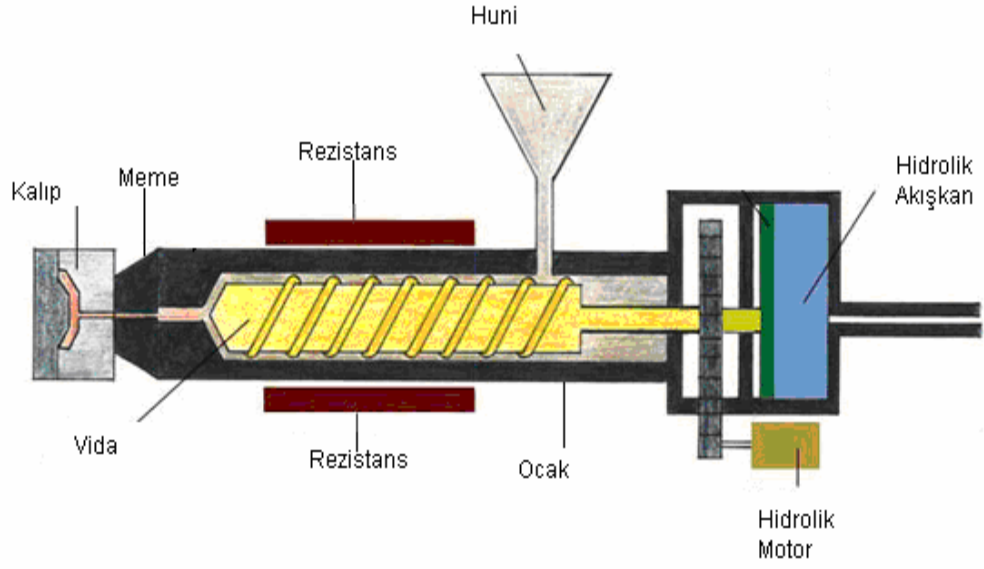


Resim 2.4. Enjeksiyon ünitesi
(MEB, 2006)

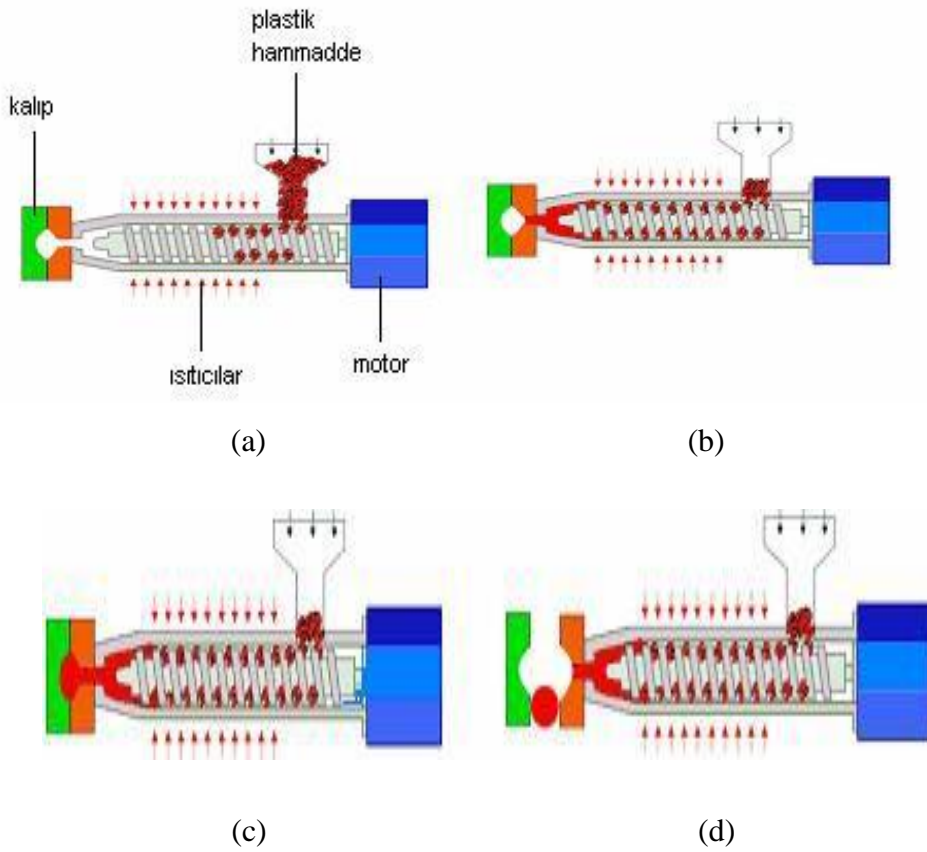
Bir enjeksiyon ünitesinin önemli elemanları (malzeme akış yönüne göre)

- Huni
- Vida (helezon ya da burgu da denilmektedir)
- Geri dönüşsüz valf (çekvalf)
- Meme
- Isıtıcı bantlar (rezistans)

Şekil 2.14.'de enjeksiyon ünitesinin elemanları gösterilmiştir (MEB, 2006).



Şekil 2.14 Enjeksiyon ünitesinin elemanları
(MEB, 2006)



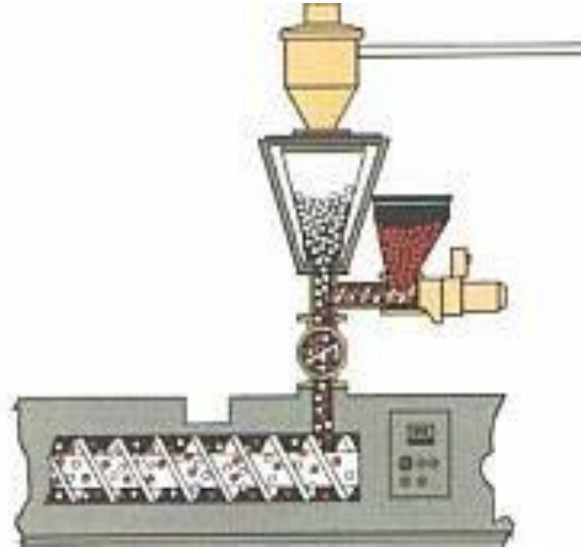
Şekil 2.15. Enjeksiyon işleminin basamakları (a, b, c, d)
(MEB, 2006)

2.3.3.1.1. Huni

Enjeksiyon ünitesinin bir elemanı olan, vidanın beslenebilmesi için, içerisine sadece işlenmemiş hammadde doldurulan elemana huni denir (MEB, 2006).

Normal şartlarda makine çalışırken huni doludur ve işlenecek hammadde direkt olarak huniden enjeksiyon grubunun besleme bölgesine, oradan da vidanın dönme hareketi ve rezistanlar sayesinde eriyerek meme boşluğuna akar (MEB, 2006).

İşlenecek malzemenin tanecikli (granül) yapıda olması problem çıkarmazken, toz halindeki malzemeler veya küçük çaptaki vidalar hunide kısa devre (köprüleme-bridging) denen, malzemenin topaklaşıp kovan girişinde tıkanmasına sebep olur. Buna engel olmak için huniye karıştırıcılar veya vida konveyörleri takılabilir (MEB, 2006) (Şekil 2.16.).



Şekil 2.16. Huni
(MEB, 2006)

2.3.3.1.2. Vida

Vida hammaddenin beslenmesi, eritilmesi, karıştırılması ve kalıp içerisine iletilmesi görevini yapan makinenin en önemli parçalarından birisidir. Vidaya bazen helezon ya da burğu denilmektedir (MEB, 2006).



Resim 2.5. Enjeksiyon makine vidası
(Ay, 2009)

2.3.3.1.3. Geri dönüşsüz valf (çek valf)

Enjeksiyon vidalarına bazen, vidaların enjeksiyon ve tutma basınçları safhalarında bir piston gibi hareket etmesini sağlayan ve bu sırada malzemenin geri akışına engel olan parçalartakılır. Bunlar, vidanın uç bölgesine takılan “geri dönüşsüz valf veya çekvalf” denen parçalardır. Bu parça grubunun hepsine birden “yüzük ve torpil” veya “yüksük torpil” takımı da denilmektedir (MEB, 2006) (Resim 2.4.).

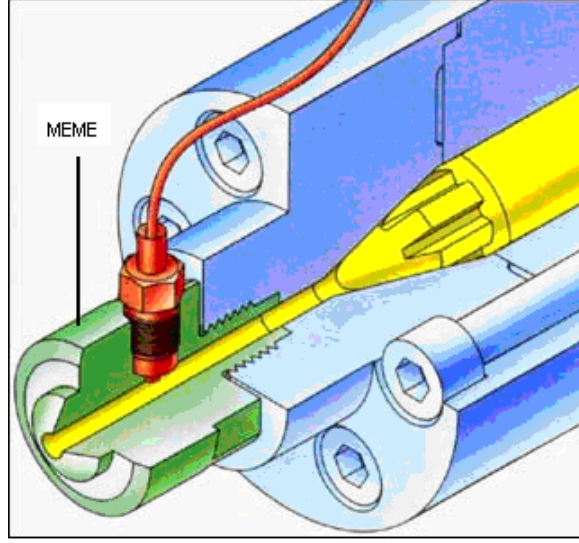


Resim 2.6. Çekvalf
(MEB, 2006)

2.3.3.1.4. Meme

Kovanın uç kısmına monte edilen, kovanın ucunun enjeksiyon yapabilmesi için kalıbın yolluk burcuna (enjeksiyon memesi ile yolluğu aynı eksene getiren kalıp elemanı) tam olarak denk gelmesini sağlayan ve yapısına göre plastikasyon ve soğuma esnasında kovanın ağzını kapayarak dışarı mal akışını önleyen parçaya meme denir. Şekil 2.18’de bir meme kesiti verilmiştir. Memeler açık ve kapalı (kapatılabilir) olarak yapılırlar. Akış kesme memeleri de denen kapalı memeler kendi kendine kontrollü (oto-kontrollü) veya dışarıdan kontrollü olabilirler. Açık memeler genelde akış

yönünde konikleşen basit bir kanala sahiptirler. Pratikte en kullanışlı olan meme, en az basınç düşmesine neden olan açık meme tipidir (MEB, 2006).



Şekil 2.17. Meme kesiti
(MEB, 2006)

2.3.3.1.5. Isıtıcı Bantlar (Rezistans)

Rezistanslı ısıtıcı bantlarının en önemli avantajı düşük fiyat olup çok kolay monte edilebilir olmaları ve kapasitelerinin çalışma şartlarına göre kolaylıkla ayarlanabilir olması ise diğer avantajlarıdır. Bu sistemin en önemli dezavantajı yavaş çalışmasıdır. Bu sistem ısıyı muhafaza edebilmesine rağmen yüksek sıcaklıklara ulaşmak için uzun sürelerle ihtiyaç duyar (MEB, 2006).

2.3.3.2. Mengene Ünitesi

Enjeksiyon olayında sürekli bir işlem olmaması, kalıbın ürünün çıkması için açılması ve sonraki baskı için tekrar kapanması gerekmektedir. Mengene ünitesi bu işi yapar. Plastiğin çok yüksek basınçlarda kalıba enjekte edilmesi sebebiyle mengene ünitesi kalıbı enjeksiyon ve tutma basınçları safhasında sıkıca kapalı tutmalı, kalıbın açılıp çapak yapmasını önlemelidir (MEB, 2006) (Şekil 2.19.).

Bir enjeksiyon makinesinde mengene ünitesinin başlıca görevleri şunlardır:

- Kalıbı kapamak,
- Enjekte edilen malzemenin ürün haline dönüşmesi için kalıbı kilitleyerek

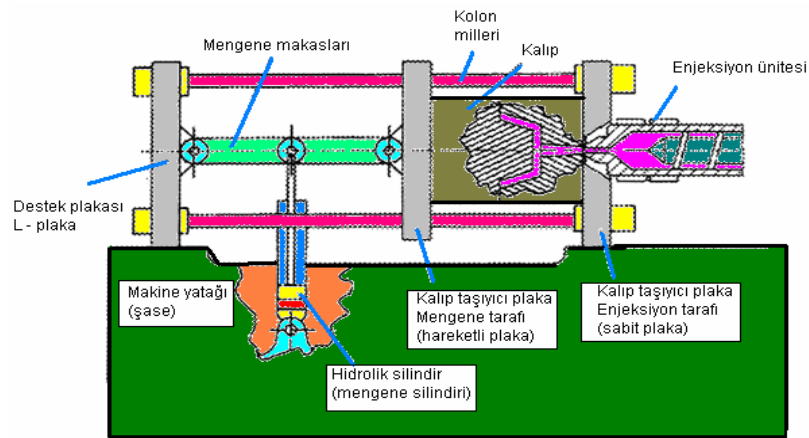
kapalı tutmak,

- Ürünün çıkarılması için kalıbı açmaktır,

Bir enjeksiyon makinesinin mengene sistemi yatay prese benzer. Bu sistem genel olarak;

- Bir sabit plaka,
- Bir hareketli plaka,
- Bir L – plaka (destek plakası),
- Hareketli plakanın hareketini sağlayan bir tahrik sisteminden meydana gelir (MEB, 2006).

Bu tahrik sistemi de genellikle hidrolik (yağ ile çalışan) bir sistemdir. Kalıplar en az iki ana parçadan meydana gelirler. İki parçalı kalıbın bir parçası aksel hareket eden hareketli plakaya, diğer parçası ise sabit plakaya monte edilir. L – plaka normalde hareketli olmayıp sadece farklı büyüklüklerdeki yani farklı kalınlıklardaki kalıp ayarları için aksel olarak genelde redüktörlü bir motorla, bazen de hidrolik motorla hareket ettirilir. Enjeksiyon sırasında kalıp içi basıncının dış basınçtan çok daha büyük değerlere çıkması, kalıbın açılmasına ve malzemenin taşmasına yani çapak yapmasına neden olabilir. Ürüne son işlem gerektiren çapak oluşumu, zaman ve enerji kaybına neden olduğu için hiç de istenilen bir durum değildir. Bu sebeple bir enjeksiyon makinesinin mengene sistemi, kalıbı gerekli kuvvetle kapalı tutabilmelidir. İşte burada “kalıp kapama kuvveti” (kalıp kilitleme kuvveti) denen ve makinenin gücünü dolayısıyla büyüklüğünü belirten bir karakteristik ortaya çıkar (MEB, 2006).



Şekil 2.18. Mengene ünitesi

(MEB, 2006)

2.3.3.3. Kontrol Ünitesi

Enjeksiyon makinesi bir bütün olarak tüm fonksiyonlarını takip ve belli bir sıraya göre koordine edebilecek, çalışma parametrelerini gözlemleyip sabit tutabilecek ve enjeksiyon çevriminin her safhasını kontrol edebilecek olan bir sisteme, yani kontrol sistemine ihtiyaç duyar. Çünkü bir enjeksiyon makinesindeki tüm fonksiyonlar her makinede olması gerektiği gibi belli bir sıraya göre gerçekleştirilmeli, her fonksiyonun başlama ve bitiş zamanları ve konumları kontrol altında tutulmalı ve takip edilmelidir (MEB, 2006) (Resim 2.5.).



Resim 2.7. Enjeksiyon kontrol ünitesi
(MEB, 2006)

Bir enjeksiyon makinesinde açık veya kapalı devre kontrolüyle denetlenmesi gereken bazı fonksiyonlar şunlardır;

- Kovan sıcaklığı
- Eriyik malzemenin sıcaklığı
- Varsa sıcak yolluk sistemlerinin sıcaklığı
- Kalıp sıcaklığı
- Vida dönüş hızı (mal alma işlemi için).
- Enjeksiyon hızı
- Tutma basınçları (MEB, 2006)

Makine sanayiinde makine kontrolü ve kumandası için başlangıçta role mantıklı tamamen pasif elemanlardan oluşan devreler kullanılmaktaydı. Şimdi ise enjeksiyon makineleri diğer modern ve gelişmiş makineler gibi bir dijital elektronik harikası olan

ve PLC (Programlanabilir mantıksal kontrol) denen mikroişlemci yapılı, işlem kontrollerinin hepsi bir veya daha fazla merkezi işlem birimi (CPU=beyin) tarafından denetlenen, sanayi ortamında çalışabilecek bir yapıda, üzerine elektriksel bağlantıların yapılabileceği noktaların bulunduğu bilgisayarlar ile control edilmektedir (MEB, 2006).

PLC'ler sanayi için geliştirilen ve kullanıcı tarafından istenen amaca göre programlanabilen bilgisayarlardır. Bu cihazlar çok küçük boyutlu makineleri kontrol edebileceği gibi, çok büyük bir sistemi ve bu sistemin oluşturduğu birimleri (üretim sistemleri, fabrikalar gibi) kontrol edebilecek yapıdadırlar (MEB, 2006).

Bir PLC sistemi enjeksiyon makinesinde vidanın konumu, vidanın hızı, enjeksiyon grubunun konumu, enjeksiyon zamanı, tutma basınçları, kovan sıcaklığı ve bunun gibi birçok parametrenin sinyallerini gerekli yerlerden alır ve bunları istenen şekilde kolaylıkla değerlendirir. PLC değerlendirdiği giriş sinyallerine karşılık gerekli çıkış sinyallerini gerekli yerlere, sıcaklığı değiştirmek, valf açıp kapamak suretiyle basınç ve hız değerlerini değiştirmek gibi fonksiyonları yerine getirmek üzere gönderir. Bu sırada tüm çevrimin ekrandan gözlemlenmesi ve gerektiğinde makinenin tam otomatik olarak çalışmasında gerekmektedir. Bilgisayar kontrollü makinelerde kullanılan kalıbın tüm çalışma değerleri, sonradan tekrar kullanılmak üzere kontrol sisteminin kendi hafızasına kaydedilip saklanabilir (MEB, 2006).

Artık yeni kullanılan kontrol sistemleri, ürün kalitesini yükseltmek üzere gerektiğinde özel proses stratejileri geliştirerek üreticiye yardımcı olabilecek yapıdadırlar. Bu yapı, özellikle ağırlık veya boyut gibi termoplastiklerin ürün özelliklerini yani kalitelerini etkileyen tutma basınçları safhası için büyük önem arz etmektedir. Yeni control sistemleri aynı zamanda enjeksiyon çevrimini, kalıbın açılmasını önleyecek şekilde kontrol edebilmektedir (MEB, 2006).

2.4. Elektrik Kusurlarının Yangın Tehlikesine Getirdiği Riskler

Elektrik Yangınına sebep olan unsurlar şunlardır:

- Yanlış Projelendirme, Sisteme gelen ek yükler, İzolasyon:

Her iletkenin taşıma kapasitesi belli değerlerdedir ve ısı izolasyonları bu değerler dikkate alınarak yapılmıştır. İşte bu nokta evimizde veya sanayide fark etmeden veya

bilmediğimizden oldukça önemli bir risk teşkil etmektedir. Bakır ve Alüminyum iletkenler teknik olarak akkor hale gelinceye kadar akımı iletebilirler ancak izolasyonları belli sıcaklıklara dayanabilir ve bu sıcaklıklar geçildiğinde izolasyon malzemesi erir ve özelliğini kaybeder. Bu da oldukça etkili bir yangının başlangıcı olabilir. Aynı şekilde sanayide zamanla gelen yükler fark etmeden aynı kablolar üzerinden geçiyor ise yangın riski söz konusu olabilir. Elektrik kablolarının akım taşıma kapasitesi sadece iletken kesidi ile alakalı değildir zira ortam sıcaklığı iletken kesidi seçiminde dikkate alınmaz ise izolasyon malzemelerinde ek sıcaklıklar meydana getirip yangın riskini ortaya çıkaracaktır.

- Bağlantı noktaları:

Elektrikte unutulmaması gereken bağlantı noktalarıdır. Her bağlantı noktası ek bir direnç olarak karşımıza çıkar. Bağlantı noktalarının dirençleri normal elektrik kablolarına nazaran daha yüksektir ve bu nedenle kablolarla oranla daha fazla ısınmaya yol açabilirler. Bağlantı noktalarındaki temassızlık, gevşeme, oksitlenme gibi etkinler kablolar ile bağlantı noktasının temas yüzeyini azaltacağından geçiş direncinin artmasına ve bu noktalarda bu dirençten dolayı ısınmaya sebep olur. Bu noktada yangını önlemek için açma durumu söz konusu değildir ve yangınların büyük çoğunluğu bu bağlantı noktalarının aşırı aşınması dolayısıyla etrafındaki yanıcı malzemelerin yanması ile ortaya çıkar.

- Topraklama:

Topraklamanın temel amacı herhangi bir hata durumunda en düşük direnç ile elektriği toprağa iletmektir. İşte bu nokta birçok bina ve endüstride göz ardı edilmekte ve ciddi yangın ve hatta insan sağlığı riski oluşmaktadır. Topraklamaların düzenli olarak kontrolü hem insan sağlığı hem de yangın riski açısından oldukça önemlidir. Özellikle yağmurlar ile düşebilecek yıldırımlar, topraklama direncinizin yüksek olduğu durumlarda sisteminizde yangınlara neden olabilir.

- Arızalar:

İçerisinden elektrik geçen her malzemenin zamanla yıpranmasından dolayı bir ömrü vardır. Özellikle yanlış kullanım, kullanım sıklığı ve diğer birçok etken bu malzemelerin ömrünü etkileyen önemli etkenlerdir. Ancak bakım çalışmaları dikkatli ve iyi bir şekilde planlanabilir ve gerekli önlemler alınabilirse bunlardan dolayı

oluşabilecek yangın riski ortadan kalkacaktır. Sistemdeki elektrikli cihaz, kablolar ve koruyucu sistemleri düzenli olarak takip etmek oldukça önem arz eden bir konudur.

- Kablolar;

Kabloların maalesef tüm güzergâh boyunca gözle izlenmesi ve takip edilmesi mümkün olamamaktadır. Bu durum bu tip etkilere karşı sistemi güvensiz bırakmaktadır. Kablo yerine baraların kullanılması veya kabloların kablo taşıma metal boruları içerisinde geçirilmesi özellikle bazı merkezlerde uygulanması önem arz eder. Ayrıca kablolarda meydana gelebilecek arızalardan dolayı çıkabilecek yangınların izole edilmesi ve kanallarda gerekli önlemlerin alınması çıkabilecek yangının zarar riskini azaltacaktır.

2.5. Elektrik Kablolarının Yangına Dayanımı, Ömürleri ve Yaşlanmaları

2.5.1. Elektrik kablolarının yangına dayanımı

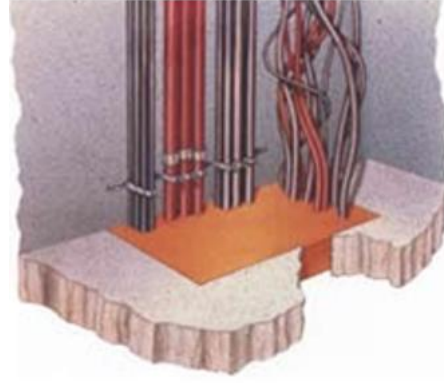
Kablo ilk olarak, William Gilbert'in elektriği eksi ve artı yüklerini tanımladığı 16. yüzyıldan (<http://www.hakkında-bilgi-nedir.com/elektrik-ne-zaman-bulundu-nedir+elektrik-ne-zaman-bulundu-hakkında-bilgi>, Erişim tarihi: 20 Mayıs 2016) yaklaşık üç yüzyıl sonra, 1842'de hafif kablo olarak kullanılmaya başlandı (<http://www.nasilbulundu.com/kablo-nasil-bulundu-nedir+elektrik-ne-zaman-bulundu-hakkında-bilgi>, Erişim tarihi: 20 Mayıs 2016). Zaman içerisinde gelişerek ve çeşitleri ihtiyaca göre artarak evlerde, iş yerlerinde, yüksek binalarda, ev telefonlarında, bilgisayarlarda, fabrika ve hatta uzayda, enerji ve veri taşımada geniş kullanılma alanı buldu. Halen, fiber kablolar gibi, gelişmekte ve yaşamımızı biraz daha sarmaktadır.

Kullanıldığı her yerde bir ağ gibi her yeri saran kablolar, aynı zamanda yangının ilerlemesi içinde uygun ortam oluşturmaktadır. Sadece yangınlıkları nedeniyle değil, aynı zamanda geçiş noktalarında kalan açıklıklar nedeniyle de yangın ve duman yayılmaktadır. Geçmişte meydana gelen yangınlarda kabloların yangının genişlemesinde önemli rol oynadığı görülmüştür. Kablo galerilerinde meydana gelen yangınlarda can kaybı oluşmuştur. Kablolar yangının başlangıcı ve yayılmasında potansiyel tehlike olmakla beraber gelişen teknolojiyle birlikte kablo yalıtımı ve kablo kılıf malzemelerindeki gelişmeler nedeniyle kablolar aracılığıyla yangının genişlemesi azalmıştır. Kabloların yangına karşı korunması ise ayrı bir konudur. Sarma, boyama, kaplama gibi yöntemlerle kablolar yangına karşı korunabilir. Özellikle kablo geçiş

açıklıklarını kapatmak için harçlar, macunlar, briketler ve daha farklı malzemeler kullanılmaktadır (Kılıç, Tarih Yok).

Genişlemesine kabloların sebep olduğu bazı yangınlar şunlardır (Kılıç, Tarih Yok):

- Dusseldorf Airport, Almanya, Nisan 1996
- Rockefeller Center, ABD, Ocak 1996
- Garly Building, Hong Kong, Kasım 1996
- Bangkok President Tower, Tayland, Şubat 1997
- Credit Lyonnais Bank, Fransa, May, 1997
- Heathrow Airport, İngiltere, Aralık 1997
- Montblanc Tunnel, Fransa/ İsviçre, Mart 1999



Şekil 2.19. Bina içinde kablo geçiş yerlerinin yangın izolasyonu
(Kılıç, Tarih yok)

Kablo üretiminde daha çok, Polivinilklorür (PVC) veya Polietilen (PE) esaslı malzemeler ile halojensiz düşük duman yoğunluklu malzemeler (HFFR-LSOH Halogen Free Flame Retardant–Low Smoke Zero Halogen) kullanılır. PVC ucuzdur ve kolay uygulanabilir fakat yoğun duman ve korozif gaz çıkarır. Yandığı zaman hidroklorik asit ve karbon monoksit gibi zehirleyici gazlar ve karbondioksit gibi boğucu gazlar çıkarır. Polietilen malzeme yandığı zaman zehirli ve korozif gaz çıkarmaz fakat kolay alevlenen ve yoğun duman çıkaran bir malzemedir. Çok hızlı yandığı için tercih edilmez (Kılıç, Tarih Yok).

Alev geciktirici kablolar tutuşabilir fakat üzerinden alev kalktığı anda kendiliğinden söner. HFFR (LSOH-FR) kablolar zehirli ve korozif gaz yaymazlar, ancak

yanıcıdır. Hastanelerde, sinema ve tiyatro salonlarında, yüksek binalarda, metrolarda, hava alanlarında halojensiz kablolar tercih edilmelidir. Bu tip kablolar acil durum cihazlarının beslenmesinde kullanılmaz. Yangına dayanıklı kablolar ise olası bir yangın sırasında akım taşıma görevini belirli bir süre devam ettirmesi gereken kablolardır. Kuşkusuz yanmayan kabloların duman çıkarması veya zehirli gaz çıkarması da söz konusu olmamaktadır (Kılıç, Tarih Yok).

Yangına Dayanıklı Kablolar, yangın sırasında, enerjinin ve sinyallerin belirli bir süre için karşılanmasında yangına dayanıklı kablolar kullanılır. Bu kablolar, yangın şartları altında, devre ve iletişim bütünlüğünü sürdürür. Yangına dayanıklı kablolar, duman ve gaz yaymayan inorganik malzemelerden imal edilir. Can güvenliğinin kablo şebekesinin dayanım süresine bağlı olduğu, yaşamsal önemi olan yerler ve acil durum cihazları için kullanılırlar. Yönetmeliklere göre, acil durum cihazlarının enerji beslemesinin yangın durumunda kesilmemesi için; kontrol modülü kullanılan yangın algılama kabloları, acil anons sistemi kabloları, flaşör ve siren kabloları, yangın pompalarını besleyen kablolar, duman egzoz fanı kabloları, basınçlandırma fanı kabloları, acil durum asansörü kabloları yangına en az 60 dakika dayanıklı olmalıdır (Kılıç, Tarih Yok).



Şekil 2.20 yangına dayanıklı kablo kesitleri
(Kılıç, Tarih yok)

Yangına dayanıklı kablolarla ilgili, birçok Avrupa Standardı ve her ülkeye özgü spesifik standartlar vardır. Bunlar; yangın sıcaklığı, mekanik darbenin şiddeti ve noktası ile su uygulaması açısından farklılıklar göstermektedir. Avrupa'da mineral yalıtımlı kablolar, EN 60702'ye göre test edilmektedir. Buna göre sadece 950°C sıcaklıkta üç saat süren bir yangın söz konusudur; ancak Kuzey Amerika Standardı

olan UL 2196 kapsamında 1000°C sıcaklıkta bir fırının içine montajı gereklidir ve bu sıcaklığa ulaşılmasıyla duvar ve üzerine takılı olan kabloya bir itfaiye hortumu tarafından su sıkılır. İngiltere’de kabloların BS 7629’a ve BS 6387’ye göre test edilmesi kapsamında, değişik numuneler; üç saat süre ile 950°C’de su püskürtülmekte, aynı zamanda kablonun mekanik sağlamlığı test edilmektedir. Avrupa Birliği test standardı olan EN 50200 kapsamında, bir su testi bulunmamaktadır. Yangına maruz kaldıktan sonra kablonun mekanik sağlamlığı ile ilgili herhangi bir değerlendirme yapılmamaktadır. Küçük kablolar, her türlü polimerik yalıtımın 250°C üzerindeki tüm sıcaklıklarda, testin ilk birkaç dakikasında bozulurlar ve mekanik bozulma gerçekleşmediği sürece bu yeni halde kalırlar. Sonuçta elde edilen yalıtım higroskopik ise püskürtülen suyun miktarından veya püskürtme süresinden bağımsız olarak, su geçirmez bariyer bozulana kadar, yalıtım başarılı olarak sağlanır. Dolayısıyla su testinin spesifik ayrıntıları, su tecrit bariyerine ihtiyaç olup olmadığını ve ihtiyaç varsa mekanik sağlamlığını değerlendirme amacını taşımaktadır (Kılıç, Tarih Yok).

2.5.2. Elektrik kablolarının ömürleri

İnsanlar gibi kablolar da çevresel etkenlerden veya yapısal bozulmalardan dolayı bazı değişimlere uğrayabilir ve zamanla yıpranabilirler. Bu durum kablo yaşlanması olarak ifade edilir. Bir kablo yapısal olarak farklı maddelerden oluşturulabilir. Fakat her maddenin zamanla değişime uğraması kaçınılmaz bir sonuçtur. Bir kablonun yapısına baktığımızda en iç kısımda iletken yapının en dış kısımda ise yalıtkan yapının (yalıtkan kılıf) bulunduğunu görürüz. İletken yapının görevi gerekli elektriksel enerjiyi veya sinyali iletmek iken yalıtkan kısım da bu işlevin sorunsuz gerçekleşmesi için gerekli korumayı sağlamakla görevlidir. Bir ya da daha çok etkenden dolayı kabloların yalıtkan kısımlarında meydana gelen kalıcı değişimlere yaşlanma (eskime) denir. Yalıtkan kılıf hem elektriksel yalıtımı sağlamakta hem de kabloya mekanik bir destek sağlamaktadır. Dolayısıyla yalıtkan kılıfın bu görevlerindeki zorlanmalar ve yıpranmalar zamanla kablo yalıtkanlarının deforme olmasına ve yaşlanmasına neden olmaktadır. Kablolarda yaşlanmaya ve deformasyona sebep olan etkenler 4 ana başlık altında incelenebilir (<http://www.elektrikport.com/teknik-kütüphane/kablolarda-yaslanma-ve-sebepleri/14788#ad-image-0>, Erişim tarihi: 22 Mayıs 2016):

2.5.2.1. Elektriksel etkenler

Kabloların iletken kısmında elektrik enerjisinin geçişi sırasında meydana gelen kısmi boşalmalar, ağaçlanma, sıcaklık artışı ve reaktif akım gibi etkiler kabloların deforme olmasına neden olur (<http://www.elektrikport.com/teknik-kütüphane/kablolarda-yaslanma-ve-sebepleri/14788#ad-image-0>, Erişim tarihi: 22 Mayıs 2016).

2.5.2.2. Çevresel etkenler

Kabloların bulunduğu ortamlar da kabloların yıpranmasına ve yaşlanmasına neden olabilir. Kablonun bulunduğu ortamın sıcaklığı, kablonun geçtiği yerdeki basınç etkisi ve kablonun kullanıldığı yere göre havanın ya da toprağın nemi çevresel etkilere örnek olarak verilebilir (<http://www.elektrikport.com/teknik-kütüphane/kablolarda-yaslanma-ve-sebepleri/14788#ad-image-0>, Erişim tarihi: 22 Mayıs 2016).

2.5.2.3. Isıl etkenler

Isıl etkenler sıcaklığın etkisiyle kabloların yalıtkan kısmında meydana gelen değişimlerdir. Bu değişimler fiziksel ya da kimyasal olarak ortaya çıkabilir. Yalıtkan kılıfın ısının etkisiyle genişmesi bu konuya örnek olarak verilebilir (<http://www.elektrikport.com/teknik-kütüphane/kablolarda-yaslanma-ve-sebepleri/14788#ad-image-0>, Erişim tarihi: 22 Mayıs 2016).

2.5.2.4. Mekanik etkenler

Mekanik etkenler dışardan gelen ve genelde kabloya temasın gerçekleşmesiyle oluşan bozucu olaylardır. Kablonun bükülmesi, kablo üzerinde kir birikmesi, kesici bir etkinin olması, yüzeylerin kabloyu aşındırması ve darbeler ile mekanik etkenler örneklendirilebilir (<http://www.elektrikport.com/teknik-kütüphane/kablolarda-yaslanma-ve-sebepleri/14788#ad-image-0>, Erişim tarihi: 22 Mayıs 2016).

2.5.3. Kabloların Yaşlanması

Kablo yaşlanmasının da insan hastalıkları gibi belirtileri vardır. Bu belirtilere bakılarak kablonun yaşlandığını anlayabilir ve alınması gereken önlemleri ya da uygulanması gereken işlemleri geç olmadan yapabiliriz.

Kablonun yaşlandığını gösteren belirtiler (<http://www.elektrikport.com/teknik-kütüphane/kablolarda-yaşlanma-ve-sebepleri/14788#ad-image-0>, Erişim tarihi: 22 Mayıs 2016):

- Yaşlanan bir kabloda izolasyon zayıflar ve kayıplar artar.
- Kablo yalıtkanında yapısal bozulmalar ve kimyasal değişimler meydana gelir.
- Kablo yalıtkanları yaşlanmanın etkisiyle koruyucu özelliğini kaybeder ve kabloda ısınmalar meydana gelir. Isınan kablolarda akım taşıma kapasitesi düşer.
- Kablolarda kısmi elektriksel boşalmalar meydana gelir ve bu da elektrik güç sistemlerinde kaliteyi düşürür.
- Kablonun dış kısmında kırık ve çatlaklar oluşur.

Laboratuvarlarda uygulanan yaşlandırma testlerinde kabloların dayanıklılığı, kullanım ömrü, çevre şartlarına karşı gösterdiği değişimler belirlenerek analizler yapılmaktadır. Yaşlandırma testinde kabloları meydana getiren malzemeler sıcak, soğuk, nemli, sulu, yoğun güneş ışığı altında gibi farklı ortam şartlarına maruz bırakılır. Bu koşullar altında belirli bir süre bekletildikten sonra yaşlandırma testi öncesi kablo malzemelerinden alınan numune ile test sonrası alınan numuneler karşılaştırılarak bu malzemelerin dayanıklılığı test edilir.

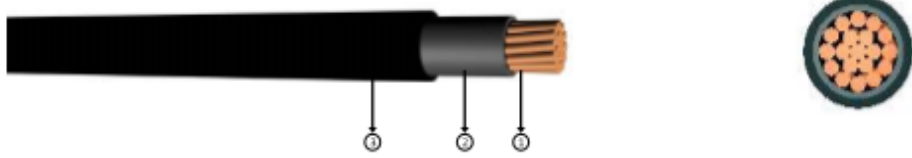
2.6. Elektrik Kablosu Seçimi

Elektrik bilindiği üzere Elektrik kabloları, kullanılacağı yere, ortama, içinden geçen akıma ve kaç faz kullanılacağına göre seçilmektedir. Aşağıdaki tablolarda kablo seçimi ile ilgili bilgiler bulunmaktadır. İlk tablo tek damarlı, ikinci tablo dört damarlı kabloları göstermektedir. Genel olarak trifaze elektrik hatlarında dört damarlı kablolar tercih edilmektedir.

Uygun seçilmeyen kablolar; eğer kesiti uygun seçilmemişse, ısınma ve buna bağlı olarak yanmaya, kaplaması uygun seçilmemişse, ark yapmaya meyilli olurlar ve değişik ortam koşullarında yangına yol açarlar.

Tablo 2.6. Tek damarlı NYY kablo seçim tablosu.

(http://www.hes.com.tr/images/user_uploaded_files/katalog-35MB.pdf, Erişim tarihi: 29.04.2016)



Kod: YVV-U, YVV-R, CU/PVC/PVC,NYY

U: Som iletken
R: Örgülü Rijit iletken

Standartlar: TS IEC 60502 - 1, VDE 0276

Teknik Veriler

Maksimum çalışma sıcaklığı : 70 °C
Maksimum kısa devre sıcaklığı : (max. 5 sn.)
Kesit < 300 mm² : 160°C
Kesit > 300 mm² : 140°C
Anma gerilimi : 0.6/1 kV
Minimum bükülme yarıçapı : 12 x D
D : Kablo çapı

Kullanıldığı Yerler

Güç merkezlerinde, şalt ve endüstri tesislerinde, yerel enerji dağıtımında güç kablosu olarak mekanik hasar riskinin olmadığı yerlerde (hariçte, dahilde), toprak altında ve kablo kanallarında kullanılır.

Yapısı

1 Bir veya çok telli bakır iletken. 3 PVC dış kılıf.

2 PVC izole.

BOYUT VE AĞIRLIKLAR			ELEKTRİKSEL ÖZELLİKLER					
Normal Kesit	Dış Çap (Yaklaşık)	Net Ağırlık (Yaklaşık)	Sevk Uzunluğu	iletken DC Direnci 20 °C Max	Akım Taşıma Kapasitesi (A)			
					Toprakta 20 °C		Havada 30 °C	
mm ²	mm	kg/km	m	ohm/km	***	**	***	**
1x1,5	5.8	50	1000	12.1	-	30	25	20
1x2,5	6.2	60	1000	7.41	-	39	34	27
1x4	7.0	85	1000	4.61	-	50	45	37
1x6	7.5	105	1000	3.08	-	62	57	48
1x10	9.0	160	1000	1.83	-	83	78	66
1x16	10.0	215	1000	1.15	127	107	103	89
1x25	11.5	320	1000	0.727	163	137	137	118
1x35	12.5	420	1000	0.524	195	165	169	145
1x50	14.0	570	1000	0.387	230	195	206	176
1x70	15.5	780	1000	0.268	282	239	261	224
1x95	18.0	1050	1000	0.193	336	287	321	271
1x120	19.5	1300	1000	0.153	382	326	374	314
1x150	21.0	1600	1000	0.124	428	366	428	361
1x185	23.5	1950	1000	0.0991	483	414	494	412
1x240	27.0	2550	1000	0.0754	561	481	590	484
1x300	30.5	3150	1000	0.0601	632	542	678	549
1x400	34.0	4200	1000	0.0470	730	624	817	657
1x500	37.0	5200	1000	0.0366	823	698	940	749
1x630	42.0	6450	500	0.0283	866	775	1042	858

Not: Akım taşıma kapasiteleri aşağıdaki şartlarda geçerlidir;

Toprakta : 20 °C'de, 70 cm derinlikte, toprak termik direnci 1 K.m/W yük faktörü 0.7

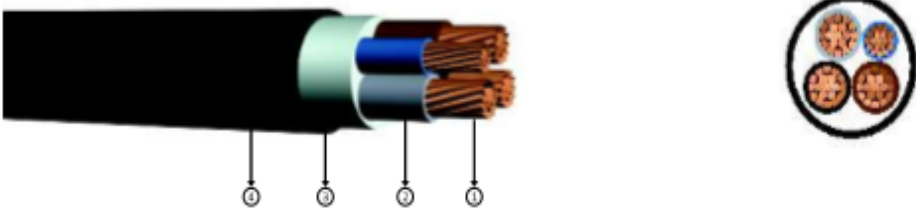
Havada : 30 °C'de, yük faktörü 1.0

*** : yan yana kablolar arası mesafe; havada = 1x kablo çapı, toprakta =7 cm

** : üçgen demete şeklinde döşeme

Tablo 2.7. dört damarlı NYY kablo seçim tablosu

(http://www.hes.com.tr/images/user_uploaded_files/katalog-35MB.pdf, Erişim tarihi: 29.04.2016)



Kod: YVV-R, CU/PVC/PVC,NYY

R: Örgülü Rijit İletken

Standartlar: TS IEC 60502 - 1, VDE 0276

Teknik Veriler		Kullanıldığı Yerler	
Maksimum çalışma sıcaklığı	: 70 °C	Güç merkezlerinde, şalt ve endüstri tesislerinde, yerel enerji dağıtımında güç kablosu olarak mekanik hasar riskinin olmadığı yerlerde (hariçte, dahilde), toprak altında ve kablo kanallarında kullanılır.	
Maksimum kısa devre sıcaklığı	: (max. 5 sn.)		
Kesit < 300 mm ²	: 160°C		
Kesit > 300 mm ²	: 140°C		
Anma gerilimi	: 0.6/1 kV		
Minimum bükülme yarıçapı	: 12 x D		
D	: Kablo çapı		

Yapısı

- 1 Çok telli bakır iletken.
- 2 PVC izole.
- 3 Dolgu.
- 4 PVC dış kılıf.

BOYUT VE AĞIRLIKLAR			ELEKTRİKSEL ÖZELLİKLER			
Normal Kesit	Dış Çap (Yaklaşık)	Net Ağırlık (Yaklaşık)	Sevki Uzunluğu	İletken DC Direnci 20 °C Max	Akım Taşıma Kapasitesi (A)	
mm ²	mm	kg/km	m	ohm/km	Toprakta 20 °C	Havada 30 °C
3x16+10	21.5	970	1000	1.15	98	80
3x25+16	25.0	1400	1000	0.727	128	106
3x35+16	27.0	1750	1000	0.524	157	131
3x50+25	31.0	2400	1000	0.387	185	159
3x70+35	35.0	3300	1000	0.268	228	202
3x95+50	40.0	4400	1000	0.193	275	244
3x120+70	44.5	5550	500	0.153	313	282
3x150+70	48.0	6550	500	0.124	353	324
3x185+95	53.0	8200	500	0.0991	399	371
3x240+120	60.5	10600	500	0.0754	464	436
3x300+150	68.0	13100	250	0.0601	524	481
3x400+185	76.0	17000	250	0.0470	600	560

Ayrıca güç ve akım arasındaki ilişki için aşağıdaki formül kullanılır.

$$P = \sqrt{3} \cdot v \cdot i \cdot \cos \varphi$$

Burada p = güç (watt), v = gerilim (volt), I = akım' ı ifade etmektedir.

2.7. Kızılötesi Termografi

Kızılötesi termografi ışınımı ve bununla ilişkili olarak yüzey sıcaklığını algılamak ve ölçmek üzere elektronik optik cihazlar kullanma bilimidir. Işınım, ışıyan enerji (elektromanyetik dalgalar) doğrudan bir iletim ortamı olmaksızın hareket ederken ortaya çıkan ısı hareketidir. Modern kızılötesi termografi, ışınımı algılamak, ölçmek ve bunu denetlenen yapı veya ekipmanın yüzey sıcaklığı ile ilişkilendirmek üzere elektronik optik cihazlar kullanılarak uygulanır (Fluke, 2009).



Resim 2.8. Bir duvarın yüzeyine elden iletilmiş olan kalıntı ısının termal görüntüsü.

(Fluke, 2009)

Kızılötesinin kökeni, bu dalga boyunun elektromanyetik ışınım spektrumunda tuttuğu yere atıfta bulunan “kızıldan daha öte”dir. Termografi kavramı, “sıcaklık resmi” anlamına gelen kelimelerin köklerinden elde edilmiştir. 1800’lerde güneş ışığı ile deneyler gerçekleştirmiş olan Alman gökbilimci Sir William Herschel, termografinin kökeni olarak değerlendirilebilir. Hassas, civalı bir termometreden yararlanan Herschel, bir prizma içinden güneş ışığını geçirerek, her rengin sıcaklığını ölçtüğü yerlere çeşitli renklerle termometreyi tutarak kızılötesi ışınımı keşfetti. Herschel, dışarıya yani kırmızı ışığın ötesine “dark heat” (karanlık ısı) olarak bahsettiği Alana hareket ettiği zaman, sıcaklığın arttığını keşfetti. “Dark heat” şu anda kızılötesi ısı olarak bilinen ve elektromanyetik spektrum olarak kabul edilen elektromanyetik spektrum bölgesiydi (Fluke, 2009).

Günümüzde termal görüntüleme sistemleri, tıbbi amaçlar dahil bir çok alanda ve geniş bir biçimde yararlanılmaktadır.

2.7.1. Termal görüntüleyicinin bileşenleri

Tipik termal görüntüleyiciler merceği, mercek muhafazasını, ekranı, dedektör ve işleme elektronik cihazlarını, kumanda araçlarını, veri depolama cihazlarını, veri işleme ve rapor oluşturma yazılımını içeren çok sayıda ortak bileşenden oluşur. Bu bileşenler, termal görüntüleme sisteminin tip ve modeline bağlı olarak değişiklik gösterebilir (Fluke, 2009).



Resim 2.9. Termal görüntüleyici bileşenleri
(Fluke, 2009)

2.7.2. Termal görüntüleyicilerin işleyişi

Termal bir görüntüleyicinin amacı, hedef tarafından yayılan kızılötesi ışınımı algılamaktır. Termal görüntüleme sisteminde elektronik aletler tarafından okunan gerilim veya elektrik direncindeki bir cevap, genellikle bir değişiklik olarak sonuçlanan biçimde kızılötesi ışınım, termal görüntüleyicinin optik araçları vasıtasıyla bir dedektör üzerine odaklanılır. Termal görüntüleyici vasıtasıyla üretilen sinyal bir görüntü ekranı üzerinde elektronik bir görüntüye (termogram) dönüştürülür. Bir termogram, farklı renk tonlarının, hedefin yüzeyi üzerindeki kızılötesi ışınımın

dağılımı ile örtüştüğü yer olan bir görüntü ekranı üzerinde elektronik olarak işlenmiş bir hedef görüntüsüdür (Fluke, 2009).

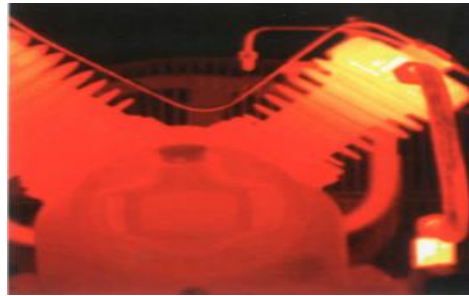
Termal görüntüleyicinin bileşenlerinin görevleri düşünülerek ayrı ayrı anlatmak gerekirse;

Mercek, kızılötesi ışınımı alır ve kızılötesi bir dedektör üzerine odaklar. Dedektör cevap verir ve elektronik (termal) bir görüntü veya termogram oluşturur. Çoğu termal görüntüleyicinin mercekleri germanyumdan (GE) yapılmıştır. İnce yansıma önleyici astar tabakaları merceklerin geçirimini artırır (Fluke, 2009).

Ekranlar, termal bir görüntüleyicinin üzerine konumlandırılmış sıvı kristal görüntülü (LCD) inceleme ekranı üzerinde termal bir görüntü açığa çıkarırlar (Fluke, 2009).

Dedektör ve işleme elektronik cihazları, kızılötesi enerjiyi işleyerek kullanılabilir bilgiye dönüştürmek için kullanılır. Hedeften gelen termal ışınım, genellikle elektronik yarıiletken bir malzeme olan dedektör üzerine odaklandırılır. Termal ışınım, dedektörden gelen ölçülebilir bir tepki üretir. Bu tepki termal görüntüleyicinin gösterme ekranında termal bir görüntü oluşturmak üzere, termal görüntüleyici içinde elektronik olarak işlenir (Fluke, 2009).

Termal görüntüleyiciden veri depolama cihazları ya da aktarma kabloları ile tüm radyometrik parametrelere ile ve analiz fonksiyonlarına daha ileri ayarlamaların yapılabildiği bilgisayara aktarılan veriler, çeşitli renk paletleri ile birlikte görülebilir ışıklı görüntüler olarak raporlanır ve sonuçları görsel olarak da incelenebilir (Fluke, 2009).



Resim 2.10. Bir termogram
(Fluke, 2009)

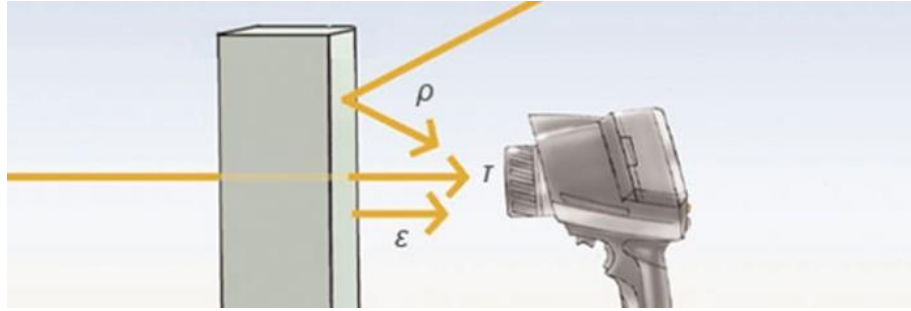
2.7.3. Termografik ölçümün yapılması

Termografik ölçümler yapılırken bazı temel ilkeler ve kuralların dikkate alınması gerekir. Bu ilke ve kurallara dikkat etmeden ölçüm yaparsak Doğru ölçüm değerine ulaşamaz ve yanlış karar veririz.

Kirchhoff kanunlarına göre ölçüm nesnesi tarafından yayılan, ortam ışınımının ölçüm yapılan nesne üzerinden yansıyan ve uzak bir nesneden gelip ölçüm yapılacak nesne içinden geçen enerjilerin toplamı 1 olarak düşünülür. Yani;

1 (Toplam Enerji) = Yayılan Enerji (ölçülmek istenen enerji) + Yansıtılan Enerji (Uzak bir termal kaynaktan gelip cismin yüzeyinden yansıyan enerji) + İletilen Enerji (Uzak bir termal kaynaktan gelip içinden geçen enerji)

$1 = \varepsilon$ (Yayılan Enerji) + ρ (Yansıtılan Enerji) + τ (İletilen Enerji)
(<https://www.testo.com.tr/termografi/emisyon-yansima-iletim/index.jsp>, Erişim tarihi: 24 Temmuz 2016)



Şekil 2.21. Yayılan enerji (ε), yansıyan enerji (ρ), İletilen Enerji (τ)

(<https://www.testo.com.tr/termografi/emisyon-yansima-iletim/index.jsp>, Erişim tarihi: 24 Temmuz 2016)

Termal görüntülemde bir cisim tarafından yayılan, iletilen ve yansıtılan enerjinin tamamı gösterilmektedir. Başka bir deyişle, bir termal kamera ile bakıldığında görülen enerji toplam enerjii göstermektedir. Bu yüzden bu yolla cismin sıcaklığı ile ilgili kesin bir değer bulunması oldukça zordur. Özel matematiksel hesaplamalar ister. (<http://www.turksan.com/termal-kamera.html>, Erişim tarihi: 24 Temmuz 2016)

Pratikte nadiren bir rol oynayan iletim τ formülde ihmal edilebilir.

$$\varepsilon + \rho + \tau = 1$$

Formülün basitleştirilmiş hali:

$\varepsilon + \rho = 1$ (<https://www.testo.com.tr/termografi/emisyon-yansima-iletim/index.jsp>, Erişim tarihi: 24 Temmuz 2016)

Eğer cisim bulunduğu ortamdan daha yüksek bir sıcaklığa sahipse termodinamiğin ikinci yasasına bağlı olarak sıcak cisimden soğuk cisme doğru bir ısı akışı gerçekleşecektir. Bu yüzden, termografisi alınacak ortamda soğuk bir alan varsa bu cisim sıcak cisim tarafından yayılan radyasyonu emecektir. Bu cisimlerin yayma ve emme yeteneklerinin her ikisine de “emissivity” denmektedir. “Emissivity”, malzemelerin termal ışınım yayma yeteneği olarak da tanımlanabilir.

Her materyalin ayrı bir emissivity değeri bulunmaktadır. Bu değer 0.00 (iletimsiz) ile 1.00 (tam iletimli) arasında değerlendirilmektedir. (<http://www.turksan.com/termal-kamera.html>, Erişim tarihi: 24 Temmuz 2016).

Siyah bir nesnenin emissivity değeri 1,0’dır. Diğer bütün nesnelere için bu değer 1,0’ın altındadır. Aşağıda bazı nesnelere emissivity değerleri verilmiştir. (<http://web.firat.edu.tr/feeb/kitap/C12/109.pdf>, Erişim tarihi: 24 Temmuz 2016).

Tablo 2.8. Bazı malzemelerin emissivity değerleri

(<https://www.testo.com.tr/termografi/emisivite-tablosu/index.jsp>, Erişim tarihi: 24 Temmuz 2016)

Malzeme (malzeme sıcaklığı)	Emissivity
Alüminyum, büyük ölçüde oksitlenmiş(93°C)	0,2
Alüminyum, cilalı (100°C)	0,09
Alüminyum, oksitlenmemiş (25°C)	0,02
Alüminyum, oksitlenmemiş (100°C)	0,03
Alüminyum, boş haddelenmiş (170°C)	0,04
Pirinç, oksitlenmiş (200°C)	0,61
Tuğla, morter, sıva (20°C)	0,93
Tuğla (40°C)	0,93
Dökme demir, oksitlenmiş (200°C)	0,64
Krom (40°C)	0,08
Krom, boyalı (150°C)	0,06
Kil, yanmış (70°C)	0,91
Beton (25°C)	0,93
Bakır, oksitlenmiş (130°C)	0,76
Bakır, boyalı (40°C)	0,03
Bakır, haddelenmiş (40°C)	0,64
Bakır, biraz kararmış (20°C)	0,04
Mantar (20°C)	0,7
Pamuk (20°C)	0,77

Tablo 2.8. Bazı malzemelerin emissivity değerleri (devam)

Malzeme (malzeme sıcaklığı)	Emissivity
Cam (90°C)	0,94
Granit (20°C)	0,45
Alçıtaşı (20°C)	0,9
Buz, pürüzsüz (0°C)	0,97
Demir, zımparalı zemin (20°C)	0,24
Döküm demir (100°C)	0,8
Haddelenmiş demir (20°C)	0,77
Kurşun (40°C)	0,43
Kurşun, gri oksitlenmiş (40°C)	0,28
Kurşun, oksitlenmiş (40°C)	0,43
Mermer, beyaz (40°C)	0,95
Yağlı boya (tüm renkler) (90°C)	0,92-0,96
Boya, siyah, mat (80°C)	0,97
Boya, alüminyum folyo üzerine mavi (40°C)	0,78
Boya, beyaz (90°C)	0,95
Boya, sarı, alüminyum folyo üzerine 2 kat (40°C)	0,79
Kağıt (20°C)	0,97
Plastik: PE, PP, PVC (20°C)	0,94
Porselen (20°C)	0,92
Radyatör, siyah kaplamalı (5°C)	0,98
Kauçuk, sert (23°C)	0,94
Kauçuk, yumuşak, gri (23°C)	0,89
Kumtaşı (40°C)	0,67
Çelik, soğuk haddelenmiş (93°C)	0,75-0,85
Çelik, ısıtılmış işlem görmüş yüzey (200°C)	0,52
Çelik, oksitlenmiş (200°C)	0,79
Boyalı trafo (70°C)	0,94
Ahşap (70°C)	0,94
Çinko, oksitlenmiş	0,1

Bir cismin sıcaklık ölçümünün yapılabilmesi için kameraya ortamdaki cisimlerin emissivity değerleri girilmiş olmalıdır. Kamera algoritması bu değerlere göre gerçek sıcaklığı hesaplar. (<http://www.turksan.com/termal-kamera.html>, Erişim tarihi: 24 Temmuz 2016).

Emissivity değerini tablodan doğru olarak bulmak güç olabilir. Malzemeler değişik sıcaklıklarda farklı değerler verebilirler. Bu nedenle, pratik uygulamalarda emisivitesini belirlemek için birkaç method kullanabiliriz. Bunlardan bazıları aşağıdadır.

- **Temaslı termometre yardımıyla emissivity bulma methodu:**

Bu methodda ilk olarak temaslı bir termometre ile nesnenin yüzey sıcaklığını ölçeriz. Sonra, önceden ayarlanmış bir emisivite ile nesnenin yüzey sıcaklığını termal kamera ile ölçeriz. Termometre ve termal kameranın ölçtüğü sıcaklık değerleri arasındaki fark, emisivitenin doğru olmadığını göstergesidir. Temaslı ölçümde elde edilen değere karşılık gelene kadar yavaş yavaş emisivite değerini değiştirerek, doğru emissivity değerini buluruz.

- **Emissivity bandı yardımıyla emissivity bulma methodu:**

İlk olarak, ölçüm nesnenize bir parça emisivite bandı (ör. ısıya dayanıklı yapışkan emisivite bandı) yapıştırırız. Kısa bir süre bekledikten sonra, bantlanmış alanda yapışkan bant için emisivite ayarı yapılmış termal kameranızı kullanarak nesnenin yüzey sıcaklığını ölçebiliriz. Bu sıcaklık, referans sıcaklığıdır.

Termal kamera, bant yapıştırılmamış alanda ölçülen referans sıcaklık ile aynı sıcaklığı ölçene kadar emisivite ayarını düzenleyebiliriz. Böylece emissivity değeri ölçülen nesnenin yüzeyinin emisivitesi olarak ayarlanmış olur.

Emissivity bandına alternatif olarak yapabilecekler:

- Ölçüm nesnesini emisivitesi bilinen bir kaplama ile kaplayabilir ya da boyayabiliriz.
- Ölçüm nesnesini ısıya dayanıklı kalın (> 0.13 mm) bir yağ tabakası ($\epsilon \approx 0.82$) ile kaplayabiliriz.
- Son olarak, ölçüm nesnesini kalın bir kurum tabakası ($\epsilon \approx 0.95$) ile kaplayabiliriz <https://www.testo.com.tr/termografi/emisivite-ve-rtc-degerleri-nin-belirlenmesi/index.jsp>, Erişim tarihi: 24 Temmuz 2016).

3. GEREÇ ve YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın yöntemi ve uygulanması açıklanacaktır. Araştırmada kullanılan model, çalışma grubu, verilerin toplanması ile ilgili yapılan çalışmalar, verilerin işlenmesi ve araştırmada kullanılan teknikler açıklanacaktır.

3.1. Araştırmanın Önemi

Bu araştırma ile Plastik Enjeksiyon yöntemiyle üretim yapan yerlerde yangın riskleri ve bu riskler karşısında alınacak önlemler belirlenecektir. Bu önlemlerin bazıları uygulama ile desteklenecektir.

3.2. Çalışma Yeri ve Dönemi

Araştırmanın evrenini, İstanbul ili İkitelli Organize Sanayi Bölgesi (İ.O.S.G.B.)'nde yer alan Türkiye'nin en önemli plastik enjeksiyon firmalarından birinin fabrika binasıdır. Çalışma 2015 yılı Kasım ayı ile 2016 Mart ayları içinde yapılmıştır.

3.3. Verilerin Toplanması

Risk değerlendirmesi verileri, fabrikada bulunan tüm üretim alanlar ve depolama sahaları gözlemlenerek oluşturulacaktır. Riskler belirlenirken tecrübe düzeyi önem kazanacak ve geçmiş dönem gerçekleşmiş yanma, yangın vakaları da değerlendirilecektir.

3.4. Verilerin Analizi

Verilerin analizi için risk değerlendirmesi yapılmıştır. Risk değerlendirmesi ile riskler belirlenmiş, bu riskler önem derecesine göre incelenerek önlemler belirlenmiştir.

Risk değerlendirmesinden sonra risklere karşılık olarak önlemler belirlenirken tesisat ve makine kontrol panoları termal kamera ile gözlemlenecektir. Bu gözlem ile elektrik konusundaki riskler spesifik olarak ortaya konulacaktır.

4. BULGULAR

Bu bölümde öncelikle araştırmanın yapıldığı firma tanıtılmıştır. Daha sonra araştırmaya yön verecek yanma ve yangın için risk değerlendirmesi sonuçları verilmiş ve de riskler karşısında en önemli olanlarla ilgili saha çalışması yapılarak sonuç ve öneriler verilmiştir.

4.1. Firma Tanıtımı

Firma, İstanbul İkitelli Organize Sanayi Bölgesi'nde Plastik enjeksiyon tekniği ile gıda sektörü ana sektör olmak üzere ambalaj üretimi yapan Türkiye'nin alanında ihracatta ciro olarak, ürün çeşitliliğinde kalıp sayısı olarak ilk, iç satışta ise ilk sıralarda yer alan üreticisidir.

4.1.1. Tesisin tanımı

Fabrika, 8.000 m² kapalı ve 2.000 m² açık alanda tek yerleşkede üretim yapmaktadır. Bodrum dahil 6 kat olan bina içerisinde 2 firma daha faaliyet göstermektedir. En fazla alanı araştırmanın yapıldığı firma kullanmakta diğer firmalar imalatçı olup farklı teknikler ile üretim gerçekleştirmektedirler. Bina sahibi araştırmanın yapıldığı firmasıdır. Fabrikaya iki kapıdan girilebilmektedir. Ön kapıdan girildiğinde binada faaliyet gösteren 3 firmanın da idari birimlerine gidilebilmekte, arka kapıdan girildiğinde sevkiyat ve lojistik birimlerine ulaşılmaktadır.

Firma, bodrum kat, 1. Kat, 2. Kat 4. ve 5. katlar olmak üzere bina içinde 5 katta faaliyetini sürdürmektedir.

Mengene kapama kuvveti olarak 100 ton ile 650 ton aralığında 49 enjeksiyon makinesi ile ve bu makinelere bağlı robotlar ile üretim gerçekleştirmektedir. Enjeksiyon kalıplarını, kendi bünyesinde var olan 3 ad Dik işleme CNC, 2 ad manuel torna, 2 ad manuel freze, 2 ad taşlama, 1 ad erezyon, 2 ad matkap tezgâhlarında yapabilmekte ya da kapasitesi yetersiz kaldığında dışarıda yaptırabilmektedir.

Fabrikada ayrıca, kaynak makinesi, jet taşıda bina bakım sırasında kullanılabilir.

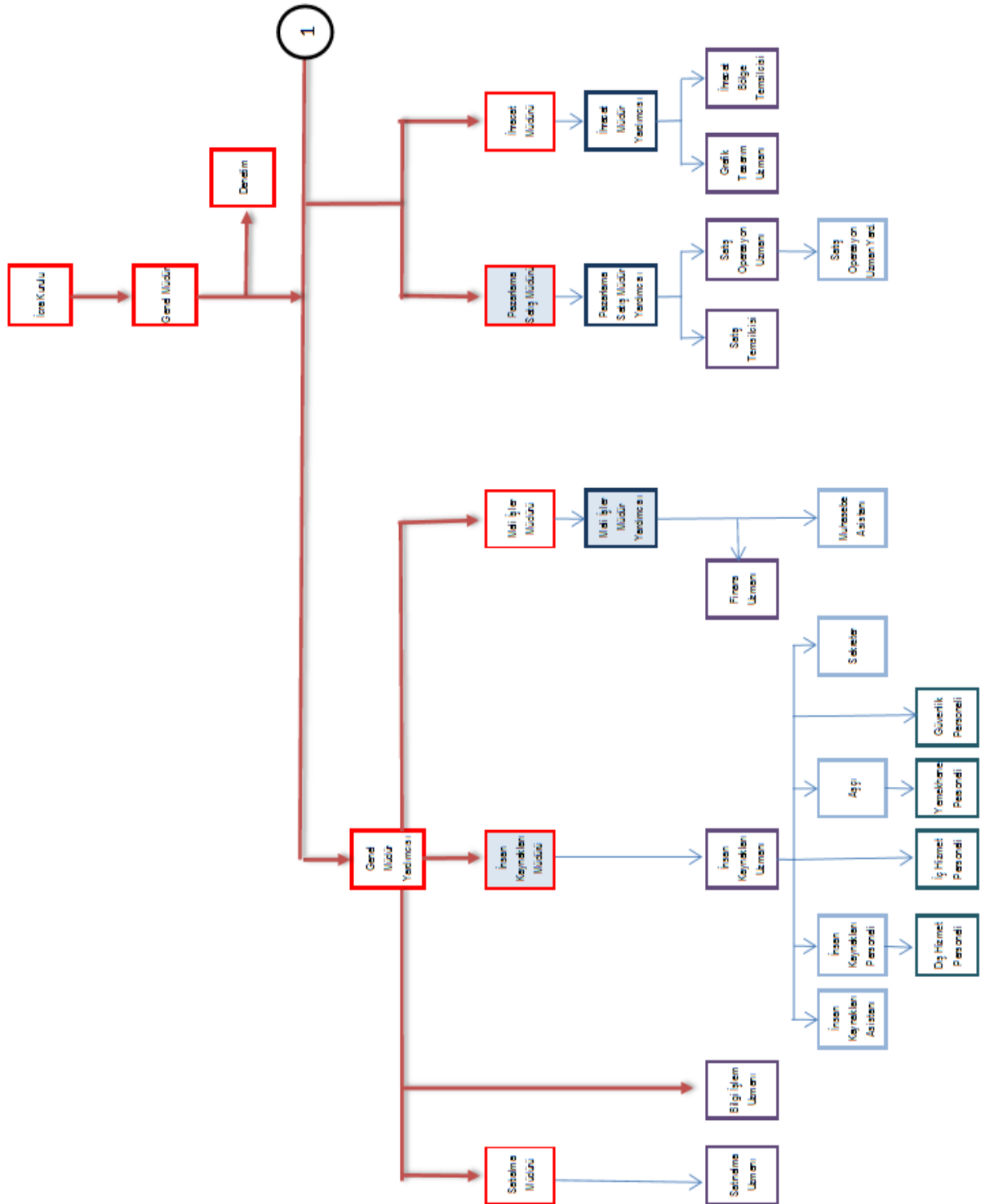
Üretimin yapılabilmesi için ayrıca basınçlı ekipmanlar da üretimde bina içinde ya da bina dışında bulunmaktadır. Bunlar; kompresörler, lpg tüpleri, azot tüpleri, hava tanklarıdır.

4.1.2. Üretim durumu ve kapasitesi:

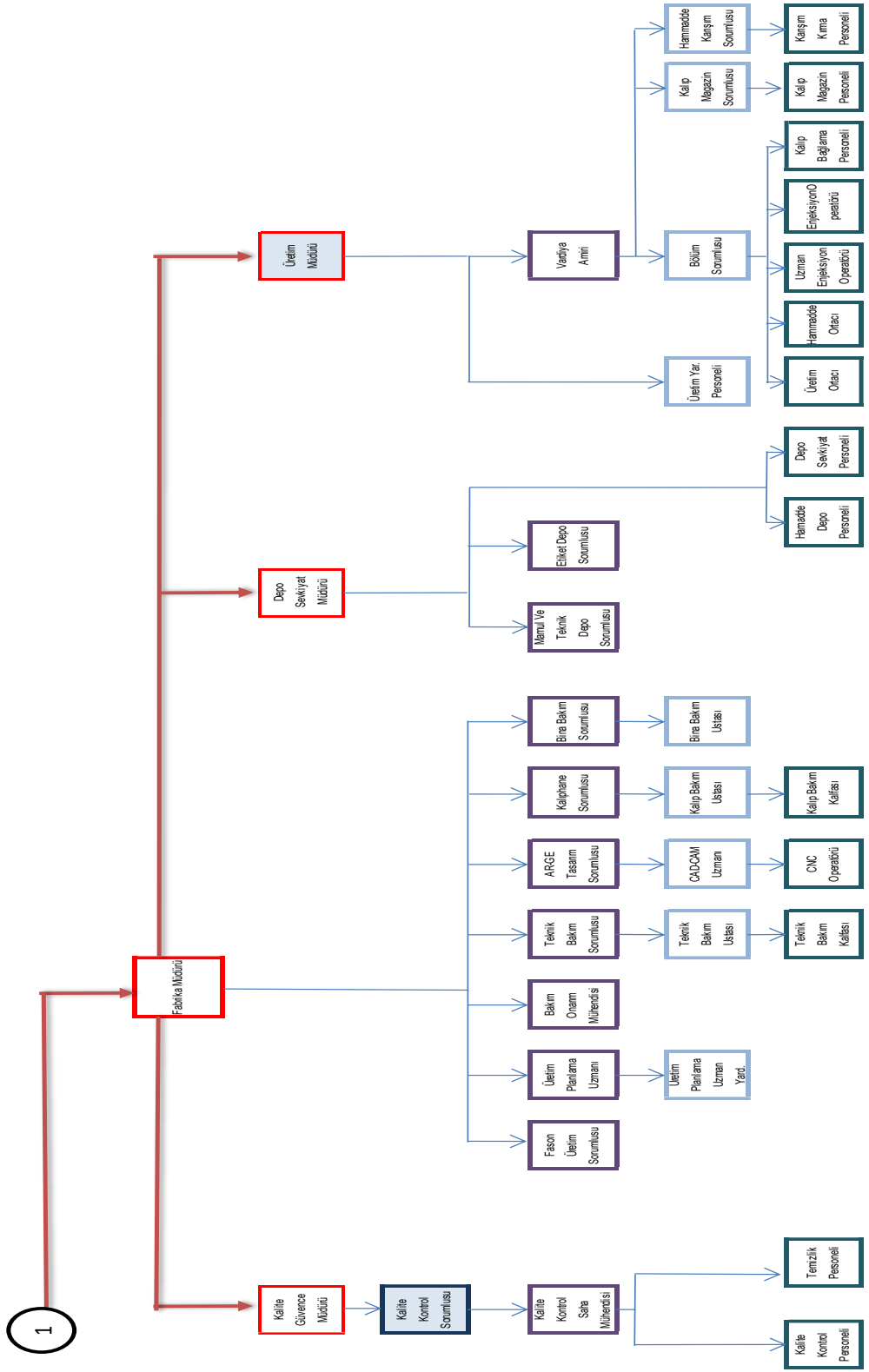
Firma, makinelerinin yıl ortalamasında aktif olarak %90'ını kullanmaktadır. Bunun nedeni mevsimsellik ve makinelerinin bazılarının eski oluşu nedeniyle durmasındandır. Sezon olan şubat-temmuz ayları içerisinde kapasitenin tamamının kullanımı söz konusu olabilmekte; diğer aylarda değişen bir sipariş grafiği çizmektedir.

Mevcut olan 49 makinede toplam yıllık olarak 7000 ton/yıl plastik granül hammadde işlenmektedir. Bu miktar ülkemizde sektöründe lider firma olmasını sağlamaktadır. Her yıl yaklaşık olarak %10 büyümektedir, 2015 yılı ise atılım yılı olarak kabul edilebilecek yatırımların devreye alınacağı bir yıl olacaktır. Dünya ölçeğinde firmalarla partner ilişkileri kuvvetlenmiş, birlikte yürüttüğü projeler meyvelerini vermiştir. Ayrıca, yurt dışı için açılması düşünülen fabrika faaliyete girecektir.

4.1.3. Fabrika organizasyon şeması



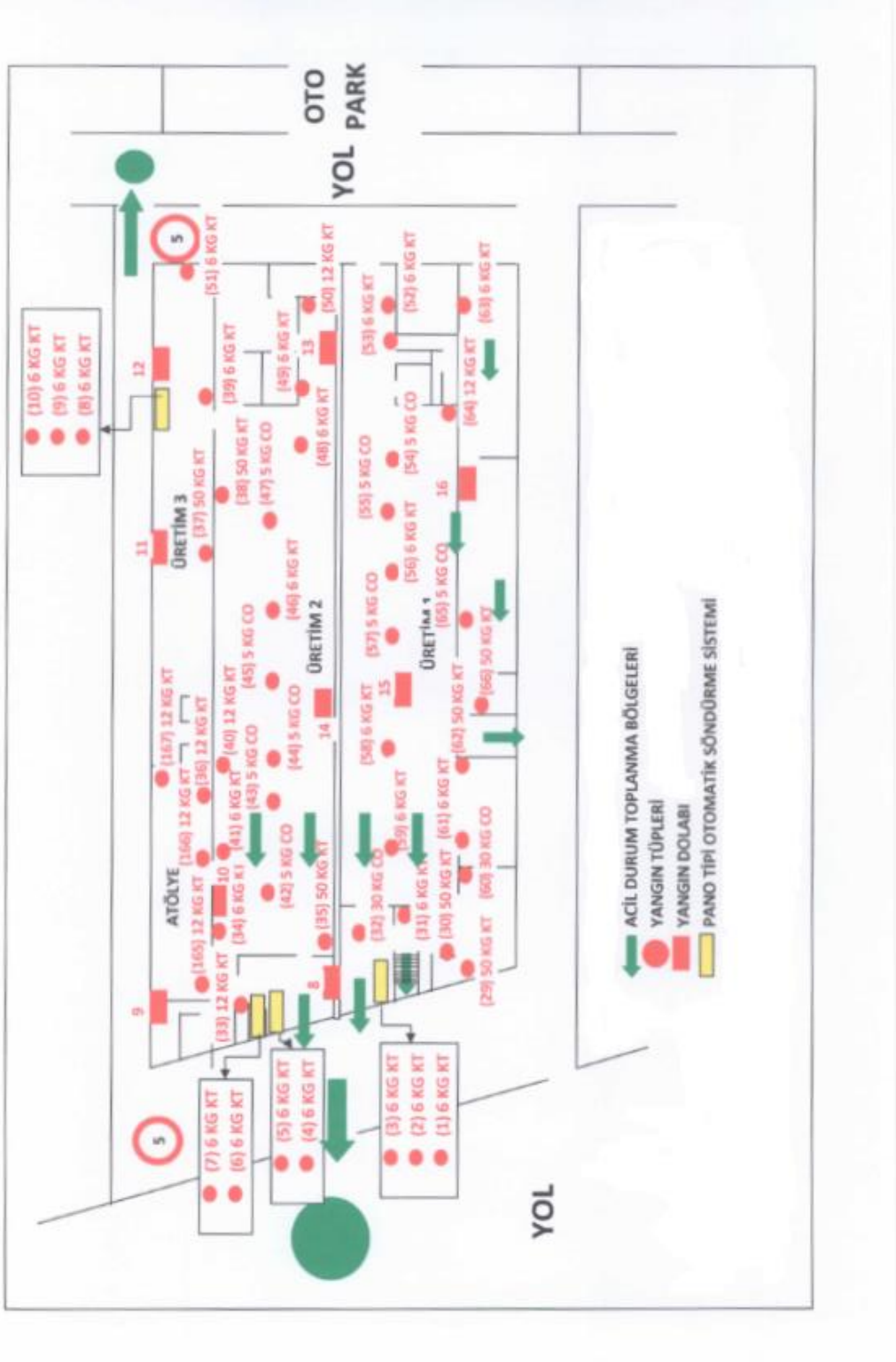
Şekil 4.1. Organizasyon şeması 1



Şekil 4.2. Organizasyon şeması 2

4.1.4. Fabrika bina ve eklentilerinin fiziki yapısı, bölümlerin krokisi

- Zemin kat krokisi



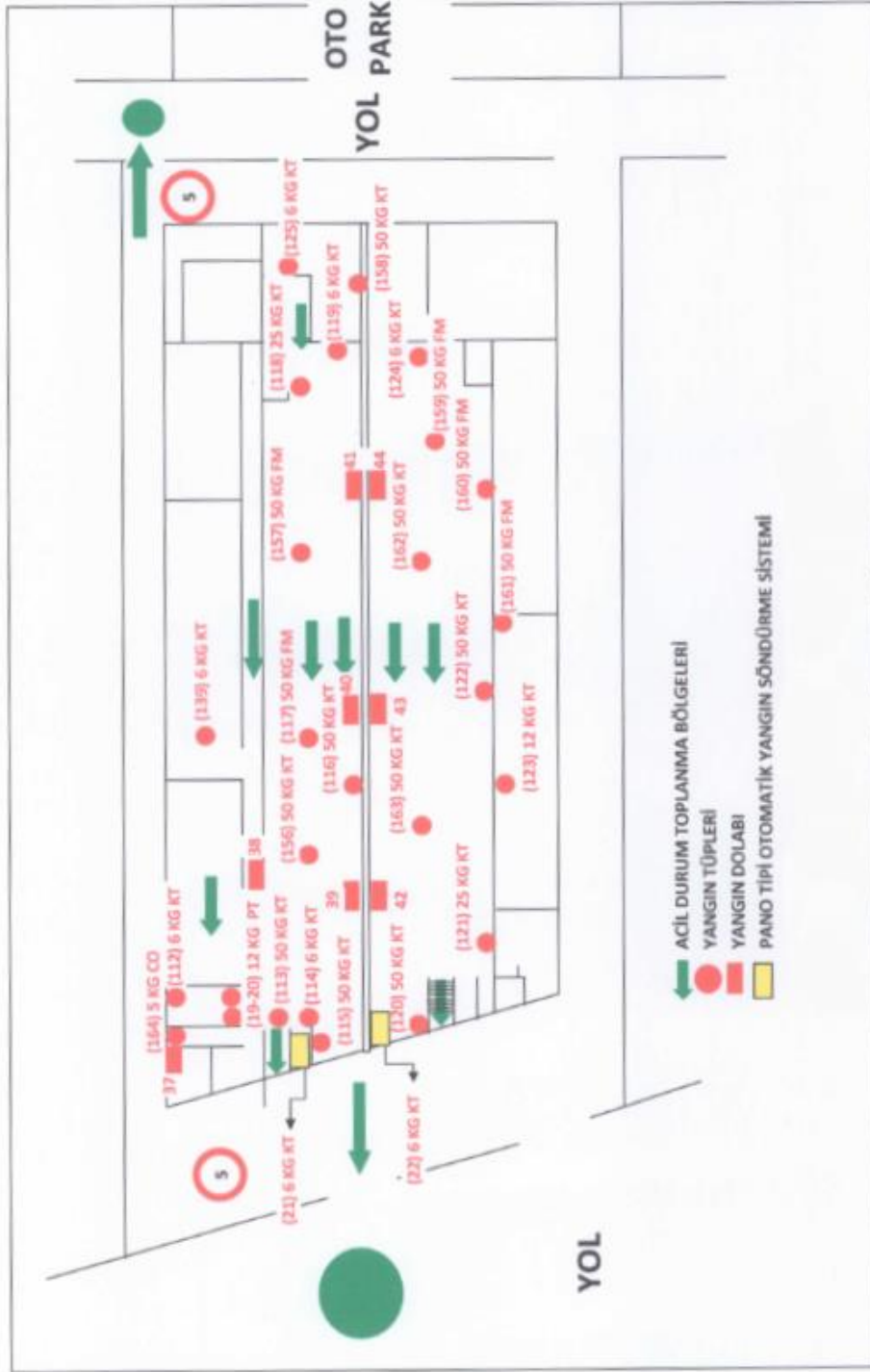
Şekil 4.3. Zemin kat krokisi (üretim alanı)

- Hammadde depo krokisi



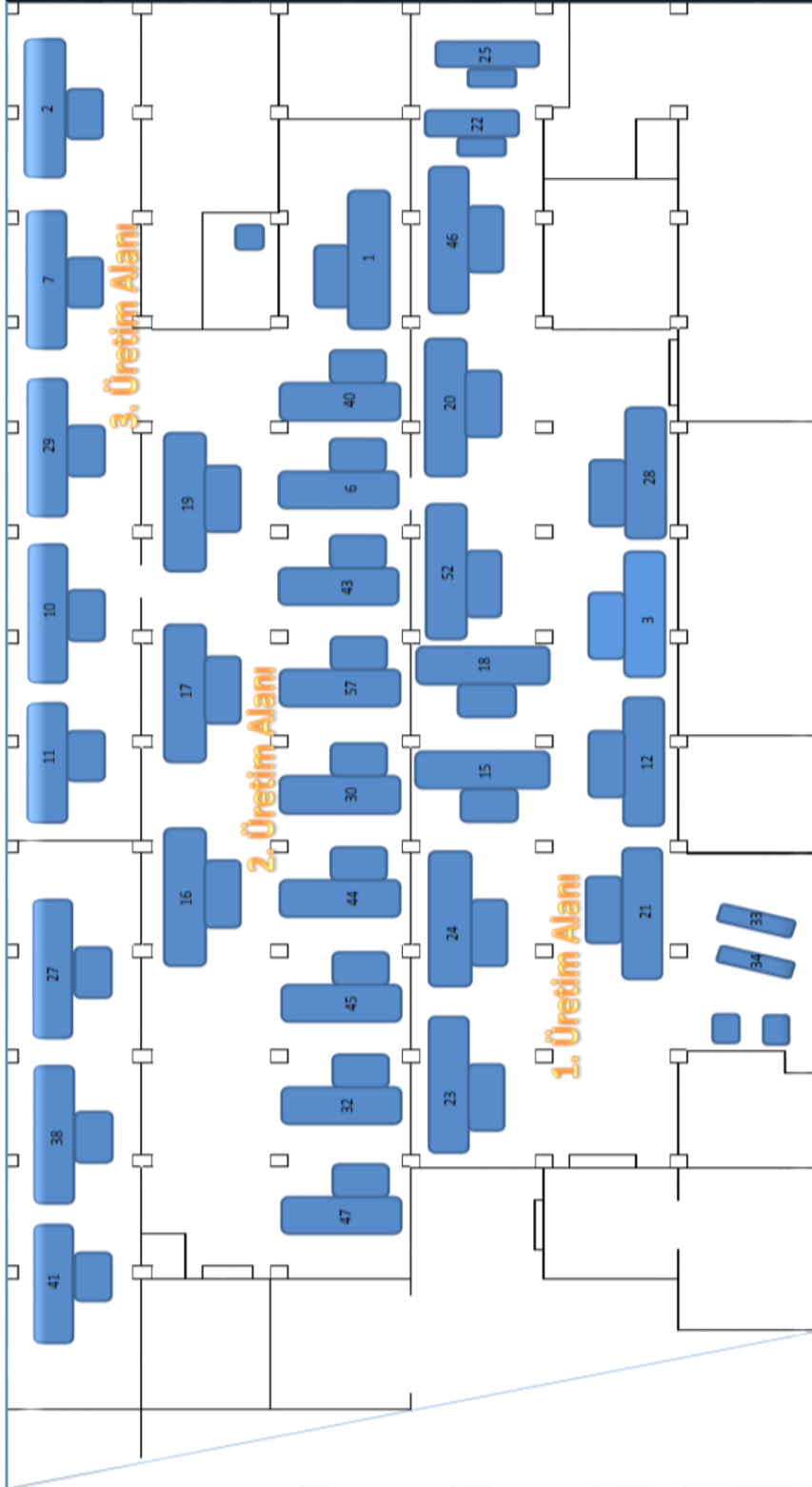
Şekil 4.4. Hammadde depo

- Mamul depo krokisi



Şekil 4.5. Mamul depo krokisi

- Üretim Alanı (enjeksiyon makineleri yerleşimi)



Şekil 4.6. Üretim alanı (enjeksiyon makineleri yerleşimi)

4.2. Yangın Risk Değerlendirmesi

İşletmede geçirilen sürede, işyeri üretim yetkililerinden işyerinin genel çalışma prensibi, iş akış prosesi ve uygulama süreciyle ilgili detaylı bilgiler ve dökümantasyon desteği alınmasının ardından işyerinin tüm bölümleri atlanılmadan dolaşmış, sonucunda tespit edilen tehlikeler, tehlikelerden kaynaklanabilecek riskler ve işyerindeki mevcut önlemlerle risklerin analiz edilerek derecelendirilmesi işlemi Fine-Kinney metoduyla gerçekleştirilmiş, ardından yine aynı tablonun devamında kabul edilemez durumda bulunan riskler için yapılması gereken düzeltici/önleyici faaliyetler belirtilmiştir. Pratik olarak işyerinde, uygulama için belirlenen düzeltici/önleyici tedbirlerin tamamlanması sürecini takip edebilecek kadar yoğun bir süre geçirilemeyeceği için, risklerin mevcut tedbirlerle analiz edilerek derecelendirilmesi işleminin ardından, kabul edilemez durumda bulunan riskler için yapılması gereken düzeltici/önleyici faaliyetlerin gerçekleştirildiği kabulü yapılarak düzeltici/önleyici faaliyetler sonucunda risklerin derecelendirilmesi işlemi yeniden yapılmış ve bu durumdaki risklerin kabul edilebilir seviyelerde olup olmadıkları değerlendirilmiştir.

Yapılan çalışmada; düzeltici/önleyici faaliyetlerin gerçekleştirildiği varsayımının ardından yeniden yapılan risk derecelendirilmesi işlemi sonrasında, puanları 20-70 arasında çıkan risklerle ilgili olarak yapılacak düzeltici/önleyici faaliyetlerin gözetim altında uygulanmasına devam edileceği vurgusu yapılmış, puanı 70 üzerinde çikan veya şiddet puanlarının yüksek olması ve riskin önemini göz önünde tutabilmek açısından riskin gerçekleşme olasılıklarının daha fazla düşürülmek istenmemesi nedeniyle 70 üzerinde özellikle bırakılan risklerle ilgili olarak ise oluşturulması istenen kontrol mekanizmasının devamının sağlanması gerektiği belirtilmiştir.

4.2.1. Yangın risk değerlendirmesi firma ön analizi

Tablo 4.1. Yangın risk değerlendirmesi firma ön analizi

Analiz Konusu	Mevcut Durum
İşyeri bina ve eklentileri	3 ad soğutucu ve kompresörlerin bulunduğu platform bulunmaktadır.
İşyerinde yürütülen faaliyetler ile iş ve işlemler	İşyerinin ana faaliyet konusu plastik enjeksiyon tekniği ile rijit gıda ambalajı üretimidir.
Üretim süreç ve teknikler	Plastik enjeksiyon tekniği, granül halde gelen plastik malzemenin enjeksiyon makinesinin ocağından geçerken eriyik hale gelmesi, kalıp içerisine enjeksiyon yapılması ve eriyik plastiğin kalıbın şeklini alarak soğutulması ile gerçekleşen üretim şeklidir.
Kullanılan İş Ekipmanları	Plastik enjeksiyon makinesi, CNC freze, torna, matkap, taşlama, kaynak makinesi, asansör, vinç, forklift, transpalet
Kullanılan Maddeler	%98 Polipropilen, %2 diğer polimerler
Artık ve Atıklarla İlgili İşlemler	Gres ve hidrolik yağlar, plastik firesi
Organizasyon Yapısı	Organizasyon yapısı şematik olarak firma tanıtımı başlığı altında gösterilmiştir.
Çalışanların Tecrübe ve Düşünceler	Risk analizi anketi ile belirlenmiştir.
Çalışanların eğitimi	Eğitim yönetmeliği gereği Çalışan başına 12 (saat/2 yıl) eğitim verilmektedir.
Çalışanların davranış ve tutumları	Temel İSG eğitiminde verilmiş olan talimatlara tüm çalışanlar uymaktadır.
Malzeme Güvenlik Bilgi Formları	30 çeşit temizlik kimyasalı, 10 çeşit yağ ve 9 çeşit diğer kimyasal mevcuttur. Tüm kimyasalların malzeme güvenlik bilgi formları (MSDS) mevcuttur.

Tablo 4.1. Yangın risk değerlendirmesi firma ön analizi (devam)

Analiz Konusu	Mevcut Durum
Elektrik	Her yıl yapılan periyodik kontrollerde sonuçlar yönetmeliğe uygun olarak çıkmaktadır. Firma içerisinde toplam 90 adet elektrik panosu bulunmaktadır. Bunlardan 5 adedi elektrik ana panosudur. 85 adedi linye panosudur.
İş yeri düzeni	Tüpler için dolu ve boş alanı, tamir bakım araç ve gereçleri için 2 adet oda, 4 adet üretim alanı, 1 hammadde depo, 1 adet mamul depo, 1 adet teknik malzeme deposu, 2 ayrı yerde idari ofis alanları bulunmaktadır. Ofis hariç diğer alanlarda yürüyüş yolları ve acil çıkış kapıları mevcuttur. Kullanılan bütün iş ekipmanlarının kendilerini ait yerleri vardır.
Acil Durum Planları	Acil durum planları mevcuttur.
Kullanma Talimatları	Makine talimatları, KKD talimatları, Bakım onarım talimatları, Kimyasallarla çalışma talimatı, Ofis çalışma talimatları, Basınçlı ekipman talimatları, Genel İSG talimatı
Basınçlı ekipmanlar	Kompresör, Azot tankları, Hava tankı, LPG tüpü
Çevresel faktörler	Binamıza yakın olan firmanın risk analizi alınarak etkilenebilecek riskler tespit edilmiştir. Bu risklere göre ortak güvenlik önlemleri alınmıştır.

4.2.2. Yangın sistemi kontrol listesi tablosu

Tablo 4.2. Yangın sistemi kontrol listesi tablosu

Sıra No	YANGIN SİSTEMİ KONTROL LİSTESİ	Evet (Olumlu)	Hayır (Olumsuz)	Açıklama
Yangın Algılama ve Alarm Sistemi				
1	Tavanda bulunan dedektörlerdeki kırmızı ışık yanıp sönmektedir.		X	Firma içerisinde toplam 200 adet elektronik adreslenebilir, optik duman dedektörü bulunmaktadır. Ayrıca 250 adet elektronik adreslenebilir kombine sabit sıcaklık ve ısı artış dedektörü bulunmaktadır. 10 ad duman dedektörü ve 15 ad sıcaklık ve ısı artış dedektörünün sinyalinin gelmediği tespit edilmiştir. Gerekli kontrollerin yapılması gerekmektedir.
2	Alarm Butonu (Kırbas) Fiziksel olarak sağlam durumdadır.		X	25 adet Elektronik adreslenebilir Yangın alarm butonu bulunmaktadır. Üretim 1 bölümünde 23 numaralı makinenin yanında bulunan 1 adet alarm butonu kırılmış halde bulunmuştur. Gerekli kontrollerin yapılması gerekmektedir.
3	Duman dedektörleri fiziksel olarak sağlamdır.		X	10 adet duman dedektörünün sinyalinin gelmediği tespit edilmiştir. Üretim 1'de 15 numaralı makine, Hammadde depo girişi, Üretim 3'de 2 numaralı makine, ofis 1.kat bölümlerindeki duman dedektörlerinin kontrolünün yapılması gerekmektedir.
4	Kombine Sabit Sıcaklık ve Isı Artış Dedektörü sağlamdır.		X	15 adet sıcaklık ve ısı artış dedektörünün Sinyalinin gelmediği tespit edilmiştir. Ofis 2.kat, Üretim 2.kat 52 numaralı makine, Üretim 3'de 13 numaralı makine, 4. Kat bitmiş ürün depo katındaki sıcaklık ve ısı artış dedektörlerinin kontrolünün yapılması gerekmektedir.
Yangın Kontrol Paneli				
5	Yangın kontrol panosu çalışır ve aktif durumdadır.	X		
6	Kombine Elektronik Siren	X		25 adet Kombine Elektronik Siren bulunmaktadır.
Yangın Dolap Sistemi				
7	Yangın Dolabı fiziksel olarak sağlam konumdadır.		X	46 adet yangın dolabı bulunmaktadır. 2 adet yangın dolabının kabının kapağı kırık, çalışmaz durumda olduğu tespit edilmiştir.
8	Dolap üzerinde kontrol tarihini gösterir etiket mevcuttur.	X		
9	Yangın Dolabı üzerinde güvenlik işareti ve uyarı tabelası mevcuttur.	X		

Tablo 4.2. Yangın sistemi kontrol listesi tablosu (devam)

Sıra No	YANGIN SİSTEMİ KONTROL LİSTESİ	Evet (Olumlu)	Hayır (Olumsuz)	Açıklama
10	Yangın Dolabının hortum ve vanası uygun şekilde bulunmaktadır.		X	Üretim 1 bölümünde bulunan 15 numaralı yangın dolabının hortum nozulunun olmadığı tespit edilmiştir.
11	Dolap Önünde engelleyici malzeme bulunmamaktadır.	X		
Su Deposu				
12	Su Deposunun ana kapağı fiziksel olarak zarar görmemiştir.	X		
13	Depodaki su seviyesi uygundur.	X		
14	Depoya su veren sistemde herhangi bir sızırtı mevcut değildir.		X	Pompa çıkışında ve vanada sızıntı tespit edilmiştir.
Acil Durum Aydınlatmaları, Acil Çıkışlar ve Acil Durum Eylem Planı				
15	Acil çıkışların tabelaları sağlam yapıda mıdır?	X		80 adet ışıklı acil çıkış göstergesi mevcuttur.
16	Yangın acil çıkışları uygun mudur?		X	İdari bölümde bulunan 2 ad acil çıkış kapısı uygun değildir. Bu kapıların panik barlı olması gerekmektedir. 3. Üretim alanı acil çıkış kapısı arkasında acil kaçışı engelleyici 1 adet ürün dolu palet istiflenmiştir.
17	Acil durum ekip listesi var mıdır?	X		Acil durum ekip listesinde söndürme ekibinden 2 kişi işten ayrılmıştır. Ekip listesinin güncellenmesi gerekmektedir.
18	Acil durum aydınlatmalarında herhangi bir hasar yoktur.		X	90 adet acil aydınlatma armatürleri mevcuttur. Yapılan kontroller sonucu hammadde depoda bulunan 1 adet acil aydınlatma armatürünün arızalı olduğu tespit edilmiştir.
Taşınabilir Söndürme Tüpleri				
19	Yangın söndürme tüpleri askı kayışı ile asılı konumdadır.	X		Firma içerisinde 173 adet yangın söndürücü tüp bulunmaktadır. 72 adet CO2, 101 adet kuru kimyevi toz söndürücü bulunmaktadır.
20	Tüplerdeki bakım periyodunu gösterir etiket mevcut ve günceldir.	X		
21	Tüplerdeki basınç göstergede uygun olarak görünmektedir.	X		

Tablo 4.2. Yangın sistemi kontrol listesi tablosu (devam)

Sıra No	YANGIN SİSTEMİ KONTROL LİSTESİ	Evet (Olumlu)	Hayır (Olumsuz)	Açıklama
22	Tüplerin önünde engelleyici malzeme bulunmamaktadır.		X	73, 85, 103 ve 107 numaralı yangın söndürme tüplerinin önünde malzeme olduğu tespit edilmiştir.
Yangın Pompa Dairesi				
23	Pompa dairesi kapalı konumda ve uyarı tabelaları mevcuttur.	X		
24	Pompa çalışır konumdadır.	X		
25	Pompa sisteminin bulunduğu odadaki duman detektörleri çalışır konumdadır.	X		
26	Pompa dairesindeki panoda göstergeler aktif konumdadır.	X		

4.2.3. Yangın risk değerlendirmesi

Tablo 4.3. Yangın risk değerlendirmesi tablosu

TEH-FAKTÖRÜ	MEVCUT DURUM - UYGUNSUZLUK	RİSK DEĞERLENDİRMESİ						HEDEF ÖNLEMLER	MEVCUT ÖNLEM
		FRE-KANS (F)	OLASILIK (O)	ŞİD-DET (\$) (S)	RİSK DEĞERLENDİRME	RİSK PUANI	RİSK DEĞERLENDİRME		
1	Elektrik * Elektrik panolarının üzerinde "elektrik tehlikesi" işaretinin olmaması * Elektrik panosunun tamamen açık olması * Sorumlu personelin belirlenmemesi ve ilan edilmemesi * Panoların önlerinin kapalı olması * Yalıtılan paspas ile örtü kapalı olmaması	3	3	40	360	Esaslı Risk - Kısa zaman içinde iyileştirilmelidir	1. Elektrik pano kapaklarına "elektrik tehlikesi" işareti konmalıdır. 2. Elektrik panoları yapılması, bazı panolar farklı değıl, açık kalmış, iletişim bilgileri mevcut değıl 3. Sorumlu yetkili elektrikli belirlenmemiştir. 4. Panoların önleri açıktır. 5. Pano önlerinde yalıtılan paspas bulunmamaktadır. 6. Günlük olarak panolar kontrol edilmemektedir.	1. Elektrik tehlikesi işareti panolarda bulunmamaktadır. 2. Elektrik panoları yapılması, bazı panolar farklı değıl, açık kalmış, iletişim bilgileri mevcut değıl 3. Sorumlu yetkili elektrikli belirlenmemiştir. 4. Panoların önleri açıktır. 5. Pano önlerinde yalıtılan paspas bulunmamaktadır. 6. Günlük olarak panolar kontrol edilmemektedir.	
2	Elektrik * Elektrik panolarındaki sigortaların tamamlanmaması * Elektrik tesisatına kaçak akım rölesinin olmaması * Elektrik panolarının etrafında yabancı vb malzeme bulunması	3	3	40	360	Esaslı Risk - Kısa zaman içinde iyileştirilmelidir	1. Elektrik panolarında bulunan tüm sigortalar tamamlanmalıdır 2. Elektrik tesisatına kaçak akım rölesi olarak düzenleme yapılmalıdır 3. Etrafında yabancı parçaları hiçbir malzeme bulunmamalı ve günlük gözlemlerle kontrol altında tutulmalıdır.	1. Elektrik panolarındaki sigortalar tamamlanmıştır 2. Elektrik tesisatında kaçak akım rölesi aydınlatma panoları hariç mevcut değıldir. 3. Elektrik panolarının etrafında yabancı ya da parçaları malzeme bulunmamaktadır.	
3	Elektrik * Elektrik kablolarının yürüyüş yolu üzerinde dağılık durması * Elektrik kablolarının yıpranmış, açık olması ve uygun omarının yapılmaması, * Elektrik ile çalışan makinelerin kablolarının düzenli olarak kontrol edilmemesi ve kabloların yıpranması	3	3	15	135	Önemli Risk	1. Elektrik uzatma kabloları, yürüyüş yolu üzerinde olmaması sağlanmalı 2. Elektrik kablolarında yıpranmış kablolar ya tamamen değıştirilmeli ya da izolasyonu sağlam bir şekilde onarılmalı 3. Elektrikle çalışan makinelere giden kabloların kontrolleri düzenli olarak yapılmalıdır	1. Yürüyüş yolu üzerinde uzatma kabloları bulunmamaktadır. 2. Elektrik kabloları içinde yıpranmış üç adet kabloya rastlanmıştır. 3. Makinelerin elektrik besleme kabloları günlük olarak kontrol edilmektedir.	
4	Elektrik * Uzatmalar ile elektrik tesisatı üzerinde fazladan akım geçmesi, * Elektrik tesisatının eski ve yetersiz olması * Uzatma kabloları ve prizlerin uygun kullanılmaması	3	3	15	135	Önemli Risk	1. Elektrik uzatmalar fazladan priz takılmamalı 2. Aşırı yük çeken ufo vb istina cihazları kullanılmayan uygun elektrik tesisatı çekilmeli ve uzatmalara ekstra olarak bağlanmamalıdır. 3. Yıllık olarak elektrik tesisatı kontrol edilmeli ve eski olası herhangi bir düzenleme hemen yapılmalı 4. Uzatma kablolarının sağlamlığı ve prizlerin uygun kullanılması düzenlenmeli ve belli periyotlarla kontrol altında tutulmalıdır.	1. Elektrik uzatmalara fazladan priz takılmamaktadır. 2. İstina cihazları ofislerde kullanılmaktadır. Uzatma kullanılmamaktadır. 3. Yıllık olarak elektrik tesisatı kontrol edilmektedir. 4. Genel olarak uzatma kablosu kullanımı ofisler dışında mevcut değıldir, ofislerdeki uzatma kabloları ve prizlerin periyodik kontrolü mevcut değıldir.	

Tablo 4.3. Yangın risk değerlendirmesi tablosu (devam)

MEVCUT DURUM - UYGUNSUZLUK	RİSK DEĞERLENDİRMESİ						HEDEF ÖNLEMLER	MEVCUT ÖNLEM
	TEHL. FAKTÖRÜ	RİSK TEHLİKE	RİSK FREKANS (F)	OLASILIK (O)	ŞİDDET (\$)	RİSK PUANI		
5	Elektrik	* Aydınlatma sisteminin yetersiz olması * Aydınlatmaların bakım onarım veya değişimi işlerinde yetkisiz personel çalışması	1	3	15	45	Olasi Risk - Gözetim Altında Bulundurulmalıdır	1. Aydınlatma ölçümleri yapılarak gerekli düzenlemeler yapılmalıdır. 2. Elektrik işleri yetkili personel ya da kurumlardan yararlanılmakta, ilgisiz kişiler elektrik tehlikesine maruz bırakılmamaktadır. 3. Elektrikle ilgili bakım ve onarımlarda kilitlene ekipmanları kullanılmaktadır.
6	Elektrik	* Elektrikle çalışan makinelerin topraklanmalarının olmaması * Yıllık periyodik olarak kontrollerinin yapılmaması	3	6	15	270	Esaslı Risk - Kısa zaman içinde iyileştirilmelidir	1. Elektrikle çalışan tüm elektrikli aletlerin gövde topraklanmaları şebekeden bağımsız olarak yapılmalıdır. Ana panoda 300 MA elektrik tali panoda 30 MA kaçak akım rölesi olmalıdır. 2. Yıllık kontrolleri yetkili kişi tarafından yapılmalıdır. 3. Yetersiz topraklanmalı makinelerin çalışması durdurulmalı ve uygun topraklama yapıldıktan sonra çalışma sağlanmalıdır.
7	Elektrik	* Elektrik bakım ve onarımların yapılmasında yüksekte çalışma * Eğitim ve yetkisiz personelin çalıştırılması * Elektrik işleri için uygun KKD lerin verilmemesi ya da kullanılmaması	3	3	15	135	Önemli Risk	1. İşe uygun güvenlik önlemleri alınmalı (yüksekte çalışma eğitimi alınmalı, kullanılan ekipmanlar kontrol edilmeli ve sağlam ise kullanılmalı, elektrik işlerinde gerekli eğitimleri almış (MEB onaylı) olan personel işlenmelidir. 2. Elektrik işinde çalışan personele elektrik işlerine uygun KKD seçimi yapılmalı 3. KKD kullanımını işveren olarak gözetim altında tutulmalı 4. KKD kullanımını maksimum çalıştırılmamalı 5. Gerektiğinde maddi ceza kesilmeli ve tutanak altında tutulmalıdır.
8	İşyeri düzeni (Mutfak)	* Elektrikli aletlerin kullanılması (fazla akım çekmesi, yıpranmış kablolar)	1	3	15	45	Olasi Risk - Gözetim Altında Bulundurulmalıdır	1. Elektrikli aletlerin topraklanmaları yapılmalıdır.

Tablo 4.3. Yangın risk değerlendirmesi tablosu (devam)

NO	FAK-TÖRÜ	MEVCUT DURUM - UYGUNSUZLUK	RİSK	FRE-KANS (F)	OLASILIK (O)	ŞİDDET (S)	RİSK DEĞERLENDİRMESİ		HEDEF ÖNLEMLER	MEVCUT ÖNLEM
							RİSK PUANI	RİSK DEĞERLENDİRME		
9	Basınçlı tüp	* Basınçlı tüplerin işyeri alanında dağıtık bulunması * Zincirli bir şekilde muhafaza edilmemesi * Güneşe maruz kalınması, * Kıvılcım vb çıkaran makinelerin yanlarında olması ve kıvılcımların tüplere gelmesi	Yaralanma	3	3	15	135	Önemli Risk	1. Basınçlı tüpler işyeri alanı içerisinde kullanım dışında depolanma amacı ile saklanmalı ve ilgili yönetmelikler doğrultusunda (Par. Pat. Yönetmeliği, İSG Tüzüğü, Yangın Yönetmeliği...) sağlam yapıda uygun alan seçilerek bir depoda saklanmalıdır 2. Güneşe maruz kalmayacak şekilde havalandırılmalı ve serin bir alanda muhafaza sağlanmalıdır.	1. Basınçlı kapılardan hava tankları üretim içerisinde bulunmamaktadır. 6 bar basınç bulunmaktadır. 2. Tüplerin muhafazası uygundur.
10	Depolama	* Rafaların depolanmasında kg sınırlanması olmaması * Rafaların malzeme düşmesini engelleyecek korkuluk vb sisteminin olmaması	Yaralanma	3	1	15	45	Olası Risk - Gözetim Altında Bulundurulmalıdır	1. Rafalarda kg sınırlanması olmalıdır 2. Rafaların malzeme düşmesini engelleyecek korkuluk vb aparatlar yapılmalıdır	1. Rafalarda kg sınırlanması mevcut değildir. 2. Rafaların bazılarında koruyucu korkuluk bulunmakta, bazılarında bulunmamaktadır.
11	Depolama	* Depolama talimatının ilan edilmemesi * Sorumlu personel belirlenmemesi * İstifleme alanlarının olmaması * Personelin depo kurallarına uymaması	Yaralanma	3	1	15	45	Olası Risk - Gözetim Altında Bulundurulmalıdır	1. Depo konusunda talimat çıkarılarak ilan edilmelidir 2. Sorumlu personel belirterek bilgisi dışında herhangi bir işlem yapılmamalıdır 3. İstifleme alanı çizilerek gerekli düzenlemeler yapılmalıdır 4. Personele yapılan talimatlardaki kurallar belirtilmeli ve takibi - kontrolleri yapılmalıdır	1. Depo talimatı mevcuttur. 2. Depo alanlarında sorumlu personel belirlenmiştir. 3. İstifleme alanları belirlenmiştir. 4. Depo alanlarında çalışma kuralları net değildir.
12	Depolama	* Giriş bölümünde uyarıcı işaretlerinin olmaması * Acil çıkışlarının olmaması * Aydınlatma sisteminin Exproff olmaması ve elektrik sisteminin topraklanmaması * Elektrik sisteminin açıkta, yıpranmış ve yetersiz olması	Yaralanma	3	3	15	135	Önemli Risk	1. Giriş bölümünde " Baret kullan, iş elbisesi kullan, çelik burunlu iş ayakkabısı kullan, yetkisiz girilmez" işaretleri konulmalıdır. 2. Aydınlatma sistemi olası arka dayanaklı exproof aydınlatma sistemi ve elektrik tesisatı çekilmelidir 3. Topraklamaları düzenli olarak yapılmalı ve olası açık ve yıpranmış kablolar hemen onarılmalı veya değiştirilmelidir	1. Giriş bölümlerinde gerekli uyarı işaretleri mevcuttur. 2. Aydınlatma sistemi exproof değildir. 3. Topraklama kontrolü her yıl yapılmaktadır. Eksikler giderilmektedir.
13	Depolama	* Depoda yanıcı ve patlayıcı malzeme bulunması * Periyodik kontrollerinin gözlemlerinin yapılınması	Yaralanma	3	1	40	120	Önemli Risk	1. Depoda yanıcı ve patlayıcı malzeme bulundurulmamalı 2. Periyodik olarak gözlemlerle kontrol altında tutulmalıdır	1. Depoda yanıcı ve patlayıcı malzeme bulunmamaktadır. 2. Depo alanlarında sürekli olarak personel bulunmamaktadır.
14	Çalışma Alanı	* Çalışma alanının dar ve makineler arasında uygun mesafenin olmaması	Yaralanma, ölüm	3	1	15	45	Olası Risk - Gözetim Altında Bulundurulmalıdır	1. Çalışma ortamı çalışmaların rahat edebileceği genişlikte olmalıdır. İki makine arasında en az 80 cm mesafede olmalı ve iç içe olmamalıdır.	1. Çalışma ortamında bulunan makinelerin arası en az 100 cm olarak dizilmiştir.

Tablo 4.3. Yangın risk değerlendirmesi tablosu (devam)

NO	FAK-TÖRÜ	MEVCUT DURUM - UYGUNSUZLUK	RİSK DEĞERLENDİRMESİ					HEDEF ÖNLEMLER	MEVCUT ÖNLEM
			RİSK DEĞERLENDİRME	RİSK PUANI	ŞİDDET (\$)	OLASILIK (O)	FREKANS (F)		
15	Makine ilgili tehlikeler	* Makine koruyucularının olmaması * KKD kullanılmaması	Yaralanma, Sağlık problemleri, Kalıcı hasar	3	1	15	45	1. Makine koruyucuları yapılmalı, kısıtlıların çalışmaya gelmeyecek şekilde koruyucu ve döner aksamın öntü makinenin çalışmasını engelleyecek şekilde kapatılmalı 2. Kullanıcı personel iş gözlüğü, kıyılama dayanıklı iş elbisesi, çelik burunlu iş ayakkabısı kullanmalı ve denetim gözlem altında tutulmalı.	1. Makinelerin çalışan aksamaları kapalı olarak muhafaza edilmektedir. 2. personel gerekli KKD'leri kullanmaktadır.
16	Kaynak işleri	*Yağlı elle tüplerin vanalarının ve devrelerinin tutulması sonucu yangın ve patlama olması *Tüplerin ventili arızası *Oksijen ve LPG hortumlarından gaz kaçağı sonucu zehirlenme, yangın ve patlama oluşması	Yaralanma	3	3	15	135	1.Çalışanlara temel iş sağlığı ve güvenliği eğitimi verilmelidir. 2.Ventiller her ay periyodik olarak kontrol edilecektir. 3.Oksijen ve LPG hortumları her ay kontrol edilecektir.	1. Temel ISG eğitimi verilmiştir. 2. Ventiller her ay kontrol edilmektedir. 3. Oksijen ve LPG hortumları her ay kontrol edilmektedir.
17	Kaynak işleri (Tüp)	*Seyyar oksijen ve LPG tüplerinin zincirlerle arabalara sabitlenmemesi	Yaralanma	3	3	15	135	1.Seyyar oksijen ve LPG tüplerinin zincirlerle arabalara sabitlenmelidir.	1. Seyyar oksijen ve LPG tüplerini zincirlerle ve kafeslerle arabalara sabitlenmiştir.
18	CNC	* CNC makine koruyucularının iptal edilmesi ve koruyucusuz makineelerin kullanılması *Makinelerin şase topraklamalarının olmaması veya olup ölçüm yapılmaması *Makinede termik şalter ve bunun gibi aşırı akım geçişini engelleyerek ölçüm aletlerinin veya kaçak akım şalterlerinin bulunmaması	Yaralanma, Kalıcı Hasar	3	3	15	135	1. CNC makinesi koruyucuları iptal edilmemeli ve eksik olan koruyucular yapılmalıdır. 2.Makinelerin şase topraklamalarının olmalıdır. 3.Kaçak akım şalteri bulunmalıdır.	1. CNC makinesi koruyucuları mevcut ve aktiftir. 2. Makinelerin şase topraklamaları mevcuttur. Sorun bulunmamaktadır. 3. Makinelerde kaçak akım şalteri bulunmamaktadır.
19	Plastik enjeksiyon mak.	* Makine koruyucularının iptal edilmesi ve koruyucusuz makineelerin kullanılması *Makinelerin şase topraklamalarının olmaması veya olup ölçüm yapılmaması *Makinede termik şalter ve bunun gibi aşırı akım geçişini engelleyerek ölçüm aletlerinin veya kaçak akım şalterlerinin bulunmaması	Yaralanma, Kalıcı Hasar	3	3	15	135	1. Makine koruyucuları iptal edilmemeli ve eksik olan koruyucular yapılmalıdır. 2.Makinelerin şase topraklamalarının olmalıdır. 3.Kaçak akım şalteri bulunmalıdır.	1. Enjeksiyon makinesi koruyucuları mevcut ve aktiftir. 2. Makinelerin şase topraklamaları mevcuttur. Ancak bazılarında yeterli değildir. 3. Makinelerde kaçak akım şalteri bulunmamaktadır.

Tablo 4.3. Yangın risk değerlendirmesi tablosu (devam)

TEH. NO	TEH. FAKTÖRÜ	MEVCUT DURUM - UYGUNSUZLUK	RİSK DEĞERLENDİRMESİ					RİSK DEĞERLENDİRME	HEDEF ÖNLEMLER	MEVCUT ÖNLEM
			FRE-KANS (F)	OLASILIK (O)	ŞİDDET (\$)	RİSK PUANI	RİSK DEĞERLENDİRME			
20	Torna	* Torna makinesi makine koruyucuların iptal edilmesi ve koruyucuların iptal edilmediği ve eksik olan koruyucuların yapılması *Makinelerin şase topraklamalarının olmaması veya olup ölçüm yapılmaması *Makinein termik şalter ve bunun gibi aşırı akım geçişini engelleyerek ölçüm aletlerinin veya kaçak akım şalterlerinin bulunmaması	3	3	15	135	Önemli Risk	1. Torna makinesi makine koruyucuları iptal edilmemeli ve eksik olan koruyucular yapılmalıdır. (torna makinesi çapak sıçramasına karşı koruyucu kapak, torna aynaları ve yedek aydınlatma sağlanmalıdır, acil durdurma butonu yapılmalıdır) 2. Makinein şase topraklamalarının olmamasıdır. 3. Kaçak akım şalteri bulunmalıdır.	1. Torna makinesi koruyucuları mevcut ve aktiftir. 2. Makinein şase topraklamaları mevcuttur. 3. Makinein şase topraklamaları Sorun bulunmamaktadır. 3. Makinein şase topraklamaları mevcut ve aktiftir.	
21	Torna	* Personelin makinesinde çıkan metal talaşının sıçraması	3	3	7	63	Olası Risk - Gözetim Altında Bulundurulmalıdır	1. Personel makine koruyucularını çıkarmadan çalışmalıdır.	1. Personel koruyucularıyla çalışmaktadır.	
22	Freze	* Freze makinesi makine koruyucularının iptal edilmediği ve eksik olan koruyucuların yapılması *Makinein şase topraklamalarının ve periyodik kontrollerinin yapılması *Makine ile çalışanların mesleki eğitim belgelerinin olmaması,	3	3	15	135	Önemli Risk	1. Freze makinesi makine koruyucuları iptal edilmemeli ve eksik olan koruyucular yapılmalıdır. (Freze makinesi çapak sıçramasına karşı koruyucu kapak, freze aynaları ve yedek aydınlatma sağlanmalıdır, döner aksama el değmesini engelleyecek koruyucular, acil durdurma butonu yapılmalıdır) 2. Makinein şase topraklamaları ve periyodik kontrolleri yapılmalıdır. 3. Makine ile çalışanların mesleki eğitim belgeleri olmalıdır.	1. Freze makinesi koruyucuları mevcut ve aktiftir. Personel Koruyucularıyla çalışmaktadır. 2. Makine şase topraklamalarında sorun bulunmamaktadır. 3. Tüm çalışanların mesleki eğitim belgeleri mevcuttur.	
23	Freze	* Yetkisiz personel çalıştırılması, * Yıllık bakım onarımlarının yapılması ve yapılması gereken güvenlik önlemlerinin alınmaması	3	1	15	45	Olası Risk - Gözetim Altında Bulundurulmalıdır	1. Freze gibi özel makineleri çalıştıranlar özel eğitimleri almalıdır (MEB onaylı) 2. Bakım onarım yapılması durumunda " bakım yapılmakta " uyarı tabelası kullanılmalı 3. Tüm elektrik sistemi tamamen kesilmeli ve sadece bakımı tarafından açılarak yapılmalıdır (Klitlene sistemi uygulanabilir) 4. Yıllık periyodik bakımlar yapılmalıdır.	1. Freze kullanan personel eğitilmiştir. 2. Bakım durumunda kullanılacak tabelalar mevcuttur. 3. Bakım sırasında elektrik kesilmektedir. 4. Yıllık bakımları yapılmaktadır.	

Tablo 4.3. Yangın risk değerlendirmesi tablosu (devam)

TEH. FAKTÖRÜ	MEVCUT DURUM - UYGUNSUZLUK		RISK DEĞERLENDİRMESİ					HEDEF ÖNLEMLER	MEVCUT ÖNLEM
	TEHLİKE	RISK	FRE-KANS (F)	OLASILIK (O)	ŞİDDET (\$)	RISK DEĞERLENDİRME	RISK PUANI		
24	Freze * Personelin makinesinden çıkan metal talaşının sıçraması * Personelin uygun KKD kullanmaması * Uyarı işaretlerinin olmaması	Yaralama, Kalıcı Hasar	3	3	15	Önemli Risk	135	1. Personel makine koruyucularını çıkarmadan çalışmalıdır 2. Kısa kolu ve sarık olmayan iş elbisesi, işe uygun iş gözlüğü, oluşan tozlar vb duruma göre toz maskesi, oluşan gürültüye doğru tısmada kulaklık veya kulak tıkaçı kullanmalıdır 3. Enredici işaretler koyularak personelin uyulması gereken kurallar hatırlatılmalıdır " sarık elbise ile çalışma, eldiven kullanma, gözlük kullan, çelik burunlu iş ayakkabısı kullan" işaretleri asılmalıdır	1. Tüm koruyucular aktifdir. 2. Gerekli KKD'ler bulunmakta ve kullanılmaktadır. 3. Enredici işaretler mevcuttur.
25	Testere * Testerenin kullanılması ve oluşan kıvılcıkların sıçraması * Personelin uygun KKD kullanmaması * Personelin uyarı işaretlerinin olmaması * Mesleki eğitiminin olmaması ve tecrübesiz eleman çalıştırılması	Yaralama	3	3	15	Önemli Risk	135	1. Personele oluşan kıvılcıktan etkilenmeyecek şekilde KKD sağlanmalı ve kullanılmaktadır 2. Personel kıvılcıma dayanıklı iş elbisesi, iş ayakkabısı, tam yüz maskesi, kulaklık kullanmalı ve KKD kullanımını gözetim altında tutularak kontrol altında olmalıdır 3. "tam yüz maskesi kullan, iş elbisesi kullan, iş ayakkabısı kullan, kulaklık kullan" gibi işaretler olmalıdır 4. Personelin yaptığı işe uygun mesleki eğitimleri alınmalı ve eğitimsiz personel çalıştırılmamalıdır	1. Gerekli KKD'ler bulunmakta ve kullanılmaktadır. 2. KKD kullanımını kayıtsız olarak takip edilmektedir. 3. Gerekli işaretler testere üzerinde bulunmamaktadır. 4. Çalışan personelin mesleki eğitim belgeleri mevcuttur.
26	Testere * Elektrik topraklamalarının olmaması * Makine koruyucularının olmaması * Etrafın çevreden izolasyonunun olmaması * Kimyasal malzemelerin bulunması	Yaralama	3	3	7	Olası Risk - Gözetim Altında Bulundurulmalıdır	63	1. Tüm makinelerin topraklama bağlantıları olmalı ve bu topraklamaların yıllık kontrolleri yapılmalıdır 2. Kıvılcım ve uzay kaybı tehlikesini ortadan kaldırması için sensör sistemi getirilmeli ve koruyucuların yüz gelinmesi için makine kıvılcıklarının yüz gelinmesi için makine koruyucuları yapılmalıdır 3. Etrafın sac vb şekilde çevrilerek kıvılcıklarda herhangi bir şeyin etkilenmesi için çevrilmeli ve bu alan içerisinde herhangi bir yanıcı malzeme bulunmamalıdır	1. Tüm makinelerin topraklama bağlantıları mevcuttur. Topraklama yıllık kontrolleri yapılmaktadır. 2. Sensör sistemi mevcut değildir. Makine koruyucuları bulunmamaktadır. 3. Testere etrafı korumalıdır ve etrafında yanıcı madde bulunmamaktadır.

Tablo 4.3. Yangın risk değerlendirmesi tablosu (devam)

TEH. FAKTÖRÜ	MEVCUT DURUM - UYGUNSUZLUK	RİSK DEĞERLENDİRMESİ						RİSK DEĞERLENDİRME	HEDEF ÖNLEMLER	MEVCUT ÖNLEM
		FRE-KANS (F)	OLASILIK (O)	ŞİDDET (S)	RİSK PUANI					
27	Matkap işleri * Personelin makinesinden çıkan metal taşınması * Personelin uygun KKD kullanmaması * Uyari işaretlerinin olmaması * Personelin sürekli ayakta kalması	Risk	3	3	15	135	Önemli Risk	1. Personel makine koruyucuların çıkarmadan çalışmalıdır 2. Kısa kollu ve sarık olmayan iş elbisesi, işe uygun iş gözlüğü, oluşan tozlar vb duruma göre toz maskesi, oluşan gürültü doğrultusunda kulaklık veya kulak tıkaçı kullanılmalıdır 3. Ennedici işaretler koyularak personelin uyulması gereken kural lar hatırlatılmalıdır "sarıkk elbise ile çalışma, eldiven kullanma, gözlük kullan, çelik buruntu iş ayakkabısı kullan" işaretleri asılmalıdır	1. Makine koruyucuları bulunmakta ve aktif durumdadır. 2. KKD'ler bulunmakta ve personel tarafından kullanılmaktadır. 3. Ennedici işaretler mevcuttur.	
28	Taşlama işleri * İş yerinde bulunan zımpara makinelere periyodik kontrollerinin yapılmaması, *Zımpara makinelere periyodik kontrollerinin tekniği ekipman tarafından yapılmaması, *Makine lerin şase topraklamalarının yapılmaması *Makine lerin şase topraklamalarının periyodik kontrollerinin yapılmaması *Makineyi kullanan kişilerin mesleki eğitim belgesinin bulunmaması	Risk	3	3	15	135	Önemli Risk	1. İş yerinde bulunan zımpara makinelere periyodik kontrolleri yapılmalıdır. 2. Zımpara makinelere periyodik kontrolleri tekniği ekipman tarafından yapılmalıdır. 3. Makine lerin şase topraklamaları yapılmalıdır. 4. Makine lerin şase topraklamalarının periyodik kontrolleri yapılmalıdır. 5. Makineyi kullanan kişilerin mesleki eğitim belgesi bulunmalıdır.	1. Makine periyodik kontrolleri yapılmaktadır. 2. Periyodik kontrol için dış hizmet alınmaktadır. 3. Makine topraklamaları mevcuttur. 4. Topraklama periyodik kontroller yapılmaktadır. 5. Personelin mesleki eğitim belgeleri mevcuttur.	
29	Taşlama işleri * Kıvılcıkların oluşması * Etrafının saclarla kapatılmaması * Yancıcı ve patlayıcı kimyasalların bulunması * Uyari tabelalarının olmaması * Döner aksam arasında malzeme vb parçaların sıkışıp sıçraması veya fırlaması * Taşlama işleminde uygun çaplarda taşın kullanılmaması	Risk	3	3	15	135	Önemli Risk	1. Taşlama işlemlerinde etrafında izolasyon yapılmalıdır 2. Etrafında herhangi bir kimyasal malzeme bulundurulmamalı 3. Kullanıcı personele uygun iş gözlüğü, kıvrılma dayanıklı iş elbisesi, çelik buruntu iş ayakkabısı verilmesi ve denetim gözlemlerinde tutulmalı. 4. Uygun makine koruyucusu olmayan makine ler durdurulmalı.	1. Taşlama makinesi etrafı korunmaya alınmıştır. 2. Makine etrafında herhangi bir kimyasal malzeme bulunmamaktadır. 3. KKD'ler bulunmakta ve kullanılmaktadır. 4. Makine koruyucuları uygundur.	
30	Taşlama işleri * Kablo ların yıpranması ve yamun ş olması * Kontrol edilmemesi	Risk	3	1	40	120	Önemli Risk	1. Tüm taşlama ve elektrikli aletlerin kullanım öncesi elektrik aksamları kontrol edilmelidir 2. Yıpranmış ve yamun ş olan kablo lar tamamen değiştirilmelidir.	1. Kontrol gözüle ve kayıtsız olarak yapılmaktadır. 2. Kablo lar kayıtsız olarak belli bir program olmadan kullanıcı tarafından kontrol edilmemektedir.	

Tablo 4.3. Yangın risk değerlendirmesi tablosu (devam)

NO	TEH. FAKTÖRÜ	MEVCUT DURUM - UYGUNSUZLUK	RISK DEĞERLENDİRMESİ						HEDEF ÖNLEMLER	MEVCUT ÖNLEM
			RISK	FREKANS (F)	OLASILIK (O)	ŞİDDET (S)	RISK DEĞERLENDİRME	RISK PUANI		
31	Kompresör vb basınçlı kaplar	* Kompresörlerin çalışması ile ses seviyesinin 85 db üstünde olması ve personelin maruz kalması, * Üretim alanı içerisinde bulunması, * Uygun özel bölüm içerisinde bulunmaması	Yaralama, Ölüm	3	3	40	360	Esaslı Risk - Kısa zaman içinde iyileştirilmelidir	1. Hava kompresörleri dış alanda ve platform üzerindedir. 2. Hava kompresörlerinin bulunduğu platform girşi kilitlidir. 3. İlgili alanda KKD kullanılması gerekmektedir. Gerekli KKD'ler yetkili personelde bulunmaktadır.	
32	Kompre-sör vb basınçlı kaplar	* Kompresörlerin periyodik bakımlarının yapılınması * Kompresör hakkında yeterli bilgi yazılmaması * Uyarı işaretlerinin olmaması	Yaralama, Ölüm	3	3	15	135	Önemli Risk	1. Periyodik kontroller yıllık ya da daha kısa sürelerde yetkili kurum/kişiler tarafından yapılmalıdır. 2. Kullanma talimatlarından bazılarının yerlerinde olmadığı görülmüştür. 3. Gerekli işaretler bulunmaktadır.	
33	Kompre-sör vb basınçlı kaplar	* Kompresörlerin çalıştığı ortam tarafından zararlı ve zehirli gaz, duman ve toz emilmesi * Çıkış borusunda güvenlik supabı olmaması	Yaralama, Ölüm	3	1	15	45	Olası Risk - Gözetim Altında Bulundurulmalıdır	1. Kompresörler açık havada üzerleri kapalı olarak yerden 7 metre yüksekte platformda çalışmaktadır. 2. Gerekli güvenlik önlemleri alınmıştır.	
34	Kompre-sör vb basınçlı kaplar	* Döner aksamların kapatılmaması	Yaralama, Ölüm	3	3	15	135	Önemli Risk	1. İlgili alanlar kapatılmıştır. Güvenlik önlemleri alınarak çalışmalar yapılmaktadır.	
35	İşyeri düzeni	* İş ekipmanlarının kullanım amacı dışında kullanılmaması ve uygun istiflenmesi	Yaralama	3	1	40	120	Önemli Risk	1. İş ekipmanları zaman zaman amacı dışında kullanılmaktadır. İstiflene kapalı alanlarda tanımlı yerlerde yapılmaktadır.	
36	Dış Faktörler	Dışardan gelebilecek tehlikeler (hırsızlık , sabotaj vb) tedbir alınmaması	Yaralama, Ölüm, Çevresel hasar	3	1	15	45	Olası Risk - Gözetim Altında Bulundurulmalıdır	Bina iç ve dışında kamera tertibatı bulunmaktadır.	

Tablo 4.3. Yangın risk değerlendirmesi tablosu (devam)

NO	TEH. FAK-TÖRÜ	MEVCUT DURUM - UYGUNSUZLUK	RİSK DEĞERLENDİRMESİ						HEDEF ÖNLEMLER	MEVCUT ÖNLEM
			RİSK	FRE-KANS (F)	OLASLIK (O)	ŞİD-DET (S)	RİSK DEĞERLENDİRME	RİSK PUANI		
37	Kıyasallar	* Kullanılan kimyasalların MSDS formlarının ilan edilmemesi * Personelin kullanılan kimyasallar hakkında bilgisiz olması	Yaralanma, Ölüm	3	3	15	135	Önemli Risk	1. Kullanılan kimyasalların MSDS formları hazırlanarak kullanılan alanda ilan edilmesi 2. İlan edilen MSDS formları ve kimyasalların ürün özelliklerini doğrultusunda eğitim düzenlenerek personele aktarılması 1. Üretim alanı içerisinde bulunan kimyasallar günlük yeteri kadar bırakılmı ve bu miktarın dışında kimyasal malzeme bulundurulmamalı 1. Günlük check-list ler hazırlanarak iş güvenliğinden sorumlu personele verilmeli, gerekli denetimler periyodik olarak yapılmalı 2. Kimyasallar yangın, patlama vb gibi tehlikelere karşı ayrı bir bölüm olarak depolanmalı ve işi olmayan girmemeli, girişinde tehlike işaretleri bulunmalıdır	1. Kullanılan kimyasalların MSDS formları ilgili alanlarda bulunmalıdır. 2. Kimyasal kullanılan personele kayıt tutulmadan eğitim verilmelidir.
38	Kıyasallar	* Günlük yeteri kadarkinden daha fazla depolanması ve yanıcı - patlayıcı malzeme bulunması	Yaralanma, Ölüm	3	3	40	360	Esaslı Risk - Kısa zaman içinde iyileştirilmelidir	1. Üretim alanı içerisinde bulunan kimyasallar günlük yeteri kadar bırakılmı ve bu miktarın dışında kimyasal malzeme bulundurulmamalı 1. Günlük check-list ler hazırlanarak iş güvenliğinden sorumlu personele verilmeli, gerekli denetimler periyodik olarak yapılmalı 2. Kimyasallar yangın, patlama vb gibi tehlikelere karşı ayrı bir bölüm olarak depolanmalı ve işi olmayan girmemeli, girişinde tehlike işaretleri bulunmalıdır	1. Kimyasallar günlük olarak temizliklere verilmektedir.
39	Kıyasallar	* Denetim ve gözlemlerin yapılınması * İş güvenliğim tehlikeye atacak önlemler alınmaması	Yaralanma, Ölüm	3	3	15	135	Önemli Risk	1. Günlük check-list bulunmamaktadır. 2. Kimyasallar ayrı depolanmakta, kapısı yetkililerin açabileceği şekilde kilitlenmektedir.	1. Günlük check-list bulunmamaktadır. 2. Kimyasallar ayrı depolanmakta, kapısı yetkililerin açabileceği şekilde kilitlenmektedir.
40	Kıyasallar	* Personelin kimyasalların kullanımında KKD kullanmaması * Uygun KKD verilmemesi	Yaralanma	3	1	15	45	Olası Risk - Gözetim Altında Bulundurulmalıdır	1. Personele kullanılan kimyasallara göre KKD verilmeli (işe uygun KKD seçimi EN standartları göz önünde bulundurularak alınmalıdır) 2. KKD lerin kullanım periyodu belirlenerek periyodik olarak verilmeli ve zımmet tutanakları ile kayıt atında tutulmalıdır 3. Verilen KKD lerin kullanımını günlük olarak gözlem altında tutulmalı ve çalışanların KKD'leri kullanması sağlanmalıdır	1. Kimyasallara uygun olarak KKD'ler verilmiştir. 2. KKD'ler periyodik olarak zımmet ile verilmektedir. 3. KKD kullanımında zaman zaman zafiyetler yaşanmaktadır.
41	İşyeri sağlık ve güvenlik işaretleri	* Sağlık ve güvenlik işaretleri yönetmeliği doğrultusunda personele kullanması gereken KKD'lerin hatırlatılmaması	Yaralanma, Kalıcı hasar	3	3	15	135	Önemli Risk	1. İşyeri girişinde "iş elbisesi kullan, iş ayakkabısı kullan, önce iş güvenliği" tabelaları asılı bulunmamaktadır. 2. "gözlük kullan, eldiven kullan, kulaklık kullan" gibi işaretler asılmıştır. 3. Acil çıkış yolu ve kapısı kararlılıkta parlayan tabelalarla belirtilmiştir.	1. İşyeri girişinde "iş elbisesi kullan, iş ayakkabısı kullan, önce iş güvenliği" tabelaları asılı bulunmamaktadır. 2. "gözlük kullan, eldiven kullan, kulaklık kullan" gibi işaretler asılmıştır. 3. Acil çıkış yolu ve kapısı kararlılıkta parlayan tabelalarla belirtilmiştir.
42	Depolama	* Yükkekte depolama istifleme	Yaralanma, Ölüm	3	3	15	135	Önemli Risk	1. Personel yükkekte istifleme konusunda bilgilendirilmeli ve 3 metreden fazla yükkekte istifleme olması durumunda raf vb sistem getirilmelidir. 2. İstifleme yaparken yükün tavan ile mesafesine dikkat edilmelidir. Özellikle tavan lambalarına yakın mesafede kesinlikle istiflenmemelidir.	1. Mamul depo alanında 3 metreyi aşan palet yükkelikleri bulunmamaktadır. 2. Mamul depo alanında istiflemeler aydınlatmalara gelmeyecek şekilde yapılmaya çalışılmakta, baza alanlarda yaklaşımlar görülmektedir.

Tablo 4.3. Yangın risk değerlendirmesi tablosu (devam)

TEH. FAK-TÖRÜ	MEVCUT DURUM - UYGUNSUZLUK	RİSK DEĞERLENDİRMESİ						HEDEF ÖNLEMLER	MEVCUT ÖNLEM
		RİSK	FRE-KANS (F)	OLASI-LIK (O)	ŞİD-DET (S)	RİSK PUANI	RİSK DEĞERLEN-DİRME		
43	Bina yapısı	* İşyeri tavan ve duvarların çürütmesi sonucunda olası ngüla vb parçaların düşmesi	3	1	15	45	Olası Risk - Gözetim Altında Bulundurulmalıdır	1. İşyeri tavanı her yaz sonu kontrol edilmektedir. 2. İşyeri duvar ve eklentilerinde oluşan sorunlu yerler ve alanlar onarılmaktadır.	
44	İşyeri kuralları	* İşyerinde yapılması gereken kuralların belli olmaması, (sigara yasağının olmaması, müşterilerin içeriye girmesi ve müdahale edilmesi, tehlikeli bölgede bulunması)	3	3	7	63	Olası Risk - Gözetim Altında Bulundurulmalıdır	1. İşyerinde sigara tanımı alanlar dışında içilmemektedir. 2. İşyeri girişi yabancılara girmesinin önlenmesi için turnike sistemi ile kontrol edilmektedir. 3. Ziyaretçiler üretim alanına girerlerken KKD'ler verilmektedir.	
45	Soyunma Odaları	*Yetersiz havalandırma *Dolapların sabitlenmemesi, dolapların tek gözlü olması *Zeminin kaygan olması ve hijyenin sağlanmaması *Oturma ve destek yerlerinin olmaması yeterli genişlikte olmaması	3	3	15	135	Önemli Risk	1. Yeterli havalandırma sağlayacak sistem kurulabilir olmalı. 2. Dolaplar sabitlenmeli , üzerlerine malzeme konmamalıdır. Kirli ve temiz elbiseler karışmayacak şekilde mahfaza edilmelidir 3.Zeminin kaygan olması halinde hemen gerekli önlemler alınmalıdır, temizliği düzenli olarak yapılmalıdır. 4.Soyunma yerlerinde çalışanlar için yeterli kadar elbise dolabı, sıra, sandalye, tabure ve benzeri eşya bulundurulmalıdır. 5. Rahat hareket edilebilecek genişlikte olmalıdır. 6. Periyodik olarak gözlem altında tutulmalıdır.	1. Soyunma odaları için havalandırma bulunmakta beraber yetersizdir. 2. Soyunma dolapları sabitlenmiş, personel in kirli ve temiz için ayrı ayrı dolapları bulunmaktadır. 3. Soyunma odasının temizliği yapılmakta, kayıt altında tutulmaktadır. 4. Soyunma odasında yeterince dolap bulunmakta, ancak sıra veya sandalye bulunmamaktadır. 5. Soyunma odaları rahat hareket edilebilir büyüklüktedir. 6. Soyunma odaları kayıtlı olarak kontrol edilmektedir.

Tablo 4.3. Yangın risk değerlendirmesi tablosu (devam)

TEH. FAKTÖRÜ	MEVCUT DURUM - UYGUNSUZLUK	RİSK	FRE-KANS (F)	OLASILIK (O)	ŞİDDET (S)	RİSK DEĞERLENDİRMESİ			HEDEF ÖNLEMLER	MEVCUT ÖNLEM
						RİSK DEĞERLENDİRME	RİSK PUANI	RİSK DEĞERLENDİRME		
46	Eğitim * Personelin elle taşıma kısmında da bilgisiz olması * Personelin bilgisiz olarak çalıştırılması * Çalışanlara (tıraklar ve gereç) çalışanlar da dahil olmak üzere) genel iş sağlığı ve güvenliği eğitimi verilmesi * Çalışanların güvenli makine kullanım konusunda eğitilmemesi * Çalışanların, kimyasalların güvenli kullanımı, saklanması konularında eğitim alınmaması.	Yaralama	3	1	7		21	Olası Risk - Gözetim Altında Bulundurulmalıdır	1. Personelin kullanacağı makine yada ekipmana göre eğitim verilmelidir (işbaşı eğitimi, oryantasyon eğitimi, mesleki eğitimi ve temel İSG eğitimi verilmelidir) 2. Personelin elle taşıma konusunda ergonomi eğitimi verilmeli 3. Eğitim ve bilgilendirme ile ilgili belgeler kayıt altına alınmalı ve kayıtlar uygun şekilde muhafaza edilmelidir	1. Eğitimler düzenli olarak verilmektedir. 2. Ergonomi eğitimi genel İSG eğitimi içerisinde verilmektedir. 3. Tüm belgeler arşivde tutulmaktadır.
47	Yangın - Acil çıkış kapısı * Acil çıkış kapılarının olmaması * Kaçış yollarının belli olmaması * Kaçış yollarının kapalı olması ve üzerlerinde malzeme bulunması	Yaralama, Ölüm	3	3	15		135	Önemli Risk	1. Üretim alanında acil çıkış kapıları mevcuttur. 2. Kaçış ve yaya yolları belirlenmiştir. Kaçış yolları üzerinde paletle rasitlenmiştir. 3. Günlük gözetim yazılı olmadan yapılmaktadır.	1. Üretim alanında acil çıkış kapıları mevcuttur. 2. Kaçış ve yaya yolları belirlenmiştir. Kaçış yolları üzerinde paletle rasitlenmiştir. 3. Günlük gözetim yazılı olmadan yapılmaktadır.
48	Yangın - Acil çıkış kapısı * Yedek aydınlatma sisteminin olmaması * Karanlık içerisinde tahliyenin yapılmaması	Yaralama, Ölüm	3	3	15		135	Önemli Risk	1. En az 60 dk aydınlatılabilir şekilde yanabilecek yedek aydınlatma sistemi kurulumu ve yangın kapısı ve yolu aydınlatılabilir alanlarda asılmalıdır 2. Yılda iki defa tatbikatlar yapılarak kontrol edilmeli ve gelişir durumda bulundurulmalıdır	1. Yedek aydınlatma sistemi vardır. Yangın kapısı ve yolu aydınlatılabilir şekilde asılmıştır. Arzrak, bazılarının çalışmadığı tespit edilmiştir. 2. Tatbikatlar yılda iki kez yapılmaktadır.
49	Yangın - Acil çıkış kapısı * Acil durum planının olmaması * Tehlikelere karşı yangın ve ilk yardım eğitiminin alınmaması * Ekiplerin oluşmaması	Yaralama, Ölüm	6	3	15		270	Esaslı Risk - Kısa zaman içinde iyileştirilmelidir	1. Acil durum eylem planı oluşturulmalı, söndürme ve ilk yardım ekipleri özel yerlerde sertifikalı eğitimlere katılarak eğitim alınmalıdır 2. 4 ekip oluşturularak gerekli düzenlemeler yapılmalıdır (söndürme-kurtarma-koruma-ilk yardım ekipleri)	1. Acil durum eylem planı ve gerekli ekipler oluşturulmuştur. Sertifika sadece ilkyardım ekibinin üyelerinde bulunmaktadır. Diğerleri sertifikasız eğitim görmüştür. 2. Söndürme, kurtarma, koruma ve ilkyardım ekipleri oluşturulmuştur.

Tablo 4.3. Yangın risk değerlendirmesi tablosu (devam)

TEH. NO	MEVCUT DURUM - UYGUNSUZLUK		RİSK DEĞERLENDİRMESİ					HEDEF ÖNLEMLER	MEVCUT ÖNLEM
	TEHLİKE	RİSK	FRE-KANS (F)	OLASILIK (O)	ŞİDDET (S)	RİSK PUANI	RİSK DEĞERLENDİRME		
50	Yangın - Acil çıkış kapısı	Yangın söndürücü tüplerinin olmaması veya uygun alanlarda muhafaza edilmemesi * Yangın söndürücülerinin periyodik olarak kontrol edilmemesi * Uygun yangın tüpü seçiminin yapılmaması * Uygun işaretlemenin yapılmaması * Denetim ve gözlemlerin yapılmaması	3	3	15	135	Önemli Risk	1. Yapılan işe göre yangın tüpü seçilmeli. (Yangın tüpü firması yada itfaiyeden yardım alınarak seçilebilir), işyeri içerisine yeterli miktarda yangın söndürme cihazı temin edilmelidir. 2. Yangın tüpleri mevzuat doğrultusunda periyodik kontroller ve bakımları yapılmalıdır 3. Yangın tüpü her zaman kullanıma hazır olarak bulundurulmalı ve önlerinde herhangi bir malzeme bulundurulmamalı 4. İSG işaretleri doğrultusunda işaretlenmelidir 5. Cümlük gözetim altında tutulmalıdır	1. Özel bir yangın firmasından yardım alınmaktadır. Yangın tüpleri doğru seçilmiştir. 2. Yangın tüplerinin periyodik kontrolleri yapılmaktadır. 3. İki alanda yangın tüplerinin önlerinde koli ve palete raslanmıştır. 4. Yangın tüpü işaretlemeleri uygundur. 5. Yangın tüpü haftalık olarak kontrol edilmektedir. Günlük olarak kontrol kayıtlı yapılmamaktadır.
51	Basınçlı Kaplar (Tüpler)	*Tüplerin çelik kafesi ayrı bir bölmede dolu ve boş olarak ve tüplerin cinsine göre istiflenmesi *Tüplerin olduğu bölge elektriksel olarak yalıtılmaması olması *Tüplerin araba ile taşınması	3	3	40	360	Esaslı Risk - Kısa zaman içinde iyileştirilmelidir	1. Tüpler dolu ve boş olarak üzere ayrı ayrı yerlerde muhafaza edilmelidir. 2. Tüpler çelik kafesi olarak ayrı bir bölmede muhafaza edilmelidir. 3. Tüplerin olduğu bölüm elektriksel olarak yalıtılmalı, topraklama yapılmalıdır. 4. Tüpler araba ile taşınmalı ve arabaya zincir ile sabitlenmelidir.	1. Tüpler dolu ve boş olarak ayrı ayrı muhafaza edilmektedir. 2. Tüplerin muhafaza edildiği alan beton ve tuğladan yapılmıştır. 3. Tüplerin olduğu bölüm çelik olmadığı için herhangi bir yalıtım yada topraklama yapılmamıştır. 4. Tüpler araba ile taşınmaktadır. Arabada ise metal kafesler ile sabitlenmiştir.
52	Basınçlı Kaplar (Tüpler)	*Tüplerdeki boru tesisatının yetersiz olması, Emniyet valflerinin olmaması	3	3	40	360	Esaslı Risk - Kısa zaman içinde iyileştirilmelidir	1. Tüplerdeki gazların iletimi için her farklı gaz farklı renklerde boru kullanılacaktır. Boruların önünde gaz basıncını gösteren aletler bulunmalıdır. 2. Tüplerde emniyet valfleri bulunmalıdır.	1. Tüplerde her gaz göre farklı renkte boru kullanılmamaktadır. 2. tüplerde emniyet valfleri bulunmaktadır.
53	Jeneratör	*Jeneratörün yıllık periyodik bakımının yapılmaması	3	3	40	360	Esaslı Risk - Kısa zaman içinde iyileştirilmelidir	1. Jeneratörün yıllık periyodik bakımının yapılmalıdır.	1. Jeneratör bakımları zamanında yapılmaktadır.

4.3. Uygulamalar

Yangın güvenliği risk değerlendirmesi, firmanın yangın güvenliği konusundaki mevcut durumunu ve hangi tehlike karşısında hangi önlemlerin alınması gerektiğini, risklerin büyüklükleriyle birlikte ortaya koymaktadır.

Araştırmanın giriş bölümünde de açıklandığı üzere elektrik ve sigara tehlikesi aslen yangın nedenlerinin en az % 63'ünü oluşturduğundan, 4.3.1 numaralı başlıkta elektrik tesisatının termal kamera ile gözlenmiş resimler ve yapılması gerekenler açıklanmıştır. Ayrıca 4.3.2 başlığı altında bir örnek üzerinden kablo kesitinin nasıl seçileceği örnek ile anlatılmıştır. 4.3.3 maddesi altında ise firmada çalışan personel arasında yapılan “yangın tehlike tespit anket formu” nun sonuçları verilmiştir. 4.3.4. maddesinde çeşitli makinelerden alınan topraklama sonuçları ve yapılması gerekenler belirtilmiştir. 4.3.5 firmada personelin anketten çıkan sigara kullanımı oranı üzerinden sigara ve çakmak kontrolü ile ilgili firmada yapılmış bir çalışmanın detayı verilmiştir.

4.3.1. Termal kamera ölçüm sonuçları

Termal kamera kullanarak 40 °C ve üzeri noktalar işaretlenmiştir. Ortam sıcaklığının 30-40 °C aralığında olması 40 °C işaret sınırının belirlenmesinde etken olmuştur. Bu şekilde fabrika içerisinde bulunan tüm pano ve baralar kontrol edilmiştir. 40 °C ve altı olarak bulunan yerler riski düşük olduğu için değerlendirme dışı bırakılmıştır. Kritik sıcaklık, tesiste kullanılan NYY kabloların maksimum çalışma sıcaklığı olan 70 °C'dir. Bu sıcaklık üzerinde çalışma yapılmamalıdır. İş durdurularak hızlı olarak müdahale edilmelidir.

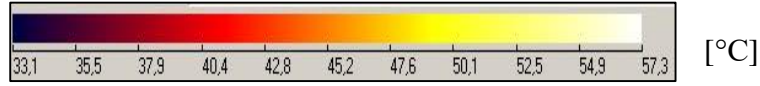
Çalışma yapılan firmaya ait bir termal kamera olmadığından, yani termal ölçümler için dışarıdan destek alındığından, ölçümlerin sık yapılmaması söz konusudur. Bu durum, 40 °C ile 70 °C aralığındaki ölçüm değerlerinin dikkate alınması gerektiğini ortaya çıkarmaktadır. Ölçüm sonrası müdahale önceliği yüksek değerden düşük değere doğru olmalıdır.

Çalışma yapılırken, ölçüm yapılan tüm yerler önce standart, sonra termal kamera ile görüntülenmiş, 40 °C üzeri noktalar işaretlenmiştir. Yangın riskinin minimize edilmesi için yapılması gerekenleri içeren yorum ve öneriler hemen altında verilmiştir.

Aşağıda termal kamera ölçümleri sırasında skala olarak kullanılacak renklendirme çubuğu ve ölçümleri yapan termal kameranın teknik özellikleri verilmiştir.

Termografi ölçümleri öncesi, ölçüm yapılacak malzemelerin yüzey sıcaklıklarının temaslı bir termometre ile ölçülmesi ile emissivity değerleri bulunmuştur (Bu yöntem “2.7.3. Termografik ölçümün yapılması” başlığı altında açıklanmıştır).

Termografi ölçümünde kullanılan termal kameranın ön ve arkadan resimleri de yine aşağıda görülmektedir. Bilgiler termal kameranın kendi kullanım kılavuzundan alınmıştır. Ölçümlerde kullanılan termal kameranın kalibrasyon raporu Ek 1’de verilmiştir.



Şekil 4.7. Renklendirme çubuğu skalası

Tablo 4.4. Testo 875-1i Termal kamera teknik özellikleri

Testo 875-1i Termal kamera özellikleri	
Özellikler	Değerler
Dedektör boyutu	160x120 mm (milimetre)
Piksel sayısı	320x240
Termal duyarlılık	< 0,05 °C
Sıcaklık ölçüm aralığı	-20 ile +350 °C aralığında ölçüm yapabiliyor.
Görüntü yenileme hızı	9 Hz (Herz)
Lens görüş açısı	32° x 23°
Odaklama	manuel



Resim 4.1. Testo 875-li resimleri

Termal kamera örnek alınan noktalar:

- 1) 2. Üretim alanı TR Merkezi TR-A-P1 (1000 kVA Trafo Panosu) – 2500 AM Ana Giriş Şalteri (Giriş) Üst giriş orta ayak, Soldan giriş çıkış barası
- 2) 2. Üretim alanı TR Merkezi TR-A-P1 (1000 kVA Trafo Panosu)-2 – 2500 AM Ana Giriş Şalteri (Çıkış) Alt çıkış, Soldan giriş çıkış barası
- 3) 2. Üretim alanı TR Merkezi TR-A-P1 (1000 kVA Trafo Panosu) – Termaform Yeni Çatı Şalteri Giriş Barası
- 4) 2. Üretim alanı TR Merkezi TR-A-P1 (1000 kVA Trafo Panosu) – Termaform Yeni Çatı Şalteri Çıkış Barası
- 5) 2. Üretim alanı TR Merkezi TR-A-P1 (1000 kVA Trafo Panosu) - 1.Kademe Kontaktörü Çıkış Sol Faz Alttan 1. Sağdan 1.
- 6) 2. Üretim alanı TR Merkezi TR-A-P1 (1000 kVA Trafo Panosu) - 7.Kademe Kontaktörü Alt Çıkışları Alttan 1.Sağdan 1.
- 7) 3. Üretim alanı TR Merkezi TR-B-P (1600 kVA) – Şebeke Şalteri
- 8) 3. Üretim alanı TR Merk. TR-B-P (1600 kVA) - I.M.L. Çıkış Şalteri Baraları
- 9) 3. Üretim alanı TR.C TRC.P Panosu – 2500 AM Ana Şalter Baraları

- 10) 3. Üretim alanı TR.C.P Panosu – Sabit Kondanstör Kontaktör Kabloları
- 11) 3. Üretim alanı TR.C P-2 P2 Panosu – Ana Giriş Şalteri 1250 AM Soldan 1.Göz Üstten 2.Alttan 1.
- 12) 3. Ür. alanı TR.C P-2 P2 Pan. – 500 AM Busbar Şalteri Baraları Sol 2.Göz
- 13) 3. Üretim alanı TR.C P-2 P2 Panosu – Konpanzasyon Şalteri Soldan 3.Göz
- 14) 3. Üretim alanı TR.C P-2 P2 Panosu Konpanzasyon - 2. Kademe NH'ler Üstten 1. Soldan 2.
- 15) 3. Üretim alanı TR.C P-2 P2 Panosu - 2.Kademe Kontaktörü Kabloları Alttan 2. Soldan 2.
- 16) 3. Üretim alanı TR.C P-2 P2 Panosu - 5.Kademe Kontaktörü Kabloları Alttan 1. Soldan2.
- 17) 3. Üretim alanı TR.C P-2 P2 Panosu - 2.Kademe Kondanstör Bağlantısı Alttan 1. Soldan 1.
- 18) 3. Ür. alanı TR.C P-2 P2 Pan. – NH Sigortalar 11.Kademe Üst 2. Sol 2.Grup
- 19) 3. Üretim alanı TR.C P-2 P2 Panosu – 7 Nolu Kademe Kontaktörü Kabloları Alttan 3. Soldan 1.
- 20) 3. Üretim alanı TR.C P-2 P2 Panosu - 11.Nolu Kademe Kontaktörü Kabloları Alttan 2. Soldan 2.
- 21) 1.Üretim alanı 200AM Busbar – Techizat İçin Şebeke Jenaratör Kontaktörü Besleme Şalteri
- 22) 1.Üretim alanı 200 AM Busbar - 1.Nolu Makine Kablosu
- 23) 1.Üretim alanı TR-B-P4 Panosu – 400 AM Şalteri Giriş Kabloları
- 24) 1.Üretim alanı TR-B-P4 Panosu – 400 AM Çıkış Kabloları (Pano Havalandırmalı)
- 25) 1.Üretim alanı TR-B-P4 Panosu - 5.Kademe Kontaktörü Kabloları
- 26) 2. Üretim alanı TR-A-P2 Panosu – Soldan 1.Göz Şalter Üst Kısım
- 27) Platform TR-A-P2 Panosu – Soldan 1.Göz Şalter Alt Kısım

- 28) Platform TR-A-P4 Panosu - C7 Kontaktör Kablosu Altan 2. Soldan 1.
- 29) Platform TR-A-P5 Panosu - Soldan 2. Şalter Chiller OG (orta gerilim) Şalteri
- 30) Platform TR-A-P5 Panosu – Soldan 3.Şalter Kablosu Chiller
- 31) Platform I.M.L (in mold label-kalıp içi etiket)Pompa Panosu – Termik Röle
Altan 1. Sağdan 1.
- 32) Platf. Soğutucu Basma Pompa Panosu – Termik Röle Kab. Alt 1. Sol 1.
- 33) 3. Üretim alanı TR-B-P1 Panosu – 2000 AM Besleme Şalteri Barası
- 34) 3. Üret. alanı TR-B-P1 Panosu - 1.Kad. Kontaktörü Kab. Üst 2. Sağ 2

1) 2. Üretim alanı TR Merkezi TR-A-P1 (1000kVA Trafo Panosu) – 2500 AM
Ana Giriş Şalteri (Giriş) Üst giriş orta ayak, Soldan giriş çıkış barası



Resim 4.2. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 1

SICAKLIK (°C)	
NOKTA	1 51,6
	2 59,6
	3 57,8

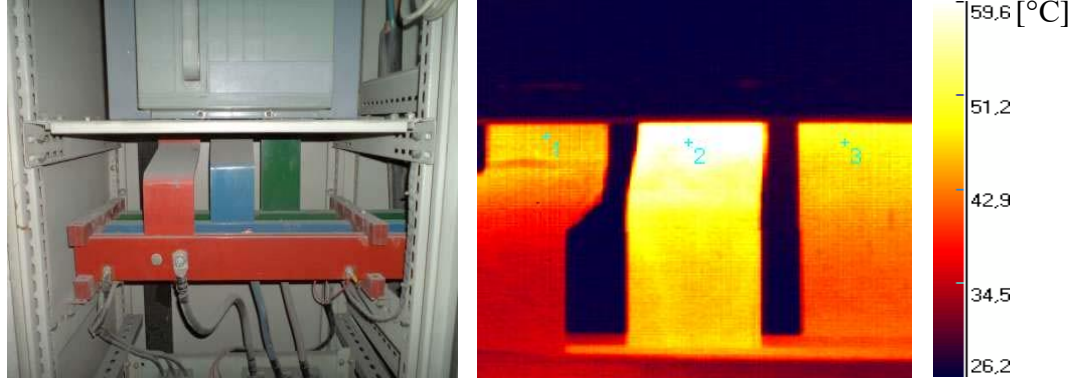
Yorum ve Öneri

IR Termografi çekimde örneklenen noktalardaki sıcaklık değerleri yukarıda sağdaki tabloda gösterilmiştir. Sıcaklık tablosunda bulunan 1 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 51,6°C, 2 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 59,6°C, 3 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 57,8°C, 4 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 56,8°C, 5 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 50,2°C, 6 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 45,5°C' dir.

Termal grafiden işaretli şalterin üst orta faz bara bağlantısında ısınan alanlar olduğu görülmektedir.

Enerji kesilerek işaretli şalterin üst orta faz bara bağlantısının sökülmesi, bakır baranın bağlantı yüzeylerin temizlenmesi ve düzeltilmesi, barayı sıkı somunların altına geniş yüzeyli pullar konularak sıkılması, enerjili ve yüklü iken baralardan geçen akım ölçülerek fazlar arası yük dağılımının hesaplanarak kontrol edilmesi gerekmektedir.

2) 2. Üretim alanı TR Merkezi TR-A-P1 (1000kVA Trafo Panosu)-2 – 2500 AM
Ana Giriş Şalteri (Çıkış) Alt çıkış, Soldan giriş çıkış barası



Resim 4.3. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 2

SICAKLIK (°C)	
NOKTA	1 46,1
	2 59,6
	3 48,8

Yorum ve Öneriler

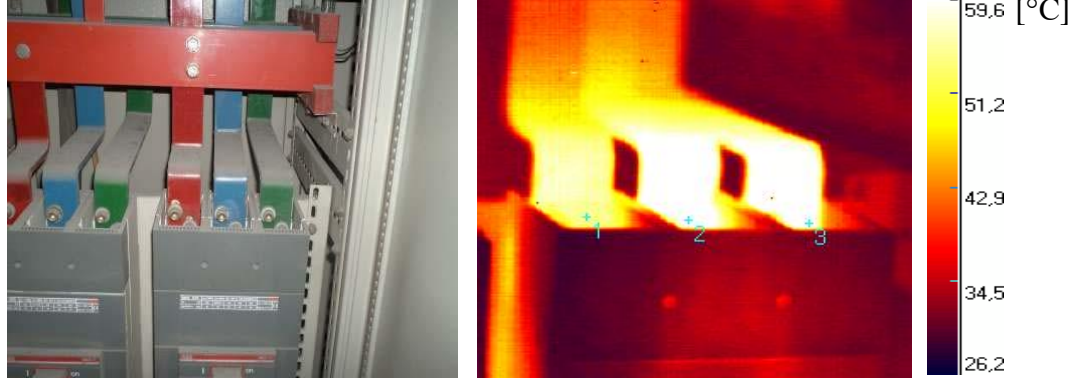
IR Termografi çekimde örneklenen noktalardaki sıcaklık değerleri yukarıda sağdaki tabloda gösterilmiştir.

Sıcaklık tablosunda bulunan 1 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 46,1°C, 2 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 59,6°C, 3 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 48,8°C' dir.

Termal grafiden işaretli şalterin alt orta faz bara bağlantısında ısınan alanlar olduğu görülmektedir.

Enerji kesilerek işaretli şalterin alt orta faz bara bağlantısının sökülmesi, bakır baranın bağlantı yüzeylerin temizlenmesi ve düzeltilmesi, barayı sıkan somunların altına geniş yüzeyli pullar konularak sıkılması, enerjili ve yüklü iken baralardan geçen akım ölçülerek fazlar arası yük dağılımının hesaplanarak kontrol edilmesi gerekmektedir.

3) 2. Üretim alanı TR Merkezi TR-A-P1 (1000kVA Trafo Panosu) – Termaform Yeni Çatı Şalteri Giriş Barası



Resim 4.4. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 3

SICAKLIK (°C)	
NOKTA	1 53,9
	2 59,6
	3 59,6

Yorum ve Öneriler

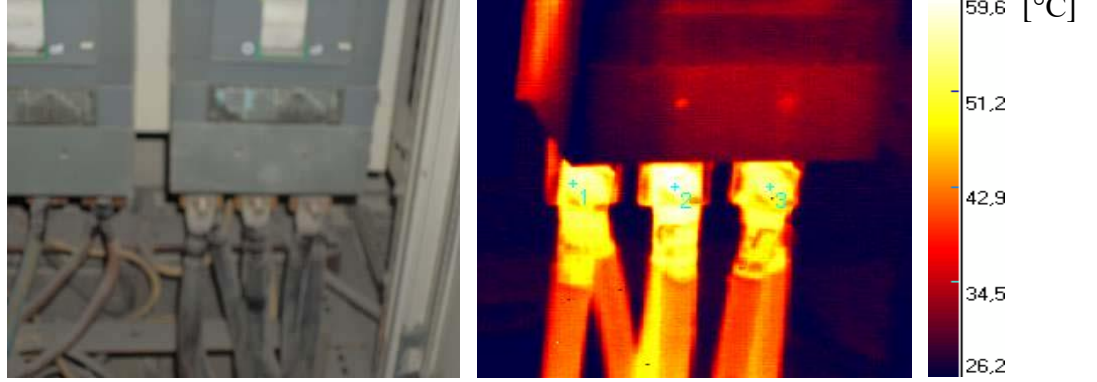
IR Termografi çekimde örneklenen noktalardaki sıcaklık değerleri yukarıda sağdaki tabloda gösterilmiştir.

Sıcaklık tablosunda bulunan 1 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 53,9°C, 2 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 59,6°C, 3 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 59,6°C' dir.

Termal grafiden işaretli şalterin üst sol, orta ve sağ faz bara bağlantılarında ısınan alanlar olduğu görülmektedir.

Enerji kesilerek işaretli şalterin üst sol, orta ve sağ faz bara bağlantılarının sökülmesi, bakır baranın bağlantı yüzeylerin temizlenmesi ve düzeltilmesi, barayı sıkı somunların altına geniş yüzeyli pullar konularak sıkılması, enerjili ve yüklü iken baralardan geçen akım ölçülerek fazlar arası yük dağılımının hesaplanarak kontrol edilmesi gerekmektedir.

4) 2. Üretim alanı TR Merkezi TR-A-P1 (1000kVA Trafo Panosu) – Termaform Yeni Çatı Şalteri Çıkış Barası



Resim 4.5. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 4

SICAKLIK (°C)	
NOKTA	1 56,2
	2 59,6
	3 56,2

Yorum ve Öneriler

IR Termografi çekimde örneklenen noktalardaki sıcaklık değerleri yukarıda sağdaki tabloda gösterilmiştir.

Sıcaklık tablosunda bulunan 1numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 56,2°C, 2 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 59,6°C, 3 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 56,2°C' dir.

Termal grafiden işaretli olan şalterin alt kablo pabuç ve bağlantılarında yoğunlaştığı, bağlantı noktasından uzaklaştıkça ısının azaldığı görülmektedir.

Enerji kesilerek işaretli olan şalterin alt sol, orta ve sağ faz kablo pabuç bağlantılarının sökülerek kablo uçlarının temizlenmesi ve düzeltilmesi, kabloların pabuca düzgünce yerleştirilerek pabuç boğazındaki tüm alanın iyice sıkılarak kabloların pabuçlanması, pabuçları sıkı somun ve cıvataların altına geniş yüzeyli pullar konularak sıkılması, enerjili ve tam yükte iken kablolardan geçen akım ölçülerek kablo kesitlerinin hesaplanarak kontrol edilmesi gerekmektedir.

5) 2. Üretim alanı TR Merkezi TR-A-P1 (1000kVA Trafo Panosu) - 1.Kademe Kontaktörü Çıkış Sol Faz Alttan 1.Sağdan 1.



Resim 4.6. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 5

SICAKLIK (°C)	
NOKTA	1 46,9
	2 58,8
	3 55,5

Yorum ve Öneriler

IR Termografi çekimde örneklenen noktalardaki sıcaklık değerleri yukarıda sağdaki tabloda gös

Sıcaklık tablosunda bulunan 1 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 46,9°C, 2 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 58,8°C, 3 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 55,5°C' dir.

Termal grafiden işaretli olan kontaktörün alt sol faz kablo pabuç bağlantısında ısınan alanlar olduğu gözlemlenmektedir.

Enerji kesilerek işaretli olan kontaktörün alt sol faz kablo pabuç bağlantısının sökülerek kablo ucunun temizlenmesi ve düzeltilmesi, kablonun pabuca düzgünce yerleştirilerek pabuç boğazındaki tüm alanın iyice sıkılarak kablonun pabuclanması, pabuçları sıkın somun ve cıvataların altına geniş yüzeyli pullar konularak sıkılması, enerjili ve yüklü iken kablolardan geçen akım ölçülerek fazlararası yük dağılımının hesaplanarak kontrol edilmesi gerekmektedir.

6) 2. Üretim alanı TR Merkezi TR-A-P1 (1000kVA Trafo Panosu) - 7.Kademe Kontaktörü Alt Çıkışları Alttan 1. Sağdan 1.



Resim 4.7. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 6

SICAKLIK (°C)				
NOKTA	1	56,4	4	59,6
	2	51,8	5	44,9
	3	57,8	6	49,4

Yorum ve Öneriler

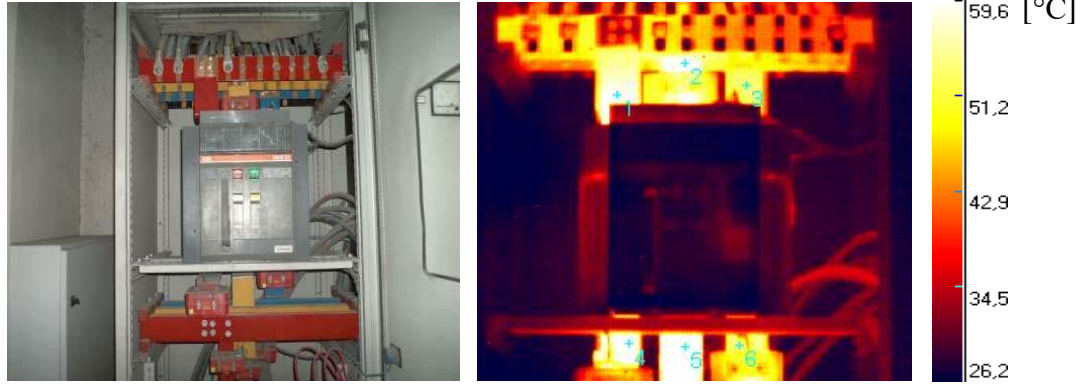
IR Termografi çekimde örneklenen noktalardaki sıcaklık değerleri yukarıda sağdaki tabloda gösterilmiştir.

Sıcaklık tablosunda bulunan 1 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 56,4 °C, 2 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 51,8°C, 3 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 57,8°C, 4 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 59,6°C, 5 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 44,9°C, 6 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 49,4°C' dir.

Termal grafiden işaretli olan kontaktörün alt ve üst kablo pabuç bağlantılarında ısınan alanlar olduğu gözlemlenmektedir.

Enerji kesilerek işaretli olan kontaktörün alt ve üst kablo pabuç bağlantılarının sökülerek kablo uçlarının temizlenmesi ve düzeltilmesi, kabloların pabuca düzgünce yerleştirilerek pabuç boğazındaki tüm alanın iyice sıkılarak kablonun pabuclanması, pabuçları sıkı somun ve civataların altına geniş yüzeyli pullar konularak sıkılması, enerjili ve yüklü iken kablolardan geçen akım ölçülerek fazlar arası yük dağılımının ve kablo kesitlerinin hesaplanarak kontrol edilmesi gerekmektedir.

7) 3. Üretim alanı TR Merkezi TR-B-P (1600kVA) – Şebeke Şalteri



Resim 4.8. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 7

		SICAKLIK (°C)	
NOKTA	1	58,8	4 59,6
	2	59,2	5 59,6
	3	54,7	6 53,5

Yorum ve Öneriler

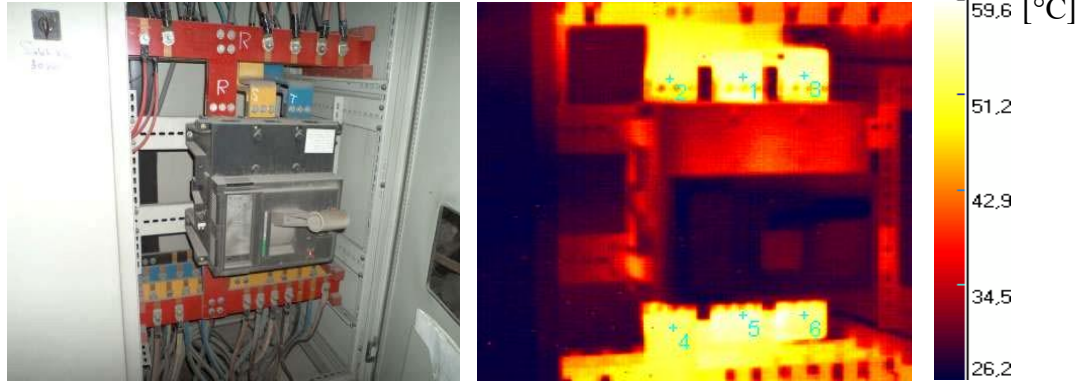
IR Termografi çekimde örneklenen noktalardaki sıcaklık değerleri yukarıda sağdaki tabloda gösterilmiştir.

Sıcaklık tablosunda bulunan 1 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 58,8°C, 2 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 59,2°C, 3 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 54,7°C, 4 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 59,6°C, 5 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 59,6°C, 6 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 53,5°C' dir.

Termal grafiden işaretli şalterin alt ve üst bara bağlantılarında ısınan alanlar olduğu görülmektedir.

Enerji kesilerek işaretli şalterin alt ve üst bara bağlantılarının sökülmesi, bakır baranın bağlantı yüzeylerin temizlenmesi ve düzeltilmesi, barayı sıkı somunların altına geniş yüzeyli pullar konularak sıkılması, enerjili ve yüklü iken baralardan geçen akım ölçülerek fazlar arası yük dağılımının hesaplanarak kontrol edilmesi gerekmektedir.

8) 3. Üretim alanı TR Merkezi TR-B-P (1600kVA) - I.M.L Çıkış Şalteri Baraları



Resim 4.9. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 8

SICAKLIK (°C)				
NOKTA	1	55,3	4	51,0
	2	51,6	5	55,1
	3	53,3	6	52,2

Yorum ve Öneriler

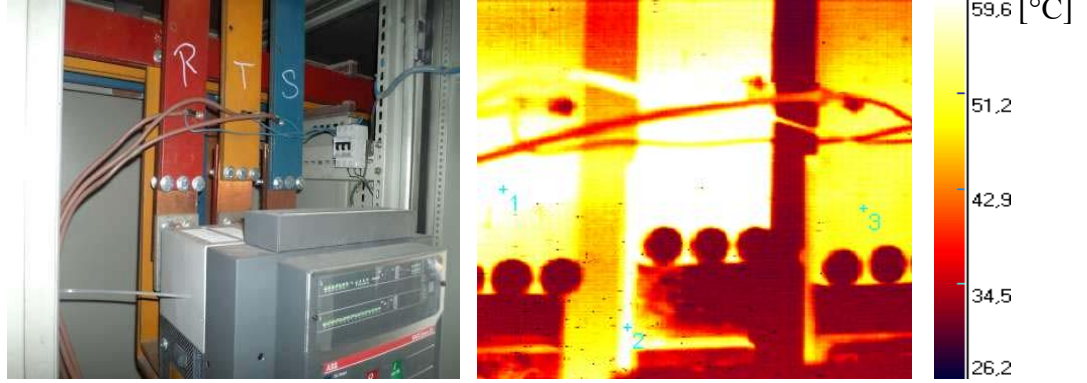
IR Termografi çekimde örneklenen noktalardaki sıcaklık değerleri yukarıda sağdaki tabloda gösterilmiştir.

Sıcaklık tablosunda bulunan 1 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 55,3°C, 2 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 51,6°C, 3 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 53,3°C, 4 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 51,0°C, 5 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 55,1°C, 6 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 52,2°C' dir.

Termal grafiden işaretli şalterin alt ve üst bara bağlantılarında ısınan alanlar olduğu görülmektedir.

Enerji kesilerek işaretli şalterin alt ve üst bara bağlantılarının sökülmesi, bakır baranın bağlantı yüzeylerin temizlenmesi ve düzeltilmesi, barayı sıkı tutan somunların altına geniş yüzeyli pullar konularak sıkılması, enerjili ve yüklü iken baralardan geçen akım ölçülerek fazlar arası yük dağılımının hesaplanarak kontrol edilmesi gerekmektedir.

9) 3. Üretim alanı TR.C TRC.P Panosu – 2500 AM Ana Şalter Baraları



Resim 4.10. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 9

SICAKLIK (°C)	
NOKTA	1 65,9
	2 65,9
	3 59,2

Yorum ve Öneriler

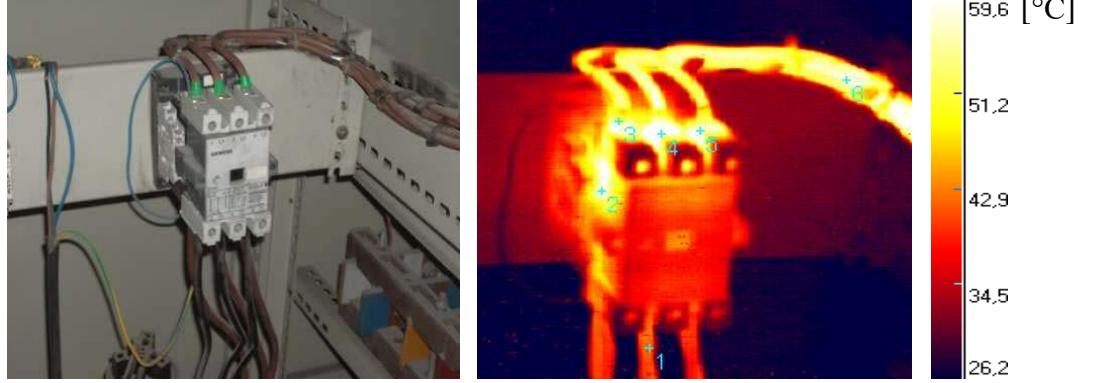
IR Termografi çekimde örneklenen noktadaki sıcaklık değerleri yukarıda sağdaki tabloda gösterilmiştir.

Sıcaklık tablosunda bulunan 1 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 65,9°C, 2 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 65,9°C, 3 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 59,2°C' dir.

Termal grafiden işaretli şalterin üst bara bağlantılarında ısınan alanlar olduğu görülmektedir.

Enerji kesilerek işaretli şalterin üst bara bağlantılarının sökülmesi, bakır baranın bağlantı yüzeylerin temizlenmesi ve düzeltilmesi, barayı sıkı somunların üstüne tekrar somun bağlanarak bağlantı yüzeyinin genişlemesinin ve sıkılmasının sağlanması, somunların altına geniş yüzeyli pullar konularak sıkılması, enerjili ve yüklü iken baralardan geçen akım ölçülerek fazlar arası yük dağılımının hesaplanarak kontrol edilmesi gerekmektedir.

10) 3. Üretim alanı TR.C.P Panosu – Sabit Kondanstör Kontaktör Kabloları



Resim 4.11. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 10

SICAKLIK (°C)				
NOKTA	1	50,2	4	65,9
	2	65,9	5	63,7
	3	60,8	6	65,1

Yorum ve Öneriler

IR Termografi çekimde örneklenen noktalardaki sıcaklık değerleri yukarıda sağdaki tabloda gösterilmiştir.

Sıcaklık tablosunda bulunan 1 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 50,2°C, 2 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 65,9°C, 3 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 60,8°C, 4 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 65,9°C, 5 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 63,7°C, 6 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 65,1°C' dir. Termal grafiden işaretli olan kontaktörün gövdesinde, üst kablo ve kablo pabuç bağlantılarında ısınan alanlar olduğu gözlemlenmektedir.

Enerji kesilerek işaretli olan kontaktörün üst kablo pabuç bağlantılarının sökülerek kablouçlarının temizlenmesi ve düzeltilmesi, kabloların pabuca düzgünce yerleştirilerek pabuç boğazındaki tüm alanın iyice sıkılarak kablonun pabuclanması, pabuçları sıkı somun ve civataların altına geniş yüzeyli pullar konularak sıkılması, enerjili ve yüklü iken kablolardan geçen akım ölçülerek kontaktör gücünün ve kablo kesitlerinin hesaplanarak kontrol edilmesi gerekmektedir.

**11) 3. Üretim alanı TR.C P-2 P2 Panosu – Ana Giriş Şalteri 1250 AM Soldan 1.
Göz Üstten 2. Altan 1.**



Resim 4.12. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 11

SICAKLIK (°C)	
NOKTA	1 65,9
	2 63,3
	3 63,7

Yorum ve Öneriler

IR Termografi çekimde örneklenen noktalardaki sıcaklık değerleri yukarıda sağdaki tabloda gösterilmiştir.

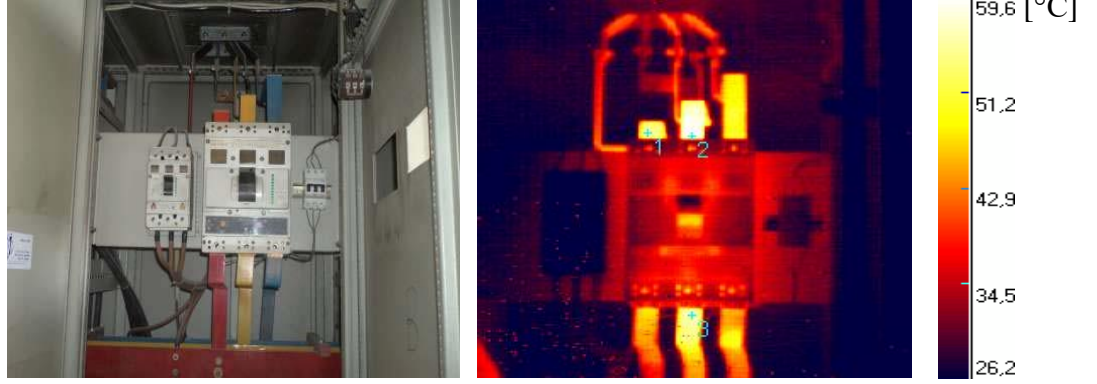
Sıcaklık tablosunda bulunan 1 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 65,9°C, 2 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 63,3°C, 3 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 63,7°C' dir.

Termal grafiden işaretli şalterin alt ve üst bara bağlantılarında ısınan alanlar olduğu görülmektedir.

Enerji kesilerek işaretli şalterin alt ve üst bara bağlantılarının sökülmesi, bakır baranın bağlantı yüzeylerin temizlenmesi ve düzeltilmesi, barayı sıkı somunların altına geniş yüzeyli pullar konularak sıkılması, enerjili ve yüklü iken baralardan geçen akım ölçülerek fazlar arası yük dağılımının hesaplanarak kontrol edilmesi gerekmektedir.

12) 3. Üretim alanı TR.C P-2 P2 Panosu – 500 AM Busbar Şalteri Baraları Soldan

2. Göz



Resim 4.13. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 12

SICAKLIK (°C)	
NOKTA	1 61,0
	2 65,9
	3 62,5

Yorum ve Öneriler

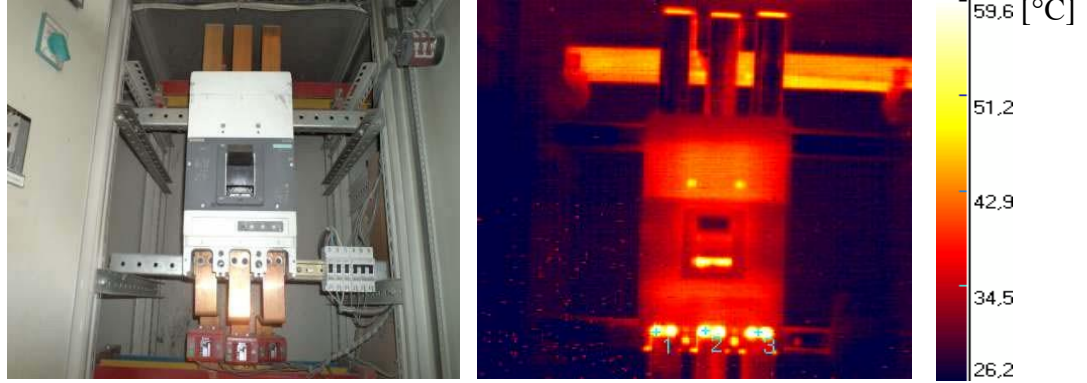
IR Termografi çekimde örneklenen noktalardaki sıcaklık değerleri yukarıda sağdaki tabloda gösterilmiştir.

Sıcaklık tablosunda bulunan 1 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 61,0°C, 2 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 65,9°C, 3 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 62,5°C' dir.

Termal grafiden işaretli şalterin alt ve üst bara bağlantılarında ısınan alanlar olduğu görülmektedir.

Enerji kesilerek işaretli şalterin alt ve üst bara bağlantılarının sökülmesi, bakır baranın bağlantı yüzeylerin temizlenmesi ve düzeltilmesi, barayı sıkı somunların altına geniş yüzeyli pullar konularak sıkılması, enerjili ve yüklü iken baralardan geçen akım ölçülerek fazlar arası yük dağılımının hesaplanarak kontrol edilmesi gerekmektedir.

13) 3. Üretim alanı TR.C P-2 P2 Panosu – Konpanzasyon Şalteri Soldan 3. Göz



Resim 4.14. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 13

SICAKLIK (°C)	
NOKTA	1 65,9
	2 65,9
	3 65,9

Yorum ve Öneriler

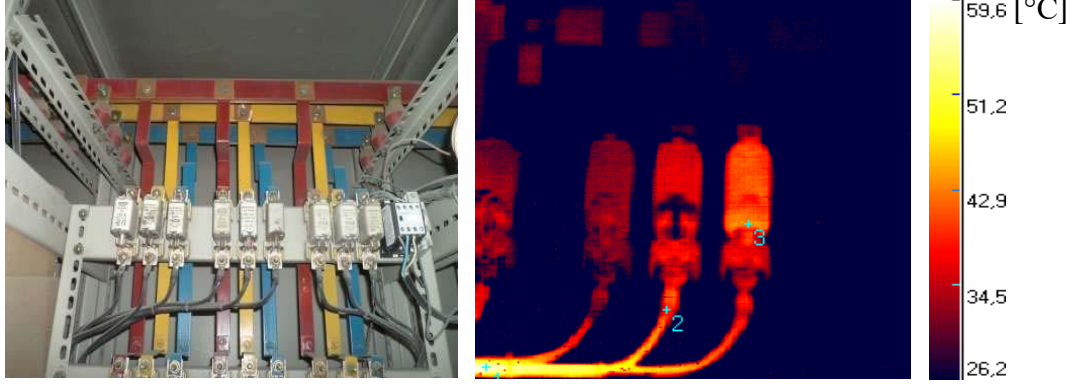
IR Termografi çekimde örneklenen noktalardaki sıcaklık değerleri yukarıda sağdaki tabloda gösterilmiştir.

Sıcaklık tablosunda bulunan 1 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 65,9°C, 2 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 65,9°C, 3 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 65,9°C' dir.

Termal grafiden işaretli şalterin altbara bağlantılarında ısınan alanlar olduğu görülmektedir.

Enerji kesilerek işaretli şalterin alt bara bağlantılarının sökülmesi, bakır baranın bağlantı yüzeylerin temizlenmesi ve düzeltilmesi, barayı sıkan somunların altına geniş yüzeyli pullar konularak sıkılması, enerjili ve yüklü iken baralardan geçen akım ölçülerek fazlararası yük dağılımının hesaplanarak kontrol edilmesi gerekmektedir.

14) 3. Üretim alanı TR.C P-2 P2 Panosu Konpanzasyon - 2. Kademe NH'ler
Üstten 1. Soldan 2.



Resim 4.15. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 14

SICAKLIK (°C)	
NOKTA	1 64,5
	2 51,8
	3 54,1

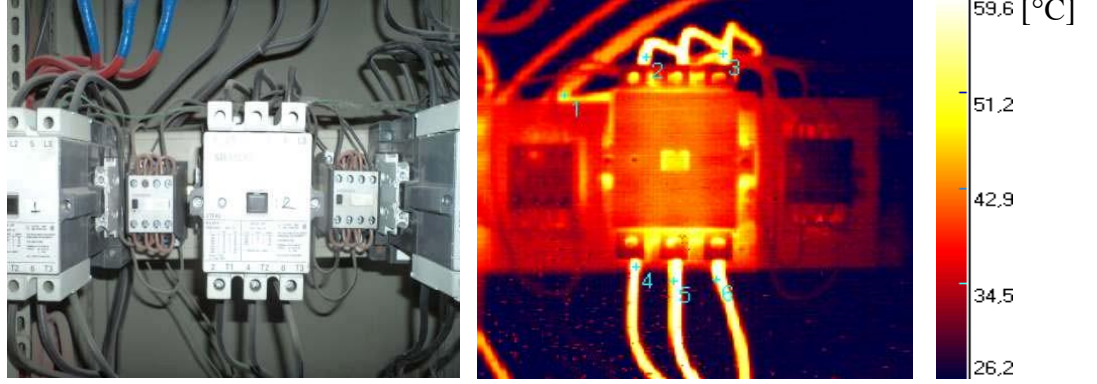
Yorum ve Öneriler

IR Termografi çekimde örneklenen noktalardaki sıcaklık değerleri yukarıda sağdaki tabloda gösterilmiştir.

Sıcaklık tablosunda bulunan 1 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 64,5°C, 2 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 51,8°C, 3 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 54,1°C' dir.

Termal grafiden işaretli olan sağ faz NH sigortanın gövdesinde, alt ayak bağlantısında, orta ve sağ faz NH sigorta alt kablo pabuçlarında ve NH sigortaları besleyen kablolarda ısınan alanlar olduğu görülmektedir. Enerji kesilerek işaretli olan orta ve sağ faz NH sigortaların alt kablo pabuç bağlantılarının sökülmesi, kablo uçlarının temizlenmesi ve düzeltilmesi, kabloların pabuca düzgünce yerleştirilerek iyice sıkılarak kablo bağlantısının yapılması, sağ faz NH sigortanın alt ayağını sıkın sigorta kaidesinin alt tarafındaki ağzının NH sigortanına yağını yeterince sıkmadığından NH sigorta kaidesinin yenilenmesi, enerjili ve yüklü iken kablodan geçen akım ölçülerek kablo kesitlerinin hesaplanarak kontrol edilmesi gerekmektedir.

15) 3. Üretim alanı TR.C P-2 P2 Panosu - 2. Kademe Kontaktörü Kabloları
Alttan 2. Soldan 2.



Resim 4.16. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 15

		SICAKLIK (°C)	
NOKTA	1	55,3	4 65,9
	2	65,9	5 65,9
	3	64,5	6 61,2

Yorum ve Öneriler

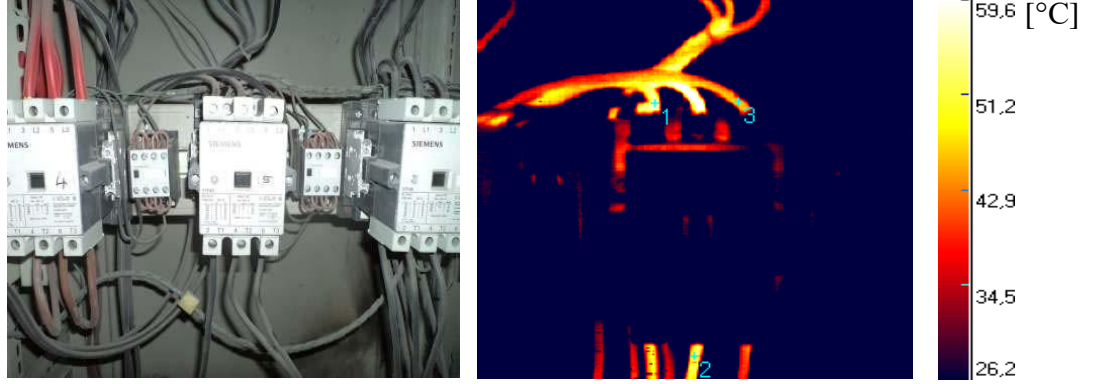
IR Termografi çekimde örneklenen noktalardaki sıcaklık değerleri yukarıda sağdaki tabloda gösterilmiştir.

Sıcaklık tablosunda bulunan 1 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 55,3°C, 2 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 65,9°C, 3 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 64,5°C, 4 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 65,9°C, 5 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 65,9°C, 6 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 61,2°C' dir.

Termal grafiden ısının işaretli olan kontaktörün alt ve üst kablo ve kablo bağlantı noktalarında yoğunlaştığı görülmektedir.

Enerji kesilerek işaretli olan kontaktörün alt ve üst kablo bağlantılarının sökülerek kablo uçlarının temizlenmesi ve düzeltilmesi, kablo sıkma elemanlarının kontrol edilmesi, kablonun bağlantı yuvasına klemensin kabloyu eşit sıkacağı şekilde düzgün olarak yerleştirilmesi ve sıkılması, enerjili ve tam yükte iken kablolardan geçen akım ölçülerek kablo kesidinin ve kontaktör gücünün hesaplanarak kontrol edilmesi gerekmektedir.

**16) 3. Üretim alanı TR.C P-2 P2 Panosu - 5. Kademe Kontaktörü Kabloları
Alttan 1. Soldan 2.**



Resim 4.17. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 16

SICAKLIK (°C)	
NOKTA	1 65,5
	2 55,3
	3 58,6

Yorum ve Öneriler

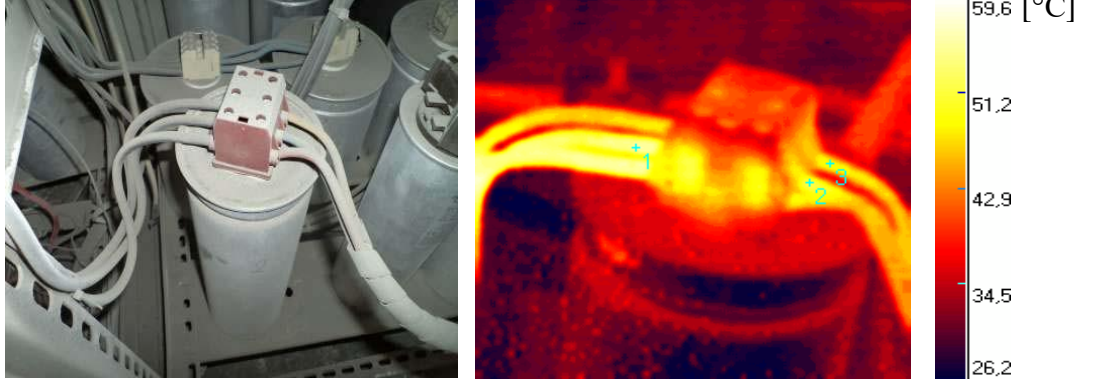
IR Termografi çekimde örneklenen noktalardaki sıcaklık değerleri yukarıda sağdaki tabloda gösterilmiştir.

Sıcaklık tablosunda bulunan 1 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 65,5°C, 2 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 55,3°C, 3 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 58,6°C' dir.

Termal grafiden ısının işaretli olan kontaktörün alt ve üst kablo ve kablo bağlantı noktalarında yoğunlaştığı görülmektedir.

Enerji kesilerek işaretli olan kontaktörün alt ve üst kablo bağlantılarının sökülerek kablo uçlarının temizlenmesi ve düzeltilmesi, kablo sıkma elemanlarının kontrol edilmesi, kablonun bağlantı yuvasına klemensin kabloyu eşit sıkacağı şekilde düzgün olarak yerleştirilmesi ve sıkılması, enerjili ve tam yükte iken kablolardan geçen akım ölçülerek kablo kesidinin ve kontaktör gücünün hesaplanarak kontrol edilmesi gerekmektedir.

**17) 3. Üretim alanı TR.C P-2 P2 Panosu - 2. Kademe Kondansatör Bağlantısı
Altın 1. Soldan 1.**



Resim 4.18. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 17

SICAKLIK (°C)	
NOKTA	1 71,5
	2 66,7
	3 63,3

Yorum ve Öneriler

IR Termografi çekimde örneklenen noktalardaki sıcaklık değerleri yukarıda sağdaki tabloda gösterilmiştir.

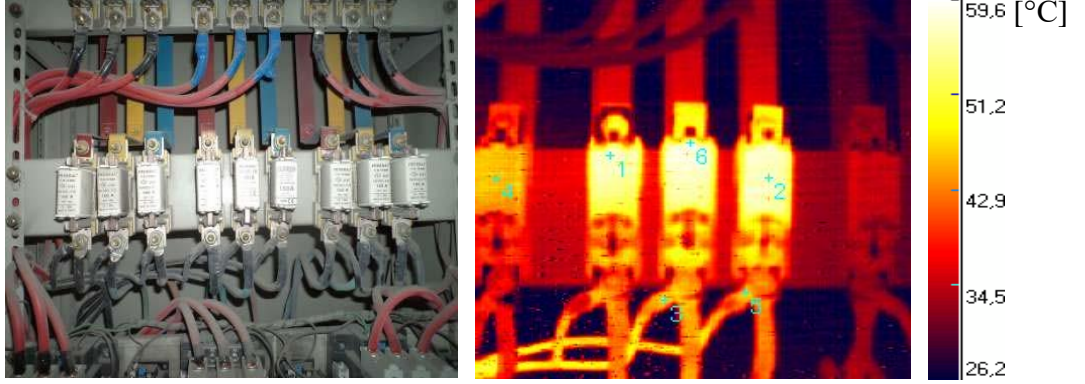
Sıcaklık tablosunda bulunan 1 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 71,5°C, 2 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 66,7°C, 3 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 63,3°C' dir.

Termal grafiden ısının klemensin gövdesinde, sol ve sağ kablo ve kablo bağlantı noktalarında yoğunlaştığı görülmektedir.

Enerji kesilerek işaretli olan klemensin sol ve sağ kablo pabuc bağlantılarının sökülerek kablo ucunun temizlenmesi ve düzeltilmesi, kablo sıkma elemanlarının kontrol edilmesi, kablonun pabuca düzgünce yerleştirilerek pabuç boğazındaki tüm alanın iyice sıkılarak kablonun pabuclanarak sıkılması, klemensin gövdesinde oluşan sıcaklıktan dolayı yenilenmesi, enerjili ve tam yükte iken kablolardan geçen akım ölçülerek kablo kesidinin hesaplanarak kontrol edilmesi gerekmektedir.

Bu panoya ACİL müdahale gerekmektedir. Hemen enerji kesilerek yukarıda belirtilen işlemler yapılmalıdır.

18) 3. Üretim alanı TR.C P-2 P2 Panosu – NH Sigortalar 11. Kademe Üstten 2.
Soldan 2. Grup



Resim 4.19. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 18

SICAKLIK (°C)				
NOKTA	1	65,7	4	55,3
	2	63,7	5	55,5
	3	57,0	6	65,9

Yorum ve Öneriler

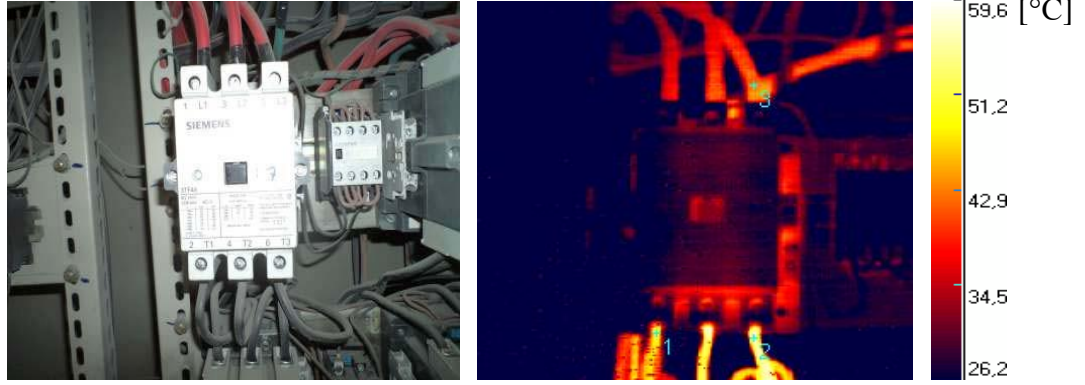
IR Termografi çekimde örneklenen noktalardaki sıcaklık değerleri yukarıda sağdaki tabloda gösterilmiştir. Sıcaklık tablosunda bulunan 1 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 65,7°C, 2 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 63,7°C, 3 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 57,0°C, 4 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 55,3°C, 5 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 55,5°C, 6 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 65,9°C' dir.

Termal grafiden NH sigortaların gövdesinde, alt ve alt ayak ve üst kablo bağlantılarında ısınan alanlar olduğu görülmektedir. Enerji kesilerek işaretli olan NH sigortaların alt kablo pabuç bağlantılarının sökülmesi, kabloların uçlarının temizlenmesi ve düzeltilmesi, kabloların pabuçlara düzgünce yerleştirilerek iyice sıkılarak kabloların bağlantılarının yapılması, alt ve üst ayaklarını sıkın sigorta kaidesinde alt ve üst tarafındaki ağızlarının NH sigortanın ayaklarını yeterince sıkmadığından, NH sigorta kaidelerinin yenilenmesi, enerjili ve yüklü iken kablodan geçen akım ölçülerek, sigorta güçlerinin hesaplanarak kontrol edilmesi, NH sigortaların kapasiteleri yetersiz ise bir üst güç seçilmesi, kapasiteleri yeterli ise

gövdelerinde oluşan sıcaklıktan dolayı enerji kesilerek yeni NH sigorta ile değiştirilmesi gerekmektedir.

19) 3. Üretim alanı TR.C P-2 P2 Panosu – 7 Nolu Kademe Kontaktörü Kabloları

Altın 3. Soldan 1.



Resim 4.20. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 19

SICAKLIK (°C)	
NOKTA	1 61,2
	2 66,1
	3 56,8

Yorum ve Öneriler

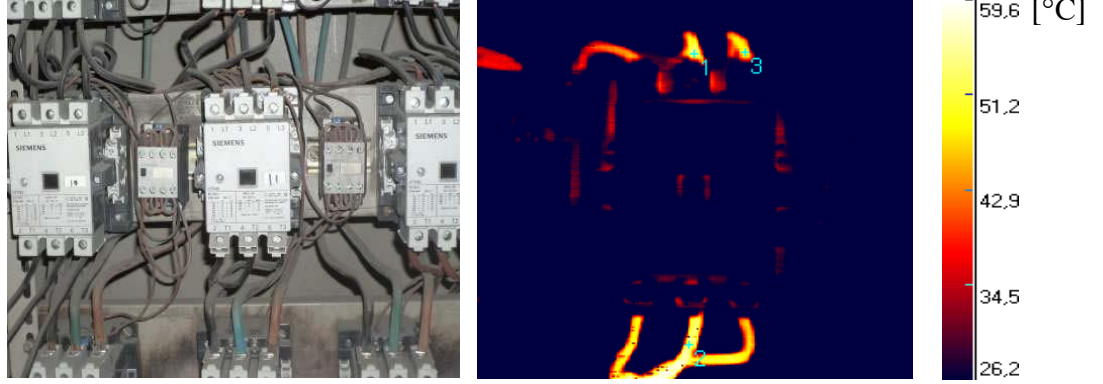
IR Termografi çekimde örneklenen noktalardaki sıcaklık değerleri yukarıda sağdaki tabloda gösterilmiştir.

Sıcaklık tablosunda bulunan 1 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 61,2°C, 2 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 66,1°C, 3 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 56,8°C' dir.

Termal grafiden ısının işaretli olan kontaktörün üst sağ faz ve alt kablo ve kablo bağlantı noktalarında yoğunlaştığı görülmektedir.

Enerji kesilerek işaretli olan kontaktörün üst sağ faz ve alt kablo bağlantılarının sökülerek kablo uçlarının temizlenmesi ve düzeltilmesi, kablo sıkma elemanlarının kontrol edilmesi, kablonun bağlantı yuvasına klemensin kabloyu eşit sıkacağı şekilde düzgün olarak yerleştirilmesi ve sıkılması, enerjili ve tam yükte iken kablolardan geçen akım ölçülerek kablo kesitlerinin ve fazlar arası yük dağılımının hesaplanarak kontrol edilmesi gerekmektedir.

**20) 3. Üretim alanı TR.C P-2 P2 Panosu - 11. Nolu Kademe Kontaktörü Kabloları
Altın 2. Soldan 2.**



Resim 4.21. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 20

SICAKLIK (°C)	
NOKTA	1 68,3
	2 69,8
	3 65,5

Yorum ve Öneriler

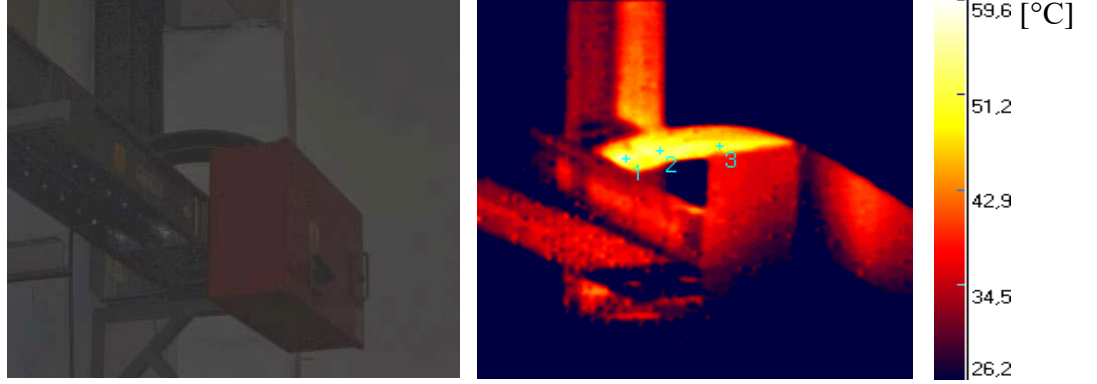
IR Termografi çekimde örneklenen noktalardaki sıcaklık değerleri yukarıda sağdaki tabloda gösterilmiştir.

Sıcaklık tablosunda bulunan 1 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 68,3°C, 2 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 69,8°C, 3 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 65,5°C' dir.

Termal grafiden ısının işaretli olan kontaktörün alt ve üst kablo ve kablo bağlantı noktalarında yoğunlaştığı görülmektedir.

Enerji kesilerek işaretli olan kontaktörün alt ve üst kablo bağlantılarının sökülerek kablo uçlarının temizlenmesi ve düzeltilmesi, kablo sıkma elemanlarının kontrol edilmesi, kablonun bağlantı yuvasına klemensin kabloyu eşit sıkacağı şekilde düzgün olarak yerleştirilmesi ve sıkılması, enerjili ve tam yükte iken kablolardan geçen akım ölçülerek kablo kesitlerinin ve fazlar arası yük dağılımının hesaplanarak kontrol edilmesi gerekmektedir.

21) 1.Üretim alanı 200 AM Busbar – Techizat İçin Şebeke Jenaratör Kontaktörü Besleme Şalteri



Resim 4.22. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 21

SICAKLIK (°C)	
NOKTA	1 52,3
	2 51,0
	3 50,2

Yorum ve Öneriler

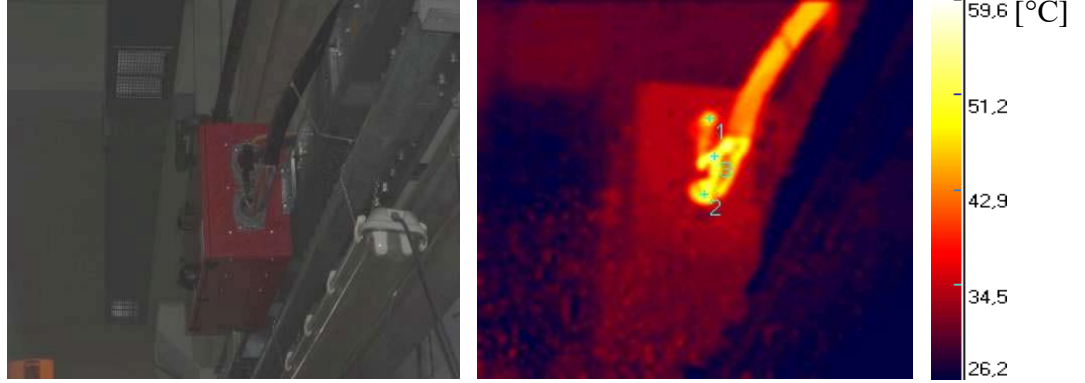
IR Termografi çekimde örneklenen noktalardaki sıcaklık değerleri yukarıda sağdaki tabloda gösterilmiştir.

Sıcaklık tablosunda bulunan 1 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 52,3°C, 2 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 51,0°C, 3 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 50,2°C' dir.

Termal grafiden işaretli olan 1.Üretim alanı busbar kablolarında ısınan alanlar olduğu gözlemlenmektedir.

Enerji kesilerek işaretli olan busbar kutusunun içindeki kablo bağlantılarının sökülerek kontrol edilmesi, kablo uçlarının temizlenmesi ve düzeltilmesi, kabloların bağlantı yuvasına düzgünce yerleştirilerek bağlanması, enerjili ve tam yükte iken kablolardan geçen akım ölçülerek kablo kesitlerinin hesaplanarak kontrol edilmesi gerekmektedir.

22) 1.Üretim alanı 200 AM Busbar - 1.Nolu Makine Kablosu



Resim 4.23. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 22

SICAKLIK (°C)	
NOKTA	1 55,5
	2 57,0
	3 61,6

Yorum ve Öneriler

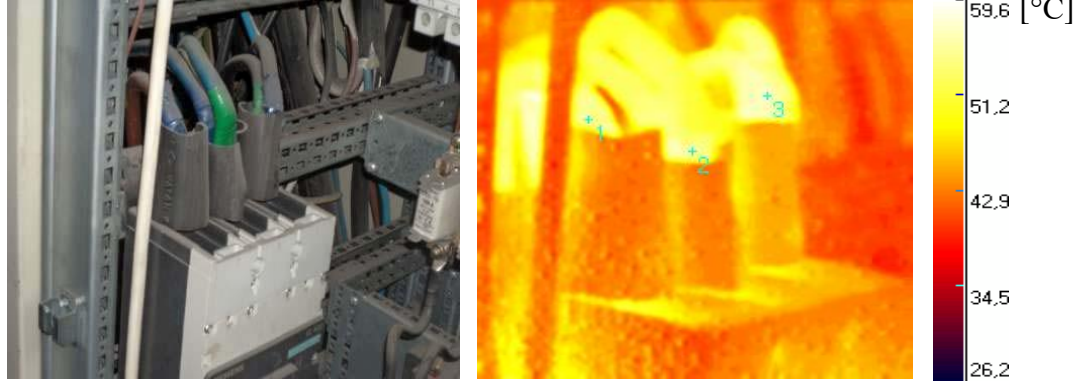
IR Termografi çekimde örneklenen noktalardaki sıcaklık değerleri yukarıda sağdaki tabloda gösterilmiştir.

Sıcaklık tablosunda bulunan 1 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 55,5°C, 2 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 57,0°C, 3 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 61,6°C' dir.

Termal grafiden işaretli olan 1.Üretim alanı busbar kablolarında ısınan alanlar olduğu gözlemlenmektedir.

Enerji kesilerek işaretli olan busbar kutusunun içindeki kablo bağlantılarının sökülerek kontrol edilmesi, kablo uçlarının temizlenmesi ve düzeltilmesi, kabloların bağlantı yuvasına düzgünce yerleştirilerek bağlanması, enerjili ve tam yükte iken kablolardan geçen akım ölçülerek kablo kesitlerinin hesaplanarak kontrol edilmesi gerekmektedir.

23) 1.Üretim alanı TR-B-P4 Panosu – 400 AM Şalteri Giriş Kabloları



Resim 4.24. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 23

SICAKLIK (°C)	
NOKTA	1 74,5
	2 74,5
	3 78,0

Yorum ve Öneriler

IR Termografi çekimde örneklenen noktadaki sıcaklık değerleri yukarıda sağdaki tabloda gösterilmiştir.

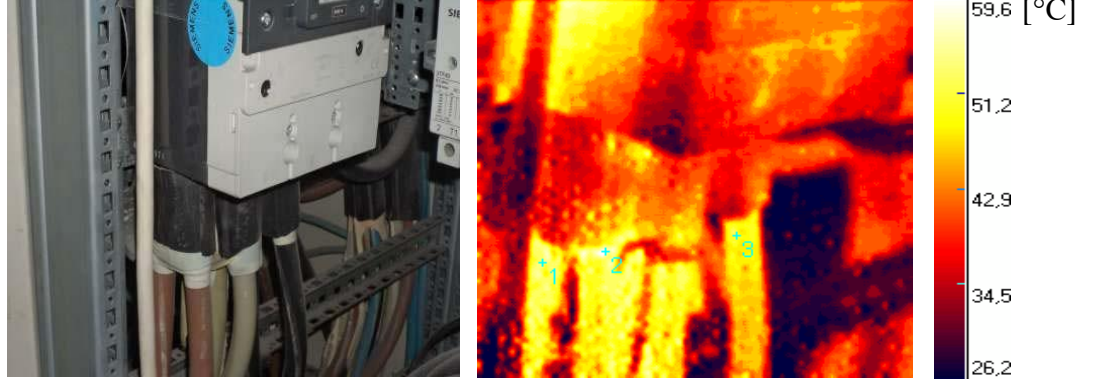
Sıcaklık tablosunda bulunan 1 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 74,5°C, 2 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 74,5°C, 3 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 78,0°C' dir.

Termal grafiden işaretli olan besleme şalterinin üst kablo ve kablo bağlantılarında yoğunlaştığı görülmektedir.

Enerji kesilerek işaretli olan besleme şalterinin üst kablo bağlantılarının sökülmesi, kablo uçlarının temizlenip düzeltilmesi, kablo bağlantı elemanlarının sıkma işlemini yapıp yapmadıklarının kontrol edilmesi, ikili kabloların bağlantı yuvalarına düzgünce yerleştirilerek sıkılması, enerjili ve tam yükte iken kablolardan çekilen akım ölçülerek kablo kesitlerinin hesaplanarak kontrol edilmesi gerekmektedir.

Bu panoya ACİL müdahale gerekmektedir. Hemen enerji kesilerek yukarıda belirtilen işlemler yapılmalıdır.

24) 1.Üretim alanı TR-B-P4 Panosu – 400 AM Çıkış Kabloları (Pano Havalandırılmalı)



Resim 4.25. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 24

SICAKLIK (°C)	
NOKTA	1 59,3
	2 63,3
	3 58,7

Yorum ve Öneriler

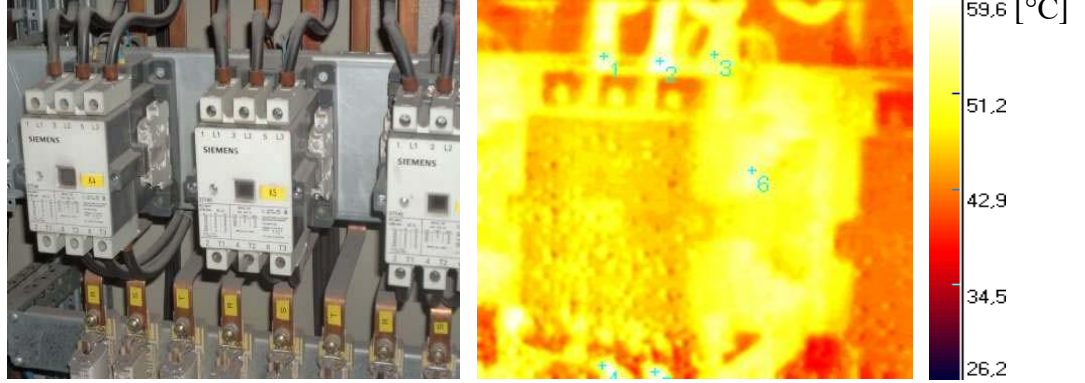
IR Termografi çekimde örneklenen noktalardaki sıcaklık değerleri yukarıda sağdaki tabloda gösterilmiştir.

Sıcaklık tablosunda bulunan 1 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 59,3°C, 2 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 63,3°C, 3 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 58,7°C' dir.

Termal grafiden işaretli olan besleme şalterinin alt kablo ve kablo bağlantılarında yoğunlaştığı görülmektedir.

Enerji kesilerek işaretli olan besleme şalterinin üst kablo bağlantılarının sökülmesi, kablo uçlarının temizlenip düzeltilmesi, kablo bağlantı elemanlarının sıkma işlemini yapıp yapmadıklarının kontrol edilmesi, ikili kabloların bağlantı yuvalarına düzgünce yerleştirilerek sıkılması, enerjili ve tam yükte iken kablolardan çekilen akım ölçülerek kablo kesitlerinin hesaplanarak kontrol edilmesi gerekmektedir.

25) 1.Üretim alanı TR-B-P4 Panosu - 5. Kademe Kontaktörü Kablları



Resim 4.26. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 25

SICAKLIK (°C)				
NOKTA	1	61,7C	4	61,7
	2	65,0C	5	63,3
	3	59,3C	6	62,8

Yorum ve Öneriler

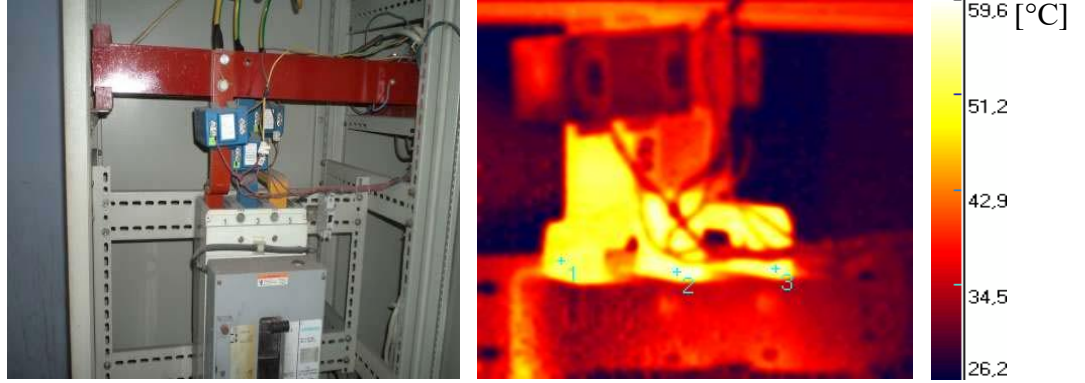
IR Termografi çekimde örneklenen noktalardaki sıcaklık değerleri yukarıda sağdaki tabloda gösterilmiştir.

Sıcaklıktablosunda bulunan 1 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 61,7°C, 2 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 65,0°C, 3 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 59,3°C, 4 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 61,7°C, 5 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 63,3°C, 6 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 62,8°C' dir.

Termal grafiden işaretli olan kontaktörün gövdesinde, alt ve üst kablo pabuç bağlantılarında ısınan alanlar olduğu gözlemlenmektedir.

Enerji kesilerek işaretli olan kontaktörün alt ve üst kablo pabuç bağlantılarının sökülerek kablo uçlarının temizlenmesi ve düzeltilmesi, kabloların pabuca düzgünce yerleştirilerek pabuç boğazındaki tüm alanın iyice sıkılarak kablonun pabuclanması, kabloların bağlantı yuvasına klemensin kabloyu eşit olarak sıkacağı şekilde düzgün olarak yerleştirilerek sıkılması, enerjili ve yüklü iken kablolardan geçen akım ölçülerek kontaktör gücünün ve kablo kesitlerinin hesaplanarak kontrol edilmesi gerekmektedir.

26) 2. Üretim alanı TR-A-P2 Panosu – Soldan 1. Göz Şalter Üst Kısım



Resim 4.27. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 26

SICAKLIK (°C)	
NOKTA	1 59,4
	2 64,5
	3 63,5

Yorum ve Öneriler

IR Termografi çekimde örneklenen noktadaki sıcaklık değerleri yukarıda sağdaki tabloda gösterilmiştir.

Sıcaklık tablosunda bulunan 1 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 59,4°C, 2 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 64,5°C, 3 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 63,5°C' dir.

Termal grafiden işaretli şalterin üst bara bağlantılarında ısınan alanlar olduğu görülmektedir.

Enerji kesilerek işaretli şalterin üst bara bağlantılarının sökülmesi, bakır baranın bağlantı yüzeylerin temizlenmesi ve düzeltilmesi, barayı sıkan somunların altına geniş yüzeyli pullar konularak sıkılması, enerjili ve yüklü iken baralardan geçen akım ölçülerek fazlararası yük dağılımının hesaplanarak kontrol edilmesi gerekmektedir.

27) Platform TR-A-P2 Panosu – Soldan 1. Göz Şalter Alt Kısım



Resim 4.28. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 27

SICAKLIK (°C)	
NOKTA	1 59,4
	2 67,1
	3 58,4

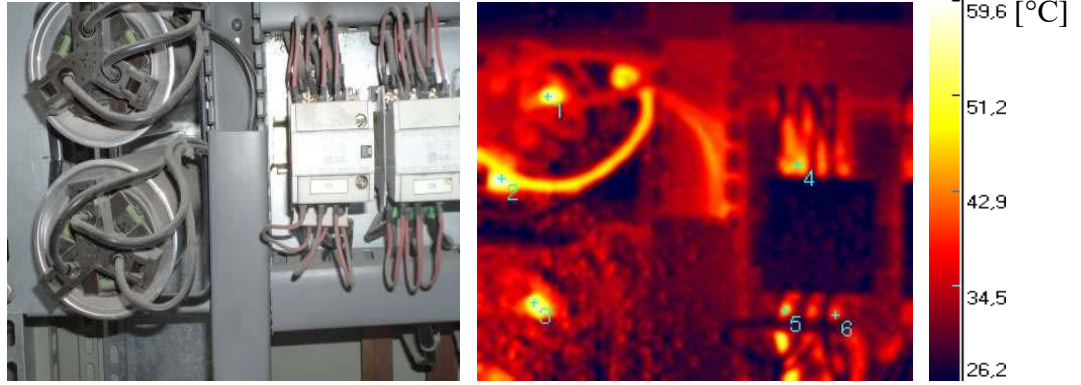
Yorum ve Öneriler

IR Termografi çekimde örneklenen noktadaki sıcaklık değerleri yukarıda sağdaki tabloda gösterilmiştir.

Sıcaklık tablosunda bulunan 1 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık $59,4^{\circ}\text{C}$, 2 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık $67,1^{\circ}\text{C}$, 3 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık $58,4^{\circ}\text{C}$ ' dir.

Termal grafiden işaretli olan şalterin alt bara, kablo ve kablo pabuç bağlantılarında yoğunlaştığı görülmektedir. Enerji kesilerek işaretli olan şalterin alt bara bağlantılarının sökülmesi, bakır baranın bağlantı yüzeylerin temizlenmesi ve düzeltilmesi, barayı sıkı somunların altına geniş yüzeyli pullar konularak sıkılması, alt kablo pabuç bağlantılarının sökülerek kablo uçlarının temizlenmesi ve düzeltilmesi, kabloların pabuca düzgünce yerleştirilerek pabuç boğazındaki tüm alanın iyice sıkılarak kablonun pabuçlanması, pabuçları sıkı somun ve civataların altına geniş yüzeyli pullar konularak sıkılması, enerjili ve tam yükte iken kablolardan geçen akım ölçülerek kablo kesitlerinin hesaplanarak kontrol edilmesi gerekmektedir.

28) Platform TR-A-P4 Panosu - C7 Kontaktör Kablosu Alttan 2. Soldan 1.



Resim 4.29. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 28

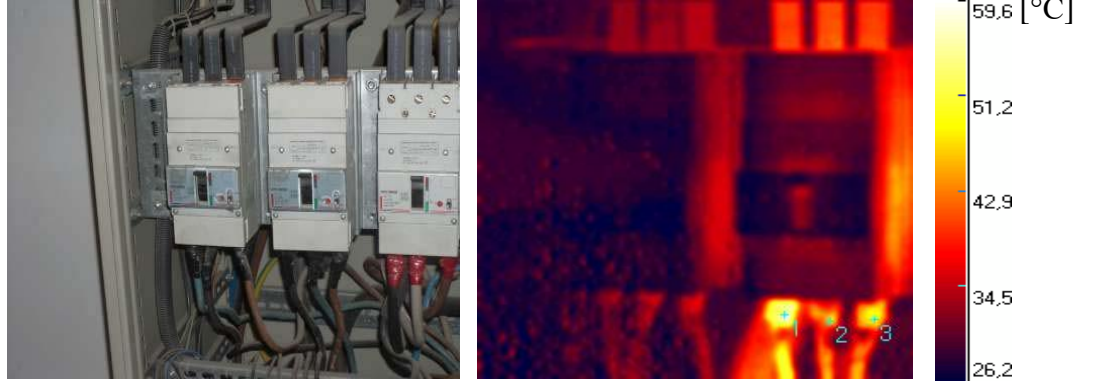
SICAKLIK (°C)				
NOKTA	1	92,5	4	74,0
	2	93,3	5	75,5
	3	88,1	6	63,9

Yorum ve Öneriler

IR Termografi çekimde örneklenen noktalardaki sıcaklık değerleri yukarıda sağdaki tabloda gösterilmiştir. Sıcaklık tablosunda bulunan 1 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 92,5°C, 2 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 93,3°C, 3 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 88,1 °C, 4 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 74,0°C, 5 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 75,5°C, 6 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 63,9°C' dir. Termal grafiden işaretli olan kondansatör kablosunda ve sağdaki kontaktörün alt ve üst kablo pabuç bağlantılarında ısınan alanlar olduğu gözlemlenmektedir. Enerji kesilerek işaretli olan kondansatör kablosunun bağlantısının sökülmesi, kablo ucunun temizlenip düzeltilmesi, kablo bağlantı elemanının sıkma işlemini yapıp yapmadıklarının kontrol edilmesi, kablonun bağlantı yuvasına düzgünce yerleştirilerek sıkılması, sağdaki kontaktörün alt ve üst kablo pabuç bağlantılarının sökülerek kablouçlarının temizlenmesi ve düzeltilmesi, kabloların pabuca düzgünce yerleştirilerek pabuç boğazındaki tüm alanın iyice sıkılarak kablonun pabuclanması, kabloların bağlantı yuvasına klemensin kabloyu eşit olarak sıkacağı şekilde düzgün olarak yerleştirilerek sıkılması, enerjili ve yüklü iken kablolardan geçen akım ölçülerek kablo kesitlerinin hesaplanarak kontrol edilmesi gerekmektedir.

Bu panoya ACİL müdahale gerekmektedir. Hemen enerji kesilerek yukarıda belirtilen işlemler yapılmalıdır. Risk değeri en yüksek pano durumundadır.

29) Platform TR-A-P5 Panosu – Soldan 2. Şalter Chiller OG Şalteri



Resim 4.30. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 29

SICAKLIK (°C)	
NOKTA	1 69,1
	2 59,4
	3 60,8

Yorum ve Öneriler

IR Termografi çekimde örneklenen noktalardaki sıcaklık değerleri yukarıda sağdaki tabloda gösterilmiştir.

Sıcaklık tablosunda bulunan 1 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 69,1°C, 2 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 59,4°C, 3 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 60,8°C' dir.

Termal grafiden işaretli olan şalterin alt kablo ve kablo pabuç bağlantılarında yoğunlaştığı görülmektedir.

Enerji kesilerek işaretli olan şalterin alt kablo pabuç bağlantılarının sökülerek kablo uçlarının temizlenmesi ve düzeltilmesi, kabloların pabuca düzgünce yerleştirilerek pabuç boğazındaki tüm alanın iyice sıkılarak kablonun pabuclanması, pabuçları sıkı somun ve civataların altına geniş yüzeyli pullar konularak sıkılması, enerjili ve tam yükte iken kablolardan geçen akım ölçülerek kablo kesitlerinin hesaplanarak kontrol edilmesi gerekmektedir.

30) Platform TR-A-P5 Panosu – Soldan 3. Şalter Kablosu Chiller



Resim 4.31. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 30

SICAKLIK (°C)				
NOKTA	1	64,7	4	74,0
	2	58,4	5	71,4
	3	69,1	6	74,4

Yorum ve Öneri

IR Termografi çekimde örneklenen noktalardaki sıcaklık değerleri yukarıda sağdaki tabloda gösterilmiştir.

Sıcaklık tablosunda bulunan 1 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 64,7°C, 2 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 58,4°C, 3 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 69,1°C, 4 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 74,0°C, 5 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 71,4°C, 6 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 74,4°C' dir.

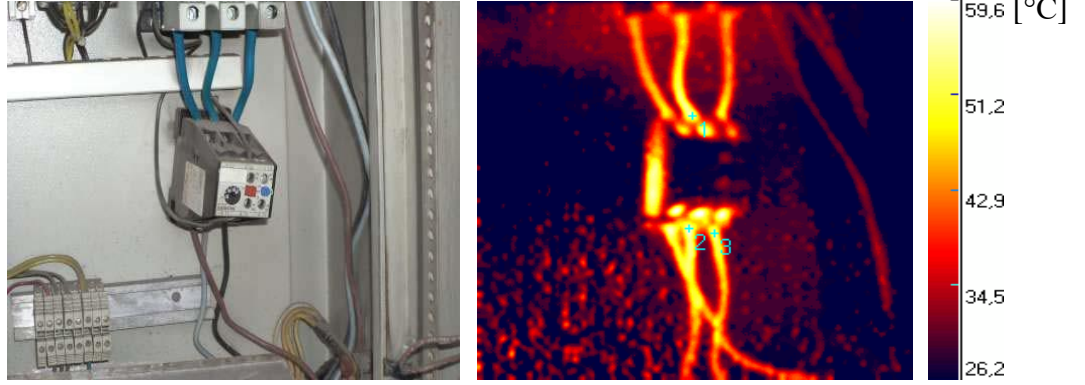
Termal grafiden işaretli olan şalterlerin üst bara, alt kablo ve kablo pabuç bağlantılarında yoğunlaştığı görülmektedir.

Enerji kesilerek işaretli olan şalterlerin üst bara bağlantılarının sökülmesi, bakır baranın bağlantı yüzeylerin temizlenmesi ve düzeltilmesi, barayı sıkan somunların altına geniş yüzeyli pullar konularak sıkılması, alt kablo pabuç bağlantılarının sökülerek kablo uçlarının temizlenmesi ve düzeltilmesi, kabloların pabuca düzgünce yerleştirilerek pabuç boğazındaki tüm alanın iyice sıkılarak kablonun pabuclanması, pabuçları sıkan somun ve civataların altına geniş yüzeyli pullar konularak sıkılması,

enerjili ve tam yükte iken kablolardan geçen akım ölçülerek kablo kesitlerinin hesaplanarak kontrol edilmesi gerekmektedir.

Bu panoya ACİL müdahale gerekmektedir. Hemen enerji kesilerek yukarıda belirtilen işlemler yapılmalıdır.

31) Platform I.M.L Pompa Panosu – Termik Röle Alttan 1. Sağdan 1.



Resim 4.32. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 31

SICAKLIK (°C)	
NOKTA	1 66,1
	2 67,8
	3 64,4

Yorum ve Öneri

IR Termografi çekimde örneklenen noktalardaki sıcaklık değerleri yukarıda sağdaki tabloda gösterilmiştir.

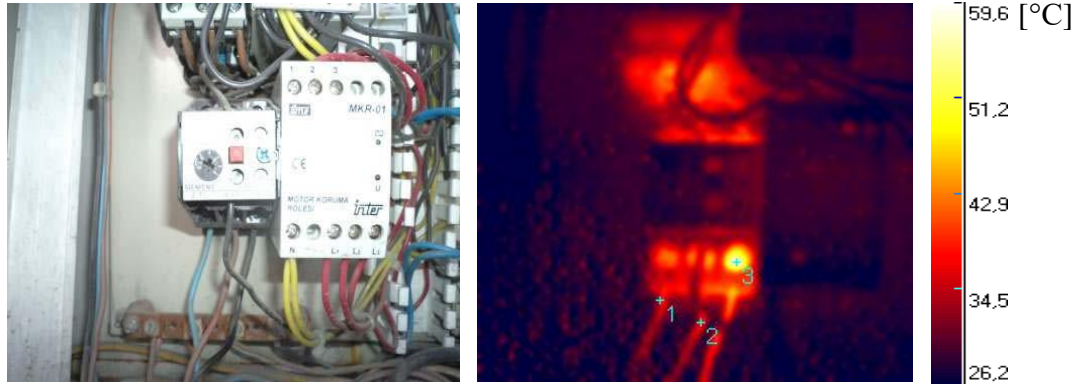
Sıcaklık tablosunda bulunan 1 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 66,1°C, 2 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 67,8°C, 3 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 64,4°C' dir.

Termal grafiden ısının işaretli olan termik rölenin gövdesinde, alt ve üst kablo ve kablo bağlantı noktalarında yoğunlaştığı görülmektedir.

Enerji kesilerek işaretli olan termik rölenin alt ve üst kablo bağlantılarının sökülerek kablo uçlarının temizlenmesi ve düzeltilmesi, kablo sıkma elemanlarının kontrol edilmesi, kablonun bağlantı yuvasına klemensin kabloyu eşit sıkacağı şekilde düzgün olarak yerleştirilmesi ve sıkılması, enerjili ve tam yükte iken kablolardan

geçen akım ölçülerek kablo kesidinin ve termik rölenin gücünün hesaplanarak kontrol edilmesi gerekmektedir.

32) Platform Soğutucu Basma Pompa Panosu – Termik Röle Kablosu Alttan 1. Soldan 1.



Resim 4.33. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 32

SICAKLIK (°C)	
NOKTA	1 46,7
	2 49,0
	3 66,5

Yorum ve Öneriler

IR Termografi çekimde örneklenen noktalardaki sıcaklık değerleri yukarıda sağdaki tabloda gösterilmiştir.

Sıcaklık tablosunda bulunan 1 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 46,7°C, 2 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 49,0°C, 3 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 66,5°C' dir.

Termal grafiden ısının işaretli olan termik rölenin alt sağ faz kablo bağlantı noktasında yoğunlaştığı görülmektedir.

Enerji kesilerek işaretli olan termik rölenin alt ağ faz kablo bağlantısının sökülerek kablo ucunun temizlenmesi ve düzeltilmesi, kablo sıkma elemanlarının kontrol

edilmesi, kablonun bağlantı yuvasına klemensin kabloyu eşit sıkacağı şekilde düzgün olarak yerleştirilmesi ve sıkılması gerekmektedir.

33) 3. Üretim alanı TR-B-P1 Panosu – 2000 AM Besleme Şalteri Barası



Resim 4.34. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 33

SICAKLIK (°C)	
NOKTA	1 67,5
	2 70,0
	3 70,0

Yorum ve Öneriler

IR Termografi çekimde örneklenen noktalardaki sıcaklık değerleri yukarıda sağdaki tabloda gösterilmiştir.

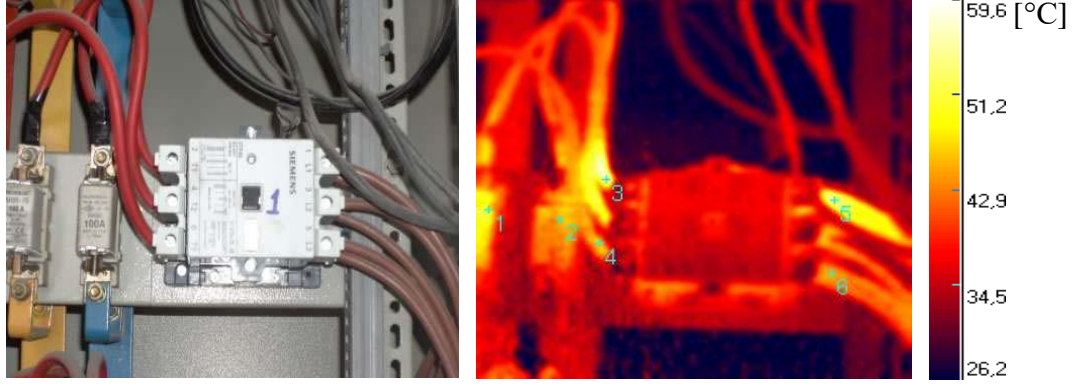
Sıcaklık tablosunda bulunan 1 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 67,5°C, 2 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 70,0°C, 3 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 70,0°C' dir.

Termal grafiden işaretli şalterin alt ve üst bara bağlantılarında ısınan alanlar olduğu görülmektedir.

Enerji kesilerek işaretli şalterin alt ve üst bara bağlantılarının sökülmesi, bakır baranın bağlantı yüzeylerin temizlenmesi ve düzeltilmesi, barayı sıkın somunların altına geniş yüzeyli pullar konularak sıkılması, enerjili ve yüklü iken baralardan geçen akım ölçülerek fazlararası yük dağılımının hesaplanarak kontrol edilmesi gerekmektedir.

Bu panoya ACİL müdahale gerekmektedir. Hemen enerji kesilerek yukarıda belirtilen işlemler yapılmalıdır.

34) 3. Üretim alanı TR-B-P1 Panosu - 1. Kademe Kontaktörü Kabloları Üstten 2. Sağdan 2



Resim 4.35. Standart ve kızılötesi termal kamera fotoğrafları 34

Yorum ve Öneriler

		SICAKLIK (°C)	
NOKTA	1	58,4	4 55,9
	2	55,3	5 63,3
	3	64,9	6 54,5

IR Termografi çekimde örneklenen noktalardaki sıcaklık değerleri yukarıda sağdaki tabloda gösterilmiştir. Sıcaklık tablosunda bulunan 1 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 58,4°C, 2 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 55,3°C, 3 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 64,9°C, 4 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 55,9°C, 5 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 63,3°C, 6 numara ile seçilen noktadaki sıcaklık 54,5°C' dir.

Termal grafiden ısının işaretli olan soldaki NH sigortanın gövdesinde ve üst kablo bağlantısında, kontaktörün sol ve sağ kablo ve kablo bağlantı noktalarında yoğunlaştığı görülmektedir. Enerji kesilerek işaretli olan sol taraftaki NH sigortanın üst kablo pabuç bağlantısının sökülmesi, kablonun ucunun temizlenmesi ve düzeltilmesi, kablonun pabuca düzgünce yerleştirilerek iyice sıkılarak kablo bağlantısının yapılması, kontaktörün alt ve üst kablo bağlantılarının sökülerek kablo uçlarının temizlenmesi ve düzeltilmesi, kablo sıkma elemanlarının kontrol edilmesi, kablonun bağlantı yuvasına klemensin kabloyu eşit sıkacağı şekilde düzgün olarak yerleştirilmesi ve sıkılması, enerjili ve tam yükte iken kablolardan geçen akım ölçülerek kablo kesitlerinin ve NH sigorta gücünün hesaplanarak kontrol edilmesi gerekmektedir.

4.3.2. Elektrik kablosu seçimi

Bir önceki bölümde aşırı ısınmış bağlantıların termal kamera resimleri verilmişti. Burada aşırı ısınan bölgelerin yangın çıkarmaya meyilli olduğunu anlayabiliriz. Kablo seçim tablosunda kabloların özelliklerinden kabloların maksimum çalışma sıcaklıklarının 70 °C olduğunu görmekteyiz. Bu sıcaklık eskimiş kablolarda daha düşük olacaktır. Ayrıca ortam sıcaklığının havadaysa 30 °C, topraktaysa 20 °C olması şartıyla bu değer verilmiştir. Ayrıca bakır ve diğer metallerin ısıları arttıkça dirençleri de artmaktadır. Bu da ısınmayı artırmaktadır.

Giriş bölümünde tablosu verilen kablo seçimi tablosundan faydalanarak uygun kablonun seçimini yapılması şu şekilde olmaktadır.

- Eğer ilk kez kablo çekilecekse: kablo seçimi tablosundaki ihtiyacımız olan akım değerini hesaplamalıyız. Örneğin 100 kw, 380 volt enerji panosu için kablo seçimi yapalım. Bu durumda;

$$P = V \cdot I \cdot \cos \varphi$$

$$100.000 \text{ (watt)} = \sqrt{3} \cdot 380 \text{ (volt)} \cdot i \text{ (amper)} \cdot \cos \varphi \text{ (0,8)}$$

$$I \text{ (akım)} = 190,14 \text{ amper}$$

Bu değere göre tabloya bakarsak 30 C ortam sıcaklığında trifaze bir hat için **3x70+35 mm² (milimetrekare) NYY** kablo tercih etmemiz gerekmektedir. Burada gerilim düşümü hesabının da yapılması gerekmektedir. Burada gerilim düşümü hesabı anlatılmamıştır.

- Kablonun termal kamerayla ısındığı tespit edilmişse, bu yerlerin öncelikle enerjilerinin kesilerek papuç bağlantılarının ve klemenslerin uçlarının kontrol edilmesi temizlenmesi gerekmektedir. Bu işlemden sonra Öncelikle kablonun ne kadar bir akıma maruz kaldığını bulmalıyız. Bunun için bir ampermetre kullanabilir.

Ampermetre ile ısınan yerden geçen akım miktarı ölçülerek yine kablo seçim tablosundan yararlanılmalıdır.

4.3.3. Elektrik ve sigara kaynaklı yangın tehlike tespit anket formu:

Personelin yangın ve yangın güvenliği konusundaki fikirlerini öğrenmek için bir anket yapılmıştır. Bu anketin elektrik ve sigara tehlike kaynaklarına yönelik maddelerine ait verilen cevaplar ve yorumlar aşağıdadır.

Tablo 4.5. İSG yangın tehlikesi anket formu

İSG YANGIN TEHLİKESİ TESPİT ANKET FORMU					
(Elektrik ve sigara bölümü)					
SORU	EVET	KIS-MEN	HA-YIR	BOŞ	Yorumlar
Çalışmakta olduğunuz ya da işyeri dâhilinde bulunma ihtimaliniz olan alanlarda prizler, elektrik kabloları, elektrikli aletler, aydınlatma açma kapama düğmeleri gibi elektrikli aksama karşı güvensizliğiniz var mı?	30	16	86	1	“evet” cevabı veren personelle görüşme yapılmalıdır. Bakım yapılacak yerler tespit edilmelidir.
Daha önce her hangi bir yerde elektrik çarptınız mı?	19	2	111	1	Personel ile görüşülerek çarpılma hikayeleri dinlenmeli ve not alınmalıdır. Bu veriler analiz edilerek benzeri vakaların yaşanıp yaşanmayacağı analiz edilmelidir.
Çalışma alanınızda ya da işyeri dâhilinde bulunma ihtimaliniz olan alanlardaki kablolarda aşınma, sıyrılma, bükülme, dolaşma vs. var mı? (kullanmakta olduğunuz makine/alet/ekipman kabloları da dahil)	20	20	90	3	“evet” cevabı veren personelle görüşme yapılmalıdır. Bakım yapılacak yerler tespit edilmelidir.
İşyerinde gözünüze çarpan hasarlı fiş ya da priz var mı?	28	10	94	1	“evet” cevabı veren personelle görüşme yapılmalıdır. Bakım yapılacak yerler tespit edilmelidir.
Elektrik tehlikesi bulunan alanlara yakın çalışma yapma ihtimaliniz var mı?(elektrik bulunan alanlar değil, çarpılma riskinin yüksek olduğunu düşündüğünüz alanlar kastedilmiştir)	13	15	100	3 BOŞ, 2 GEÇ ERSİ Z	Genel olarak risk düşük çıkmıştır. Ancak, riskli olarak düşünenlerle görüşme yapılmalıdır.

Tablo 4.5. İSG yangın tehlike anket formu (devam)

SORU	EVET	KISMEN	HAYIR	BOŞ	Yorumlar
Çalışma ortamınızda su ve elektriğin bir araya gelme ihtimali olan durumlar var mı?	27	18	86	2	Personel, çalışma ortamında su ve elektriğin bir araya gelebileceğini düşünmektedir. “evet” diyen kitle ile görüşme yapılarak nereleri kastettikleri bulunmalıdır.
Çalışma ortamında sıklıkla statik elektrik yüklendiğinizi düşünüyor musunuz?(tokalaşırken ya da metal bir yüzeye dokunduğunuzda küçük elektrik şokları oluyor mu?)	62	30	39	1 BOŞ, 1 GEÇERSİZ	Statik elektriklenme genelde yaşanan bir sorundur. Farklı firma ve üretimlerde de görülmektedir. Personelin bir kısmının “hayır” çok anlaşılabilir değildir.
İşyerindeki yangın tüplerinin yerlerini biliyor musunuz?	109	15	6	2 BOŞ, 1 GEÇERSİZ	
Sigara içiyor musunuz?	53	2	77	1	%42 sigara içme oranı var. Çoğunlukla erkek çalışan olduğu düşünülürse, Türkiye erkek sigara kullanım ortalamasının altında bir oran diyebiliriz. Türkiye’de değişik araştırmalarda ortalama % 63 civarlarında çıkmaktadır.
İşyerinde veya iş yaparken sigara içiyor musunuz?	4	2	126		Sigara içenlerin çoğunluğu işyerinde sigara içmiyor. Bu olumlu bir sonuçtur. Bir bilinci gösteriyor bize.

4.3.4. Elektrik iç tesisat uygunluk ölçümü

Elektrikle çalışan tesislerde makinelerde oluşabilecek elektrik kaçakları için topraklamanın olmaması ani bir ölüm ve de yangına sebebiyet verebilir. Bu nedenle topraklamaların kontrolü önemli olmaktadır. Aşağıdaki tablolar yetkili kişiler

tarafından hazırlanmıştır. “uygun” (U) ile ve uygun değil (UD) ile gösterilmektedir. Aşağıdaki resimlerdeki ölçümler akredite firmalar tarafından uzmanlarca ölçülmüştür.

Tablo 4.6. Elektrik iç tesisat uygunluk ölçümü tablosu 1

GENEL BİLGİLER									
Hava Durumu	AÇIK			Yapı Cinsi			BETONARME		
Toprak Durumu	NEMLİ			Eş Potansiyel Bara			-		
Şebeke Tipi	TN			Topraklama Tesis Şekli			DERİN		
Ölçüm Nedeni	PERİYODİK			Ölçüm Yöntemi			ÜÇ UÇLU KARŞILAŞTIRMA		
PANOLAR									
1	ADP 26	3	ADP 28	5	ADP 30	7	ADP 32		
2	ADP 27	4	ADP29	6	ADP 31	8	TEKNİK BAKIM DEPOSU		
MUAYENE									
NO	ENERJİ ODASI, KABLO ŞAFTI, SAYAÇ VE DAĞITIM TABLOLARI	UYGUN (U)			UYGUN DEĞİL(UD)				
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Panoların uygun pozisyonunda, güvenli çalışmaya engel durumunun kontrolü	U	U	U	U	U	U	U	U
2	Pano saçıında deformasyon olup olmadığının kontrolü	U	U	U	U	U	U	U	U
3	Pano mekanik bağlantılarının sağlamlık kontrolü	U	U	U	U	U	U	U	U
4	Pano kapaklarının sağlamlığı ve izolasyon ontalarının kontrolü – Exproof IP 65	U	U	U	U	U	U	U	U
5	Pano kilitlerinin kontrolü	U	U	U	U	U	UD	U	U
6	Pano içi temizlik kontrolü	U	U	U	U	U	U	U	U
7	Pano üzeri faz lambalarının kontrolü	U	U	U	U	U	U	U	U
8	Pano toprak bağlantısı kontrolü	U	U	U	U	U	U	U	U
9	Pano tek hat şemalarının olup olmadığının kontrolü	U	U	U	U	U	U	U	U
10	Uyarı levhalarının olup olmadığının kontrolü	U	U	U	U	U	U	U	U
11	Ölçü ve sayaç bölümleri kilitlenip mühürlenecek şekilde olup olmadığının kontrolü	U	U	U	U	U	U	U	U
12	Sayaç panoları içindeki aydınlatma düzeyi uygun olup olmadığının kontrolü	U	U	U	U	U	U	U	U
13	Pano önü izolasyon paspası olup olmadığının kontrolü	UD	UD	U	U	U	U	U	U
14	Ortak sigortalar ve abone giriş sigortaları bir fazlıda kesici, üç fazlıda kofre midir	U	U	U	U	U	U	U	U
15	Sigorta ve kesici amperajlarının uygun olup olmadığının kontrolü	U	U	U	U	U	U	U	U
16	Sigorta viskontakları normal olup olmadığının kontrolü	U	U	U	U	U	U	U	U
17	Sigorta bağlantı uçlarının normal kullanılmış olup olmadığının kontrolü	U	U	U	U	U	U	U	U
18	Hata akımı koruma rölelerinin uygun olarak tesis edilmiş ve fonksiyonel kontrolü	UD	UD	UD	UD	UD	UD	UD	UD
19	Potansiyel dengeleme barasının (PDB) normal olup olmadığının kontrolü	-	-	-	-	-	-	-	-
20	PDB'ye gerekli topraklama bağlantılarının yapılmış olup olmadığının kontrolü	-	-	-	-	-	-	-	-
21	Sayaçların akım değerleri ile ölçü trafoları çevirme oranlarının projeye uygun olup olmadığının kontrolü	U	U	U	U	U	U	U	U
22	Sayaç bağlantıları normal olup olmadığının kontrolü	U	U	U	U	U	U	U	U
23	Ölçü devresinin bağlantıları uygun olup olmadığının kontrolü	U	U	U	U	U	U	U	U
24	Faz, nötr, topraklama, ve potansiyel dengeleme iletkenleri renk, kesit, özellik ve etiketleme yönünden doğru kullanılmış olup olmadığının kontrolü	U	U	U	U	U	U	U	U
25	Pano içi ekipmanlarda (kablo, sigorta, klemens vb.) düzenli olup olmadığının kontrolü	U	U	U	U	U	U	U	U
İNCELEMEDE TESPİT EDİLEN EKSİKLİKLER VE NOTLAR:									
1) İş ekipmanlarının kullanımında sağlık ve güvenlik şartları yönetmeliğinin ilgili maddelerine uyulmalıdır.									
2)Pano önlerine standartlara uygun 1000V delinme dayanımlı izolasyon paspası kullanılmalıdır									
3)TN sistemlerde artık akım koruma düzeneği (kaçak akım rölesi) kullanılması zorunludur. Artık akım koruma düzeneği ile korunmamış kısım kalmayacak şekilde son tüketici noktalarda (makinalar, priz) uygun değerde artık akım koruma düzeneği takılması gerekmektedir.									
4) Elektrik panolarında ve baralarında ısınmayı önlemek için düzenli olarak temizlik ve bakımları yapılmalıdır.									
5)Kombine priz kutularının hepsine topraklama hattı ulaştırılmalıdır. Bütün priz kutuları topraklama ve besleme kablo bağlantıları yapılmalıdır.(Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği)									
6)Topraklayıcı olarak çubuk veya şerit kullanılmalı levha topraklayıcı tercih edilmemelidir.									
7)Tesisdeki bütün metal aksamlar potansiyel dengeleme iletkeni ile birleştirilerek eşpotansiyel barada toplanmalıdır.									
8)Topraklama test periyotlarına mutlaka uyulmalıdır.(Bkz. Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği)									
İLGİLİ YASA VE YÖNETMELİKLER									
21.08.2001 Tarih ve 24500 sayılı resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliğinin 7. ve 10. Maddeleri gereğince topraklama zorunlu hale gelmiştir. Ayrıca 21.08.2001Tarih ve 24500 sayılı resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliğinin Ek P bölümü gereği tesislerin periyodik kontrolü yapılacaktır.									
Parlayıcı, patlayıcı tehlikeli ve zararlı maddeler bulunan yerlerde, aydınlatma devresinde dahil olmak üzere elektrik tesisatı en fazla bir yıl süreler içinde muntazam ehliyetli elemanlar tarafından kontrol ve bakıma tabi tutulmalıdır.(Parlayıcı, Patlayıcı, Tehlikeli ve Zararlı Maddelerle Çalışan İşyerleri ve İşlerde Alınacak Ted. Hak. Tüz.Madde:40)									
28628 Sayı ve 25.04.2013 tarihli resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren iş ekipmanlarının kullanımında sağlık ve güvenlik şartları ile elektrik tesisatının yılda bir defa periyodik kontrolü zorunlu hale getirilmiştir.									

Yukarıdaki durumda kontrolün yapıldığı panoda, yalıtkan paspasın olmaması, kaçak akımı koruma rölesinin olmaması ve de pano kilidinin kapalı olmadığı görülmektedir.

Tablo 4.7. Elektrik iç tesisat uygunluk ölçümü tablosu 2

GENEL BİLGİLER							
Hava Durumu	AÇIK			Yapı Cinsi		BETONARME	
Toprak Durumu	NEMLİ			Eş Potansiyel Bara		-	
Şebeke Tipi	TN			Topraklama Tesis Şekli		DERİN	
Ölçüm Nedeni	PERİYODİK			Ölçüm Yöntemi		ÜÇ UÇLU KARŞILAŞTIRMA	
PANOLAR							
1	ADP 09	3	ADP 11	5	ADP 13	7	ADP 14
2	ADP 10	4	ADP 12	6	ADP 14	8	ADP 15

MUAYENE		UYGUN (U)				UYGUN DEĞİL(UD)			
NO	ENERJİ ODASI, KABLO ŞAFTI, SAYAÇ VE DAĞITIM TABLOLARI	1	2	3	4	5	6	7	8
1	Panoların uygun pozisyonunda, güvenli çalışmaya engel durumunun olup olmadığının kontrolü	U	U	U	U	U	U	U	U
2	Pano saçıında deformasyon olup olmadığının kontrolü	U	U	U	U	U	U	U	U
3	Pano mekanik bağlantılarının sağlamlık kontrolü	U	U	U	U	U	U	U	U
4	Pano kapaklarının sağlamlığı ve izolasyon ontalarının kontrolü – Exproof IP 65	U	U	U	U	U	U	U	U
5	Pano kilitlerinin kontrolü	U	U	U	U	U	U	U	U
6	Pano içi temizlik kontrolü	U	U	U	U	U	U	U	U
7	Pano üzeri faz lambalarının kontrolü	U	U	U	U	U	U	U	U
8	Pano toprak bağlantısı kontrolü	U	U	U	U	U	U	U	U
9	Pano tek hat şemalarının olup olmadığının kontrolü	U	U	U	U	U	U	U	U
10	Uyarı levhalarının olup olmadığının kontrolü	U	U	U	U	U	U	U	U
11	Ölçü ve sayaç bölümleri kilitlenip mühürlenecek şekilde olup olmadığının kontrolü	U	U	U	U	U	U	U	U
12	Sayaç panoları içindeki aydınlatma düzeyi uygun olup olmadığının kontrolü	U	U	U	U	U	U	U	U
13	Pano önü izolasyon paspası olup olmadığının kontrolü	U	U	U	U	U	U	U	U
14	Ortak sigortalar ve abone giriş sigortaları bir fazlıda kesici, üç fazlıda kofre midir	U	U	U	U	U	U	U	U
15	Sigorta ve kesici amperajlarının uygun olup olmadığının kontrolü	U	U	U	U	U	U	U	U
16	Sigorta viskontakları normal olup olmadığının kontrolü	U	U	U	U	U	U	U	U
17	Sigorta bağlantı uçlarının normal kullanılmış olup olmadığının kontrolü	U	U	U	U	U	U	U	U
18	Hata akımı koruma rölelerinin uygun olarak tesis edilmiş ve fonksiyonel kontrolü	UD	UD	UD	UD	UD	UD	UD	UD
19	Potansiyel dengeleme barasının (PDB) normal olup olmadığının kontrolü	-	-	-	-	-	-	-	-
20	PDB'ye gerekli topraklama bağlantılarının yapılmış olup olmadığının kontrolü	-	-	-	-	-	-	-	-

21	Sayaçların akım değerleri ile ölçü trafoları çevirme oranlarının projeye uygun olup olmadığının kontrolü	U	U	U	U	U	U	U	U
22	Sayaç bağlantıları normal olup olmadığının kontrolü	U	U	U	U	U	U	U	U
23	Ölçü devresinin bağlantıları uygun olup olmadığının kontrolü	U	U	U	U	U	U	U	U
24	Faz, nötr, topraklama, ve potansiyel dengeleme iletkenleri renk, kesit, özellik ve etiketleme yönünden doğru kullanılmış olup olmadığının kontrolü	U	U	U	U	U	U	U	U
25	Pano içi ekipmanlarda (kablo, sigorta, klemens vb.) düzenin olup olmadığının kontrolü	U	U	U	U	U	U	U	U

İNCELEMEDE TESPİT EDİLEN EKSİKLİKLER VE NOTLAR:	
1)	İş ekipmanlarının kullanımında sağlık ve güvenlik şartları yönetmeliğinin ilgili maddelerine uyulmalıdır.
2)	TN sistemlerde artık akım koruma düzeneği (kaçak akım rölesi) kullanılması zorunludur. Artık akım koruma düzeneği ile korunmamış kısım kalmayacak şekilde son tüketici noktalarında (makinalar, priz) uygun değerlerde artık akım koruma düzeneği takılması gerekmektedir.
3)	Elektrik panolarında ve baralarında ısınmayı önlemek için düzenli olarak temizlik ve bakımları yapılmalıdır.
4)	Kombine priz kutularının hepsine topraklama hattı ulaştırılmalıdır. Bütün priz kutuları topraklama ve besleme kablo bağlantıları yapılmalıdır.(Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği)
5)	Topraklayıcı olarak çubuk veya şerit kullanılmalı levha topraklayıcı tercih edilmemelidir.
6)	Tesisteki bütün metal aksamlar potansiyel dengeleme iletkeni ile birleştirilerek eşpotansiyel barada toplanmalıdır.
7)	Topraklama test periyotlarına mutlaka uyulmalıdır.(Bkz. Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği)
İLGİLİ YASA VE YÖNETMELİKLER	
21.08.2001 Tarih ve 24500 sayılı resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliğinin 7. ve 10. Maddeleri gereğince topraklama zorunlu hale gelmiştir. Ayrıca 21.08.2001 Tarih ve 24500 sayılı resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliğinin Ek P bölümü gereği tesislerin periyodik kontrolü yapılacaktır.	
Parlayıcı, patlayıcı tehlikeli ve zararlı maddeler bulunan yerlerde, aydınlatma devresinde dahil olmak üzere elektrik tesisatı en fazla bir yıl süreler içinde muntazam ehliyetli elemanlar tarafından kontrol ve bakıma tabi tutulmalıdır.(Parlayıcı, Patlayıcı, Tehlikeli ve Zararlı Maddelerle Çalışan İşyerleri ve İşlerde Alınacak Ted. Hak. Tüz.Madde:40)	
28628 Sayı ve 25.04.2013 tarihli resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren iş ekipmanlarının kullanımında sağlık ve güvenlik şartları ile elektrik tesisatının yılda bir defa periyodik kontrolü zorunlu hale getirilmiştir.	

Tablo 4.8. Makineler elektrik uygunluk ölçümü tablosu

GENEL BİLGİLER			
Hava Durumu	AÇIK	Yapı Cinsi	BETONARME
Toprak Durumu	NEMLİ	Eş Potansiyel Bara	VAR
Şebeke Tipi	TN	Topraklama Tesis Şekli	DERİN
Ölçüm Nedeni	PERİYODİK	Ölçüm Yöntemi	ÜÇ UÇLU KARŞILAŞTIRMA

ÖLÇÜM CİHAZLARI			
Cihaz Adı/Seri No	TOPRAK MEGERİ	Kalibrasyon Tarihi ve Süresi	10.04.2015
Cihaz Markası/Tipi	TES 1700	Kalibrasyonu Yapan Laboratuvar	10.04.2016 ALBERK QA ULUSLARARASITEKNİK KONTROL VE BELGELENDİRME A.Ş.

ÖLÇÜM / MUAYENE SONUÇLARI							
NO	ÖLÇÜM NOKTASI	AÇMA EĞRİSİ TİPİ (B, C, D)	In(A) SİGORTA DEĞERİ	Ia=(B,C,D)*In(A) AÇMA AKIMI	Rx Ω (ÖLÇÜLEN DEĞER)	Ra Ω (HESAPLANAN SINIR DEĞER)	SONUÇ (Rx ≤ Ra)
1	E-051 ENJEKSİYON	TMŞ	160	1600	2.12		NOT 2
2	E-014 ENJEKSİYON	TMŞ	160	1600	1.86		NOT 2
3	R-14 ROBOT	TMŞ	160	1600	1.92		NOT 2
4	E-050 ENJEKSİYON	TMŞ	150	1500	1.86		NOT 2
5	E-022 ENJEKSİYON	TMŞ	160	1600	1.76		NOT 2
6	R-022 ROBOT	TMŞ	160	1600	1.79		NOT 2
7	E-028 ENJEKSİYON	TMŞ	250	2500	1.93		NOT 2
8	E-020 ENJEKSİYON	TMŞ	160	1600	2.23		NOT 2
9	R-020 ROBOT	TMŞ	160	1600	2.16		NOT 2
10	E-03 ENJEKSİYON	TMŞ	200	2000	1.34		NOT 2
11	E-012 ENJEKSİYON	TMŞ	160	1600	1.28		NOT 2
12	E-021 ENJEKSİYON	TMŞ	160	1600	1.64		NOT 2

13	E-033 ENJEKSİYON	TMŞ	160	1600	1.96		NOT 2
14	E-04 ENJEKSİYON	TMŞ	200	2000	1.98		NOT 2
15	E-023 ENJEKSİYON	TMŞ	160	1600	1.12		NOT 2
16	E-024 ENJEKSİYON	TMŞ	160	1600	0.36		NOT 2
17	E-015 ENJEKSİYON	TMŞ	160	1600	2.18		NOT 2
18	R-18 ROBOT	TMŞ	160	1600	2.11		NOT 2
19	E-18 ENJEKSİYON	TMŞ	160	1600	1.86		NOT 2
20	E-052 ENJEKSİYON	TMŞ	160	1600	1.51		NOT 2
21	E-01 ENJEKSİYON	TMŞ	250	2500	2.63		NOT 2
22	E-016 ENJEKSİYON	TMŞ	160	1600	2.54		NOT 2
23	E-044 ENJEKSİYON	TMŞ	160	1600	1.46		NOT 2
24	E-045 ENJEKSİYON	TMŞ	160	1600	1.01		NOT 2
25	E-057 ENJEKSİYON	TMŞ	250	2500	2.24		NOT 2
26	E-030 ENJEKSİYON	TMŞ	160	1600	2.16		NOT 2
27	E-07 ENJEKSİYON	TMŞ	160	1600	1.86		NOT 2
28	E-019 ENJEKSİYON	TMŞ	250	2500	1.83		NOT 2
29	E-017 ENJEKSİYON	TMŞ	250	2500	0.46		NOT 2
30	E-043 ENJEKSİYON	TMŞ	160	1600	0.61		NOT 2
31	E-040 ENJEKSİYON	TMŞ	160	1600	0.66		NOT 2
32	E-027 ENJEKSİYON	TMŞ	400	4000	2.36		NOT 2
33	E-08 ENJEKSİYON	TMŞ	160	1600	0.72		NOT 2
34	E-04 ENJEKSİYON	TMŞ	160	1600	0.58		NOT 2
35	E-06 ENJEKSİYON	TMŞ	160	1600	0.40		NOT 2
36	E-048 ENJEKSİYON	TMŞ	160	1600	0.48		NOT 2
37	E-047 ENJEKSİYON	TMŞ	160	1600	1.36		NOT 2
38	E-029 ENJEKSİYON	TMŞ	160	1600	2.11		NOT 2
39	E-010 ENJEKSİYON	TMŞ	160	1600	0.56		NOT 2
40	E-026 ENJEKSİYON	TMŞ	160	1600	1.24		NOT 2
41	E-032 ENJEKSİYON	TMŞ	160	1600	0.37		NOT 2
42	E-038 ENJEKSİYON	TMŞ	160	1600	0.37		NOT 2
43	E-041 ENJEKSİYON	TMŞ	150	1500	0.46		NOT 2
44	E-042 ENJEKSİYON	TMŞ	160	1600	1.48		NOT 2
45	E-011 ENJEKSİYON	TMŞ	160	1600	0.79		NOT 2
46	E-053 ENJEKSİYON	TMŞ	160	1600	2.12		NOT 2
47	E-036 ENJEKSİYON	TMŞ	160	1600	2.14		NOT 2
48	E-05 ENJEKSİYON	TMŞ	160	1600	2.13		NOT 2
49	E-39 ENJEKSİYON	TMŞ	160	1600	2.35		NOT 2
50	E-049 ENJEKSİYON	TMŞ	160	1600	2.34		NOT 2
51	E-09 ENJEKSİYON	TMŞ	160	1600	2.46		NOT 2

Tablo 4.8. Makineler elektrik uygunluk ölçümü tablosu (devam)

52	E-031 ENJEKSİYON	TMŞ	160	1600	2.15		NOT 2
53	E-037 ENJEKSİYON	TMŞ	160	1600	1.25		NOT 2
54	KALIPHANE TAŞLAMA MAK.	C	32	320	2.4	0.71	NOT 3
55	KALIPHANE EROZYON	C	32	320	2.1	0.71	NOT 3
56	KALIPHANE TAŞLAMA MAK2	C	32	320	2.6	0.71	NOT 3
57	KALIPHANE TORNA	C	25	250	2.43	0.92	NOT 3
58	KALIPHANE TORNA 2	C	25	250	2.34	0.92	NOT 3
59	KALIPHANE FREZE 3	C	16	160	0.94	1.43	NOT 3
60	KALIPHANE FREZE 2	C	16	160	2.33	1.43	NOT 3
61	KALIPHANE FREZE 1	C	16	160	2.14	1.43	NOT 3
62	KALIPHANE TESTERE	C	16	160	2.55	1.43	NOT 3
63	SOGUTUCU MOTOR 1	C	32	320	1.3	0.71	NOT 3
64	SOGUTUCU MOTOR 2	C	32	320	1.7	0.71	NOT 3
65	SOGUTUCU MOTOR 3	C	32	320	2.1	0.71	NOT 3
66	GENERATÖR TOPRAKLAMASI	C	63	630	0.87	0.36	NOT 3
67	GENERATÖR TOPRAKLAMASI2	C	63	630	0.64	0.36	NOT 3
68	KOMPRESÖR 1	C	63	630	0.94	0.36	NOT 3
69	KOMPRESÖR 2	C	63	630	0.86	0.36	NOT 3
70	KOMPRESÖR 3	C	63	630	1.07	0.36	NOT 3
71	SOGUTUCU PANO ADP-26				1.36		NOT 1
72	SOGUTUCU PANO ADP-27				1.38		NOT 1
73	2. KAT TALİ PANO ADP-23				1.43		NOT 1
74	2. KAT TALİ PANO ADP-22				1.44		NOT 1
75	2. KAT TALİ PANO ADP-21				1.46		NOT 1
76	5. KAT TALİ PANO ADP-29				1.28		NOT 1
77	5. KAT TALİ PANO ADP-28				1.26		NOT 1
78	5. KAT TALİ PANO ADP-32				1.28		NOT 1
79	5. KAT TALİ PANO ADP-31				1.27		NOT 1
80	5. KAT TALİ PANO ADP-30				1.26		NOT 1
81	EĞİTİM SALONU PRİZ	C	25	250	1.42	0.92	NOT 3
82	TEKNİK BAKIM DEPO PRİZ	C	25	250	1.32	0.92	NOT 3
83	KIRMA BÖLÜMÜ ADP-43				1.43		NOT 1
84	KIRMA BÖLÜMÜ ADP-44				1.32		NOT 1
85	KIRMA BÖLÜMÜ ADP-45				1.18		NOT 1
86	KIRMA BÖLÜMÜ ADP-46				1.17		NOT 1
87	KIRMA BÖLÜMÜ ADP-47				1.21		NOT 1
88	KIRMA MAKİNASI 1	C	63	630	1.42	0.36	NOT 3
89	KIRMA MAKİNASI 2	C	63	630	1.35	0.36	NOT 3
90	KIRMA MAKİNASI 3	C	63	630	1.22	0.36	NOT 3

91	KIRMA MAKİNASI 4	C	63	630	1.18	0.36	NOT 3
92	KIRMA MAKİNASI 5	C	63	630	1.26	0.36	NOT 3
93	ANA PANO TOPRAKLAMASI				1.34		NOT 1
94	ADP-03				1.36		NOT 1
95	ADP-04				1.33		NOT 1
96	ADP-05				1.34		NOT 1
97	ADP-06				1.35		NOT 1
98	ADP-07				1.36		NOT 1
99	ADP-08				1.34		NOT 1
100	ADP-09				1.18		NOT 1
101	ADP-10				1.17		NOT 1
102	ADP-11				1.20		NOT 1
103	ADP-12				1.19		NOT 1
104	ADP-13				1.20		NOT 1
105	ADP-14				1.21		NOT 1
106	ADP-15				1.22		NOT 1

FORMÜLLER VE KABULLER		
TN Şebekeler için Ra = 230/İa	TT Şebekeler için Ra= 50/İa	B=5,C=10, D=15
NOT 1	NORMAL (UYGUN)	
NOT:2	ÖLÇÜMÜ YAPILAN NOKTA İLE TOPRAKLAMA TESİSİNİN İRTİBATLI OLDUĞU TESPİT EDİLMİŞTİR	
NOT:3	21.08.2001 TARİH ve 24500 SAYILI RESMİ GAZETEDE YAYINLANARAK YÜRÜRLÜĞE GİREN ELEKTRİK TESİSLERİNDE TOPRAKLAMALAR TÖNETMELİĞİNİN 10.C.6.3.MADDESİNE GÖRE ÖLÇÜMÜ YAPILAN NOKTANIN TOPRAKLAMA DİRENÇ DEĞERİ UYGUN DEĞİLDİR .UYGUN DEĞERDE ARTIK AKIM KORUMA DÜZENLEĞİ(KAÇAK AKIM RÖLESİ) KULLANILMALIDIR.	
NOT:4	TOPRAKLAMA BAĞLANTISI YOK, KONTROL EDİLMELİDİR	

KONTROL METODU ve MEVZUAT	Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği TS EN 61557-5: Alçak gerilim dağıtım sistemlerinde elektriksel güvenlik - 1000 v a.a. ve 1500 v d.a.'ya kadar - Koruyucu düzenlerin denemesi, ölçülmesi veya izlenmesi ile ilgili donanımlar - Bölüm 5: Toprağa göre direnç.
----------------------------------	--

Tablo 4.8. Makineler elektrik uygunluk ölçümü tablosu (devam)

İKAZ ve ÖNERİLER:
1) İş ekipmanlarının kullanımında sağlık ve güvenlik şartları yönetmeliğinin ilgili maddelerine uyulmalıdır.
2) Yerinde yapılan incelemeler sonucunda ölçümü yapılan noktanın karşılaştırılması yapılan noktaların topraklama direnç değerleri notlar kısmında belirtildiği şekilde tespit edilmiştir.
3) TN sistemlerde artık akım koruma düzeneği (kaçak akım rölesi) kullanılması zorunludur. Artık akım koruma düzeneği ile korunmamış kısım kalmayacak şekilde son tüketici noktalarda (makinalar, priz) uygun değerde artık akım koruma düzeneği takılması gerekmektedir.
4) Kombine priz kutularının hepsine topraklama hattı ulaştırılmalıdır. Bütün priz kutuları topraklama ve besleme kablo bağlantıları yapılmalıdır.(Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği)
5) Topraklayıcı olarak çubuk veya şerit kullanılmalı levha topraklayıcı tercih edilmemelidir.
6) Tesisdeki bütün metal aksamlar potansiyel dengeleme iletkeni ile birleştirilerek eşpotansiyel barada toplanmalıdır.
7) Topraklama test periyotlarına mutlaka uyulmalıdır.(Bkz. Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği)

4.3.5. Sigara uygulamaları

Firmada sigara içenlerin durumu (anket sonuçlarına göre) aşağıdaki gibi çıkmaktadır.

Tablo 4.9. Sigara kullanım anketi sonuç tablosu

	Evet	Kısmen	Hayır	Geçersiz, Boş
Sigara içiyor musunuz?	53	2	77	1
İşyerinde veya iş yaparken sigara içiyor musunuz?	4	2	126	

Buna göre personelin yaklaşık %42'si sigara kullanmakta, ancak firmada sigara içmemektedir. Ankette Firmada sigara içme oranının düşük çıkması rağmen %42'lik bir tehlikenin varlığı sigara ve çakmağın kontrolünü zorunlu kılmaktadır.

Fabrikada sigara içme alanları tanımlanmıştır. Bu alan fabrikada tek, giriş ve çıkışlar kart kontrollü, sigara içilen alanın etrafında yanıcı herhangi bir malzemenin bulunmamasının sağlanması, tüm personelin sigara ve çakmaklarını sadece bu alana giderken soyunma odalarının dışında bulunan zimmetsiz dolaplarının içinde bırakmaları ve içecekken almaları riski düşürmekte ve iyi bir uygulama olarak karşımıza çıkmaktadır.

5. TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Araştırmada, bir plastik enjeksiyon firmasının yangın riskleri ve yangın güvenliği konusu işlenmiştir. Yangının en büyük sebebi olarak karşımıza çıkan elektrik ve sigara üzerinde durulmuştur. Bunu giriş kısmında belirtildiği üzere İBB istatistiki verilerinde görmekteyiz.

Uygulama olarak yangın risk değerlendirmesi, elektrik riskleri için termal kamera ölçümleri, topraklama kontrolü, kablo kesiti seçimi, personel ile anket, sigara ve çakmak kontrol uygulamalarının incelenmesi çalışmaları yapılmıştır.

Uygulama çalışmaları sonucunda aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır. Bu sonuçlar ışığında iyi uygulamalara da değinilmiş ve eksiklerle ilgili öneriler verilmiştir.

Tesisteki yangın riskine karşı iyi uygulamalar;

1. Firma üst yönetimi, çevresinde de yangına şahit olduğu için, yangın konusunda duyarlı ve de yeni uygulamara açıktır. Bu nedenle mantıklı gelen çözümlerin uygulanması konusunda işbirliği ve destek zaman kaybedilmeden gelmektedir.

2. KKD/Ekipman sağlama ve tedarik sorun olmamaktadır.

3. Personelin yangın konusundaki bilinci, 2010 yılından bu yıla kadar verilen eğitim ve de tatbikatlar nedeniyle Türkiye ortalamasının üzerindedir.

4. Özellikle sigara ve çakmak kullanımının kontrol altına alınması konusunda alınan önlemler, birçok firmaya örnek olabilecek düzeydedir. Sigara alanı olarak yer tahsis edilmiş, bu yer yanmaz metal malzemelerden seçilmiş, kartlı giriş-çıkış kayıt atan turnike ve kamera ile kontrol sağlanmış ve sigara ve çakmak için soyunma odalarının yanında, sigara içme alanına yakın zimmet dolapları tanımlanmıştır.

İncelemeler ve değerlendirmeler sonucunda yangınla ilgili tespit edilen uygunsuzluklar, çözüm yolları ve öneriler;

Risk değerlendirmesi sonuçlarına göre;

1. Risk değerlendirmesine göre pano gibi önemli yerlerde kilitleme mekanizmalarının yeterince aktif kullanılmadığı tespit edilmiştir. Uyarı yazılarıyla tedbir alınmıştır.

2. Günlük yapılması gereken kontrollerin günlük olarak kayıtlı yapılmadığı, tespit edilmiştir. Özellikle yangın sistemleri, pano ve makine kontrolleri, KKD ve makine koruyucu kontrolleri kayıtlı olarak tutulmalıdır. Bu konuda gerekli bilgilendirme yapılmıştır.

3. Yıpranmış kablolar tespit edilmiştir. Gereken uyarılar yapılmış ve kontrollere dahil edilmiştir.

4. KKD kullanımını genel olarak uygun görülmektedir. Bazı alanlarda kullanımda eksiklere rastlanmıştır. İlgililere bildirimde bulunulmuştur.

5. Kuralların uygulanması için maddi para cezalarının uygulanmadığı gözlemlenmiştir.

6. Depoda özellikle raflarda kg (kilogram) sınırlaması yoktur.

7. Kaçak akım röleleri sadece aydınlatma panolarında mevcuttur. Tüm makine panolarında yangın güvenliği ve de insan can güvenliği açısından yapılmalıdır.

8. Acil kaçış için firmada yedek bir aydınlatma düzeneği mevcuttur. Ancak bazı lambaların çalışmadığı gözlemlenmiştir. Bunun için kontrol listesi çıkarılmalı ve de kayıt tutularak atlanılmadan kontrol gerçekleştirilmelidir.

9. Acil kaçış yolları üzerinde paletlere rastlanmıştır.

10. Tüm panolarda sorumlu kişilerin bilgileri bulunmalıdır.

11. İmalatta kullanılan tüplerden LPG, Azot tüpleri ile hava tanklarının bağlantı hortumları farklı renklerde değildir.

12. Firmaya yangın güvenlik sistemleri açısından bakıldığında algılama ve uyarı sistemlerinin bulunduğu, söndürme sisteminin bulunmadığı görülmektedir. Söndürme sisteminin yapılması olası yangınların büyümeden kontrolünü sağlayacaktır.

13. Asıl olan yangının çıkmaması olduğundan, kaçak akım rölelerinin takılması ve periyodik fenni muayeneler sonucu topraklamanın uygun olması çok önemlidir.

14. Dış alanda bulunan tüplerin bulunduğu alanın kapılarının topraklaması yapılmamıştır. Kapı dışındaki diğer yerler tuğla ve sıvadan oluşmaktadır. Uygun değildir.

Elektrik iç tesisat uygunluk ölçümü sonuçlarına göre;

1. Topraklamaların yapılmasına karşılık topraklama periyodik kontrol ve kayıtlarında eksikler çıkmaktadır. Bu kontrollerin yapılması çok önem arz etmektedir. Topraklama yapılan yerlerde istenilen değere ulaşılmadığı görülmektedir.

2. Pano kilitlerinin kontrolünde bir panonun kapağının açık olarak bulunması, panonun sorumlusunun eğitime alınmasının gerektiğini göstermektedir.

3. Panoların bazılarının önlerinde izolasyon paspasının olmaması, ilgili pano sorumlularının eğitim gereksinimlerini pekiştirmektedir.

4. Risk analizinde de belirtilen kaçak akımı koruma rölelerinin aydınlatma panolarında olup diğer panolarda olmaması konusu mutlaka ivedi olarak çözülmeli, diğer panolara da eklenmelidir. Firma bu konuda acilen tedbir almalıdır.

5. Pano ve baralarda ısınmayı önlemek için düzenli olarak temizlik yapılmalıdır.

Termal Kamera ölçümü sonuçlarına göre;

Termal kamera ölçümlerinde pano içlerindeki kablo ve bara bağlantı noktalarında ısınmaların bazı noktalarda tesiste kullanılan NYY kabloların maksimum çalışma sıcaklığı olan 70 °C'den de fazla olduğu görülmektedir. Bunun nedeni olarak ilk kablo seçiminin uygun yapılmaması olabileceği gibi, bu hatta sonradan gelen ilave makinelerin de yükü artırması ve de pano bağlantı temizlik ve periyodik bakımlarının yapılmamasından kaynaklanabilir. "4.3.1 Termal kamera ölçüm sonuçları" başlığı altında açıklandığı gibi, çalışma yapılan firmaya ait bir termal kamera olmadığından, ölçümlerin sık yapılmaması söz konusudur. Bu durum, 40 °C ile 70 °C aralığındaki ölçüm değerlerinin dikkate alınması gerektiğini ortaya çıkarmaktadır. Ölçüm sonrası müdahale önceliği yüksek değerden düşük değere doğru olmalıdır.

Isınan yerler acilen uygun kablo kullanımı, bakımın ve temizliğin yapılması ya da tesisatın yeni yüklere göre hesaplanarak gözden geçirilmesi şeklinde çözümlenmelidir. Özellikle 3. Üretim alanı TR.C P-2 P2 panosunda, 1.Üretim alanı TR-B-P4 panosunda, Platform TR-A-P4 panosunda, Platform TR-A-P5 panosunda ve 3. Üretim alanı TR-

B-P1 Panosunda 70 °C üzeri noktalara rastlanmıştır. Öncelikle bu panolardan başlanarak yangın riski kabul edilebilir düzeye indirilmelidir. Bu konuda her pano için neler yapılması gerektiği “termal kamera ölçüm sonuçları” başlığı altındaki “yorum ve öneriler” kısımlarında ayrı ayrı açıklanmıştır. Ayrıca, uygun kablonun içinden geçen akıma göre nasıl seçileceği de genel bilgiler bölümünde açıklanmıştır.

Kablo seçimlerinin doğru yapılmasının yanında, kablo ömürlerine de dikkat etmek gerekir. Elektrik tesisatının ne zaman yapıldığı mutlaka yazılı olarak tutulmalıdır. Bu sayede katalog değerleri uyarınca ne sürede bir değişeceği uzun dönemli bakım planı içine yerleştirilmelidir. Keza bu plana uzun dönemde bakımlarının yapılması gerektiği trafolar vb. yerler de eklenmelidir.

Yukarıda, risk analizi, elektrik iç tesisat uygunluk raporu ve termal kamera ölçüm sonuçlarına göre tespit edilen uygunsuzluklar, çözüm yolları ve öneriler verilmiştir. Araştırma konusu uyarınca firmanın en önemli sorununun aslında, yangın konusunda birçok açıdan önlem almış olmasına rağmen günlük, haftalık, aylık kontrollerin etkin yapılmaması olduğu görülmektedir. Bunun etkisi olay yaşandığı zaman hissedilebilecektir. Bu sorun ise kontroller için bir sorumlunun görevlendirilmesi ve de bu görevlinin kontrol sonucu elde ettiği bilgilerin sorunla ilgili alandaki sorumlunun eğitime alınması, yazılı talimatların hazırlanıp uygulanması ve gerekirse uyarılması şeklinde çözümlenmelidir.

Bu araştırma sonucunda elde edilen bilgiler ve öneriler, firmanın İSG kurul toplantısına sunulup tartışılmış ve çözümler değiştirilmeden oybirliği ile kabul edilmiştir. Özellikle termal kameranın yangın tehlikesinin, proaktif bir şekilde, önceden fark edilmesini sağladığı kabul edilerek belirli periyotlarda hemen uygulanmasına, gereken tedbirlerin alınmasına karar verilmiştir. Böylece yapılan çalışmanın özellikle elektrik tesisatlarındaki yangınların önlenmesi bakımından plastik enjeksiyon sektörü ve benzeri sektörlere uygulanabilir bir çözüm olabileceği kanaatindeyim.

KAYNAKLAR

Akyüz Ö.F. Plastikler ve Plastik Enjeksiyon Teknolojisine Giriş, Pagev Yayınları 3. Baskı, İstanbul; 2006, s:26-113.

Arpacıoğlu Ü. Yangın Olgusu ve Yüksek Yapılarda Yangın Güvenliği. Mimar Sinan Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi, Yüksek Lisans Tezi, 2004, İstanbul (Danışman: Prof. Dr. Murat Eriç).

Ay İ. Plastik Malzemeleri İşleme Teknikleri, Balıkesir Üniversitesi. Balıkesir; 2009, s:60-72.

Bilgiç T, Ezdeşir A, Erbay E, Taşkiran İ, Yağcı M.A, Cöbek M. Ülçer Y. Polimerler-I, Pagev Yayınları 3.baskı, İstanbul; 2006, s:11-135.

Fluke Corporation and The SnellGroup. Termografinin ilkelerine giriş, American Technical Publishers, 2009; s:1-9.

Genç R, Pekey H. Endüstriyel Tesislerde Ortaya Çıkabilecek Yangın Risklerinin Bir Değerlendirmesi: Kocaeli örneği. Elektronik Mesleki Gelişim ve Araştırma Dergisi. 2014;2: 58.

İplikçi E. Binalarda Yangın Güvenlik Önlemlerinin Analizi ve Yangın Güvenlikli Bina Tasarımına İlişkin Performans Kriterlerinin Ortaya Konulması. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2006, Ankara (Danışman: Doç. Dr. Fusun Demirel).

İBB İtfaiye Daire Başkanlığı. Yangın ve Kazalarla Mücadele Eğitim Kitabı. İstanbul; 2007, s:7-90.

İSGGM (İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü). 5 Adımda Risk Değerlendirmesi. Ankara; 2007, s:8-20.

Kılıç A. Doğal Duman Tahliyesinde Optimum Havalandırma Açıklığının Sayısal Yöntemle Belirlenmesi. Tesisat Mühendisliği Dergisi. İstanbul. 2004;80: 32-42.

Kılıç A. Kabloların Yangına Dayanımı ve Sınıflandırılması. Teknik Makale. İstanbul; Tarih Yok, s:1-8.

Küçük S. Yanma Sırasında Oluşan Yanma Ürünleri ve İnsan Sağlığı Üzerindeki Olumsuz Etkileri. Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2001, (Danışman: Prof. Dr. Neşet Kadırgan).

MEB (Milli Eğitim Bakanlığı). Enjeksiyon Makinelerinde Üretim – I. Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi, Ankara; 2006, s:3-6.

MMO (Makine Mühendisliği Odası). Yangın Söndürme Sistemleri, Ankara; 2003, s:1-7.

Öztop F, Uçar S. Yangın, Yangının Etkileri ve Yangın Yeri İnceleme. Jandarma Kriminal Daire Başkanlığı. Ankara; 2009, 1-13.

Yavuz G. Yapılarda Yangın Güvenliği, Seminer Notları (Yangın A); Gebze 2002, s:6-32.

T.C. Resmi Gazete. İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu. 30 Haziran 2012. Sayı: 28339, Başbakanlık Basımevi, Ankara.

TS EN 2, Yangın Sınıfları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1998.

EK 1: Testo 875-1i Termal Kamera Kalibrasyon raporu

Kalibrier-Protokoll

Certificate of conformity • Protocole d'étalonnage
Certificado de taratura • Informe de calibración

We measure it.



Gerät / Model / **testo 875-1i**
Appareil / Modelo:
Serien-Nr. / Serial no. /
N° de série / Número de serie: **2793971**

Objektivtyp / Lens type / standard / standard /
Objectif / Objetivo: standard / estándar
Serien-Nr. / Serial no. /
N° de série / Número de serie: **20383991**

Messung an Hohlraumstrahler / Measured at cavity blackbody / Mesure sur corps noir à cavité / Medida en cavidad de cuerpo negro

Emissionsgrad / Emissivity / 0.9994
Coefficient d'émissivité / Emisividad
Hohlraum / Cavity /
Corps noir / Cuerpo negro Ø 60 x 300 mm
Messabstand / Measuring distance /
Distance de mesure / Distancia de medición 0.5 m
Umgebungstemperatur / Ambient temperature /
Température ambiante / Temperature ambiente 25 °C

Sollwert Reference Référence Referencia:	Toleranz Tolerance Tolérance Tolerancia:	Istwert Actual Value Valeur réelle Valor medido:
---	---	---

Temperatur / Temperature / Température / Temperatura

0.0 °C	±2.0 °C	-1.0 °C
80.0 °C	±2.0 °C	78.8 °C

13.06.2015
Datum / Date
Date / Fecha

(252)
Prüfer / Inspector
Vérificateur / Verificador

Kalibrier-Protokoll

Certificate of conformity • Protocole d'étalonnage
Certificato di taratura • Informe de calibración

Wir bestätigen, dass dieses Testo-Produkt unter Beachtung eines zertifizierten Qualitätssicherungssystems nach **DIN EN ISO 9001:2008** abgeglichen wurde.

Die dafür verwendeten Messeinrichtungen werden regelmäßig kalibriert und sind rückführbar auf die nationalen Normale der Physikalisch Technischen Bundesanstalt (PTB) Deutschlands oder auf andere nationale Normale. Wo keine nationalen Normale existieren, entspricht das Messverfahren den derzeit gültigen technischen Regeln und Normen.

Dieses Kalibrier-Protokoll belegt die Einhaltung der von uns zugesagten Toleranzen.

Sehr gerne informieren wir Sie über **Kalibrier-Zertifikate**, die die Toleranzen **des gesamten Messsystems** (Messgerät und Fühler) beinhalten.

Dieses Zertifikat benötigen Sie, wenn das Messsystem in qualitäts-relevanten Prozessen innerhalb eines nach **DIN EN ISO 9001:2008** zertifizierten Unternehmens eingesetzt wird.

Unsere Kalibrierlabors für Temperatur, Druck, Feuchte, Strömung und elektrische Messgrößen sind vom Deutschen Kalibrierdienst (DAkkS) akkreditierte Kalibrierlabors.

DAkkS-Kalibrierscheine werden für Messungen gefordert, bei denen die Genauigkeit eine entscheidende Rolle spielt.

We confirm that this Testo product was calibrated under the observation of a **DIN EN ISO 9001:2008** certified quality assurance system.

The measuring installations used for this calibration are calibrated regularly and can be traced back to the national standards of the German Federal Physical and Technical Institution (PTB), or to other national standards. Should no national standards exist, the measuring procedure corresponds with the currently valid technical regulations and standards.

This calibration protocol is proof of adherence to the tolerances as confirmed by us.

We would be delighted to inform you about **certificates of conformities** which cover the tolerances for the **complete measuring system** (measuring instrument and probes).

This certificate is required only if the measuring system is to be used in processes relevant to quality in a company certified to **DIN EN ISO 9001:2008**.

Our calibration laboratories for temperature, pressure, humidity, velocity and electrical parameters are calibration laboratories accredited by the German Calibration Service (DAkkS).

DAkkS calibration certificates are required for measurements where accuracy plays a decisive role.

Nous confirmons par la présente que ce produit testo a été étalonné sous la surveillance d'un système d'assurance qualité selon la norme **DIN EN ISO 9001:2008**. Les installations de mesure utilisées pour cet étalonnage sont étalonnées de façon régulière et s'appliquent aux normes nationales de l'Institut Fédéral de Techniques Physiques d'Allemagne (PTB) ou aux autres normes nationales. S'il n'existe aucune norme nationale, le processus de mesure est conforme aux règles et normes techniques actuellement valables.

Ce protocole d'étalonnage vous indique que cet appareil respecte bien les tolérances constructeurs annoncées dans nos documentations.

We measure it. 

Un **certificat d'étalonnage** est nécessaire pour la vérification de la **chaîne complète** (appareils et sonde). N'hésitez pas à nous contacter pour de plus amples renseignements.

Ce certificat vous sera utile si vous vous trouvez être certifié ou en cours de certification **DIN EN ISO 9001:2008**.

Notre laboratoire d'étalonnage en température, pression, humidité, vitesse d'air et paramètres électriques a été accrédité par le DAkkS - équivalent BNM/COFRAC -, Bureau de Métrologie Allemand.

Les certificats d'étalonnage DAkkS/COFRAC sont indispensables lorsque les mesures effectuées doivent être précises.

Vi confermiamo che questo prodotto è stato collaudato seguendo il sistema di certificazione di qualità **DIN EN ISO 9001:2008**.

Gli strumenti di misura elettronici utilizzati per la calibrazione sono a loro volta regolarmente verificati e possono essere ricondotti agli standard nazionali del PTB (Physikalisch Technische Bundesanstalt), l'istituto ufficiale tedesco per la determinazione degli standard tecnici.

Questo protocollo di collaudo documenta l'osservanza delle tolleranze da noi indicate.

Siamo a Vs. disposizione per fornire informazioni sui **Certificati di Taratura** che comprendono le tolleranze del **sistema di misura completo** (strumento e sonda).

Questo documento Vi sarà utile se già siete certificati o siete in corso di certificazione **DIN EN ISO 9001:2008**.

I nostri laboratori di taratura per temperatura, pressione, umidità, velocità dell'aria e parametri elettrici sono stati accreditati dal PTB e sono in grado di rilasciare certificati ufficiali DAkkS indispensabili quando le misure effettuate devono essere precise o riferibili.

Queste regole, riconosciute in tutta Europa, sono equivalenti a quelle SIT italiane ed alle procedure tecniche standard utilizzate in tutto il mondo.

Confirmamos que este producto Testo se calibró de acuerdo con el sistema de garantía de calidad **DIN EN ISO 9001:2008**.

Las instalaciones de medición utilizadas para esta calibración se calibran con regularidad y pueden rastrearse a los estándares nacionales del Instituto Federal de Técnicas Físicas Alemán (PTB), o a otros estándares nacionales. Si no existe una norma nacional, el procedimiento de medición corresponde con las regulaciones técnicas y normas válidas en la actualidad.

Este informe de calibración es una prueba de las tolerancias que nosotros confirmamos.

Estaremos encantados en informales sobre **certificados de calibración** que cubran las tolerancias para el sistema de medición completo (instrumento de medición y sondas).

Nuestros laboratorios de calibración para temperatura, presión, humedad, velocidad y parámetros eléctricos son laboratorios de calibración acreditados por el Servicio de calibración alemán (DAkkS).

Los certificados de calibración DAkkS son necesarios para las mediciones donde la precisión sea muy importante.

0975_0002/06/03_2013

ÖZGEÇMİŞ

Adı	Fatih	Soyadı	Nurtaş
Doğum Yeri	İstanbul	Doğum Tarihi	16.11.1979
Uyruğu	T.C.	Tel	+90 594 604 08 23
E-mail	fatihnurtas@gmail.com		

Eğitim Düzeyi

	Mezun Olduğu Kurumun Adı	Mezuniyet Yılı
Doktora/Uzmanlık		
Yüksek Lisans		
Lisans	İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi	2001
Lise	Hayrullah Kefoğlu Lisesi	1997

İş Deneyimi

Görevi	Kurum	Süre (Yıl - Yıl)
Fabrika Müdürü	Üstün Plastik A.Ş.	8 yıl
Üretim Müdürü	Modern Ambalaj A.Ş.	2 yıl
Üretim Planlama Yöneticisi	Decorium	3 yıl

Yabancı Dilleri	Okuduğunu Anlama*	Konuşma*	Yazma*
İngilizce	orta	orta	orta

Yabancı Dil Sınav Notu #

YDS	ÜDS	IELTS	TOEFL IBT	TOEFL PBT	TOEFL CBT	FCE	CAE	CPE

	Sayısal	Eşit Ağırlık	Sözel
ALES Puanı	72		
(Diğer) Puanı			

Bilgisayar Bilgisi

Program	Kullanma becerisi