

T.C.
İSTANBUL OKAN ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

İŞ SAĞLIĞI ve GÜVENLİĞİNDE ALTI SİGMA
YAKLAŞIMI ÜZERİNE BİR MODEL UYGULAMASI

Canan UÇAN

DOKTORA TEZİ

İŞLETME ANABİLİM DALI

İŞLETME PROGRAMI

DANIŞMAN

Prof. Dr. Ahmet Tuğrul SAVAŞ

İSTANBUL, Ağustos 2019

T.C.
İSTANBUL OKAN ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

İŞ SAĞLIĞI ve GÜVENLİĞİNDE ALTI SİGMA
YAKLAŞIMI ÜZERİNE BİR MODEL UYGULAMASI

Canan UÇAN
(132017005)

DOKTORA TEZİ
İŞLETME ANABİLİM DALI
İŞLETME PROGRAMI

DANIŞMAN
Prof. Dr. Ahmet Tuğrul SAVAŞ

İSTANBUL, Ağustos 2019

T.C.

İSTANBUL OKAN ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

İŞ SAĞLIĞI ve GÜVENLİĞİNDE ALTI SİGMA
YAKLAŞIMI ÜZERİNE BİR MODEL UYGULAMASI

Canan UÇAN

(132017005)

DOKTORA TEZİ

İŞLETME ANABİLİM DALI

İŞLETME PROGRAMI

Tezin Enstitüye Teslim Edildiği Tarih:

Tezin Savunulduğu Tarih :09.08.2019

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ahmet Tuğrul SAVAS
(İstanbul Okan Üniversitesi)

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Uğur YOZGAT
(Arucad Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin MERT
(İstanbul Okan Üniversitesi)

Prof. Dr. Ali Fuat GÜNERİ
(Yıldız Teknik Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Turgay MÜNYAS
(İstanbul Okan Üniversitesi)

İSTANBUL, Ağustos 2019

ÖNSÖZ

“İş Sağlığı ve Güvenliğinde Altı Sigma Yaklaşımı Üzerine Bir Model Uygulaması” başlıklı doktora tez çalışmamda, hiçbir zaman yardımlarını esirgemeyen, değerli görüşleriyle ufkumu açan sayın tez danışmanım Prof. Dr. Ahmet Tuğrul SAVAŞ hocam başta olmak üzere, doktora eğitimim sürecinde emeği geçen tüm hocalarıma minnet ve şükranlarımı sunarım.

Doktora tezi sürecindeki katkılarından dolayı Prof. Dr. Uğur YOZGAT ve Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin MERT hocalarıma sonsuz teşekkür ederim.

Canan UÇAN

Ağustos, 2019

İÇİNDEKİLER

SAYFANO

ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
ÖZET.....	iv
SUMMARY	v
SEMBOL LİSTESİ.....	vi
KISALTMALAR.....	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
TABLO LİSTESİ	x
BÖLÜM 1. GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. ALTI SİGMA(6 Σ) İLE ALAKALI BAZI TANIMLAR.....	4
2.1.1. Altı Sigma	4
2.1.2. Altı Sigma Kalite Yönetim Sistemi Tarihçesi	12
2.1.3. Altı Sigmada Süreç	14
2.1.4. Altı Sigma Organizasyonu	25
2.2. İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ	35
2.2.1. İş Sağlığı ve Güvenliğinin Oluşumu	35
2.2.2. İş Sağlığı ve Güvenliğinde Bazı Kavramlar ve Tanımları	37
2.2.3. İş Sağlığı ve Güvenliğinde Risklerden korunma ilkeleri.....	38
2.2.4. Risk Değerlendirme Yöntemleri	41
2.2.5. Güvenlik Kültürü ve İlgili Bazı Tanımlar	46
2.3. 6 Σ VE İŞ SAĞLIĞI GÜVENLİĞİ İLİŞKİSİ.....	48

BÖLÜM 3. GEREÇ ve YÖNTEM.....	51
3.1. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ.....	51
3.2.ARAŞTIRMA MODELİ.....	51
3.2.1. Hipotezler.....	54
BÖLÜM 4. BULGULAR.....	58
4.1. ALTISIĞMA YÖNETİM SİSTEMİ UYGULAMALARI ÖNCESİ İŞ İŞLETMENİN İŞ GÜVENLİĞİ BAKIMINDAN ANALİZİ	58
4.2. ALTISIĞMA YÖNETİM SİSTEMİ UYGULAMALARI ÖNCESİ İŞ KAZALARI ÜZERİNE HİPOTEZ TESTLERİ.....	69
4.3. ALTISIĞMA YÖNETİM SİSTEMİ UYGULAMALARI SONRASI İŞLETMENİN İŞ GÜVENLİĞİ BAKIMINDAN ANALİZİ	83
4.4. ALTISIĞMA YÖNETİM SİSTEMİ UYGULAMALARI SONRASI İŞ KAZALARI ÜZERİNE HİPOTEZ TESTLERİ.....	92
BÖLÜM 5. MODELLEME ve TARTIŞMA.....	105
5.1. BAĞIMSIZ DEĞİŞKENLERİN BAĞIMLI DEĞİŞKENE ETKİLERİ VE ÖRNEK MODELLEMELER	106
5.1.1. Yaş Bağımsız Değişkeni	106
5.1.2. Kıdem Süresi Bağımsız Değişkeni	114
5.1.3. Eğitim Düzeyi Bağımsız Değişkeni	120
5.1.4. Kaza sonrası etkilenen vücut bölgesi Bağımsız Değişkeni.....	126
5.2. TÜM İYİLEŞTİRMELER VE MODELLEME BAŞARILARI.....	132
BÖLÜM 6. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	137
KAYNAKLAR.....	142
ÖZGEÇMİŞ	146

ÖZET

İŞ SAĞLIĞI ve GÜVENLİĞİNDE ALTI SİGMA YAKLAŞIMI ÜZERİNE BİR MODEL UYGULAMASI

Kalite yönetim sistemlerinden birisi olan altı sigma; 1981 yılında ortaya çıkmış ve özetle piyasaya sürülecek olan ürünün üretim aşamalarında en az hata ve kayıpla üretilmesini sağlayacak önlemlerin alınması dolayısıyla üretim esnasındaki kayıp miktarının azaltılarak üretim maliyetinin düşürülmesi böylelikle de kaliteli ürünün müşteriye daha uygun fiyattan sunulması prensibini benimsemektedir.

İş Sağlığı ve Güvenliği ise kısaca işyerinde veya işin yürütümü nedeniyle çeşitli nedenlerden kaynaklanan insan sağlığına, toplum sağlığına veya çevreye zarar verebilecek koşullardan korunmak amacıyla yapılan sistemli ve bilimsel çalışmaların bütünü olarak tanımlanmaktadır.

Bu araştırmamızda altı sigma kalite yönetim sistemi ve süreçlerinin iş sağlığı ve güvenliği yönetiminde kullanılmasının sağlayabileceği faydalar araştırılmış ve iş sağlığı ve güvenliği yönetiminde altı sigma yönetim sisteminin kullanılmasının getireceği faydaların ortaya konulması amaçlanmıştır.

Araştırmamız kapsamında Türkiye’de beyaz eşya üretimi yapan bir firmanın altı sigma yönetim sistemine geçmeden önceki son bir yıllık kaza verilerinin istatistiksel incelenmesi yapıldı, akabinde altı sigma yönetim sistemi iş sağlığı ve güvenliği alanında söz konusu firmada uygulandı. Daha sonra altı sigma uygulamaları sonucunda kaza verileri tekrar toplanarak, altı sigma öncesi ve sonrası verilerin istatistiksel karşılaştırılması yapılarak altı sigmanın var ise faydaları ortaya çıkarıldı.

Anahtar Kelimeler: İş Sağlığı ve Güvenliği, Altı Sigma, Risk Modelleme

Tarih:09.08.2019

SUMMARY

A MODEL APPLICATION ON SIX SIGMA APPROACH TO OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY

Six sigma quality management systems, one of the quality management systems, have been developed in 1981 and aims to take the measures to ensure that the product on the market has the least error and loss during the production stages. Therefore, the company adopts the principle of reducing the production cost by reducing the amount of loss during production and thus offering the quality product to the customer at a more affordable price.

Occupational Health and Safety is defined as the whole of systematic and scientific studies carried out in order to protect employees against conditions that may cause harm to human health, public health or environment caused by various reasons in the workplace or due to the conduct of the work.

In this research, the benefits of using six sigma quality management system and processes in occupational health and safety management were investigated and the benefits of using six sigma management systems in occupational health and safety management were aimed.

In the study, the last one-year accident data of a company engaged in the production of white goods (home appliances) in Turkey were held to examine statistically before proceeding to Six Sigma management system. Afterwards, six sigma management systems were applied in the field of occupational health and safety in the company. As a result of six sigma applications, accident data were collected and statistical comparison of the data before and after six sigma system was performed and finally the benefits of six sigma systems have been revealed.

Key Words: Occupational Health and Safety, Six Sigma, Risk Modeling
Date:09.08.2019

SEMBOL LİSTESİ

α	: Standart Hata
d	: Örneklem hatası
N	: Evrendeki birim sayısını(adet)
n	: Örneklem büyüklüğünü(adet)
P	: Evrende herhangi x olayının gözlem oranı
$q=(p-1)$	: Evrende herhangi x olayının gözlenmeme oranı



KISALTMALAR

AÇSHB	:	Aile Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı
ÇSGK	:	Çalışma ve Sosyal Güvenlik Kurumu
EU OSHA	:	European Union Occupational Safety and Health Administration (Avrupa İş Sağlığı ve Güvenliği Ajansı)
İSG	:	İş Sağlığı ve Güvenliği
İSGK	:	İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu
KKD	:	Kişisel Koruyucu Donanım
p	:	Pearson Katsayısı
SGK	:	Sosyal Güvenlik Kurumu
WHO	:	World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)
α	:	Alfa Katsayısı

ŞEKİL LİSTESİ

SAYFA NO

Şekil 2.1. Normal Dağılım Grafiği.....	5
Şekil 2.2. Normal Dağılım Grafiği (Ortalama ve Standart Sapma Özel Hali).....	6
Şekil 2.3. Z Tablosu	7
Şekil 2.4. Örnek Dağılım Grafiği.....	10
Şekil 2.5. Örnek Dağılım-Standart Sapma Grafiği	11
Şekil 2.6. Altı Sigma Uygulama Sonuçları	13
Şekil 2.7. Hata-Maliyet Grafiği.....	24
Şekil 2.8. Hata-Maliyet Grafiği.....	25
Şekil 2.9. Altı Sigma Organizasyon Şeması	26
Şekil 2.10. Altı Sigma DMAİC Şeması	34
Şekil 2.11. Henrich Piramidi.....	47
Şekil 2.12. Kaza Piramidi	48
Şekil 2.13. Altı Sigma DMAİC- İSG PUKO Şeması	49
Şekil 5.1. Kaza geçiren personelin yaş dağılımlarının beklenen ve gözlemlenen kaza sayıları	107
Şekil 5.2. Kaza geçiren personelin yaş dağılımlarının gözlenen ve beklenen değerleri arasındaki farkın yüzdelik değişimi	107
Şekil 5.3. Model 1 Yaş aralıklarının oluşturduğu risk gruplarının iyileştirilmesi modeli.....	110
Şekil 5.4. İyileştirme sonrası kaza geçiren personelin yaş dağılımlarının beklenen ve gözlemlenen kaza sayıları	111
Şekil 5.5. İyileştirme sonrası kaza geçiren personelin yaş dağılımlarının gözlenen ve beklenen değerleri arasındaki farkın yüzdelik değişimi.....	112
Şekil 5.6. Yüzdelik farkların yıllara göre değişimi	113
Şekil 5.7. Kaza geçiren personelin kıdem dağılımlarının beklenen ve gözlemlenen kaza sayıları	114
Şekil 5.8. Kaza geçiren personelin yaş dağılımlarının gözlenen ve beklenen değerleri arasındaki farkın yüzdelik değişimi	115
Şekil 5.9. Model 2 çalışan kıdem süreleri aralıklarının oluşturduğu risk gruplarının iyileştirilme modeli	117
Şekil 5.10. İyileştirme sonrası kaza geçiren personelin kıdem dağılımlarının beklenen ve gözlemlenen kaza sayıları.....	118
Şekil 5.11. İyileştirme sonrası kaza geçiren personelin kıdem dağılımlarının gözlenen ve beklenen değerleri arasındaki farkın yüzdelik değişimi	119
Şekil 5.12. Yüzdelik farkların yıllara göre değişimi	119
Şekil 5.13. Kaza geçiren personelin eğitim düzeyleri dağılımlarının beklenen ve gözlemlenen kaza sayıları	120

Şekil 5.14. Kaza geçiren personelin yaş dağılımlarının gözlenen ve beklenen değerleri arasındaki farkın yüzdelik değişimi	121
Şekil 5.15. Model 3 Çalışan eğitim düzeyi aralıklarının oluşturduğu risk gruplarının iyileştirilme modeli	123
Şekil 5.16. İyileştirme sonrası kaza geçiren personelin eğitim düzeyi dağılımları beklenen ve gözlemlenen kaza sayıları	124
Şekil 5.17. İyileştirme sonrası kaza geçiren personelin eğitim düzeyleri dağılımlarının gözlenen ve beklenen değerleri arasındaki farkın yüzdelik değişimi	125
Şekil 5.18. Yüzdelik farkların yıllara göre değişimi	125
Şekil 5.19. Kaza geçiren personelin yaralanma bölgesi dağılımlarının beklenen ve gözlemlenen kaza sayıları	126
Şekil 5.20. Kaza geçiren personelin yaralanma bölgesi dağılımlarının gözlenen ve beklenen değerleri arasındaki farkın yüzdelik değişimi.....	127
Şekil 5.21. Model 4. Yaralanma bölgesi aralıklarının oluşturduğu risk gruplarının iyileştirilmesinin modellenmesi	129
Şekil 5.22. İyileştirme sonrası kaza geçiren personelin eğitim düzeyi dağılımları beklenen ve gözlemlenen kaza sayıları	130
Şekil 5.23. İyileştirme sonrası kaza geçiren personelin eğitim düzeyleri dağılımlarının gözlenen ve beklenen değerleri arasındaki farkın yüzdelik değişimi	131
Şekil 5.24. Yüzdelik farkların yıllara göre değişimi	131

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1. Örnek Frekans Dağılım Tablosu	8
Tablo 2.2. Örnek Standart Sapma Hesaplama Tablosu	9
Tablo 2.3. Altı Sigma Hata Sayısı Tablosu	12
Tablo 2.4. Altı Sigma Organizasyonunda Roller ve Sorumluluklar Tablosu	27
Tablo 2.5. Altı Sigma İyileştirme Planı	35
Tablo 2.6. L Tipi Matris Olasılık Derecelendirme Tablosu	44
Tablo 2.7. L Tipi Matris Şiddet Derecelendirme Tablosu	44
Tablo 2.8. L Tipi Matris Sonuç Tablosu	44
Tablo 2.9. L Tipi Matris Sonuç Değerlendirme Tablosu	45
Tablo 3.1. Yıllara göre tatil günleri	53
Tablo 4.1. Altı Sigma uygulaması öncesinde işletmedeki tüm çalışanlar için elde edilen demografik oranlar tablosu	59
Tablo 4.2. Altı Sigma uygulaması öncesinde kaza geçirmiş olan çalışanların yaş aralıkları dağılım tablosu	60
Tablo 4.3. Altı Sigma uygulaması öncesinde kaza geçirmiş olan çalışanların kıdem aralıkları dağılım tablosu	61
Tablo 4.4. Altı Sigma uygulaması öncesinde kaza geçirmiş olan çalışanların cinsiyet dağılım tablosu	61
Tablo 4.5. Altı Sigma uygulaması öncesinde kaza geçirmiş olan çalışanların medeni durumları dağılım tablosu	62
Tablo 4.6. Altı Sigma uygulaması öncesinde kaza geçirmiş olan çalışanların pozisyon dağılım tablosu	62
Tablo 4.7. Altı Sigma uygulaması öncesinde kaza geçirmiş olan çalışanların Eğitim Düzeyleri dağılım tablosu	62
Tablo 4.8. Altı Sigma uygulaması öncesinde kaza geçirmiş olan çalışanların Kaza nedeni ile etkilendikleri vücut bölgeleri dağılım tablosu	63
Tablo 4.9. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların güvensiz durum-hareket dağılım tablosu	63
Tablo 4.10. Altı Sigma uygulaması öncesindeki Kaza Sebepleri dağılım tablosu	64
Tablo 4.11. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların işletme bölgesine göre dağılımları tablosu	64
Tablo 4.12. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların yılın aylarına göre dağılımları tablosu	65
Tablo 4.13. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların haftanın günlerine göre dağılımları tablosu	65
Tablo 4.14. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların vardiya saatlerine göre dağılımları tablosu	66
Tablo 4.15. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazalardaki kayıp gün durumuna göre dağılımları tablosu	67
Tablo 4.16. Altı Sigma uygulaması öncesindeki işletmenin sigma seviyesi tablosu ..	68

Tablo 4.17. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların yaş dağılımına göre anlamlılık testi tablosu A.....	69
Tablo 4.18. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların yaş dağılımına göre anlamlılık testi tablosu B.....	70
Tablo 4.19. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların kıdem dağılımına göre anlamlılık testi tablosu A.....	71
Tablo 4.20. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların kıdem dağılımına göre anlamlılık testi tablosu B.....	71
Tablo 4.21. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların cinsiyet dağılımına göre anlamlılık testi tablosu A.....	72
Tablo 4.22. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların cinsiyet dağılımına göre anlamlılık testi tablosu B.....	72
Tablo 4.23. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların medeni durum dağılımına göre anlamlılık testi tablosu A.....	73
Tablo 4.24. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların medeni durum dağılımına göre anlamlılık testi tablosu B.....	73
Tablo 4.25. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların pozisyon dağılımına göre anlamlılık testi tablosu A.....	73
Tablo 4.26. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların pozisyon dağılımına göre anlamlılık testi tablosu B.....	74
Tablo 4.27. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların eğitim düzeyine göre anlamlılık testi tablosu A.....	74
Tablo 4.28. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların eğitim düzeyine göre anlamlılık testi tablosu B.....	75
Tablo 4.29. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların etkilenen vücut bölgesine göre anlamlılık testi tablosu A.....	75
Tablo 4.30. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların etkilenen vücut bölgesine göre anlamlılık testi tablosu B.....	76
Tablo 4.31. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların güvensiz durum- hareket dağılımına göre anlamlılık testi tablosu A.....	76
Tablo 4.32. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların güvensiz durum- hareket dağılımına göre anlamlılık testi tablosu B.....	77
Tablo 4.33. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların sebeplerine göre anlamlılık testi tablosu A.....	78
Tablo 4.34. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların sebeplerine göre anlamlılık testi tablosu B.....	78
Tablo 4.35. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların, kaza bölgesine göre anlamlılık testi tablosu A.....	79
Tablo 4.36. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların, kaza bölgesine göre anlamlılık testi tablosu B.....	79
Tablo 4.37. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların, aylara göre anlamlılık testi tablosu A.....	80
Tablo 4.38. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların, aylara göre anlamlılık testi tablosu B.....	80
Tablo 4.39. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların, günlere göre anlamlılık testi tablosu A.....	81
Tablo 4.40. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların, günlere göre anlamlılık testi tablosu B.....	81

Tablo 4.41. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların, saatlere göre anlamlılık testi tablosu A.....	82
Tablo 4.42. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların, saatlere göre anlamlılık testi tablosu B.....	82
Tablo 4.43. Altı Sigma uygulaması sonrasında işletmedeki tüm çalışanlar için elde edilen demografik oranlar tablosu	84
Tablo 4.44. Altı Sigma uygulaması sonrasında kaza geçirmiş olan çalışanların yaş aralıkları dağılım tablosu.....	85
Tablo 4.45. Altı Sigma uygulaması sonrasında kaza geçirmiş olan çalışanların kıdem aralıkları dağılım tablosu.....	85
Tablo 4.46. Altı Sigma uygulaması sonrasında kaza geçirmiş olan çalışanların cinsiyet dağılım tablosu	86
Tablo 4.47. Altı Sigma uygulaması sonrasında kaza geçirmiş olan çalışanların medeni durumları dağılım tablosu	86
Tablo 4.48. Altı Sigma uygulaması öncesinde kaza geçirmiş olan çalışanların pozisyon dağılım tablosu.....	86
Tablo 4.49. Altı Sigma uygulaması sonrasında kaza geçirmiş olan çalışanların Eğitim Düzeyleri dağılım tablosu	87
Tablo 4.50. Altı Sigma uygulaması sonrasında kaza geçirmiş olan çalışanların Kaza nedeni ile etkilendikleri vücut bölgeleri dağılım tablosu	87
Tablo 4.51. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların güvensiz durum-hareket dağılım tablosu	88
Tablo 4.52. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki Kaza Sebepleri dağılım tablosu.....	88
Tablo 4.53. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların işletme bölgesine göre dağılımları tablosu	89
Tablo 4.54. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların yılın aylarına göre dağılımları tablosu	89
Tablo 4.55. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların haftanın günlerine göre dağılımları tablosu	90
Tablo 4.56. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların vardiya saatlerine göre dağılımları tablosu	90
Tablo 4.57. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazalardaki kayıp gün durumuna göre dağılımları tablosu.....	91
Tablo 4.58. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki işletmenin sigma seviyesi tablosu .	92
Tablo 4.59. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların yaş dağılımına göre anlamlılık testi tablosu A.....	93
Tablo 4.60. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların yaş dağılımına göre anlamlılık testi tablosu B.....	93
Tablo 4.61. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların kıdem dağılımına göre anlamlılık testi tablosu A.....	94
Tablo 4.62. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların kıdem dağılımına göre anlamlılık testi tablosu B.....	94
Tablo 4.63. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların cinsiyet dağılımına göre anlamlılık testi tablosu A.....	95
Tablo 4.64. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların cinsiyet dağılımına göre anlamlılık testi tablosu B.....	95
Tablo 4.65. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların medeni durum dağılımına göre anlamlılık testi tablosu A	95

Tablo 4.66. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların medeni durum dağılımına göre anlamlılık testi tablosu B	96
Tablo 4.67. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların pozisyon dağılımına göre anlamlılık testi tablosu A	96
Tablo 4.68. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların pozisyon dağılımına göre anlamlılık testi tablosu B	97
Tablo 4.69. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların eğitim düzeyine göre anlamlılık testi tablosu A	97
Tablo 4.70. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların eğitim düzeyine göre anlamlılık testi tablosu B	98
Tablo 4.71. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların etkilenen vücut bölgesine göre anlamlılık testi tablosu A	98
Tablo 4.72. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların etkilenen vücut bölgesine göre anlamlılık testi tablosu B	99
Tablo 4.73. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların güvensiz durum- hareket dağılımına göre anlamlılık testi tablosu A	99
Tablo 4.74. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların güvensiz durum- hareket dağılımına göre anlamlılık testi tablosu B	99
Tablo 4.75. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların sebeplerine göre anlamlılık testi tablosu A	100
Tablo 4.76. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların sebeplerine göre anlamlılık testi tablosu B	100
Tablo 4.77. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların, kaza bölgesine göre anlamlılık testi tablosu A	101
Tablo 4.78. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların, kaza bölgesine göre anlamlılık testi tablosu B	101
Tablo 4.79. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların, aylara göre anlamlılık testi tablosu A	102
Tablo 4.80. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların, aylara göre anlamlılık testi tablosu B	102
Tablo 4.81. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların, günlere göre anlamlılık testi tablosu A	103
Tablo 4.82. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların, günlere göre anlamlılık testi tablosu B	103
Tablo 4.83. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların, saatlere göre anlamlılık testi tablosu A	104
Tablo 4.84. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların, saatlere göre anlamlılık testi tablosu B	104

BÖLÜM 1. GİRİŞ

İnsanoğlu antik çağlardan itibaren yaşamını sürdürebilmesi için diğer insanlarla etkileşime geçmesinin faydalı olacağını farkına varmıştır. Bu etkileşim akabinde toplum kavramını doğurmuştur. Toplum ise insanların ihtiyaçları olana ulaşmak için her işi yapmalarındansa toplumun diğer bireyleri ile görev paylaşımı yapmalarının daha verimli sonuçlar ortaya çıkardığını zamanla göstermiştir. Böylelikle insanlar için farklı işlerde çalışmalarındansa tek bir işle uğraşarak o işte uzmanlaşmalarının yolu açılmıştır ve meslekler ortaya çıkmıştır.

Meslekler, zamanla toplumun ortak kazancından insanların ne derecede faydalanabileceğini de ortaya koyarak, toplumsal birçok sınıfın oluşmasına neden olmuştur. Sanayileşmenin yükselişiyle sınıf sayıları azalmış ve işçiler toplumun en büyük sınıfını oluşturmuştur.

Sanayileşme ile yükselen işçi sınıfının, toplumun en kalabalık sınıfı olması beraberinde işçilerin toplumdan taleplerinin değişmesine ve bu taleplerin artmasına sebep olmuştur.

Toplumun ortak faydasından daha fazla hak talep eden işçi sınıfının genel taleplerini ücret artışı, daha az sürelerde çalışma ve çalışma ortamında güvenlik olarak özetlemek mümkündür.

Uzun bir süre bu taleplere küresel çapta bir yanıt alamayan işçi sınıfı reform hareketinin getirdiği özgürlük düşünceleri ile etkilenen toplumlardan 18. Y.Y.'ın sonlarında bazı müspet cevaplar almayı başaramıştır.

Bu süreçte ortaya çıkan ve çalışanların yaptıkları iş esnasında güvenli ve sağlıklı bir ortamda bulunmaları ana düşüncesi zaman içerisinde iş sağlığı ve güvenliği adını almıştır.

Sanayileşmenin hızlanması ve teknolojik gelişmelerin küreselleşmenin önünü açması ile sanayiciler de kendilerini farklı pazarlara sunabilme şansına kavuşmuşlardır. Ancak küreselleşme farklı pazarlara ulaşabilmenin yanında farklı rakip firmalarla da rekabet etmeyi gerektirmektedir. Sanayiciler rekabet halinde kalabilmek için farklı rekabet yöntemleri geliştirmiş ve geliştirmeye devam etmektedirler.

Bazı sanayiciler müşteri isteklerini ön planda tutarak en kaliteli ürünü en uygun fiyata sunmayı amaç edinmişler ve buna ulaşmak için farklı yöntemler belirlemişlerdir. Genel olarak bu sistemler kalite yönetim sistemleri olarak adlandırılmaktadır.

Kalite yönetim sistemlerinden birisi olan altı sigma kalite yönetim sistemi, 1981 yılında ortaya çıkmış ve özetle piyasaya sürülecek olan ürünün üretim aşamalarında en az hata ve kayıpla üretilmesini sağlayacak önlemlerin alınması dolayısıyla üretim esnasındaki kayıp miktarının azaltılarak üretim maliyetinin düşürülmesi böylelikle de kaliteli ürünün müşteriye daha uygun fiyattan sunulması prensibini benimsemektedir.

Bu araştırmamızda altı sigma kalite yönetim sistemi ve süreçlerinin iş sağlığı ve güvenliği yönetiminde kullanılmasının sağlayabileceği faydalar araştırılacaktır. Dolayısıyla araştırmamızın amacı iş sağlığı ve güvenliği yönetiminde altı sigma yönetim sisteminin kullanılmasının getireceği faydaların ortaya konulmasıdır.

İş sağlığı ve güvenliğinin ana amacı çalışan sağlığının yaptığı iş nedeni ile bozulmasının önlenmesidir. Dolayısıyla bu amaç çalışanların sağlıklarının hiçbir şekilde işleri ile alakalı nedenlerden dolayı bozulmamasıdır. Bu nedenle iş sağlığı ve güvenliği, çalışanların iş kazası geçirmemesi ve meslek hastalığına yakalanmaması için işyerindeki tehlikelere ve bu tehlikelerin ortaya çıkaracağı risklere karşı önlemler olarak sıfır kazayı hedeflemektedir.

Toplumun büyük kısmının çalıştığı düşünüldüğünde iş sağlığı ve güvenliği yönünden yapılabilecek her türlü gelişme topluma fayda sağlayacaktır. Özellikle Türkiye’de Sosyal Güvenlik Kurumu 2017 yılı istatistik raporuna göre iş kazaları nedeniyle 1633 çalışanın hayatını kaybettiği düşünüldüğünde iş sağlığı ve güvenliği konusunda gelişme sağlanmasının ne denli önemli olduğu ortaya çıkmaktadır.

Bu noktada araştırmamızın önemi, araştırmamızın amacı olan iş sağlığı ve güvenliğin yönetiminde altı sigma yönetim sisteminin kullanılmasının, yaratabileceği faydaların, Türkiye’de İSG paydaşları tarafından örnek alınarak kullanılması halinde iş sağlığı ve güvenliğinin gelişimine katkıda bulunması ve böylelikle Türkiye’deki çalışanların daha az tehlike, risk veya kazaya maruz kalmalarının sağlanmasıdır.

Araştırmamız kapsamında Türkiye’de beyaz eşya üretimi yapan bir firmanın İSG’de altı sigma yönetim sistemine geçmeden son bir yıllık kaza verilerinin incelenmesi yapılacak, akabinde altı sigma yönetim sistemi iş sağlığı ve güvenliği alanında söz konusu firmada uygulanacaktır. Daha sonra altı sigma uygulamaları sonucunda kaza verileri tekrar toplanarak, altı sigma öncesi ve sonrası verilerin karşılaştırılması yapılarak altı sigmanın var ise faydaları ortaya çıkarılacaktır.

Araştırmamızda öncelikle genel bilgiler kısmında araştırmamız ile ilgili yeter ölçüde iş sağlığı ve güvenliği bilgisi ve altı sigma bilgisi verilecektir.

Akabinde araştırmanın gereç ve yönteminden bahsedilerek araştırmanın modeli anlatılacak, ortaya koyulan hipotezler sunulacaktır. Devamında yapılan çalışmalardan elde edilen veriler ve bu verilerin istatistiki olarak analizleri bulgular kısmında sunulacaktır. Tartışma ve modelleme kısmında, bulgulardan elde edilen her bir iş sağlığı güvenliği sorunu için altı sigma modellemesi sunulacak ve bu modelleme elde edilen sonuçlar ile irdelenecektir.

Araştırmanın sonuçlar kısmında elde edilen sonuçlar ve bu sonuçların getirdiği iyileştirme amaçlı önerilerde bulunulacaktır.

BÖLÜM 2. GENEL BİLGİLER

2.1. ALTI SİGMA(6 Σ) İLE ALAKALI BAZI TANIMLAR

Altı sigmanın anlaşılabilmesi için özellikle istatistiki kavramların bilinmesi gerekmektedir. Bu nedenle kavram olarak oldukça geniş bir kullanım alanına sahip olan altı sigma ile ilgili olan gerekli kavramlar aşağıda özet olarak yeteri kadar verilmeye çalışılmıştır.

2.1.1. Altı Sigma

Yunan Alfabesinin bir harfi olan ve sigma şeklinde telaffuz edilen bu sembol, küçük harf yazımı şeklinde σ sembolü ile gösterilirken büyük harf olarak Σ sembolü ile gösterilmektedir.

$\Sigma(\sigma)$ bir değişkenlik ölçütü olup, istatistik biliminde standart sapmayı göstermek için kullanılan bir simgedir. Bu bağlamda aşağıdaki ifadelerin bilinmesi konunun anlaşılması açısından faydalı olacaktır.

Ana Kütle: Aynı olayın etkisi altında olan birimlerin oluşturduğu topluluğa ana kütle (istatistik kütlesi) denilmektedir.

Frekans: Ana kütleliyi oluşturan birimlerin ana kütle içinde aldıkları değerlerin tekrarlanma sayısına frekans denilir.

Aritmetik Ortalama($\bar{x}$): Bir ana kütleliyi oluşturan birimlerin aldıkları değerlerin toplamının toplam birim sayısına bulunması sonucu elde edilen değeri gösteren değerdir.

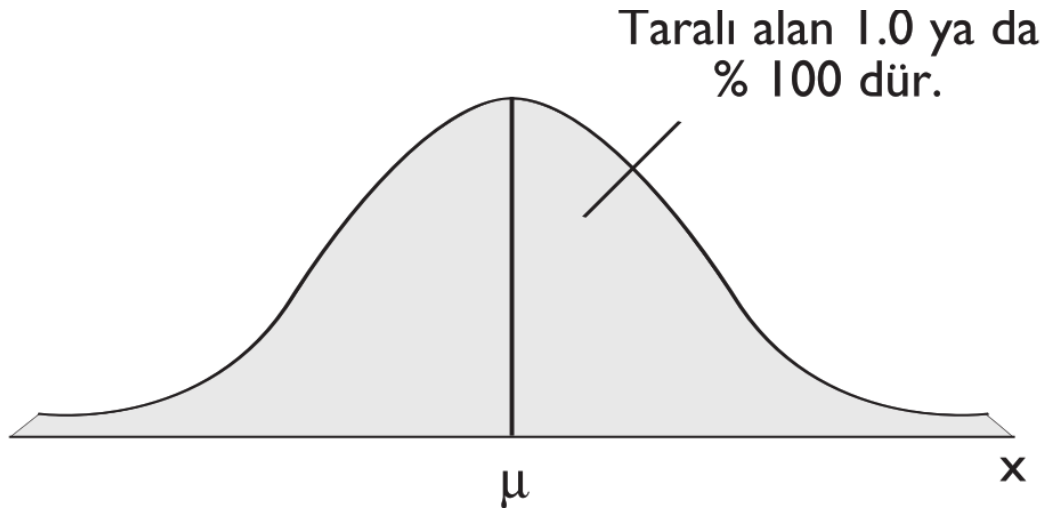
Standart Sapma(σ): Ana kütleyi oluşturan her bir birimin aldığı değerin, aritmetik ortalama ile arasındaki farkın karelerinin toplanarak, toplam birim sayısına bölünmesi sonucu ortaya çıkan değerin karekökünün alınması suretiyle bulunan değerdir.

Standart sapma basit seriler için aşağıdaki, şekilde formüle edilebilir.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

Kaynak: Aslanargun A. 2001

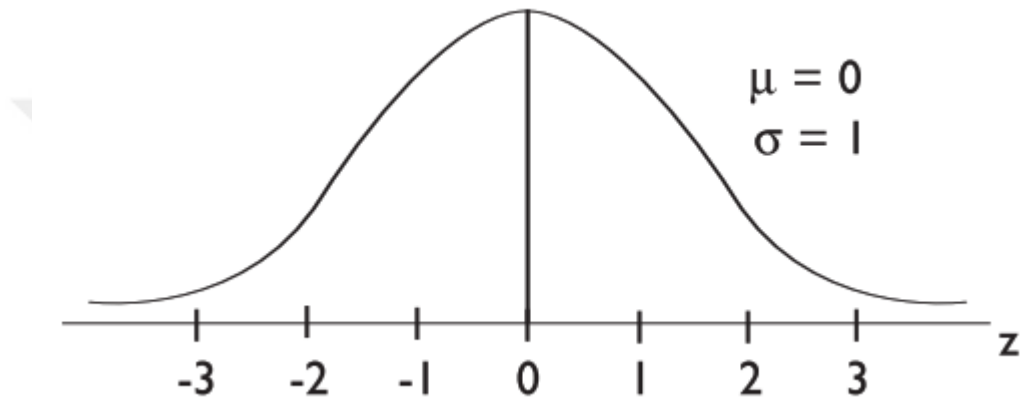
Normal Dağılım: Ana kütleyi oluşturan birimlerin süreklilik gösterdiği dağılımlarda, özellikle günlük hayatımızı oluşturan olaylarda sıklıkla karşılaştığımız bir olasılık dağılımıdır. Grafikselle gösterimi çan eğrisi şeklindedir. Grafikselle gösterimde dağılımı tanımlayan eğrinin x eksenine ile yaptığı alanın toplamının bir birim olduğu ve her bir birimin alabileceği olasılıksal değerleri kapsadığı kabul edilmektedir. Bu nedenle eğri altındaki alan olabilecek tüm olasılıkları kapsadığı için olayın %100'ünü temsil etmektedir. Eğri ortalamaya göre simetriklik göstermektedir. Eğrinin iki ucu negatif ve pozitif sonsuza doğru gitmekte ve asla x eksenini kesmemektedir.



Şekil 2.1. Normal Dağılım Grafiği
Kaynak: Aslanargun A. 2001

Bir normal dağılım eğrisi hiçbir zaman x eksenini kesmemekle beraber ortalama -3 standart sapmadan büyük kısım ile ortalama+3 standart sapmadan küçük kısım arasında kalan alanın, toplam alanın %99,74 olduğu kabul edilmektedir.

Standart Normal Dağılım: Ana kütle ortalamasının 0 ve standart sapmanın 1 olduğu spesifik bir dağılım durumuna denir. Aşağıdaki grafikte görüleceği üzere x ekseninde yer alan değerler z ile ifade edilen rassal değişkenleri oluşturmaktadır.



Şekil 2.2. Normal Dağılım Grafiği (Ortalama ve Standart Sapma Özel Hali)
Kaynak: Aslanargun A. 2001

Eğri ile x eksenini arasında kalan toplam alan bir birim olmaktadır ve her bir z değeri için bu alan z tablosu yardımıyla bulunmaktadır.



STANDART NORMAL DAĞILIM Z TABLOSU

	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.0000	0.0040	0.0080	0.0120	0.0160	0.0190	0.0239	0.0279	0.0319	0.0359
0.1	0.0398	0.0438	0.0478	0.0517	0.0557	0.0596	0.0636	0.0675	0.0714	0.0753
0.2	0.0793	0.0832	0.0871	0.0910	0.0948	0.0987	0.1026	0.1064	0.1103	0.1141
0.3	0.1179	0.1217	0.1255	0.1293	0.1331	0.1368	0.1406	0.1443	0.1480	0.1517
0.4	0.1554	0.1591	0.1628	0.1664	0.1700	0.1736	0.1772	0.1808	0.1844	0.1879
0.5	0.1915	0.1950	0.1985	0.2019	0.2054	0.2088	0.2123	0.2157	0.2190	0.2224
0.6	0.2257	0.2291	0.2324	0.2357	0.2389	0.2422	0.2454	0.2486	0.2517	0.2549
0.7	0.2580	0.2611	0.2642	0.2673	0.2704	0.2734	0.2764	0.2794	0.2823	0.2852
0.8	0.2881	0.2910	0.2939	0.2969	0.2995	0.3023	0.3051	0.3078	0.3106	0.3133
0.9	0.3159	0.3186	0.3212	0.3238	0.3264	0.3289	0.3315	0.3340	0.3365	0.3389
1.0	0.3413	0.3438	0.3461	0.3485	0.3508	0.3531	0.3554	0.3577	0.3599	0.3621
1.1	0.3643	0.3665	0.3686	0.3708	0.3729	0.3749	0.3770	0.3790	0.3810	0.3830
1.2	0.3849	0.3869	0.3888	0.3907	0.3925	0.3944	0.3962	0.3980	0.3997	0.4015
1.3	0.4032	0.4049	0.4066	0.4082	0.4099	0.4115	0.4131	0.4147	0.4162	0.4177
1.4	0.4192	0.4207	0.4222	0.4236	0.4251	0.4265	0.4279	0.4292	0.4306	0.4319
1.5	0.4332	0.4345	0.4357	0.4370	0.4382	0.4394	0.4406	0.4418	0.4429	0.4441
1.6	0.4452	0.4463	0.4474	0.4484	0.4495	0.4505	0.4515	0.4525	0.4535	0.4545
1.7	0.4554	0.4564	0.4573	0.4582	0.4591	0.4599	0.4608	0.4616	0.4625	0.4633
1.8	0.4641	0.4649	0.4656	0.4664	0.4671	0.4678	0.4686	0.4693	0.4699	0.4706
1.9	0.4713	0.4719	0.4725	0.4732	0.4738	0.4744	0.4750	0.4756	0.4761	0.4767
2.0	0.4772	0.4778	0.4783	0.4788	0.4793	0.4798	0.4803	0.4808	0.4812	0.4817
2.1	0.4821	0.4826	0.4830	0.4834	0.4838	0.4842	0.4846	0.4850	0.4854	0.4857
2.2	0.4861	0.4864	0.4868	0.4871	0.4875	0.4878	0.4881	0.4884	0.4887	0.4890
2.3	0.4893	0.4896	0.4898	0.4901	0.4904	0.4906	0.4909	0.4911	0.4913	0.4916
2.4	0.4918	0.4920	0.4922	0.4925	0.4927	0.4929	0.4931	0.4932	0.4934	0.4936
2.5	0.4938	0.4940	0.4941	0.4943	0.4945	0.4946	0.4948	0.4949	0.4951	0.4952
2.6	0.4953	0.4955	0.4956	0.4957	0.4959	0.4960	0.4961	0.4962	0.4963	0.4964
2.7	0.4965	0.4966	0.4967	0.4968	0.4969	0.4970	0.4971	0.4972	0.4973	0.4974
2.8	0.4974	0.4975	0.4976	0.4977	0.4977	0.4978	0.4979	0.4979	0.4980	0.4981
2.9	0.4981	0.4982	0.4982	0.4983	0.4984	0.4984	0.4985	0.4985	0.4986	0.4986
3.0	0.4987	0.4987	0.4987	0.4988	0.4988	0.4989	0.4989	0.4989	0.4990	0.4990
3.1	0.4990	0.4991	0.4991	0.4991	0.4992	0.4992	0.4992	0.4992	0.4993	0.4993
3.2	0.4993	0.4993	0.4994	0.4994	0.4994	0.4994	0.4994	0.4995	0.4995	0.4995
3.3	0.4995	0.4995	0.4995	0.4996	0.4996	0.4996	0.4996	0.4996	0.4996	0.4997
3.4	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4998

Şekil 2.3. Z Tablosu
Kaynak: Aslanargun A. 2001

Z Tablosundan da görüleceği üzere $z=3$ değerine karşılık gelen değer 0,4987 olmaktadır. Standart sapmanın da 1 olduğu düşünüldüğünde $z=3$ değeri aynı zamanda ortalamaya 3 standart sapma değeri eklendiğinde karşılaşılan değerdir. Simetrik şekilde $z=-3$ değerine karşılık gelen alan değeri de 0,4987 olmakta ve bu değerde ortalamadan 3 standart sapma çıkarıldığında ortaya çıkan değere karşılık gelmektedir.

Her iki z değeri için toplam alan ise 0,4987 değerinin iki katı olan 0,9974 alan değerine karşılık gelmektedir. Dolayısıyla standart normal dağılım eğrisinin x eksenine ile arasında kalan alanın ortalama+ 3 standart sapma ve ortalama – 3 standart sapma değerleri ile sınırlandırılması sonucu elde edilen alan 0,9974 olmaktadır. Toplam alanın 1 birim olduğu düşünüldüğünde sınırlandırılmış alan toplam alanın %99,74'üne karşılık gelmektedir.

Normal Dağılımın Standart Normal Dağılıma Dönüştürülmesi: Standart normal dağılımda $\sigma=1$ ve $\mu=0$ olmakta iken gerçek hayatta elde edilen değerler standart sapma ve ortalama için farklılık göstermektedir. Bu nedenle her bir x değerinin z değerine dönüştürülmesi için aşağıdaki formül kullanılmaktadır.

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

Kaynak: Aslanargun A. 2001

Örnek olarak 500gr. ağırlıkta ekmek üreten bir fırın ele alındığında, her bir ekmeğin çeşitli nedenlerden dolayı tam olarak 500gr. olmadığı görülecektir. Lakin 500gr.'dan daha ağır ekmek üretmek fırın için maliyet arttıran istenmeyen bir durum olmakla beraber, 500.gr'dan daha hafif ekmek üretmekte etik ve yasal açıdan doğru olmayacaktır.

Farazi olarak günlük 2500 ekmek üreten fırının ürettiği tüm ekmeklerin tartıldığı düşünüldüğünde aşağıdaki tabloya benzer değerler elde edilecektir.

Tablo 2.1. Örnek Frekans Dağılım Tablosu

Üretilen ekmeğin Gram Ağırlığı	Bu ağırlıkta kaç adet ekmek olduğu
490	1
495	24
496	75
497	200
498	300
499	400
500	500
501	400
502	300
503	200
504	75
505	24
510	1
Toplam	2500

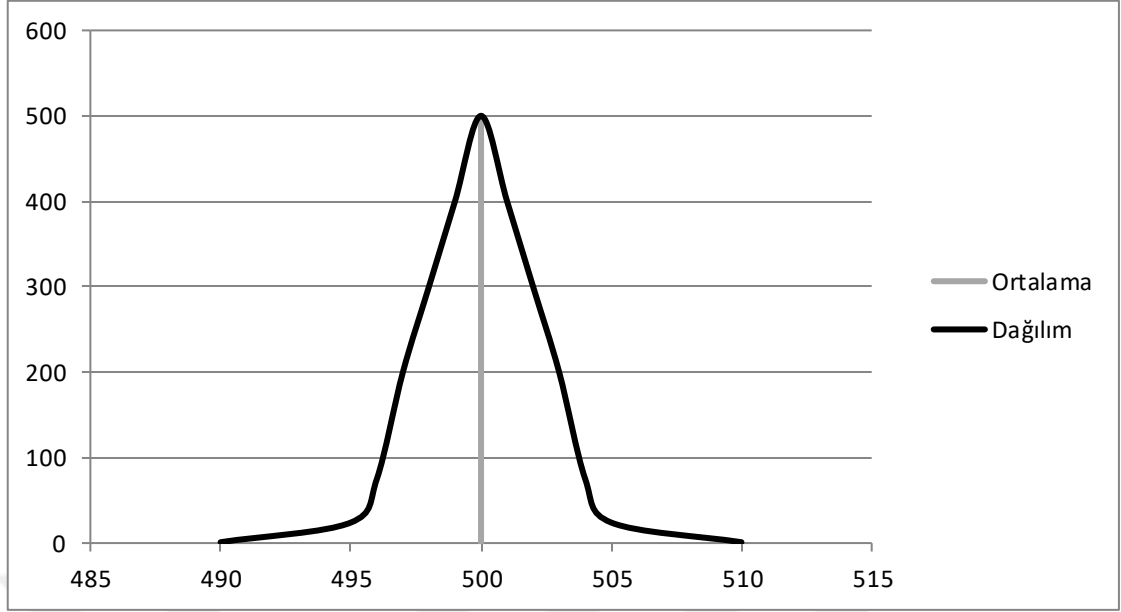
Bu veriler ile ortalama standart sapma hesap edildiğinde aşağıdaki sonuçlar elde edilecektir.

Tablo 2.2. Örnek Standart Sapma Hesaplama Tablosu

Gram(x)	Frekans(f)	xf	(x-xort)	(x-xort) ²	(x-xort) ² f
490	1	490	-10	100	100
495	24	11880	-5	25	600
496	75	37200	-4	16	1200
497	200	99400	-3	9	1800
498	300	149400	-2	4	1200
499	400	199600	-1	1	400
500	500	250000	0	0	0
501	400	200400	1	1	400
502	300	150600	2	4	1200
503	200	100600	3	9	1800
504	75	37800	4	16	1200
505	24	12120	5	25	600
510	1	510	10	100	100
Σ	2500	1250000			10600
xort	500				
σ	2,06				

Hesaplanan değerler incelendiğinde ortalama ekmek ağırlığının bir günde üretilen 2500 ekmek için 500gr., standart sapmanın ise 2,06 olduğu görülmektedir.

Bu ekmek fırının bir günde ürettiği ekmeklerin ağırlık dağılımlarının grafiği çizilmek istenirse aşağıdaki grafik elde edilir.



Şekil 2.4. Örnek Dağılım Grafiği

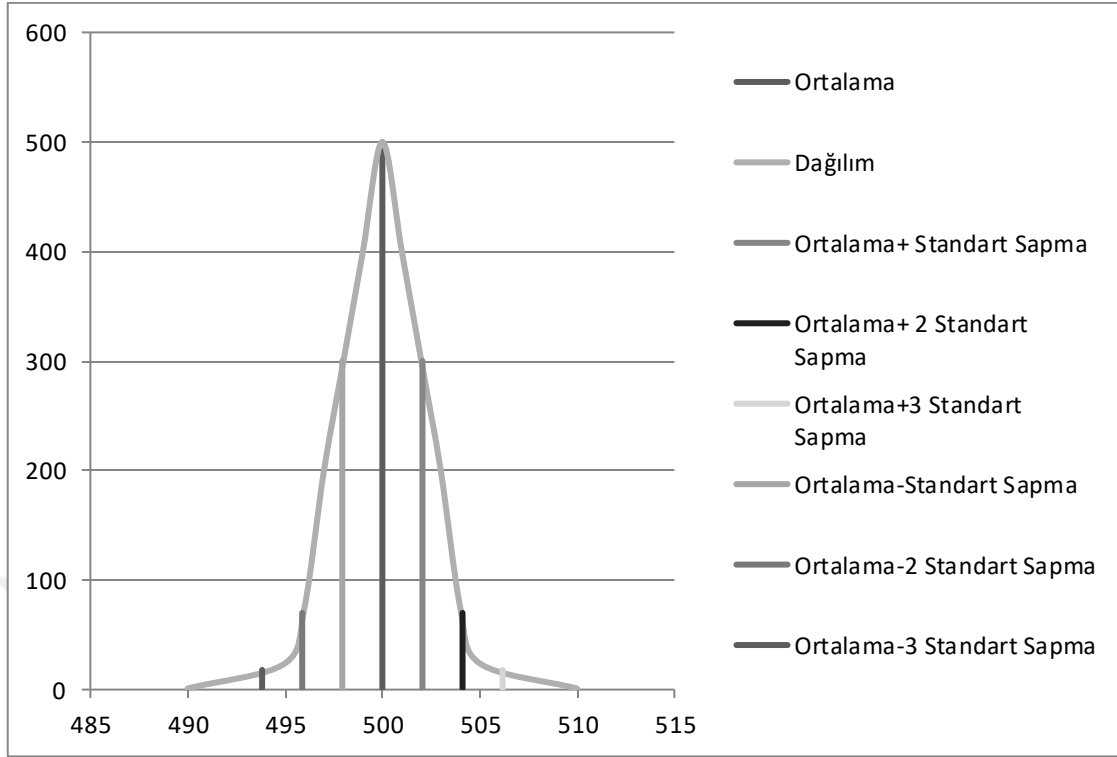
Grafikteki Y eksenini her bir ekmeğin ağırlığını, x eksenini ise aynı ağırlıktaki ekmeklerin frekansını göstermektedir.

Örnekteki normal dağılım standartlaştırılarak ortalamaya standart sapmanın üç katı eklenerek bulunacak değer için z dönüşümü yapılırsa;

$$z = \frac{(500 + 3 \cdot 2,06 - 500)}{2,06} = 3$$

$z=3$ olarak değer bulunacaktır. Z tablosundan elde edilen $z=3$ için alan değeri 0,4987 ve simetriden dolayı 3σ ve -3σ arasında kalan alanın toplam alana oranı %99,74 olarak bulunacaktır.

Sonuç olarak bu fırının ürettiği ekmeklerin %99,74'ü $500 \pm 6,18$ gr. Aralığında olacaktır.



Şekil 2.5. Örnek Dağılım-Standart Sapma Grafiği

Örnekten de görüleceği üzere normal dağılıma uyan bir kütlenin ortalamasına $+3\sigma$ ve -3σ değerleri eklenerek eğri ile x eksenini arasında kalan sınırlandırıldığında, elde edilen alan toplam alanın %99,74'üne karşılık gelmektedir.

Dolayısıyla normal dağılıma uyan bir kütlenin x eksenine göre toplamda $\pm 3\sigma$ 'lık aralığı toplam alanın çok büyük bir kısmını vermektedir.

Yukarıdaki örnekte ele alınan fırın işletmesi 500gr'lık ekmek üretiminde $\pm 6,18$ gramlık bir sapmayı kabul ettiğinde, ürettiği ekmeklerin %99,74 oran ile yüksek bir değerinde başarılı olduğu söylenebilir.

Görüldüğü üzere σ değeri bir değişken iken $\pm 3\sigma$ değeri bir hedef veya istek olmaktadır. Örnekteki fırın ürettiği ekmeklerin yasal ve etik sınırlar içerisinde kalmasını, haddinden fazla ağırlıkta ekmek üretmeyerek maliyetini arttırmamayı sonuç olarak verimlilik ile müşteri memnuniyetini üst düzeyde tutmayı amaçlamış ve buna göre geliştirmeler yaparak kabul edilen standart sapma aralığında %99,74'lük bir başarı yakalamıştır. Bu noktada fırın ortalama $\pm 3\sigma$ hedefi ile çalışmıştır.

Söz konusu fırın $\pm 3\sigma$ hedefi ile çalışarak %99,74'lük başarıyı yakalamış ve %0,26'lık hata oranını kabul etmiştir. Hedeflenen farklı σ değerleri için hata oranları aşağıda verilmiştir.

Tablo 2.3. Altı Sigma Hata Sayısı Tablosu

Hedeflenen σ Aralığı	Başarı Oranı	Hata Sayısı (Milyonda)
$\pm 1\sigma$	30,8538	691462
$\pm 2\sigma$	69,1462	308538
$\pm 3\sigma$	93,3193	66807
$\pm 4\sigma$	99,379	6210
$\pm 5\sigma$	99,9767	233
$\pm 6\sigma$	99,99966	3,4

Hata sayılarının sigma derecelerine göre anlaşılması açısından $\pm 6\sigma$ hedefi ile çalışan bir firmada hata sayısı milyonda sadece 3,4 iken $\pm 3\sigma$ hedefi ile çalışan bir şirketin hata sayısı 66,807'dir. Bu hata sayıları arasındaki farklılık dahi hedeflerin ne kadar zor olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak 6σ , hata seviyesinin istatistiksel ölçümüdür ve hedeflenen bir hata seviyesine ulaşılabilme adına hataların analiz edilerek tekrar edilmemesinin amaçlandığı, sonuç odaklı iyileştirmelerin önerildiği toplam kalite yönetiminin ismi ve sloganıdır.

2.1.2. Altı Sigma Kalite Yönetim Sistemi Tarihçesi

Altı sigma kalite yönetim sistemi ilk olarak Motorola Şirketi tarafından 1981 yılında hayata geçirilmiştir. Şirket öncelikle hizmet kalitesini ölçmek ve hataların sayısını en aza indirerek müşteri memnuniyetini arttırmak için bu sistemi kullanmıştır. Şirket verimliliğini sigma seviye indeksleri ile takip ederek her zaman daha yüksek sigma seviyelerine yükselmeyi amaçlamış böylelikle şirket içinde köklü bir değişime giderek gelişmeyi başarmıştır.

Motorola Şirketi, 6σ kalite yönetim sistemi felsefesinin içerisinde DMAIC (Define, Measure, Analyse, Improve, Control-Tanımla, Ölç, Analiz Et, İyileştir, Kontrol Et) adlı problem çözme modelini hazırlayıp uygulamaya koymuştur. DMAIC Modeli ile verimlilikte başarıya ulaşan şirketi, rakip firmalar ve üst düzey teknoloji firmaları da takip etmiş ve 6σ uygulamalarını kullanmaya başlamışlardır.

6σ Uygulaması ile bazı şirketlerin elde ettiği başarılar aşağıda sunulmuştur.

Altı Sigma uygulaması sonucu elde edilen başarılar	
Şirket	Altı Sigma Metodolojisi Uygulaması Sonuçları
Motorola	• Şirket genelinde 14 milyar dolar tasarruf sağlanması • Satışlarda sağlanan 5 kat artış ile karın yıllık %20 artışı • Borsadaki hisselerden elde edilen kazancın bileşik %21.3'lük bir orana ulaşması • ABD Ulusal kalite ödülünü(Malcolm Baldrige) alan ilk şirket olması
General Electric (GE)	1995'te uygulanmaya başlayan Altı Sigma'dan sonra 1996-1999 yılları arası 2.2 milyar dolar kar elde etmesi(GE Alt birimlerden örnekler aşağıdadır) • GE Capitals biriminin kontrat değerlendirme sürecini kısaltması sonucu yıllık 1 milyon dolarlık tasarruf • GE Capital Mortgage biriminin yaptığı çalışma ile telefonla arayan bir müşterinin bir GE çalışanına ulaşma oranını %76'dan %99'a yükselmesi
Allied Signal/ Honeywell	• Geniş kapsamlı Altı sigma personel eğitimi ile yılda 600 milyon dolar tasarruf • Uçak motorları tasarım sürecinin 42 aydan 3 aya indirilmesi • 8 yıl içerisinde şirketin Pazar değerinde %27'lik artış • En beğenilen uluslararası havacılık şirketi ödülü(Fortune)

Kaynak: :(2003): Pande ve arkadaşları, "Six Sigma Yolu", ss.32-38

Şekil 2.6. Altı Sigma Uygulama Sonuçları

Türkiye'de ise altı sigma süreci ilk olarak 1998 yılında Arçelik firmasında başlamıştır. Devam eden süreç içerisinde özellikle Türkiye'de çalışan yabancı ortaklı firmaların altı sigma uygulamalarını başlattıkları görülmektedir. Arçelik firmasını sırasıyla, SASA-DuPontSA, Borusan, TEI(TUSAŞ), Aselsan, Akso, Hayes Lemmerz International, BSH, Ford takip etmiştir.

2.1.3. Altı Sigmada Süreç

Altı sigma yönetim sistemi adımlar halinde yürütülmektedir. Her bir adımın kendi görevi ve hedefi vardır. Bu görev ve hedef yerine getirilerek yeni bir adıma geçilir. Bu nedenle altı sigmanın her bir adımı aşağıda sırasıyla anlatılmıştır.

2.1.3.1. Altı Sigmanın Amaç ve Yararları

Altı sigma'nın amacı, süreçleri inceleyerek en az hata oranını sağlamaktır. Bunun için yaklaşımsal olarak çalışanların ne yapacaklarından ziyade nasıl yapacakları üzerine bir yaklaşımı benimsemiştir. Dolayısıyla süreç içerisine en az hata yapmak adına hedefler belirlenip bu hedeflere ulaşmak için süreçler sürekli kontrol edilmekte ve ilgilenilen süreç ile alakalı olarak sürekli çalışanlara eğitim verilmektedir. Böylelikle konulan hedeflere ulaşmak mümkün olmaktadır. Unutulmamalıdır ki bir süreç ele alındığında her ne kadar olay ile ilgili değerlendirmelerde bulunulsa da sürecin işleyişini sağlayanlar çalışanlardır.

Altı Sigma da en az hata ile mükemmelliği ulaşmanın yanı sıra aşağıda belirtilen hedeflere de ulaşılmaya çalışılmaktadır.

- Verimlilik Artışı,
- İş süreçlerinde kısalma,
- İş Kazalarında Azalma,
- Maliyet Azalması,
- Müşteri Memnuniyeti,
- Pazar Payı Artışı,
- Çalışanda İş Kültürü Gelişimi.

Altı sigma öncelikle süreçler sonucu elde edilen çıktıların hata oranlarını tespit ederek bu oranları düşürmekle başlar. Kısacası üretim sonucu hatalı çıktı oranını düşürerek standart sapmayı düşürmeyi hedefler.

Altı sigma yaklaşımı ile 6σ hatasızlık seviyesine ulaşan bir şirket mal veya hizmetini hatasız olarak üretilbildiği için maliyetlerinde büyük azalma olacaktır. Dolayısıyla ürün veya hizmet fiyatına da yansıyan bu durum hem fiyat yönünden hem de satış

sonrası hata oranının da azalması sebebiyle müşteri memnuniyetinin artması bakımından, pazarda daha fazla paya sahip olmasını sağlayacaktır.

2.1.3.2. Altı Sigma Sisteminde Güçlü ve Zayıf Yönler

Şirketler 6σ yaklaşımını kullanarak, gelirlerinde, karlılıklarında, üretkenliklerinde, verimliliklerinde, etkinliklerinde, kalitelerinde, pazar paylarında, müşteri memnuniyetlerinde ve tasarruf miktarlarında önemli artışlar sağlamıştır (Çabuk ve Karayılmazlar, 2010:94).

Şirketler yukarıda ki artışlar için hata sayılarında, süreç sayılarında, maliyetlerinde, müşteri şikâyetlerinde vb. konularda azalma sağlamışlardır. Dolayısıyla bu azalmalar faydalardaki artışlara neden olmuştur.

Altı sigma her ne kadar yukarıdaki faydaları sağlamaktaysa da yöntemin zayıf yönleri de bulunmaktadır. Bunlar;

- Başlangıç maliyeti, personel eğitiminden dolayı yüksektir.
- Sistemin uygulanabilirliği belirli bir süre sonrasında başlamaktadır. Bu durum süreç başlangıcı için iş gücü kaybı olarak gözükmektedir.
- Başarı uzun süreli çalışmaya ve sistemin sürdürülebilirliğine ihtiyaç duyar.
- Başarı, çalışanların tümüyle sisteme adapte olmasını gerektirir. Çalışanların sisteme adapte olabilmesi için ise kültürel anlamda gelişmeleri gerekmektedir. Bu durum hem zaman hem de maliyet doğurmaktadır.
- Sistem üst düzey istatistik bilgisi gerektirmektedir. Bu nedenle üst düzey çalışanların iyi derece de istatistik bilgisi bulunmalıdır.
- Süreç projenin yönetimi tarafından benimsenmeli ve sürekli olarak desteklenmelidir.
- Süreçlerin iyi işleyebilmesi için personel sadakatine ihtiyaç bulunmaktadır. İyi yetiştirilmiş personellerin süreç dışında kalmaması için ücretlerinin çalışan için tatmin edici ve sürdürülebilir olması gerekmektedir.
- Süreç hızındansa çıktının kalitesi ön plandadır. (Antony, 2012:692-696)

2.1.3.3. Altı Sigma Kalite Yönetim Sisteminde Başarıyı Sağlayan Kritik Faktörler

Altı sigma kalite yönetim sisteminde başarı için bazı koşullar bulunmaktadır. Çeşitli araştırmalar ve uygulamalar sonucu başarı için gerekli koşullar listelenmiş ve bu koşullara kritik başarı faktörleri adı verilmiştir. Genel olarak bu başarı faktörleri şu şekilde sıralanabilir.

- Üst yönetimin istek, destek ve katılımının sağlanması,
 - İnsan kaynakları departmanlarının konuyla ilgili bilgi sahibi olması ve süreçlere uygun çalışan desteğini vermeleri,
 - İstatistiksel enstrümanlar başta olmak üzere ilgili tüm araç ve gerecin en iyi şekilde kullanılması ve/veya kullanılması.
 - İşletmenin üretim stratejisinin köklü olarak değiştirilmesi,
 - Sonuçların müşteri üzerindeki etkilerinin ölçülmesi,
 - Süreçteki çalışanlara başarıdan pay verilmesi,
 - Süreç yönetimine hammadde tedarikçileri başta olmak üzere tüm yüklenicilerin dâhil edilmesi,
 - İlgili enstrümanların sağlanarak bilgi teknolojilerine ilave edilmesi,
 - Sürekli ve kesintisiz eğitim sağlanması,
 - Süreçteki herkes ile iletişim kurulması,
 - Maliyet Değerlendirmeleri,
 - Süreçteki herkesin kültürel bazda değişiminin sağlanması,
 - Katkı durumuna göre süreçlerin sıralanması,
 - Yönetim becerilerin güçlendirilmesi,
 - Süreçlerin sürekli izlenmesi ve iyileştirilmesi.
-
- Üst Yönetim;

Üst yönetimin altı sigma yaklaşımındaki tek görevi süreci başlatmak değil süreç içerisinde aktif olarak yer almak şeklinde görülmektedir. Sürece dâhil olan yönetim çalışanlarında psikolojik olarak yalnız hissetmelerini önleyecek ve şirket yönetiminin aslında herkesin katılımıyla yapıldığını çalışana hissettirecektir.

- İnsan Kaynakları;

Altı sigma yaklaşımında uygun işe uygun çalışan yerleştirilmesi önemli etkenlerden biridir. Çalışanların yapacakları işe göre mesleki eğitim almış olmaları, fiziksel ve zihinsel bilgi ve becerilerinin yapacakları işle uyumlu olması gerekmektedir.

Bu durumu sağlayacak en önemli şirket bölümü insan kaynakları olarak görülmektedir. Dolayısıyla insan kaynakları bölümü öncelikle süreçlerin uygun şekilde işleyebilmesi için uygun nitelikteki çalışan sayısını belirleyerek, çalışan sözleşmelerini buna göre yapmalıdır. Burada dikkat edilecek en önemli hususlardan biri ise işe başlaması planlanan personelin alacağı birçok eğitimin de düşünülmesi ve personelin bu eğitimlerde başarı gösterebilecek zihinsel yeteneklere de sahip olmasının sağlanmasıdır.

İkinci bir konu ise altı sigma için süreç yönetimlerini sağlayacak personelin hangi şartlarda çalıştırılacağıdır. Birçok firmada altı sigma konusunda deneyimli, kuşak sahibi vb. donanımları olan personellerin maliyetleri şirket için yüksek görülmekte ve bu nedenle iş sözleşmeleri kısmi zamanlı yapılmaktadır. Lakin üretim miktarı, personel sayısı vb değişkenlerin yüksek olduğu şirketlerde kısmi zamanlı çalışan ile başarı yakalamanın zor olduğu görülmektedir. Bu nedenle altı sigma yöneticisinin ve ilgili diğer personelin işe alım süreçlerinde bu konu dikkate alınmalıdır. Bu konuda ki kararın işletmenin yapısına, süreçlerine ve projelerden olan beklentilere göre saptanması önemlidir. Proje büyükse ve işletme projeden büyük ve radikal sonuçlar bekliyorsa mutlaka projede tam zamanlı çalışanlar görevlendirilmelidir (Polat, Cömert ve Arıtürk, 2010: 55).

Ayrıca insan kaynaklarına düşen bir başka sorumluluk ise çalışanların tamamının süreçlere dâhil edilmesini ve bu konudaki eğitimlere katılımlarının ve katılım şartlarının düzenlenmesini sağlamak olduğu unutulmamalıdır. Altı sigma uygulamalarına organizasyonda çalışan herkesin katılımı sağlanmalıdır (Gürsaka, 2005:144).

Organizasyonlar altı sigma yaklaşımına geçebilmek için, üst yönetimin yaklaşıma olan inanç ve desteğinin tam olması, bir sisteme, verilere dayalı bir alt yapıya, yetkin ve kendini adanmış çalışanlara sahip olmak gibi asgari koşulları da sağlamış olmalıdır (Işığışok, 2011:31-32).

- Altı Sigmada İstatistiksel yöntemlerin kullanımı;

Altı sigma yaklaşımı genel olarak istatistiki bilgi gerektirmektedir. Karışık olmayan proje ve süreç durumlarında sahip olunması gereken bilgi temel düzeyde olabilmekte iken daha karışık süreç ve üretimlerde ileri seviyede istatistiksel bilgi gerekmektedir. Özellikle karışık üretim süreçlerinde bağımsız değişkenlerin çıktıya olan etkilerinin ölçülmesi ve bu ölçümleme sonucu düzeltme maliyetlerinin hesaplanarak elde edilecek fayda ile kıyaslanması hem ileri istatistik bilgisine hem de ileri derecede ekonomi bilgisine ihtiyaç duymaktadır.

Ayrıca, projelerden istenilen başarının elde edilebilmesi için, uygulamalarda kullanılan araç ve tekniklerin doğru biçimde kullanılması gerekmektedir; ayrıca bu araç ve tekniklerin kullanım amaçlarını ve mantıklarını da bilmek gerekmektedir (Kundi, 2005:11).

- Üretim Stratejisi;

Her şirket bir üretim stratejisine sahiptir. Özellikle altı sigma yaklaşımına kurulum aşamasında geçmeyen şirketlerde üretim stratejisini altı sigmaya uygun hale getirebilmek için birçok değişiklikler yapılmak zorundadır. Ancak bu değişikliklerin uygulamaya geçirilmesi genellikle çok zor olmaktadır. Özellikle çalışanların yeni strateji ile üretim yapmaya isteksiz olmaları ve yeni üretim stratejisine mukavemet göstermeleri gözlemlenmektedir.

İnsan yaratılış gereği en kısa yoldan en fazla verimi istemektedir. Ayrıca insana her zaman alıştığı yöntemler kolay gelmektedir. Çünkü alıştığı yöntem veya ortam her zaman kendini güvende hissetmesine yol açmaktadır. Bu nedenle çalışanların altı sigmaya uyumlu üretim stratejisine mukavemet göstermeleri normal karşılanmalıdır.

Çalışanların yeni üretim stratejisine alışmaları için zaman tanınmalı ve sürekli olarak eğitimler ile bu durum desteklenmelidir. Yeni stratejiye geçiş için acele edilmemeli gerektiği hallerde aşama aşama yeni stratejiler uygulanarak çalışanlara uyum için yeterli zaman sağlanmalıdır.

Kurulum aşamasında altı sigmayı benimseyen firmalar için bu yapı daha sağlam ve daha kolay kurulmaktadır. Başlangıçta belirlenen altı sigma ile uyumlu olan üretim stratejisinden ödün vermemek her zaman daha avantajlı olmaktadır. Böylelikle bağlı kalınan üretim stratejisi zamanla üretim kültürü şeklinde kendini gösterecektir.

- Müşteri Ölçümleri;

Müşterinin ihtiyacı doğrultusunda sahip olmak istediği ürün veya hizmetten beklentisi, en uygun fiyata en iyi sonuçtur. Dolayısıyla müşteri kendisi için en iyi olan ürünü en uygun fiyata almak istemektedir. Ekonominin temel prensipleri içerisinde arz talep dengesinin oluşmasının en önemli sebebi budur. Lakin tekel olarak üretilmeyen hiçbir üründe maliyet kar dengesini sağlamak kolay değildir. Aynı amaçlı ürün üreten veya hizmet sunan birçok rakip firmanın olduğu durumlarda fiyat ve ürün hizmet kalitesinde çeşitlilikler olmaktadır. Bu bağlamda müşterinin isteği değişmemektedir, ancak tekel piyasasına göre daha karmaşık değişkenler ortaya çıkmaktadır.

Bu noktada altı sigmanın sağlayacağı en önemli özellik daha kaliteli ürünlerin daha uygun fiyata üretilmesini sağlamak olacaktır. Altı sigma ile yapılan değişiklikler sonrasında elde edilen ürün ve bu ürünün fiyata olan etkisi doğal olarak müşteriye de etkilemektedir.

Tam bu noktada altı sigma yaklaşımı sonucunda elde edilen faydaların müşteri tarafından ne şekilde algılandığının da ölçülmesi gerekmektedir. Özellikle müşteri ihtiyaçları göz önünde bulundurularak yapılan tüm iyileştirmelerin müşteride bir karşılığı olacaktır. Bunun ölçülmesi de çalışmanın karşılığının istenilen seviyede alınıp alınmadığının göstergesi olacak ve sürecin sürdürülebilirliğini direkt etkileyecektir.

Başlangıç noktasından itibaren, müşterilerin ihtiyaçları, beklentileri ve altı sigma projelerinin müşterilere sağlayacağı yararlar mutlaka dikkate alınmalıdır (Cho ve diğerleri, 2011:618).

Altı sigma uygulamalarına müşterilerin katılımı da önemlidir. Bu katılım özellikle müşteri kaynaklı sorunların çözümünde etkili olabilmektedir. Örneğin İspanya’da bulunan Cordoba San Juan de Dios Hastanesi’nde, poliklinik randevularında yaşanan gecikmeler ve randevulara uyulmaması ile ilgili geliştirilen altı sigma projesine hastaların katılımı da sağlanmış ve proje ile önemli iyileştirmeler gerçekleştirilmiştir (Lama ve diğerleri, 2013).

- Başarı Paylaşımı;

Altı sigmanın temel amacı kalite yönetim sisteminin çalıştırılması ile şirketin karlılığını arttırmaktır. Her şirket veya işletme kar etmek için kurulmuştur. Dolayısıyla kar sağlamayan hiçbir uygulamanın sürdürülebilirliği söz konusu değildir.

Altı sigmada özellik bakımından tüm çalışanların bu sürece katılması gerekmektedir. Dolayısıyla başarının ve başarı sonucu elde edilen karın mimarları süreçteki tüm çalışanlar olmaktadır. Bu durumda elde edilen başarı ve karın bir kısmının sürece katılan çalışanları teşvik edecek şekilde kullanılması sürecin sürdürülebilirliğini arttıracaktır.

Teşvik iki şekilde uygulanabilmektedir. Birinci şekil, süreçteki çalışanların gene sürece faydalı olabilecekleri farklı eğitimlere maliyetleri şirket tarafından karşılanarak yollanmalarıdır. Böylelikle hem çalışan kendisini geliştirecek hem de şirket ilgili eğitimin sağladığı faydadan yararlanabilecektir.

İkinci teşvik şekli ise çalışanın daha uygun şartlarda çalışmasının sağlanması şeklinde gösterilebilir. Bu durum ücret zammı, prim, lojman, çeşitli sosyal faydalar vb. şeklinde sıralanabilir. Böylelikle çalışan daha iyi maddi koşullarda yaşamaya ve çalışmaya devam edecek ve şirkete sadakati artacaktır. Bu teşvik yönteminin ana amacı öncelikle kilit noktalardaki çalışanların sadakatini arttırmaktır. Altı sigma yaklaşımında da çalışandan en fazla verim elde etmek için çalışan sirkülasyonundan kaçınmak ve

eldeki çalışanın psikolojik, fizyolojik ve sosyo-ekonomik mutluluğunu sağlamak gerekmektedir.

Başarı sağlanan altı sigma projelerinde, proje ekiplerinin ödüllendirilmesi de sağlanmalıdır. Böylece gerçekleştirilecek olan yeni projelerde personelin motivasyonu daha kolay sağlanabilir (Polat, Cömert ve Arıtürk, 2010:59-60).

- İdare, yüklenici, alt yüklenici ilişkileri;

Bir ürün ve hizmetin ortaya çıkabilmesi için ilk gerekenler fikir, hammadde ve iş gücüdür. Neredeyse tüm şirketler için bir ürünü sıfırdan başlayarak yapmak çok zordur. Çünkü üretimin her adımı çeşitli yeteneklere, tecrübelere, farklı makine ve teçhizatlara ihtiyaç duymaktadır.

Bu nedenle çoğu firma son kullanıcı ürününün ortaya çıkmasına kadarki farklı süreçlerde farklı tedarikçiler, yükleniciler hatta alt yükleniciler ile çalışmaktadır. Lakin ister şirket bünyesinde olsun isterse yüklenici, tedarikçi veya alt yüklenici bünyesinde olsun yapılan herhangi hata son kullanıcı olan müşteriye etkilemektedir.

Müşteriye yansıyan her hata ise sonuç olarak şirketi etkilemektedir. Bu nedenle altı sigma yaklaşımını kullanacak tüm şirketlerde bu yaklaşım tüm yüklenicilere, tedarikçilere ve alt yüklenicilere de uygulanmalıdır. Lakin bu süreç çok farklı şirket yönetimlerini de işin içine soktuğu için aynı zamanda altı sigmanın zayıf özelliklerinden sayılabilir.

Ancak hammaddeden son kullanıcı ürününe kadarki süreçlerde çalışan şirketlerin hepsinin altı sigma yaklaşımını benimsemesi maksimum fayda sağlamaktadır. Bu nedenle altı sigmaya ulaşabilmek için şirket içi tüm süreçlerde olduğu gibi şirket dışı tüm süreçlerinde yönetim sistemi içerisinde yer alması gerekmektedir.

- İstatistiksel Analiz Teknolojisi ve Bilişim Altyapısı;

Altı sigma istatistiksel temelli bir yönetim sistemidir. Dolayısıyla tüm süreçler aynı zamanda istatistiksel veriler üretmekte ve bu veriler toplanarak analizler yapılmaktadır.

Bu nedenle verilerin hatasız olarak toplanabilmesi, ilgili veri analizlerinin yapılabilmesi, bu analizlerin sonuçlarının değerlendirilebilmesi ve bu sonuçlar doğrultusunda kararlar verilmesi gerekmektedir. En ufak üretim sürecinde dahi bu işlemlerin yapılması amacıyla binlerce veri toplanarak incelenmektedir. Bu işlemlerin yapılabilmesi için bilgisayarlardan ve istatistiksel veri işleme yeteneği bulunan bilgisayar programlarından yararlanılmaktadır.

Üst yönetimin sağlaması gereken bu donanım ve programlar bilişim altyapısını oluşturmaktadır. Bu alt yapının kullanılması da ayrıca bir uzmanlık alanıdır ve eğitimli bir personel tarafından bu işlemler icra edilmelidir.

Altı sigma uygulamalarının yürütülmesinde ve değerlendirilmesinde gerekli olan verilerin sağlanabilmesi ve analizlerinin yapılabilmesi için, işletmelerin yeterli bilişim teknolojisine sahip olması gerekmektedir (Türkan, Manisalı ve Çelikkol, 2009:109).

Bilişim teknolojileri (Öztürk, 2012:28):

- Süreç ve faaliyetlerle ilgili verilerin toplanmasında,
 - Proje sonuçlarıyla ilgili verilerin toplanmasında,
 - İlgili analizlerin yapılmasında,
 - Etkin iletişimi sağlayarak, bilgi ve verinin paylaşılmasında,
 - Devam eden ve tamamlanmış olan altı sigma projelerine ait bilgilere ulaşılabilmesinde,
 - İnteraktif bir eğitim aracı gibi kullanılarak, çalışanlara altı sigma yaklaşımının araç ve tekniklerinin öğretilmesinde kullanılabilir.
- Eğitim;

Altı sigma yaklaşımında en önemli konu çalışanın sürekli eğitilmesidir. Her süreçle ilgili sürekli eğitim yapılması ve hatalar karşısında eğitimlerin yenilenmesi ve/veya eğitim konusunun ve kapsamının değişmesi gerekmektedir.

Eğitim süreçlerini yönetmekle sorumlu olan bir çalışanın bulunması önemlidir. Verilecek eğitim konu ve kapsamına göre ilgili konuda uzmanların, çalışanlara eğitim

vermesi gerekmektedir. Altı sigma yaklaşımında her hatanın yeterli eğitimi almamış olan bir insandan kaynaklandığını düşünülmektedir.

- Ölçüm;

Altı sigma yaklaşımında her hata veya başarı istatistiksel olarak ölçülmektedir. Bu nedenle kalitatif yaklaşımların aksine altı sigma kantitatif yaklaşıma önem vermektedir.

Bu nedenle istatistiksel başarıyı ölçümleyecek bazı parametrelerin tanımlanması gerekmektedir. Üretim yapan bir şirkette bu hatasız ürün miktarı olabilirken, hizmet sağlayan bir şirkette bu parametre müşteri değerlendirmesi olabilmektedir.

Örneğin hata oranı, kalitesizlik maliyeti, verimlilik oranı gibi parametreler istatistiksel ölçümler için kullanılmakta ve ölçüm sonuçları, proje ekibinin kararlarını etkilemekte ve değerlendirmelere de referans olmaktadır (Antony ve Banuelas, 2002:23).

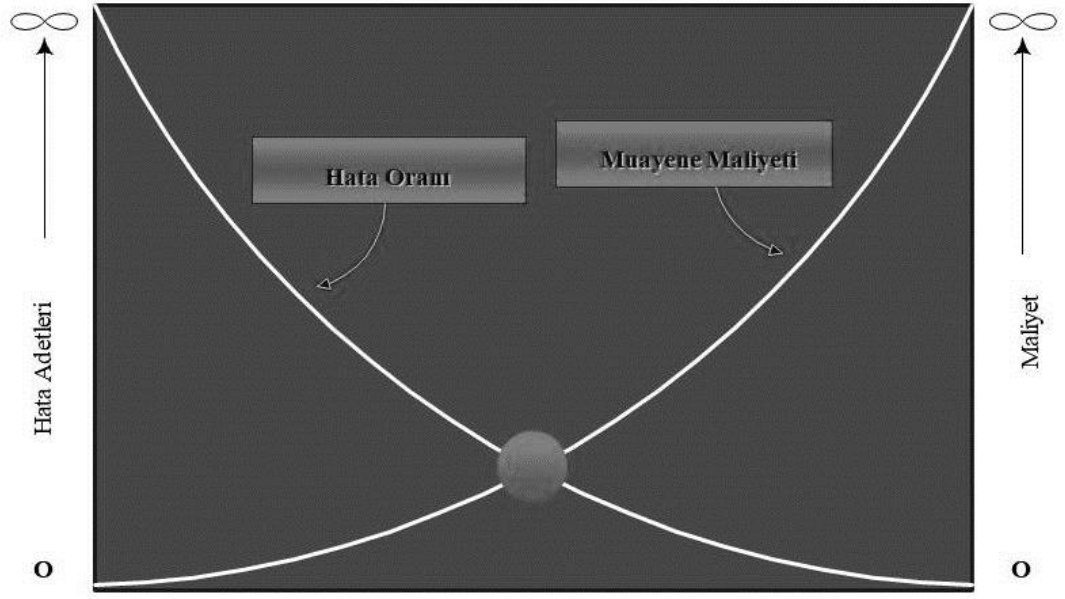
Parametrelerin seçiminde, ilgili verilerin toplanabiliyor olması büyük önem ihtiva etmektedir. Bazı verilerin toplanamaması veya veri toplama maliyetinin çok yüksek olması bu parametrenin değişikliğine neden olabilir.

Ayrıca hatalı toplanan veriler ile yapılan analizler yanlış sonuçların elde edilmesine neden olabilir. Bu nedenle veri toplama ve bu veriler ile analizlerin yapılması işlemleri uzman çalışanlar tarafından yürütülmektedir.

- Maliyet Değerlendirmesi;

Altı sigmanın ana amaçlarının başında yer alana hata sayısının düşürülmesi için ilk başta hataların tespit edilmesi gerekmektedir. Hataların tespit edilmesi için gereken uygulama ise muayenedir.

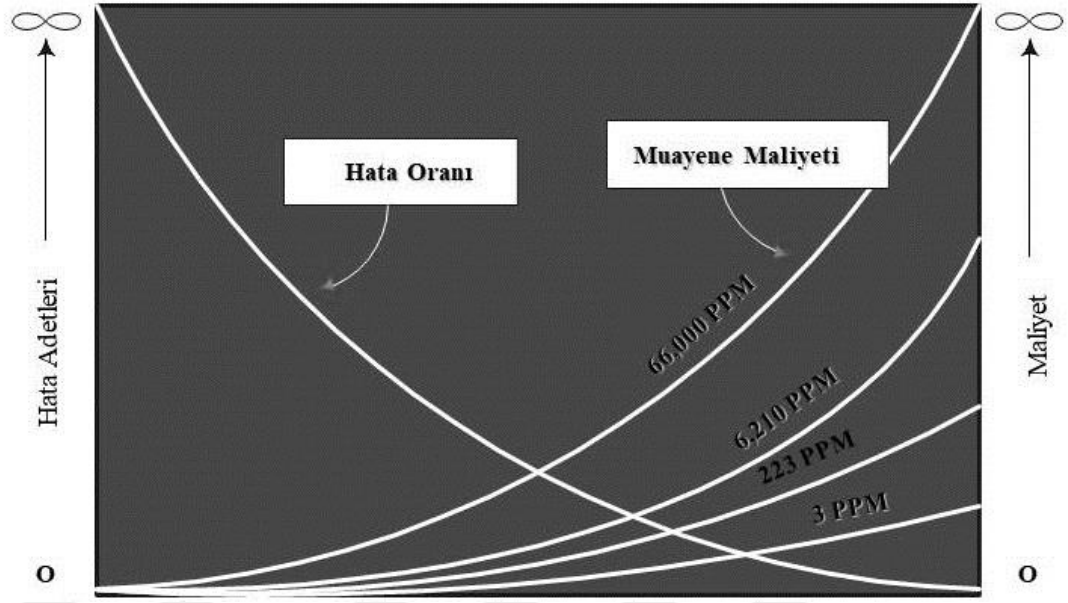
Ancak muayenenin de bir maliyeti vardır. Hata oranının azaltılması için yapılması gereken muayenenin maliyeti, muayene ile tespit edilerek düzeltilmesi sağlanan hataların maliyetinden çok olmamalıdır. Geleneksel hata oranı maliyeti- muayene maliyeti yaklaşımı Şekil 2.7.'de görülmektedir.



Şekil 2.7. Hata-Maliyet Grafiği
Kaynak: Pande 2004

Görüleceği üzere hata sayısı maliyeti ile muayene maliyetinin kesiştiği bir optimum nokta bulunmaktadır. Yani bu noktadan sonra yapılacak muayene maliyetleri, muayene sonucu düzeltilecek hataların sağlayacağı kardan daha fazla olmaktadır. Dolayısıyla muayene maliyeti şirkete fayda sağlamamaktadır.

Lakin muayene maliyetinin üretim sonucu oluşan ürün miktarı ve hatalı ürün miktarına göre incelenmesi ile Şekil 2.8.'de görülen eğri elde edilmektedir. Görüleceği üzere bu eğride üretim miktarı arttıkça ve hata oranı azaldıkça muayene maliyetinin işletme için düştüğü gözlemlenmektedir.



Şekil 2.8. Hata-Maliyet Grafiği
Kaynak: Pande 2004

Bu konunun özellikle iyi irdelenmesi gerekmektedir. Altı sigmanın amacı hata sayısını azaltarak maliyeti azaltmaktır. Dolayısıyla muayene maliyetinin muayene sonrası sağlanan karlılıktan fazla olması süreçte daha farklı hataların olduğunu göstermektedir.

2.1.4. Altı Sigma Organizasyonu

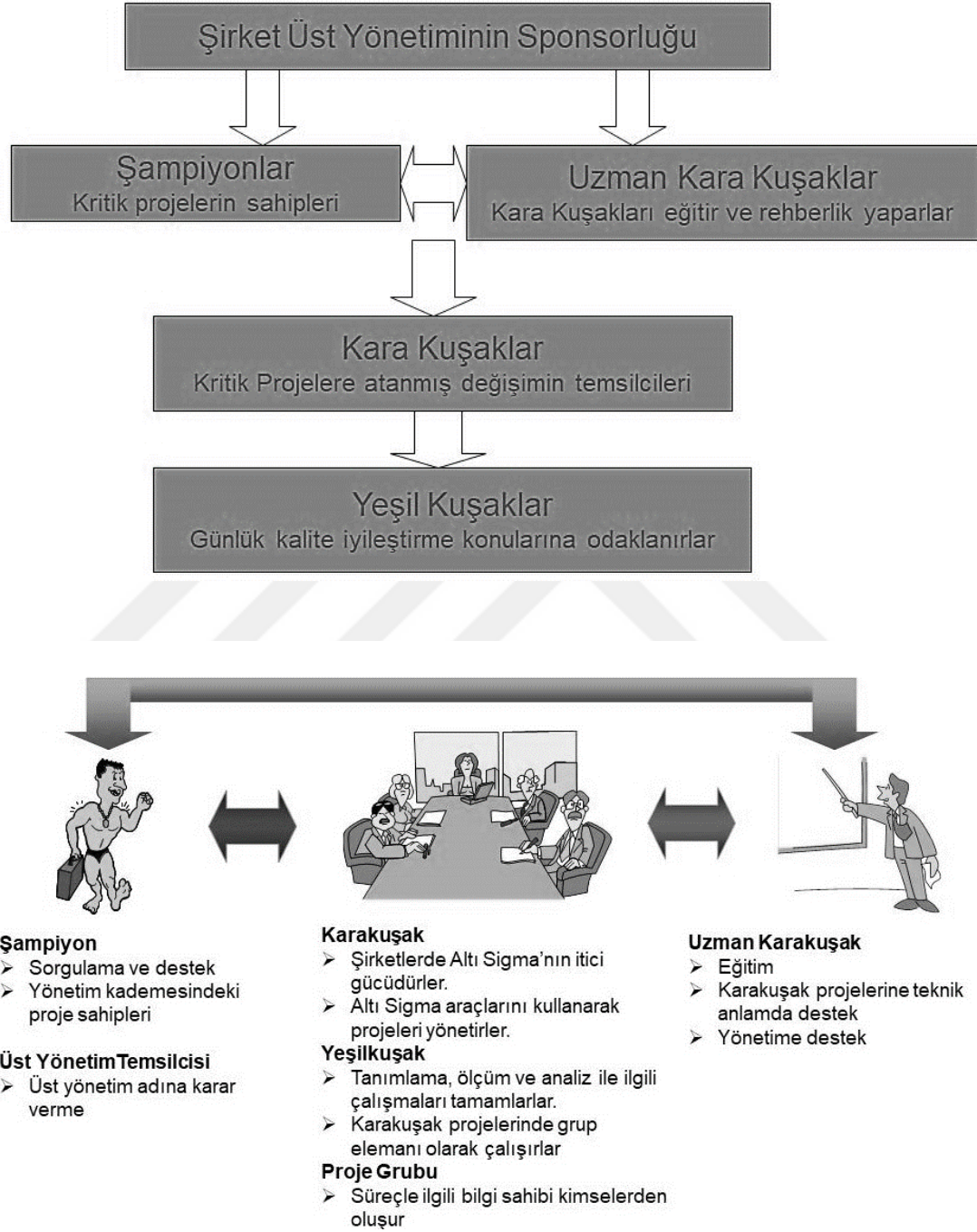
Altı sigmada organizasyonu oluşturan her bir birim aşağıda anlatılmıştır.

2.1.4.1. Altı Sigma Organizasyon Yapısı

Altı Sigma Kalite Yönetim Sisteminin oluşturulması için şirket organizasyonunda bazı düzenlemeler yapılmalıdır. İşletmenin ana yapısı bozulmadan organizasyon içerisine bazı birimlerin koyulması gerekmektedir.

Türkan, Manisalı ve Çelikkol'un 2009 yılındaki yayınlarında organizasyona eklenmesi gereken pozisyonlar kalite konseyi, yönetim temsilcisi, şampiyon, uzman kara kuşak, kara kuşak, yeşil kuşak olarak belirlenmiş ve bu pozisyonların görev ve sorumluluklarının açıkça belirtilmesi gerektiği söylenmiştir (Türkan, Manisalı ve Çelikkol, 2009:109).

Altı Sigma'nın organizasyonunda, kalite şampiyonları, uzman kara kuşaklar, kara kuşaklar ve yeşil kuşaklar adı verilen yapılar bulunmaktadır. Şekil 2.9.'da organizasyon şeması ve genel anlamda görevler belirtilmiştir.



Şekil 2.9. Altı Sigma Organizasyon Şeması
Kaynak: Pande 2004

Tablo 2.4. Altı Sigma Organizasyonunda Roller ve Sorumluluklar Tablosu

		Pozisyonlar			
		Şampiyon	Uzman Kara Kuşak	Kara Kuşak	Yeşil Kuşak
Görevler	1	Şirketin 6σ vizyonunu oluşturmak	Kara kuşakların eğitimi ve sertifikalandırılmasını sağlamak	Projenin engellerini belirlemek	Günlük İşlerinin yanında yeşil kuşak gerekliliklerini yerine getirmek.
	2	6σ uygulama adımlarını tanımlamak	Şampiyonlarla iş birliği kurmak	Proje gerçekleşmesinde ekipleri yönetmek ve yönlendirmek	Kara kuşak projelerine katılmak
	3	Stratejileri uygulamak için eğitim planı geliştirmek	Şirketin çeşitli seviyelerine eğitim vermek	Liderlere raporlama yapmak	Proje gerekliliği altı sigma metodunu öğrenmek
	4	Yüksek etkili süreçleri belirlemek	Proje tamamlanmasına yardımcı olmak	Şampiyonlara yardım etmek	Süreç sonrası kontrol işlemlerine devam etmek
	5	İstatistiksel Süreci Belirlemek	Projede kara kuşakları desteklemek	Uygulamada kullanılacak en etkili araçları belirlemek	
	6	Kara kuşakları denetlemek	Gerekli olduğunda teknik destek için incelemelere katılmak		

Kaynak: Harry ve Schroeder, 2000:198-199.

Altı sigma uygulamalarında görevli olan herkesin rol ve sorumluluklarının önceden belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla uygulamalarda görev alacak kişilere aldıkları eğitime ve deneyimine göre farklı unvanlar, roller, yetkiler ve sorumluluklar verilmektedir (Baş, 2003:23).

Altı sigma organizasyonunun hiyerarşik yapılanmasında yer alan unvan ve roller aşağıdaki gibi sıralanabilir (Devecioğlu ve Yücel, 2012:20; Gürsakal, 2005:130):

- Üst kalite konseyi veya liderlik grubu/konseyi,
- Yönetim temsilcisi,
- Kalite şampiyonu (şampiyon veya sponsor),
- Uzman kara (usta siyah) kuşak,

- Kara kuşak,
- Yeşil kuşak (ekip elemanları).

Uzakdoğu dövüş sporlarında veya savaş alanında kullanılan yeşil kuşak, kara kuşak gibi kuşak adları altı sigma yaklaşımında da kullanılmaktadır. Altı sigma yaklaşımındaki kuşak adları, problem savaşçıların unvanlarını temsil etmektedir. Kuşak sahipleri, verimsizlik, uygunsuzluk, başarısızlık ve hatalarla savaşmaktadır. Kuşkusuz her problemle her savaşçı savaşamaz. Bu amaçla problemin düzeyine göre uygun savaşçının belirlenmesi gerekmektedir. Yeşil kuşaktan uzman kara kuşağa doğru gidildikçe, problem savaşçıların problemlerle savaşma yetenekleri, tecrübeleri, uzmanlıkları, eğitim düzeyleri ve ellerindeki istatistiksel araçları da artmaktadır (Işığışık, 2011:115-116).

Organizasyon şemasında yer alan roller aşağıda açıklanmıştır;

- Üst Kalite Konseyi (Liderlik Grubu veya Konseyi)

Altı sigma yaklaşımını benimseyecek bir yapıda istek çok önemlidir. İstek yeterince güçlü değilse altı sigmanın başarı şansı çok küçük olacaktır. Şöyle ki her ne kadar istek firma üst yönetiminde oluşsa da alt kadrolara inmeyen isteklilik başarı şansını düşürecektir. Alt kadrolarda da istek oluşumu sürekli bir zaman ve kaynak aktarılması ile söz konusu olacaktır. Bu nedenle tüm sürecin yönetilmesi muazzam miktarda önemin üst yönetimce verilmesi ve yeterli kaynakların sağlanması ile mümkün olacaktır. Sonuç olarak bu sürecin yönetilmesi istekli ve gerekli kaynakları sağlayabilen bir üst yönetim ile olacaktır. Altı sigmada bu işleyişi sağlamakla görevli birime üst kalite konseyi denilmektedir.

Altı sigma uygulamalarına üst yönetim gerekli önemi ve desteği vermezse altı sigma uygulamalarından istenilen başarı elde edilemez. Bundan dolayı özellikle büyük ölçekli işletmelerde altı sigma uygulamaları için, üst kalite konseyinin veya liderlik grubunun (konseyinin) oluşturulması gerekmektedir (Baş, 2003:24).

Üst kalite konseyinin şu görevleri vardır (Pande, Neuman ve Cavanagh, 2012:152-153):

- Alt yapı oluşturulması ve rollerin belirlenmesi,
 - Önem sırasına göre projelerin seçilmesi ve yeterli kaynak aktarılması,
 - İlerlemelerin sürekli olarak değerlendirilmesi ve gerektiğinde fikir beyan edilerek destek olunması,
 - Güçlü ve zayıf yönlerin belirlenerek bu yönlere göre aksiyonların hazırlanması,
 - İyi uygulama faydalarının çalışan, müşteri ve tedarikçilerle paylaşarak örnek oluşturulması,
 - Süreçte karşılaşılan üst yönetimle alakalı veya üst yönetimin kontrolünde olan engellerin mümkün olduğunca ortadan kaldırılması,
 - Alınan her başarılı uygulama sonucunun mümkün olan her yerde kullanılmasının sağlanması.
- Yönetim Temsilcisi

Üst kalite konseyi yukarıda sayılan görev ve sorumlulukları yerine getirme esnasında bir kalabalık bir grup olarak çalışmaktadır. Lakin bu durum pratikte bazı engelleri de yanında getirmektedir. Konseyde ki herkese ulaşılması, toplantı planlanması, herkese bilgi verilmesi vb. gibi. Bu durum da herhangi sorun karşısında sürecin yavaşlamasına neden olmaktadır. Bu nedenle üst kalite konseyi tarafından süreç yönetimlerinin hızlandırılması için yönetim temsilcisi sıfatı ile bir kişi seçilmektedir. Yönetim temsilcisi konseye bağlı olmakla beraber konseyden aldığı yetki ile süreçlerin yönetimini kendi başına üstlenir ve ilgili konularda raporlamayı konseye yapar.

Altı sigma uygulamaları üst yönetimde yer alan bir yönetim temsilcisi tarafından yönetilmelidir. Böyle bir görevlendirme hem altı sigma yaklaşımına yönetimin verdiği önemi gösterir hem de altı sigma uygulamalarını hızlandırır. Yönetim temsilcisi, üst yönetimin verdiği yetkiyle beraber projelerin yürütülmesi sırasında çıkabilecek sorunların hızlı bir şekilde çözüme kavuşturulmasını sağlar.

Yönetim temsilcisinin başlıca görevleri şunlardır (Baş, 2003:25-26):

- Eğitim planlarını hazırlamak ve eğitim süreçlerini takip etmek,
 - Eğitim konusunda gerektiğinde akademik kurumlardan, danışmanlık şirketlerinden vb. destek almak,
 - Süreçlerdeki kurulların talep ettiği eğitim isteklerine cevap vermek.
- Kalite Şampiyonu (Şampiyon veya Sponsor)

Şampiyonlar, her bir iyileştirme sürecinin sahibi olan kişilerdir. Kısaca sorunu bulan, o sorun ile ilgili çalışmayı yapan, eğitim, para, zaman gibi kaynakları talep eden, iyileştirmeyi yapan ve iyileştirme sonunda oluşan faydayı maddi karşılığı ile raporlayan kişilerdir.

Şampiyonlar sahip oldukları süreçlerin başarısı konusunda üst yönetime karşı sorumludur. Başarayı engelleyecek her türlü durum ve davranışa karşı mücadele etmek şampiyonların görevidir.

Şampiyonlar süreç sahibi olacakları için seçildikleri süreç konusunda en fazla bilgi sahibi olan kişi olmaları gerekmektedir. Bu nedenle üst düzey yöneticilerden seçilmeleri doğaldır. Sürecin önceliğine göre karar verirler, süreçte aktif rol oynamazlar, lakin aktif rol oynayan çalışanlara sürekli bilgi ve tecrübeleri ile destek verirler.

Şampiyonların bu görevlerinin yanı sıra diğer görevleri şunlardır (Gürsakar, 2005:131-132):

- Önceliklere göre süreçleri saptamak ve süreç dizayn etmek,
- Her süreç için görüşlerini beyan ederek, çalışanlardan gelen görüşler ile birlikte en doğru yaklaşımı tespit etmek,
- Kalite Konseyine sorumluluğu olan sürecin başarısını sağlamak,
- Yönetimsel engelleri ortadan kaldırmak,
- Tüm yöneticiler ile çalışarak sürecin en fazla verimle çalışmasını sağlamak,
- Elde edilen tüm başarıları paylaşarak, uygulanabilecek diğer süreçlere örnek teşkil etmek.

- Uzman Kara Kuşak

Uzman kara kuşaklar, ileri istatistik bilgisine sahiptir. Bu kişiler süreç konusunda yeterli teknik bilgiye sahip olmalarının yanı sıra istatistik bilgileri ile süreçteki bağımsız değişkenler ile bağımlı değişkenler arasında ilişki kurarak yapılan her iyileştirmenin bağımlı değişkene yaptığı etkiyi ölçerler.

Uzman kara kuşakların, örgütsel ve teknik yeterliliği yüksek olup; kara kuşakların sahip olduğu bilgilerin yanı sıra ileri istatistik ve matematik bilgisine, öğretim, proje yönetimi ve iletişim becerisi gibi becerilere de sahip kişilerdir. Uzman kara kuşaklar altı sigma uygulamalarına teknik liderlik yapan kişilerdir (Pyzdek, 2003:29).

Uzman bir kara kuşak tam zamanlı çalışarak, altı sigma ekibini destekler, ekip üyelerini şampiyonlara (sponsorlara) önerir, ekibin amaçlarını belirler ve ekibin başarısını engelleyen faktörlerin ortadan kaldırılmasına yardımcı olur.

Uzman kara kuşakların bu görevlerinin yanı sıra diğer görevleri şunlardır (Gürsaka, 2005:132-133):

- Her kademe ile iletişim halinde olmak,
- Başarı için programlar oluşturarak, bu programlara bağlılığın denetlenmesi sağlamak,
- Süreçsel engellere çözüm önerileri getirmek,
- Kademe çatışmalarını engelleyici çözümlerde bulunmak,
- Verileri toplamak, analiz etmek ve faydayı raporlamak,
- Başarıları duyurmak,
- Kara kuşakların ilgili konularda eğitimini sağlamak,
- Kara kuşaklara danışmanlık yapmak,
- Üst kademeye istenilen konularda raporlama yapmak.

- Kara Kuşak

Kara kuşaklar istatistiki bilgilerinin yanında ilgili süreç ile yeterli teknik bilgisi olan ve sürece konu olan tüm eğitimlere katılmış kişilerdir. Üst düzey iyileştirmelerin başında bulunurlar. Süreçte Aktif rol oynarlar.

Kara kuşakların görevlerinden bazıları aşağıda sıralanmıştır (Baş, 2003:28):

- Proje belirleyerek üstlerine bildirmek,
- Ekip üyelerinin seçiminde şampiyon ve uzman kara kuşağa yardımcı olmak,
- Süreçsel görev paylaşımlarını yaptırmak,
- Projenin zamanında bitmesini sağlamak,
- İhtiyaç olan kaynakları belirlemek,
- Teknik destek sağlamak.

İşletmeler kara kuşakları, tam zamanlı veya yarı zamanlı görevlendirebilirler. Kara kuşaklar tam zamanlı olarak görevlendirildiğinde, motivasyonları yükselir, projelerin hızlı olarak tamamlanmasına çabalarlar, büyük ve karmaşık projeler üzerine odaklanırlar. Kara kuşaklar tam zamanlı olarak görevlendirildiğinde bazı olumsuz durumlarda oluşabilir. Örneğin kara kuşakların işletmeye olan maliyeti artabilir, iyileştirilen alanda yetki sahibi olmamaları nedeniyle başarısızlık veya iletişimsizlik oluşabilir. Kara kuşaklar yarı zamanlı olarak görevlendirildiğinde ise, işletmedeki esas işindeki veya sorumluluk alanındaki projelerde görevlendirilirler ve çalışma alanındaki projelerde yüksek iş birliği sağlarlar. Yarı zamanlı kara kuşakların işletmeye olan maliyeti daha düşüktür. Kara kuşaklar yarı zamanlı olarak görevlendirildiğinde bazı olumsuz durumlarda oluşabilir. Örneğin yarı zamanlı kara kuşakların hem asli işlerinde çalışmaları hem de altı sigma projelerinde görev almaları nedeniyle, iş yükleri artabilir, motivasyonları düşebilir, zamanları sınırlı olduğundan projeler gecikebilir ve gerçekleştirilen projelerden sağlanan tatmin düzeyi düşük olabilir (Nonthaleerak ve Hendry, 2008:297).

- Yeşil Kuşak

Yeşil kuşaklar, iyileştirme projelerine destek olan, projelerde genellikle yarı zamanlı olarak çalışan ve diğer kuşaklara göre altı sigma konusunda daha az eğitimli olan kişilerdir (Linderman ve diğerleri, 2003:195).

Yeşil kuşaklar; “İyileştirme faaliyetlerini bizzat yürüten icracı personelden oluşur. Yeşil kuşakların temel ölçüm ve analiz yöntemlerini iyi derecede bilmeleri ve bilgisayar yazılımları yardımı ile analizleri çok rahat yapabilecek yeterlilikte olmaları gerekmektedir” (Baş, 2003:28).

Yeşil kuşaklar genellikle kendi çalıştığı bölümle ilgili veya iş bilgisinin ve deneyiminin olduğu projelerde görevlendirilmektedir.

- Sarı Kuşak

Son yıllarda bazı işletmeler sarı kuşak kavramını da kullanmaktadır (Işığışık, 2011:115).

Altı sigma projelerinde yarı zamanlı olarak çalışan ve ekip hiyerarşisinde en alt kademede olan ekip üyelerine sarı kuşak denilmektedir (Anbari ve Kwak, 2004:5).

Sarı kuşaklar, süreç ve faaliyetlerle ilgili görev ve tecrübesi olan çalışanlar olup; kara kuşak liderliğinde proje hedeflerinin gerçekleştirilmesi için çalışmaktadırlar (Güneyli, 2009:35).

Sarı kuşakların projelere katılımı sınırlı olmaktadır (Jenab ve Staub, 2012:17).

2.1.4.2. Altı Sigma Uygulama Aşamaları

Altı sigmanın ilk hedef olarak belirlediği hata sayısı milyonda 3,4 olmakla beraber asıl hedeflenen sıfır hata oranıdır. İstatistiksel açıdan sıfır hataya ulaşmak imkânsız olmakla beraber hata sayıları azaldıkça sigma seviyesi de artacaktır.

Bu durumda altı sigma yaklaşımı hata sayısını azaltmak için belirli sistematik süreçler kullanacaktır. Bu süreçlere uygulama aşamaları denir ve DMAIC (Define, Measure, Analyse, Improve, Control) olarak bilinen Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme ve Kontrol 'den oluşmaktadır. Bu aşamaların tümü temelde süreçlerin etkin tasarım ve yönetimine dayanmaktadır.



Şekil 2.10. Altı Sigma DMAİC Şeması

Tanımlama aşamasında ilk etapta problemin kaynağı nedir sorusuna cevap aranır. Bu noktada süreç içerisinde toplam hata miktarının ne olduğu ve hangi bağımsız değişkenlerden dolayı bu hataların oluştuğu düşünülmelidir. Çünkü hedef hata sayısını en verimli şekilde düşürmek için süreçleri önem seviyesine göre sıralamaktır.

Tanımlama aşamasında en fazla kullanılan yöntem sebep sonuç diyagramları olmakla beraber birçok farklı yöntem de bu süreçte kullanılabilir. Asıl amaç olan hata sayısının azaltılmasında hata kaynağının bulunması ön plandadır ve bu işlem için sonuca neden olan uygun sebebin belirlendiği her tarz yöntem işe yaramaktadır.

Ölçme aşamasında hata sayıları belirlenir ve bağımlı bağımsız değişkenler ile mevcut sistemin sigma seviyesi belirlenir. Bu belirleme işleminin en önemli kısmı veri toplamaktır. Verilerin hatalı veya eksik toplanması nedeniyle oluşabilecek yanıltıcı analizler altı sigma sürecini kötü şekilde etkileyeceği için, veri toplama aşaması altı sigma sürecinin en kritik görevlerinden birini oluşturmaktadır. Bu aşamada veri toplama formları, kontrol kartları, pareto şeması gibi yöntemler ile veriler toplanabilmekte veya sınıflandırılabilmektedir.

Analiz aşamasında sebep sonuç ilişkisinden kaynaklanan bağımlı bağımsız değişkenler arasında ilişkiler kurulur. Bu noktada hataların nerede, ne zaman, nasıl oluştukları ortaya çıkarılır. Burada ki amaç önem sırasına göre hatalara neden olan sebeplerin istatistiki olarak belirlenerek ispat edilmesidir. Analiz aşamasında, regresyon, korelasyon, hipotez testleri, ki-kare testi, anova, t testi gibi istatistiki araçlar kullanılmaktadır.

İyileştirme aşamasında, hatalara sebep olan ve öncelik sırasına konulan bağımsız değişkenlerin nasıl iyileştirileceği planlanır ve plan faaliyete geçirilir. Bu aşamada genellikle çalışan eğitimleri, makinelerdeki basit iyileştirmeler vb. küçük çaplı değişiklikler büyük faydalar sağlamaktadır. Sigma seviyesi arttırıldıkça maliyetin yükseleceği unutulmamalıdır. Lakin artan maliyet büyük çaplı üretim hatlarında birim maliyet olarak hesaplandığında maliyet artışı çok küçük bir seviyede kalacaktır.

Kontrol aşamasından önce yapılan tüm iyileştirmeler ile yeniden veri toplanır ve tekrardan analizler yapılarak sistemin yeni sigma seviyesi ortaya çıkarılır. Sistemin yeni sigma seviyesi istenilen düzeyde ise kontrol aşamasına geçilir.

Kontrol aşamasında, iyileştirmeler sonucu elde edilen kazanımların sabit olarak tutulması ön plandadır, sistemin iyileştirme öncesi duruma geçmemesi için sürekli kontrol mekanizmaları sağlanır ve üretim tüm aşamalarında istatistiki analizler ile sürekli olarak kontrol edilir.

Tablo 2.5. Altı Sigma İyileştirme Planı

Tanımlama: Problemi Tanımla	Tanımlama
Ölçme: Değişkenleri Ölç	Süreç Karakterizasyonu
Analiz: Hipotezler Oluştur ve Analiz Et	
İyileştirme: Süreci İyileştir	Süreç Optimizasyonu
Kontrol: Süreci Kontrol Et	

Kaynak: Gürsakal ve Oğuzlar, 2003

2.2. İş Sağlığı ve Güvenliği

2.2.1. İş Sağlığı ve Güvenliğinin Oluşumu

İş sağlığı ve güvenliği insanlık tarihi kadar eskiye dayanmaktadır, Güvenlik ihtiyacı insanoğlunun en temel ihtiyaçlarından biri olması sebebiyle tanımlanmasa dahi, insan güvende kalmayı içgüdüsel olarak seçmiştir.

Maslow'un ihtiyaçlar hiyerarşisi kuramına göre güvenlik ihtiyacı hiyerarşide fizyolojik ihtiyaçlardan hemen sonra ikinci sırada yer almaktadır. (Erdem E. 2008).

Maslow İhtiyaçlar Hiyerarşisi

1. Fizyolojik İhtiyaçlar
2. Güvenlik İhtiyaçları
3. Sosyal İhtiyaçlar
4. Saygınlık İhtiyaçları
5. Kişisel Tatmin

Varoluşsal açıdan güvenlik yaşamın gerekliliğidir ve insanın hayatını devam ettirmesi için en önemli ihtiyaçtır. Bu bağlamda tarihsel açıdan dahi ilk toplumlarda güvenlik ihtiyaçlarının farklı şekillerde karşılandığı görülmektedir.

İlk insanların toplum haline gelmeleri dahi güvenli yaşamın sonuçlarından görülebilmektedir. Şöyle ki, toplumlarda iş bölümünün ortaya çıkması ile toplumdaki bir kısmın avlanmaya beraber gitmesi hem av şansı ve miktarını arttırmakta hem de ava karşı veya diğer avcılara karşı daha güçlü kalınarak toplumun daha güvende olmasını sağlamaktadır.

Aynı şekilde toplumun köy benzeri ilkel yaşam alanlarında beraber yaşamaları aynı güvenlik ihtiyacının karşılanması amacıyla mümkün olmaktadır.

Toplumun bir arada yaşamasına olanak veren güvenlik ihtiyacı, zamanla özelleşerek iş güvenliği şeklinde ayrı bir ihtiyacı doğurmuştur. Bu ihtiyaç aynı zamanda tarihin ilk kanunlarında dahi yer almıştır. Milattan önce 2000’li yıllarda ortaya çıkan Hamurabi Kanunlarında iş güvenliği ile ilgili emredici ifadeler ve aksi hallerinde uygulanacak cezai hükümler yer almaktadır.

İlkçağlardan günümüze iş güvenliğine duyulan ihtiyaç artmıştır. Antik Yunan döneminde Herodot, Hipokrat ve Nicander gibi tanınmış bilim insanlarının bu konuda çalışmaları bulunmaktadır.

Roma Döneminde, Plini, Pedanius, Juvenal Pergamonlu Dr. Gallen bu konuda önde gelen isimler olmaktadır.

Rönesans Döneminde Paracelsus, Agricola ve Dr. Bernardino Ramazani iş sağlığı ve güvenliği konusunda çalışmalar yapmıştır.

Sanayi devrimi ile birlikte İngiltere’de ilk modern manada ki gelişmeler iş sağlığı ve güvenliğinde oluşmaya başlamıştır. 1788 de Baca Temizleyicileri Kanunu, 1802’de ilk

Fabrikalar Kanunu, 1833’ de Fabrikalar Yasası ve 1847’de On Saat Yasası olarak bilinen ilk çalışmaları düzenleyici yasalar çıkarılmıştır ve devam eden süreçte daha modern kanunlarla iş sağlığı ve güvenliği (İSG) toplumsal kuralların vazgeçilemez bir parçası haline gelmiştir.

Görüleceği üzere sanayileşme ile beraber iş sağlığı ve güvenliğine duyulan ihtiyaç daha fazla artmış ve toplumlarda bu ihtiyaç çıkarılan kanunlarla giderilmeye çalışılmıştır.

Türkiye’de İSG için belirleyici rolü olan yasa 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Yasası ve ilgili yönetmelikleridir. Ayrıca bu yasa ile beraber 4857 sayılı İş Kanunu ve 5510 sayılı Sosyal Sigortalar Kanunu tamamlayıcı diğer yasaları oluşturmaktadır.

Ayrıca Uluslararası Çalışma Örgütü’nün (ILO)yayınladığı ve Türkiye tarafından kabul edilen birçok sözleşme de Türkiye sınırları içerisinde yasal olarak bağlayıcılık özelliği taşımaktadır.

2.2.2. İş Sağlığı ve Güvenliğinde Bazı Kavramlar ve Tanımları

İş Sağlığı ve Güvenliği kısaca işyerinde veya işin yürütümü nedeniyle çeşitli nedenlerden kaynaklanan insan sağlığına, toplum sağlığına veya çevreye zarar verebilecek koşullardan korunmak amacıyla yapılan sistemli ve bilimsel çalışmaların bütünü olarak tanımlanmaktadır (Uçan R. 2018).

İSG’nin temel amacı, işyerlerinde iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanarak, mevcut İSG şartlarının iyileştirilmesi olarak belirtilmiştir ve aşağıdaki tanımlamalar yapılmıştır (6331 İSG Kanunu).

Çalışan: Özel statüsüne bakılmaksızın istihdam edilen tüm gerçek kişileri,

İşveren: Çalışan istihdam eden her türlü gerçek, tüzel kişi veya tüzel kişiliği olmayan kuruluşları,

İş kazası: Vücut bütünlüğünü bozan veya ölüme sebebiyet veren olayı,

Meslek hastalığı: Meslek kaynaklı risklerin neden olduğu hastalıkları,

Tehlike: Çalışanı veya işyerini etkileyerek zarar verme ihtimali olan her olgu veya durumu

Risk: Tehlike kaynaklı oluşabilecek zarar verme olasılığını,

Önleme: Riskleri azaltmak veya ortadan kaldırmak için alınan her türlü önlemi,

İş Güvenliği Uzmanı: İş güvenliği sertifikasına sahip kişiyi,

İşyeri hekimi: İş yeri hekimliği belgesine sahip kişiyi,

Destek elemanı: Asıl işinin yanı sıra iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili önleme, koruma, tahliye, yangınla mücadele, ilk yardım ve benzeri konularda özel olarak görevlendirilmiş uygun donanım ve yeterli eğitime sahip kişiyi,

Ramak kala olay: Meydana gelmesine ve potansiyeli olmasına rağmen yaralanma, ölüm veya zarara neden olmayan olayı (Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği)

Kabul edilebilir risk seviyesi: Yasal yükümlülüklerle ve işyerinin önleme politikasına uygun, kayıp veya yaralanma oluşturmayacak risk seviyesini (Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği),

İşverenin Sorumlulukları:

İşveren, kendisine bağlı olarak çalışan tüm çalışanların iş sağlığı ve güvenliğini sağlamak zorunda olup bu nedenle;

a) Risklerin önlenmesi her türlü tedbirin alınması, organizasyonun yapılması, gerekli araç ve gereçlerin sağlanması, isg eğitimlerinin verilmesini, tedbirlerinin değişen şartlara uygun hale getirilmesi ve mevcut durumun iyileştirilmesi için çalışmalar yapar.

b) Tedbirlerine uyulup uyulmadığını izler, denetler ve uygunsuzlukların giderilmesini sağlar.

c) Risk değerlendirmesi yapar veya yaptırır.

ç) Çalışana görev verirken, çalışanın sağlık ve güvenlik yönünden işe uygunluğunu göz önüne alır.

d) Yeterli bilgi ve talimat verilenler dışındaki çalışanların hayati ve özel tehlike bulunan yerlere girmemesi için gerekli tedbirleri alır.

2.2.3. İş Sağlığı ve Güvenliğinde Risklerden korunma ilkeleri

İşverenin yükümlülüklerinin yerine getirilmesinde aşağıdaki ilkeler göz önünde bulundurulur:

a) Risklerden kaçınmak.

- b) Kaçınılması mümkün olmayan riskleri analiz etmek.
- c) Risklerle kaynağında mücadele etmek.
- ç) İşin kişilere uygun hale getirilmesi için işyerlerinin tasarımı ile iş ekipmanı, çalışma şekli ve üretim metotlarının seçiminde özen göstermek, özellikle tekdüze çalışma ve üretim temposunun sağlık ve güvenliğe olumsuz etkilerini önlemek, önlenemiyor ise en aza indirmek.
- d) Teknik gelişmelere uyum sağlamak.
- e) Tehlikeli olanı, tehlikesiz veya daha az tehlikeli olanla değiştirmek.
- f) Teknoloji, iş organizasyonu, çalışma şartları, sosyal ilişkiler ve çalışma ortamı ile ilgili faktörlerin etkilerini kapsayan tutarlı ve genel bir önleme politikası geliştirmek.
- g) Toplu korunma tedbirlerine, kişisel korunma tedbirlerine göre öncelik vermek.
- ğ) Çalışanlara uygun talimatlar vermek.

2.2.3.1. Risk kontrol adımları

Risklerin kontrolünde şu adımlar uygulanır.

- a) Planlama: Etki büyüklüklerine ve önem derecelerine göre riskleri sıralayarak bu konuda planlama yapılır.
- b) Kontrol Tedbirleri: Riskin yok edilmesi veya uygun seviyeye indirilmesi sağlanır. Bu amaçla.
 - 1) Tehlikenin tamamen ortadan kaldırılması,
 - 2) Mümkün değilse daha az tehlikeli ile değiştirilmesi,
 - 3) Riskin kaynağında mücadele edilmesi.
- c) Risk kontrol tedbirlerinin uygulanması: Kararlaştırılan tedbirlerin iş ve işlem basamakları, işlemi yapacak kişi ya da işyeri bölümü, sorumlu kişi ya da işyeri bölümü, başlama ve bitiş tarihi ile benzeri bilgileri içeren planlar hazırlanır. Bu planlar işverence uygulamaya konulur.
- ç) Uygulamaların izlenmesi: Hazırlanan planların uygulama adımları düzenli olarak izlenir, denetlenir ve aksayan yönler tespit edilerek gerekli düzeltici ve önleyici işlemler tamamlanır.

Kontrol önlemlerin için toplu korunma önlemlerine kişisel korunma önlemlerine göre öncelik verilir. Risk yeterli seviyeye inmediyse ilk adımdan tekrar başlanarak risk kabul edilir seviyeye ininceye kadar tekrarlar yapılır.

2.2.3.2. Riskler ve Risk Değerlendirme Metotları

Risk değerlendirmesi: İşyerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek tehlikelerin belirlenmesi, bu tehlikelerin riske dönüşmesine yol açan faktörler ile tehlikelerden kaynaklanan risklerin analiz edilerek derecelendirilmesi ve kontrol tedbirlerinin kararlaştırılması amacıyla yapılması gerekli çalışmaları ifade etmektedir (İSG Risk Değerlendirme Yönetmeliği).

Risklerin belirlenmesi ve analizi

(1) Tespit edilmiş olan tehlikelerin her biri ayrı ayrı dikkate alınarak bu tehlikelerden kaynaklanabilecek risklerin hangi sıklıkta oluşabileceği ile bu risklerden kimlerin, nelerin, ne şekilde ve hangi şiddette zarar görebileceği belirlenir. Bu belirleme yapılırken mevcut kontrol tedbirlerinin etkisi de göz önünde bulundurulur.

(2) Toplanan bilgi ve veriler ışığında belirlenen riskler; işletmenin faaliyetine ilişkin özellikleri, işyerindeki tehlike veya risklerin nitelikleri ve işyerinin kısıtları gibi faktörler ya da ulusal veya uluslararası standartlar esas alınarak seçilen yöntemlerden biri veya birkaçı bir arada kullanılarak analiz edilir.

(3) İşyerinde birbirinden farklı işlerin yürütüldüğü bölümlerin bulunması halinde birinci ve ikinci fıkralardaki hususlar her bir bölüm için tekrarlanır.

(4) Analizin ayrı ayrı bölümler için yapılması halinde bölümlerin etkileşimleri de dikkate alınarak bir bütün olarak ele alınıp sonuçlandırılır.

(5) Analiz edilen riskler, kontrol tedbirlerine karar verilmek üzere etkilerinin büyüklüğüne ve önemlerine göre en yüksek risk seviyesine sahip olandan başlanarak sıralanır ve yazılı hale getirilir.

Şeklinde yine 6331 sayılı İSG Kanununun Risk Değerlendirmesi Yönetmeliğinde anlatılmıştır. İkinci maddede belirtilen ‘‘Ulusal veya Uluslararası standartlar esas alınarak uygun yöntemin seçilmesi’’ emri ile ergonomik risklerin değerlendirmesinde seçilecek yöntemin bilimsel ve yasal olarak geçerli bir yöntem olması konusunda emredici hükmü vermiştir.

2.2.4. Risk Değerlendirme Yöntemleri

2.2.4.1. Nitel Risk Değerlendirme Yöntemleri

- Ön Tehlike Analizi:

Ön tehlike analizi bir tesisin dizayn aşamasında kullanılmakta veya detaylandırılacak bir risk değerlendirmesine model olarak kullanılabilecek bir analiz yöntemidir.

Tehlike içeren ve sıklıkla karşılaşılabilecek olaylar tanımlanarak bunlar için dizayn aşamasında önlemlerin nasıl alınması gerektiği düşünülür. Tanımlanan tehlikelerin hangi analiz yöntemiyle değerlendirilmesi gerektiği karşılaştırılır.

Bu analiz yöntemi uygulanır iken mümkün olan en fazla sayıda verinin incelenmesi amacıyla geçmiş kazalar incelenir, eğer geçmiş kaza bulunmuyor veya tesis yeni dizayn edilmekteyse benzer işletmelerin ulaşılabilen kazaları incelenir.

Analiz sonrası risk sıklığına ve şiddetine göre nitel olarak derecelendirilir. Derecelendirme esnasında sıklık ve şiddet için sözel tabirler kullanılır ve analist tarafından derecelendirme sonucu seçim diyagramına işlenir. Analist tarafından kabul edilemez bölgede görülen tüm olgu ve olaylar için işlemler başlamadan önlemler alınır.

Bu analiz yönteminin güçlü yönleri hızlı oluşu ve iş başlamadan önlemlerin alınmasına olanak sağlaması iken zayıf tarafı tek başına yeterli olmaması sadece ana risk değerlendirme yönteminin seçilmesini sağlamak için başlangıç verisi oluşturmastır.

- İş Güvenlik Analizi (Job Safety Analysis-JSA)

İş Güvenlik Analizi, işler üstüne yoğunlaşmaktadır. İşletmede işler veya görevlerin iyi tanımlanması ile bu metod uygun olabilir. Analiz herhangi işi ele alarak sadece bu işin yapımı esnasında karşılaşılabilecek riskleri irdeler.

Dört aşamada tanımlanır. Bunlar sırasıyla yapı, tanımlama, değerlendirme ve öneri şeklindedir.

Yapı ile irdelenecek iş veya görev üzerinde ayrıntılı şekilde çalışılır. Bu çalışma sonunda söz konusu işin yapımının her bir adımı için karşılaşılabilecek tehlikeler tanımlanır. Tanımlanan tehlikeler nitel olarak derecelendirilir ve son olarak öneri adımıyla derecelendirilen risklerin düşürülmesi için uygun çözüm önerilerinde bulunulur.

- Olursa Ne Olur Analizi (What If?)

Genellikle denetlemelerde kullanılsa dahi gerçekleşmesi kuvvetle muhtemel olan risklerin hayali olarak gerçekleştirilmesi ile yaşanabilecek aksaklıkların tespit edildiği risk analizi yöntemidir.

Adından da anlaşılacağı gibi herhangi potansiyel tehlikenin ortaya çıkması sağlanır ve çalışanların bu tehlike karşısında vereceği tepkilerin analizi yapılarak aksayan yönler ortaya çıkarılarak, bu aksaklıkların düzeltilmesi planlanır.

Tek başına yeterli olmamakla beraber aksayan yönleri ortaya çıkarma bakımından oldukça başarılıdır.

- Birincil Risk Analizi (Preliminary Risk Analysis-PRA)

Bir işi yerine getirirken ortaya çıkabilecek kazaları analiz etmek ve kazaya sebep olan riskleri ve tehlikeleri yok etmek için kullanılan bir yöntemdir.

Varsayımsal bir kazanın nedenlerine odaklanarak bu nedenleri sistematize eder ve bu nedenlerin ortadan kaldırılması için uygun tavsiyelerde bulunur.

Kazaya neden olan hatalara bu analizde önem verilir. Hataların, insan, teçhizat, donanım veya yönetim kaynaklı olması ile ilgilenecek, hatanın yaşanmaması için belirlenen her hata kaynağını prosedürler ile bağlar. Prosedürlerin yeterli olmaması durumunda, eğitim ve yeni ekipman temini önerisinde bulunulur.

- Tehlike ve İşletilebilme Çalışması (Hazard and Operability Studies-HAZOP)

İlk kullanım yeri olan kimya sektöründe ortaya çıkmış olan HAZOP özel tehlikelerin incelenmesi amacıyla geliştirilmiştir.

Uzman bir HAZOP Ekibi tarafından kaza analizlerinin yapılması ve bu analizler sonucunda ortaya çıkarılan kaza nedenlerinin ortadan kaldırılması amacıyla kullanılır.

Analistler sistem hakkında belirli kalıpta sorular sorarak beyin fırtınası şeklinde sistemin sorunlarını ortaya çıkarmaya çalışırlar. Hazop Takımında genellikle şu kişiler bulunur.

Fabrika İşveren vekili

Fabrika Müdürü

İSG Uzmanı

İşletme Mühendisi

Sistem Mühendisi

Elektrik Mühendisi

Gerekli ise inşaat, Kimya vb alan mühendisleri.

HAZOP'ta kalıp halindeki sorular her bir işin her bir adımı için sorulur ve alınan cevaplarda kalıplar halinde not edilir. Sonuç olarak ortaya işin adımlarının zayıf yönleri ve bu zayıf yönlerin doğurabileceği risk ve tehlikeler ortaya çıkarılır. Öneriler bu risk ve tehlikelerin ortadan kaldırılmasına yöneliktir.

- Hata Ağacı Analizi (Fault Tree Analysis-FTA)

Hata Ağacı Analizinde istenmeyen bir olay karşısında sistemin mantıksal sonuçları incelenir. En bilinen risk analizlerinden biri olmakla beraber sistemi en ufak bileşenlerine kadar analiz ettiği için maliyetli bir analizdir.

Avantaj olarak karmaşık sistemlerde kullanılabilmesi, tek hataya odaklanması, hataların ciddi sonuçlarının daha rahat görülebilmesi, bilgisayar desteği ile hızlı sonuç alınması ve olasılık hesaplamaları için alt yapı sunması sayılabilir.

Dezavantajları olaraksa karmaşık oluşu, uzmanlık ve ekstra eğitim gerektirmesi, sonuçların yanıltıcı olabilmesi sayılabilir.

2.2.4.2. Nicel Risk Değerlendirme Yöntemleri

- Hata Türleri ve Etkileri Analizi (FMEA)

Bu yöntemde riski belirleyen parametrelere ölçekler verilerek, riskin bu bileşenlerin çarpanı olduğu kabul edilmektedir.

Bu yöntemde riski, riskin şiddeti, saptanabilirliği ve olasılığın oluşturduğu üç değişkenin çarpımı olduğu kabul edilir. Her bileşen 1 ile 10 arasında değer almaktadır.

$$\text{Risk} = \text{Şiddet} \times \text{Olasılık} \times \text{Saptanabilirlik}$$

Riskin sonucu 1-50 arasında ise düşük riskli, 50-200 arasında orta riskli ve 200-1000 arasında yüksek riskli olarak sınıflandırılır.

- Olay Ağacı Analizi (Event TREE Analysis-ETA)

Tecrübeli bir ekip tarafından her bir başlatıcı olayın sistem içerisindeki sonuçları incelenerek ve bu olaylara sayısal değerler verilerek sistemin toplam riski hesaplanır.

Olasılık hesabını bir sistem için tam manasıyla yapması kuvvetli yönü olmakla beraber, tecrübeli bir kadro ve eğitim istemesi zayıf yönleri olarak varsayılabilir.

- Neden Sonuç Analizi (Cause-Consequence Analysis)

Bu analiz Hata Ağacı ve Olay Ağacı analiz yöntemlerinin karışımı olarak kullanılır. Neden sonuç ilişkisini iki yönlüde inceler. Hem tümevarım hem de tümden gelim kullanabilir.

- Risk Değerlendirme Matrisleri

En sık kullanılan risk değerlendirme yöntemlerinden olup, riskin farklı değişkenlerin çarpımı olarak sayısallaştırıldığı ve bu değerlerin bir matris üzerinde belirtilerek, elde edilen sonuçların kabul edilir veya edilemez olduğunu benimseyen risk analizidir.

Riski iki veya daha fazla bileşenin çarpımı olarak gösterebilir. İki bileşenli riskler için L Tipi Matris Kullanılırken, daha fazla bileşeni olan risklerin değerlendirilmesinde x Tipi matrisi kullanılır.

L Tipi Matris: Riski, şiddet ve olasılık olarak iki parçaya ayırır ve her bir bileşene 1 ile 5 arasında değer vererek bu değerlerin çarpımları sonucu oluşan değeri risk değeri olarak kabul eder.

Tablo 2. 6. L Tipi Matris Olasılık Derecelendirme Tablosu

İhtimal	Puan	Sıklık
Çok Düşük	1	Hiç veya Yılda Bir
Düşük	2	Üç Ayda Bir
Orta	3	Ayda Bir
Yüksek	4	Haftada Bir
Çok Yüksek	5	Her gün

Tablo 2.7. L Tipi Matris Şiddet Derecelendirme Tablosu

Şiddet	Puan	Derecelendirme
Çok Düşük	1	İş Saati Kaybı Yok Sadece İlk Yardım Gerekli
Düşük	2	Saat Kaybı Var İlk Yardım Gerekli
Orta	3	Hafif Yaralanma Gün Kaybı
Yüksek	4	Ölüm, Ciddi Yaralanma veya Meslek Hastalığı, Çoklu Gün Kaybı
Çok Yüksek	5	Birden Fazla Ölüm

Tablo 2.8. L Tipi Matris Sonuç Tablosu

Sonuç						
İhtimal		Şiddet				
		Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
		1	2	3	4	5
Çok Düşük	1	1	2	3	4	5
Düşük	2	2	4	6	8	10
Orta	3	3	6	9	12	15
Yüksek	4	4	8	12	16	20
Çok Yüksek	5	5	10	15	20	25

Tablo 2.9. L Tipi Matris Sonuç Değerlendirme Tablosu

Sonuç	Yapılması Gereken
16 ve üzeri YÜKSEK RİSK SEVİYESİ	Kabul Edilemez Risk. Çalışma Yapılıyorsa Durdurulur Ve Acil Olarak Risk Seviyesi Düşürülmesi İçin Çalışmalara Başlanır.
9 ile 15 arası ORTA RİSK SEVİYESİ	Orta Seviye Risk, Mümkün Olduğunca Hızlı Müdahale Edilir Ve Risk Düşürülmeye Çalışılır
8 ve altı DÜŞÜK RİSK SEVİYESİ	Düşük Risk, Acil Müdahale Gerektirmez Lakin İyileştirilmeye Çalışılır.

- Fine-Kinney Metodu

Bu metotta ise riskin bileşenlerini şiddet, frekans ve şans oluşturmaktadır. Şans ve frekans 0 ile 10 arasında değer almaktadır. Şiddet ise 0 ile 100 arasında değer almaktadır ve üç bileşenin çarpımı riski tanımlar. (Yağimli M.2017)

- Ergonomik Risk Analiz Yöntemleri

REBA (Hızlı Tüm Vücut Değerlendirmesi (Rapid Entire Body Assesment))

REBA pahalı bir donanıma ihtiyaç duymadan özellikle kas ve iskelet sistemini tehdit eden hareketler karşısında hızlı bir ergonomik risk değerlendirmesi yapılmasını sağlayan risk değerlendirme yöntemidir. İlk olarak Hignett ve McAtamney tarafından 1998 senesinde önerilmiştir. Özellikle öngörülme, zorlayıcı olan ve sıklıkla tekrar eden vücut hareketlerinin değerlendirilmesi amacıyla tasarlanmış bir yöntemdir (Sağioğlu, Coşkun, Erginel, 2015)

REBA kritik iş için her bölgeye bir puan atayarak vücut duruş faktörlerini değerlendiren bir risk değerlendirmesi yöntemidir. REBA yöntemi bir çalışma duruşu esnasında gövdede, boyunda, bacaklarda, üst kollarda, alt kollarda ve bileklerde ortaya çıkan esneme ve bükülme ve bu duruşlar esnasında çalışanın maruz kaldığı yüklere bağlı olarak 1 ile 15 arasında değişen bir skor belirlenmektedir (Sağioğlu, Coşkun, Erginel, 2015).

RULA (Hızlı Üst Vücut Değerlendirilmesi (Rapid Upper Limb Assesment))

REBA yönteminde olduğu gibi RULA yöntemi de farklı bir donanım gerektirmeden hızlı bir şekilde risk analizi yapmayı sağlar. REBA'dan farklı olarak üst vücudun, vücudun geri kalanına göre daha fazla yüklendiği ve daha fazla risk altında olduğu durumlarda kullanılması uygundur. McAtamney ve Corlett tarafından 1993 yılında tasarlanmış ve yayınlanmıştır (Kahraman, 2012).

RULA el bileği, el, dirsek ve omuzu değerlendirmesinin yanında gövde duruşunu ve nispeten daha az olarak bel ve boyunu da değerlendirerek üst vücut değerlendirmesi yapar.

NIOSH LEC (Ulusal Mesleki Sağlık ve Güvenlik Enstitüsünün Kaldırma Denklemi Hesaplaması (The National Institute for Occupational Safety and Health Lifting Equation Calculator))

Amerika Birleşik Devletleri (ABD) resmi iş sağlığı ve güvenliği kurumu olan NIOSH'un 1981 yılında yayınladığı LEC formülizasyonu özellikle elle kaldırma işlerinin risk değerlendirme yöntemi olarak kullanılmaktadır. NIOSH Rehberine göre bu yöntem sadece elle kaldırma işlemlerinde kullanılmalı, taşıma ve tutma işleri ile elle kaldırma işlerinin sekiz saati aşan çalışmalarında, tek elle kaldırma işlerinde, stabil olmayan zeminlerde yapılan işlerde, yükün ağırlık merkezinin değişken olduğu işlerde ve çok hızlı yapılması gereken kaldırma işlemlerinde kullanılmamalıdır (Yavuzkan G. Ve Kaya K. 2015).

2.2.5. Güvenlik Kültürü ve İlgili Bazı Tanımlar

Güvenlik kültürü genel manada “Risk, kaza ve hastalıklar hakkında bir organizasyonun bütün üyeleri tarafından paylaşılan inançlar ve fikirler” olarak tanımlanmaktadır (Cooper, 2000:114).

Bu açıklamadan yola çıkıldığında anlaşılmaktadır ki bir organizasyonda güvenlik kültürünün oluşturulması ve geliştirilmesi, çalışanların riskler karşısındaki tutumlarını etkileyerek iş kazası sayılarını azaltacaktır.

Özellikle iş kazalarının %88'inin güvensiz hareketlerden, %10'unun güvensiz ortamlardan ve sadece %2'sinin önlenemez durumlardan kaynaklandığı bilindiğinde, güvenlik kültürünün oluşması ile neredeyse kazaların %98'inin önlenabilir olduğu görülmektedir.

Organizasyonun içerisinde yer alan tüm bireylerin kendi tercihleri ile yaptıkları tehlike yaratan ve risk oluşturan davranışlarına güvensiz hareket denilmekte iken, bireylerin kendi ellerinde olmayan ve kendi özgür iradeleri ile önleyemedikleri

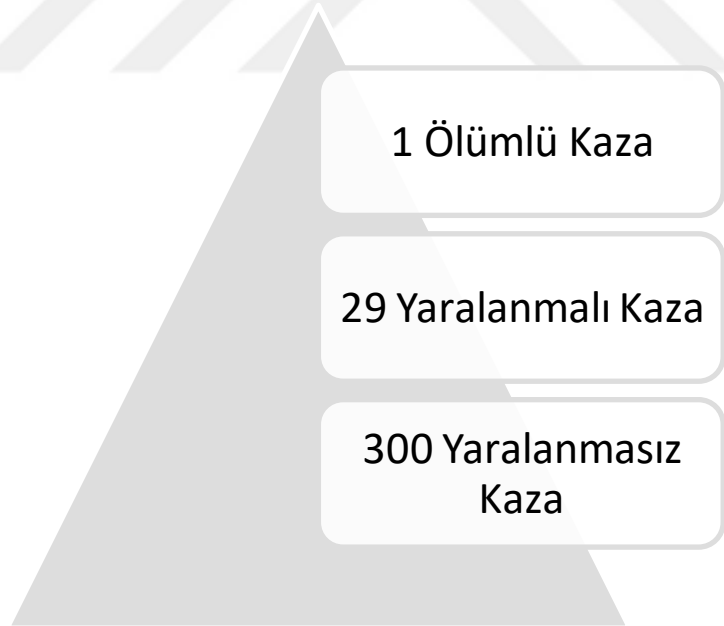
durumlardan kaynaklanan, tehlike ve risk oluşturan ortamlara ise güvensiz ortam denilmektedir.

Örnek vermek gerekirse, bir çalışanın KKD'sinin olmasına rağmen bu KKD'yi kullanmayarak çalışması güvensiz hareket olarak görülmektedir. Görüleceği üzere burada bireyin iradesi ile aldığı bir kararın yanlışlığı tehlike ve riski oluşturmaktadır.

Ancak çalışan yeterince sağlam olmayan bir iskele üzerinde çalışmaktaysa bu durum çalıştığı ortam ile alakalı bir tehlike ve riski doğurmaktadır ki bu durum güvensiz ortam olarak isimlendirilmektedir.

Bu durumda görüleceği üzere kazaların %88'i kişinin hareketinden, %10'u ise çalıştığı ortamdan kaynaklanmaktadır.

Henrich Piramidi: Meydana gelen kazaların istatistiksel sonuçlarından görülmektedir ki yaklaşık olarak her 300 yaralanmasız kazaya karşı, 29 yaralanmalı kaza ve 1 adet ölümlü kaza meydana gelmektedir.



Şekil 2.11. Henrich Piramidi
Kaynak: Heinrich 1931

Kaza Piramidi: Geçmiş kazalar üzerinde yapılan başka bir istatistiksel çalışmada ise yaklaşık olarak her 100.000 güvensiz harekete karşı, 10.000 ramak kala olayı, 1.000 maddi hasarlı kaza, 100 yaralanmalı kaza ve 1 adet ölümlü kaza olmaktadır.



Şekil 2.12. Kaza Piramidi
Kaynak: Bird 1969

Henrich Piramidi ve Kaza Piramidinden görüleceği üzere iş süreçlerindeki yanlışlar kazaları ve kazaların ciddiyetini piramit şeklinde etkilemektedir. Bu durumda iş süreçleri için yapılacak en ufak değişiklikler dahi güvensiz hareket ve durumları ortadan kaldıracaklarmak, bu durumlardan kaynaklı kaza, yaralanma ve ölüm risklerini de piramit şeklinde ortadan kaldıracaktır.

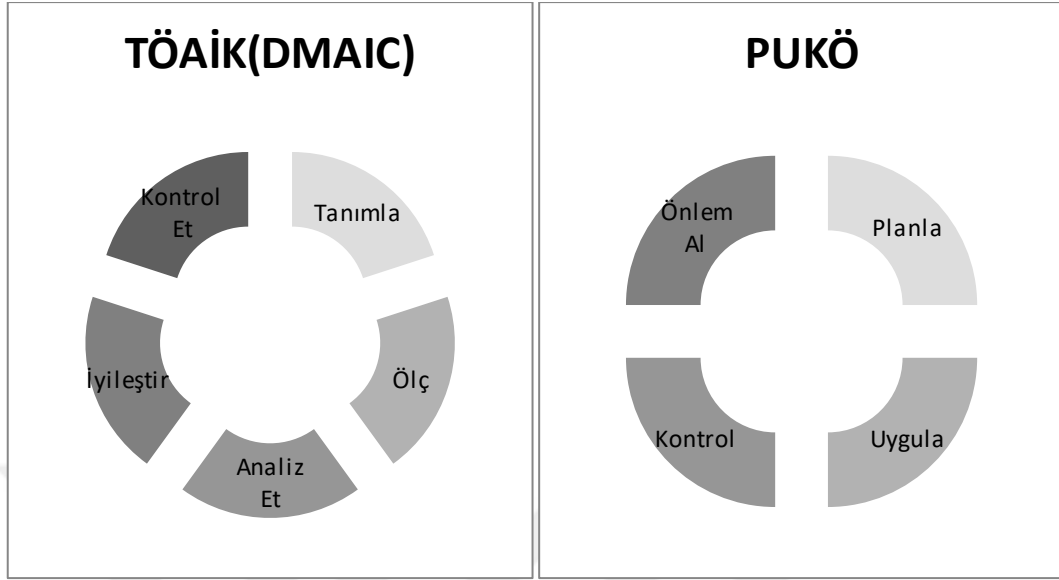
Bu durumda iş kazalarını önlemek amacıyla yapılan her iyileştirmenin karşılığı olarak, güvensiz hareket ve güvensiz ortamdan başlanarak olumsuz tüm durumlar için bir azalma olması beklenmektedir. 6 sigma Yönetim sistemi yardımıyla iş güvenliği noktasında hangi konularda iyileştirme yapılması gerektiği ve bu iyileştirmelerin istenilen etkiyi gösterip göstermediği nicel olarak hesaplanabilmektedir.

2.3. 6σ ve İş Sağlığı Güvenliği İlişkisi

Yukarıda verilen genel bilgilerin ışığında görülmektedir ki, altı sigma bir üretim sürecinde sıfır hata hedefine doğru gitmeyi istemekten, İSG kavramı da sıfır kaza hedefine ilerlemeyi arzu etmektedir.

Özellikle İSG Nicel Risk Değerlendirme Yöntemlerinin sayısal verilere dayanması, geçmiş kazaların analizlerinin bu değerlendirmelerde yer alması ve sonucun sayısal bir değer olarak verilmesi bakımından altı sigma ile büyük benzerlikler göstermektedir.

Ayrıca altı sigmanın TÖAİK(DMAIC) yaklaşımı ile İSG'nin PUKÖ yaklaşımı neredeyse birbirinin aynısıdır.



Şekil 2.13. Altı Sigma DMAİC- İSG PUKÖ Şeması

Ayrıca görülmektedir ki her iki uygulamanında üst yönetimce desteklenmesi ve tüm çalışanların uygulamaya katılması gerekmektedir. Altı sigmada bu bir gereklilikken, İSG’de bu yasalarca emredilen bir olgudur.

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununun 4. Maddesinde İşverenin genel yükümlülüğü

“İşveren, çalışanların işle ilgili sağlık ve güvenliğini sağlamakla yükümlü olup bu çerçevede;

a) Mesleki risklerin önlenmesi, eğitim ve bilgi verilmesi dâhil her türlü tedbirin alınması, organizasyonun yapılması, gerekli araç ve gereçlerin sağlanması, sağlık ve güvenlik tedbirlerinin değişen şartlara uygun hale getirilmesi ve mevcut durumun iyileştirilmesi için çalışmalar yapar.

b) İşyerinde alınan iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uyulup uyulmadığını izler, denetler ve uygunsuzlukların giderilmesini sağlar.

c) Risk değerlendirmesi yapar veya yaptırır.

ç) Çalışana görev verirken, çalışanın sağlık ve güvenlik yönünden işe uygunluğunu göz önüne alır.

d) Yeterli bilgi ve talimat verilenler dışındaki çalışanların hayati ve özel tehlike bulunan yerlere girmemesi için gerekli tedbirleri alır.

(2) İşyeri dışındaki uzman kişi ve kuruluşlardan hizmet alınması, işverenin sorumluluklarını ortadan kaldırmaz.

(3) Çalışanların iş sağlığı ve güvenliği alanındaki yükümlülükleri, işverenin sorumluluklarını etkilemez.

(4) İşveren, iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerinin maliyetini çalışanlara yansıtamaz.” şeklinde emredilmektedir.

Her iki yaklaşım içinde çeşitli sayıda personelin görevlendirilmesi gerekmektedir ve her iki uygulamanın zayıf ve güçlü yanları benzerlik göstermektedir.

Bu konu içinde 6331 Sayılı İSG Kanunun 6. Maddesinde,

“ Mesleki risklerin önlenmesi ve bu risklerden korunulmasına yönelik çalışmaları da kapsayacak, iş sağlığı ve güvenliği hizmetlerinin sunulması için işveren;

a) Çalışanları arasından iş güvenliği uzmanı, işyeri hekimi ve on ve daha fazla çalışanı olan çok tehlikeli sınıfta yer alan işyerlerinde diğer sağlık personeli görevlendirir. Çalışanları arasında belirlenen niteliklere sahip personel bulunmaması hâlinde, bu hizmetin tamamını veya bir kısmını ortak sağlık ve güvenlik birimlerinden hizmet olarak yerine getirebilir. Ancak belirlenen niteliklere ve gerekli belgeye sahip olması hâlinde, tehlike sınıfı ve çalışan sayısı dikkate alınarak, bu hizmetin yerine getirilmesini kendisi üstlenebilir. (Ek cümle: 10/9/2014-6552/16 md.) Belirlenen niteliklere ve gerekli belgeye sahip olmayan ancak 50’den az çalışanı bulunan ve az tehlikeli sınıfta yer alan işyeri işverenleri veya işveren vekili tarafından Bakanlıkça ilan edilen eğitimleri tamamlamak şartıyla işe giriş ve periyodik muayeneler ve tetkikler hariç iş sağlığı ve güvenliği hizmetlerini yürütebilirler.” Şeklinde emredilmektedir.

Bu nedenledir ki İSG uygulamalarının 6σ yaklaşımı ile incelenmesi ve İSG süreçlerinin 6σ yaklaşımı ile yönetilmesi hali hazırda 6σ ile üretim süreçlerini kontrol eden firmalar da büyük kolaylıklar sağlayacaktır.

Altı sigmanın İSG içindeki önemi üzerine yapılan araştırmanın, ayrıntılı analizleri de bir sonraki bölüm olan gereç ve yöntemlerde detaylı olarak açıklanacaktır.

BÖLÜM 3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Yöntemi

Araştırma kapsamında öncelikle beyaz eşya üretimi yapan bir firmadan istatistiki veriler alınmış ve bu veriler sayısal yöntemlerle incelenmiştir. İnceleme sonucunda firmanın İSG açısından hali hazırdaki durumu ortaya konulmuştur. Dolayısıyla araştırmanın ilk bölümünün yöntemi nitel araştırma yöntemidir.

Araştırmanın ikinci bölümünde elde edilen verilerin betimleyici sonuçlarından hareketle altı sigma süreçleri geliştirilmiş ve bu süreçler ilgili firmada uygulanmıştır. Uygulama sonrası tekrar veriler toplanmış ve istatistiki olarak incelenmiştir. Firmanın mevcut yapısı değiştirildiği için bu bölümün yöntemi Nitel araştırma yöntemlerinden uygulamalı laboratuvar araştırma tipi olarak tanımlanmıştır.

Sonuç bölümünde ise araştırmanın ilk bölümünden elde edilen veriler ile ikinci bölümünden elde edilen veriler karşılaştırılmıştır. Bu nedenle araştırmanın son bölüm yöntemi nicel araştırma yöntemlerinden korelasyon yöntemidir.

3.2. Araştırma Modeli

Araştırma kapsamında Türkiye'nin Marmara Bölgesinde Faaliyet gösteren ve beyaz eşya üretiminde bulunan bir firma ele alınmıştır. Araştırma konusu olan firma iş sağlığı ve güvenliği bölümü dışındaki tüm bölümlerinde altı sigma kalite sistemini kullanmaktayken 2018 yılı Ocak Ayından başlamak üzere altı sigma yönetim sisteminin, İSG biriminde de uygulama kararının alınmasında rol oynamış.

İlk olarak Altı sigma sistemine veri oluşturulması amacıyla ilgili firmanın 2017 İSG verileri incelenmiş ve böylelikle İSG konusunda firmanın üretebileceği altı sigma süreçleri hazırlanmıştır.

Bu amaçla öncelikle firmada 2017 yılı içerisinde karşılaşılan tüm iş kazalarının kaza raporları incelenerek bu raporlar istatistiki verilere dönüştürülmüştür. Dönüştürülen kaza verilerinin frekans dağılımları hazırlanmış ve bu dağılımlar tüm çalışanların demografik verilerinin dağılımı ile kıyaslanarak üzerlerinde bağımsızlık testleri uygulanmıştır.

Elde edilen verilerin dağılımlarının standart normal dağılıma uymadığı ve homojen dağılım da göstermedikleri hesaplanarak uygulanacak bağımsızlık testinin parametrik olmayan ki kare bağımsızlık testi olduğuna karar verilmiştir.

Sonuç olarak araştırmanın birinci kısmının hipotezleri parametrik olmayan ki kare bağımsızlık testi ile analiz edilmiştir. Analiz sonucu elde edilen sonuçlara göre altı sigma süreçleri hazırlanmıştır.

Akabinde altı sigma uygulamasına geçilmiş ve üretilen her süreç için modellemeler yardımıyla 2018 yılı Ocak ayından başlayarak firmada İSG konusunda iyileştirici süreçler uygulanmıştır.

2018 yılı sonrasında İSG kapsamında tekrar veriler toplanmış ve bu veriler istatistiki olarak incelenerek 2017 yılından elde edilen veriler ile kıyaslanmıştır. Böylelikle altı sigma öncesi ve sonrası İSG verilerindeki değişimler yardımıyla altı sigma süreçlerinin İSG üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Gerek 2017 yılı için gerek 2018 yılı için altı sigma seviyeleri hesaplanmıştır. Hesaplama esnasında bir çalışanın 2017 yılı ve 2018 yılı içerisinde kayıp olmaksızın kaç saat çalışması gerektiği düşünülmüş ve resmî tatiller (Tablo 3.1.) ile hafta sonu tatilleri toplam gün sayısından çıkarılarak, çalışanların yıllar içerisinde kaç gün çalıştıkları hesaplanmıştır. Hesaplama sonrasında 2017 yılı içerisinde 252 gün çalıştıkları, 2018 yılı içerisinde ise 249 gün çalıştıkları bulunmuştur.

Tablo 3.1. Yıllara göre tatil günleri

Tatil Programı	
2017 Tatilleri	2018 Tatilleri
01.01.2017	01.01.2018
23.04.2017	23.04.2018
01.05.2017	01.05.2018
19.05.2017	19.05.2018
24.06.2017	14.06.2018
25.06.2017	15.06.2018
26.06.2017	16.06.2018
27.06.2017	17.06.2018
30.08.2017	20.08.2018
31.08.2017	21.08.2018
01.09.2017	22.08.2018
02.09.2017	23.08.2018
03.09.2017	24.08.2018
04.09.2017	30.08.2018
29.10.2017	29.10.2018

Hesaplanan günlere günlük 9 saat çalışma saati ile çarpma işlemi uygulanarak çalışan başına yılda kaç saat çalışması gerektiği hesaplanmıştır. Hesaplanan bu çalışma süresi hedeflenen çalışma süresi olarak kabul edilmiş, ulaşılan çalışma süresi ise iş kazaları nedeniyle çalışanları kayıp zamanları bu sürelerden çıkarılarak hesaplanmıştır.

Şöyle ki 2017 yılı içerisinde hafta tatilleri ve resmî tatiller çıktıktan sonra kalan 252 gün çalışma günü olarak belirlenmiştir. Söz konusu 252 gün çalışanın 9 saat/gün vardiya süresi ile çarpılması ile bir çalışanın 2017 yılı içerisinde 2268 saat çalışması gerektiği hesaplanmıştır. Aynı şekilde hesaplanan 2018 yılı için, tatiller harici 249 gün çalışması gereken bir çalışanın yıllık çalışma süresi 2241 saat olarak hesap edilmiştir.

Böylelikle hem altı sigma uygulaması öncesi hem altı sigma uygulaması sonrası sigma seviyeleri bulunarak altı sigma uygulamasının iş sağlığı ve güvenliğine olan etkileri ölçümlenmiştir.

Sigma seviyesinin hesaplanmasında hedeflenen toplam çalışma saatinin ne oranda karşılandığı hesaplanmış ve bu oranın normal dağılım tablosunda tek kuyruk hatalı alanının ne olduğu z tablosu yardımıyla bulunarak sigma seviyesi ölçümlenmiştir.

Sigma seviyesi hesabında alternatif tercihler de mümkündür. Çalışma kapsamında sıfır hatalı çalışma süresi üzerinden hesaplama yapılmakla birlikte, sıfır kaza sayısı üzerinden veya firma tarafından belirlenen kabul edilebilir çalışma süresi üzerinden de hesaplama yapmak mümkündür.

3.2.1. Hipotezler

Araştırma kapsamında altı sigma uygulaması öncesi ve sonrasında ayrı ayrı analiz edilmek üzere, ortaya çıkan kazalar ile kazaya karışan çalışanların yaşları, kıdem süreleri, cinsiyetleri, medeni durumları, pozisyonları, eğitim düzeyleri, kazadan etkilenen vücut bölgeleri, kazanın güvensiz ortam veya hareketten kaynaklanması durumu, kazanın sebebi, kazanın işyerinin hangi bölümünde yaşandığı, kazanın yaşandığı ay, gün ve vardiya saati arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığı incelenmiştir.

Araştırmacının konu ile ilgili ortaya koyduğu sorular ve ilgili hipotezleri şunlardır.

- a) Hipotez A: Altı sigma uygulaması öncesinde ortaya çıkan kazalar ile kazaya karışan çalışanın yaşı arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?
- b) Hipotez B: Altı sigma uygulaması öncesinde ortaya çıkan kazalar ile kazaya karışan çalışanın kıdem süresi arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?
- c) Hipotez C: Altı sigma uygulaması öncesinde ortaya çıkan kazalar ile kazaya karışan çalışanın cinsiyeti arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?
- d) Hipotez D: Altı sigma uygulaması öncesinde ortaya çıkan kazalar ile kazaya karışan çalışanın medeni durumu arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?
- e) Hipotez E: Altı sigma uygulaması öncesinde ortaya çıkan kazalar ile kazaya karışan çalışanın pozisyonu arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?

f) Hipotez F: Altı sigma uygulaması öncesinde ortaya çıkan kazalar ile kazaya karışan çalışanın eğitim düzeyi arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?

g) Hipotez G: Altı sigma uygulaması öncesinde ortaya çıkan kazalar ile kazaya karışan çalışanın kazadan etkilenen vücut bölgesi arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?

h) Hipotez H: Altı sigma uygulaması öncesinde ortaya çıkan kazalar ile kazaya neden olan güvensiz ortam-güvensiz hareket arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?

ı) Hipotez I: Altı sigma uygulaması öncesinde ortaya çıkan kazalar ile kaza sebepleri arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?

j) Hipotez J: Altı sigma uygulaması öncesinde ortaya çıkan kazalar ile kazanın meydana geldiği işyeri bölümü arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?

k) Hipotez K: Altı sigma uygulaması öncesinde ortaya çıkan kazalar ile kazanın meydana geldiği aylar arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?

l) Hipotez L: Altı sigma uygulaması öncesinde ortaya çıkan kazalar ile kazanın meydana geldiği haftanın günleri arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?

m) Hipotez M: Altı sigma uygulaması öncesinde ortaya çıkan kazalar ile kazanın meydana geldiği vardiya saati arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?

aa) Hipotez AA: Altı sigma uygulaması sonrasında ortaya çıkan kazalar ile kazaya karışan çalışanın yaşı arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?

bb) Hipotez BB: Altı sigma uygulaması sonrasında ortaya çıkan kazalar ile kazaya karışan çalışanın kıdem süresi arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?

cc) Hipotez CC: Altı sigma uygulaması sonrasında ortaya çıkan kazalar ile kazaya karışan çalışanın cinsiyeti arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?

dd) Hipotez DD: Altı sigma uygulaması sonrasında ortaya çıkan kazalar ile kazaya karışan çalışanın medeni durumu arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?

ee) Hipotez EE: Altı sigma uygulaması sonrasında ortaya çıkan kazalar ile kazaya karışan çalışanın pozisyonu arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?

ff) Hipotez FF: Altı sigma uygulaması sonrasında ortaya çıkan kazalar ile kazaya karışan çalışanın eğitim düzeyi arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?

gg) Hipotez GG: Altı sigma uygulaması sonrasında ortaya çıkan kazalar ile kazaya karışan çalışanın kazadan etkilenen vücut bölgesi arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?

hh) Hipotez HH: Altı sigma uygulaması sonrasında ortaya çıkan kazalar ile kazaya neden olan güvensiz ortam-güvensiz hareket arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?

ıı) Hipotez II: Altı sigma uygulaması sonrasında ortaya çıkan kazalar ile kaza sebepleri arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?

jj) Hipotez JJ: Altı sigma uygulaması sonrasında ortaya çıkan kazalar ile kazanın meydana geldiği işyeri bölümü arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?

kk) Hipotez KK: Altı sigma uygulaması sonrasında ortaya çıkan kazalar ile kazanın meydana geldiği aylar arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?

ll) Hipotez LL: Altı sigma uygulaması sonrasında ortaya çıkan kazalar ile kazanın meydana geldiği haftanın günleri arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?

mm) Hipotez MM: Altı sigma uygulaması sonrasında ortaya çıkan kazalar ile kazanın meydana geldiği vardiya saati arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?

Araştırma kapsamında SPSS ver.24 İstatistiksel hesaplama paket programı kullanılmıştır. Ayrıca yazım ve bazı hesaplamalar için Microsoft Office Programlarından yararlanılmıştır.



BÖLÜM 4. BULGULAR

4.1. ALTI SİGMA YÖNETİM SİSTEMİ UYGULAMALARI ÖNCESİ İŞLETMENİN İŞ GÜVENLİĞİ BAKIMINDAN ANALİZİ

Evrene konu olan işletmede 2017 yılı Ocak-Aralık ayları arasında ortalama olarak 3919 kişinin çalıştığı bilinmektedir. Bu tarihler arasında meydana gelen iş kazası sayısı ise 69 adettir. 2017 Yılı içerisinde altı sigma uygulamasına geçilmemiştir, böylelikle bu tarih aralığında elde edilen veriler hem altı sigma iyileştirme projelerinde kullanılacak hem de altı sigma iyileştirme projeleri sonundaki yeni veriler ile kıyaslanacaktır.

Tablo 4.1.'de görüldüğü üzere 3919 adet çalışanın yaş aralıklarına göre dağılımları 18-30 yaş arası için %30, 31-40 yaş arası için %47,6, 41-50 yaş arası için %19, 51 yaş ve üzeri için %3,35'dir.

Aynı şekilde çalışanların %90'ı erkek iken sadece %10'u kadınlardan oluşmaktadır.

Çalışanların %50'si bekârlardan, %50'si ise evlilerden oluşmaktadır.

İşletmede çalışanların %9'u beyaz yakalı olarak tabir edilmekte ve idari işler ile yönetsel işlerde çalışmakta iken, %91 mavi yaka olarak tabir edilen ve beyaz yakalıları görece daha fazla beden gücü kullanan çalışanlardan oluşmaktadır.

Çalışanların %29'u ilköğretim mezunu, %34'ü ortaöğretim mezunu, %24'ü ön lisans mezunu ve %13'ü lisans mezunudur.

İşletmedeki üretim miktarı yıl boyunca aylara göre sabit miktardadır lakin haftanın günlerine göre üretim miktarı farklılık göstermektedir. Yıl boyunca hesaplanan haftanın günlerine göre üretim oranları %17 Pazartesi, %22 Salı, %22 Çarşamba, %21 Perşembe, %12 Cuma, %4 Cumartesi ve %2 Pazar şeklindedir.

Vardiyalı çalışma yapılmakta olup ilk vardiya sabah 08.00-18.00 arası çalışmakta ve 10.00 ile 15.00 da 15'er dakikalık mola verilmekte ayrıca 12.00-12.30 arası öğle yemeği için üretime ara verilmektedir. İkinci vardiya akşam 20.00-06.00 arasında çalışmakta ve 22.00 ile 03.00 da 15'er dakikalık dinlenme molası verilmekte ve 00.00-00.30 arası yemek molası verilmektedir. Günlük planlı çalışma toplam süresi vardiya başına 9 saat olarak ayarlanmıştır. Cumartesi ve Pazar Günleri hafta tatili olarak kullanılmaktadır. Ancak yetişmeyen işler için bu günlere fazla mesai planlaması yapılmaktadır.

Tablo 4.1. Altı Sigma uygulaması öncesinde işletmedeki tüm çalışanlar için elde edilen demografik oranlar tablosu

İşletmedeki tüm çalışanlar için elde edilen demografik oranlar		
	Çalışan Sayısı	Oran
18-30 Yaş	1177,0	0,3
31-40 Yaş	1866,0	0,476
41-50 Yaş	745,0	0,19
51 ve üzeri	131,0	0,0335
Toplam	3919,0	0,9995
Erkek	3527	0,9
Kadın	392	0,1
Toplam	3919	1
Evli	1959	0,5
Bekâr	1959	0,5
Toplam	3919	1
Beyaz Yaka	353	0,09
Mavi Yaka	3566	0,91
Toplam	3919	1
İlköğretim	1137	0,29
Ortaöğretim	1332	0,34
Ön Lisans	941	0,24
Lisans	509	0,13
Toplam	3919	1
Pazartesi	Üretim Miktarı Bazında hesaplanmıştır.	0,17
Salı		0,22
Çarşamba		0,22
Perşembe		0,21
Cuma		0,12
Cumartesi		0,04
Pazar		0,02
Toplam		1

Kaza geçiren 69 adet çalışanın yaş aralıklarına göre dağılımı Tablo 4.2. de sunulmuştur. Kaza geçirenlerin %43,5'i(30 kişi) 18-30 yaş aralığında bulunmaktadır, aynı şekilde %30,4'ü(21 kişi) 30-40 yaş aralığında, %20,3'ü(14 kişi) 40-50 yaş aralığında ve %5,8'i(4 kişi) 50 ve üzeri yaş aralığında bulunmaktadır.

Tablo 4.2. Altı Sigma uygulaması öncesinde kaza geçirmiş olan çalışanların yaş aralıkları dağılım tablosu

Kazalı Çalışanların Yaş Aralıkları					
		Frekans	Yüzde	Dağıtılmış Yüzde	Kümülatif Yüzde
Değer	18-30 Yaş Arası	30	43,5	43,5	43,5
	30-40 Yaş Arası	21	30,4	30,4	73,9
	40-50 Yaş Arası	14	20,3	20,3	94,2
	50 Yaş Üzeri	4	5,8	5,8	100,0
	Toplam	69	100,0	100,0	

Tablo 4.3. de kaza geçiren çalışanların kıdem yıllarına göre dağılımları verilmiştir. Kaza geçirenlerin %29'u(20 kişi) bir yıldan az süredir işletmede çalışmaktayken sırasıyla %11,6'sı 1-2 yıl arasında, %10,1'i 2-3 yıl arasında, %5,8'i 3-4 yıl arasında, %8,7'si 4-5 yıl arasında, %4,3'ü 5-6 yıl arasında, %13'ü 6-7 yıl arasında, %2,9'u 7-8 yıl arasında, %2,9'u 8-9 yıl arasında, %1,4'ü 9-10 yıl arasında ve %10,1'i 10 yıldan uzun süredir işletmede çalışmaktadır.

Tablo 4.3. Altı Sigma uygulaması öncesinde kaza geçirmiş olan çalışanların kıdem aralıkları dağılım tablosu

Kıdem Aralıkları					
Yıl		Frekans	Yüzde	Dağıtılmış Yüzde	Kümülatif Yüzde
Değer	1 yıldan az	20	29,0	29,0	29,0
	1-2 yıl arası	8	11,6	11,6	40,6
	2-3 yıl arası	7	10,1	10,1	50,7
	3-4 yıl arası	4	5,8	5,8	56,5
	4-5 yıl arası	6	8,7	8,7	65,2
	5-6 yıl arası	3	4,3	4,3	69,6
	6-7 yıl arası	9	13,0	13,0	82,6
	7-8 yıl arası	2	2,9	2,9	85,5
	8-9 yıl arası	2	2,9	2,9	88,4
	9-10 yıl arası	1	1,4	1,4	89,9
	10 yıl üzeri	7	10,1	10,1	100,0
	Toplam	69	100,0	100,0	

Kaza geçiren çalışanların %91,3'ü(63 kişi) erkek ve %8,7'si(6 kişi) kadındır (Tablo 4.4.).

Tablo 4.4. Altı Sigma uygulaması öncesinde kaza geçirmiş olan çalışanların cinsiyet dağılım tablosu

Cinsiyet					
		Frekans	Yüzde	Dağıtılmış Yüzde	Kümülatif Yüzde
Değer	Erkek	63	91,3	91,3	91,3
	Kadın	6	8,7	8,7	100,0
	Toplam	69	100,0	100,0	

Kaza geçiren personelin %49,3'ü(34 kişi) Bekâr, %50,7'si(35 kişi) evlidir (Tablo 4.5.).

Tablo 4.5. Altı Sigma uygulaması öncesinde kaza geçirmiş olan çalışanların medeni durumları dağılım tablosu

Medeni Durum					
		Frekans	Yüzde	Dağıtılmış Yüzde	Kümülatif Yüzde
Değer	Bekâr	34	49,3	49,3	49,3
	Evli	35	50,7	50,7	100,0
	Toplam	69	100,0	100,0	

Tablo 4.6. de kaza geçiren çalışanların %9,7'sinin(6 kişi) beyaz yakalı, %91,3'ünün(63 kişi) ise mavi yakalı olduğu görülmektedir.

Tablo 4.6. Altı Sigma uygulaması öncesinde kaza geçirmiş olan çalışanların pozisyon dağılım tablosu

Pozisyon					
		Frekans	Yüzde	Dağıtılmış Yüzde	Kümülatif Yüzde
Değer	Beyaz Yaka	6	8,7	8,7	8,7
	Mavi Yaka	63	91,3	91,3	100,0
	Toplam	69	100,0	100,0	

Tablo 4.7. de kaza geçiren çalışanlardan %30,4'ünün(21 kişi) ilköğretim mezunu, %50,7'sinin(35 kişi) ortaöğretim mezunu, %7,2'sinin(5 kişi) ön lisans mezunu ve %11,6'sının(8 kişi) lisans mezunu olduğu görülmektedir.

Tablo 4.7. Altı Sigma uygulaması öncesinde kaza geçirmiş olan çalışanların Eğitim Düzeyleri dağılım tablosu

Eğitim Düzeyi					
		Frekans	Yüzde	Dağıtılmış Yüzde	Kümülatif Yüzde
Değer	İlköğretim	21	30,4	30,4	30,4
	Ortaöğretim	35	50,7	50,7	81,2
	Ön Lisans	5	7,2	7,2	88,4
	Lisans	8	11,6	11,6	100,0
	Toplam	69	100,0	100,0	

Tablo 4.8.'e göre kazazedelerin %14,5'i (10 kişi) Baş bölgesinden, %13'ü(9 kişi) omuz ve kollar bölgesinden, %7,2'si(5 kişi) gövde bölgesinden, %44,9'u (31 kişi) ellerinden, %5,8'i(4 kişi) bacaklarından, %14,5'i (10 kişi) ise ayaklarından yaralanmıştır.

Tablo 4.8. Altı Sigma uygulaması öncesinde kaza geçirmiş olan çalışanların Kaza nedeni ile etkilendikleri vücut bölgeleri dağılım tablosu

Etkilenen Bölge					
		Frekans	Yüzde	Dağıtılmış Yüzde	Kümülatif Yüzde
Değer	Baş	10	14,5	14,5	14,5
	Omuz ve Kollar	9	13,0	13,0	27,5
	Gövde	5	7,2	7,2	34,8
	El	31	44,9	44,9	79,7
	Bacaklar	4	5,8	5,8	85,5
	Ayak	10	14,5	14,5	100,0
	Toplam	69	100,0	100,0	

Kaza teoremine göre kazaların %88'i güvensiz hareketlerden kaynaklanırken, %10'u güvensiz ortamdan kaynaklanmaktadır. Tablo 4.9. da görüleceği üzere işletmede kaza geçiren 69 çalışanın %4,3'ü(3 kişi) güvensiz ortam nedeni ile %95,7'si ise güvensiz hareket nedeniyle kaza geçirmiştir.

Tablo 4.9. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların güvensiz durum-hareket dağılım tablosu

Güvensizlik					
		Frekans	Yüzde	Dağıtılmış Yüzde	Kümülatif Yüzde
Değer	Güvensiz Ortam	3	4,3	4,3	4,3
	Güvensiz Hareket	66	95,7	95,7	100,0
	Toplam	69	100,0	100,0	

Tablo 4.10. da kazaların sebeplerine göre dağılımları verilmiştir. Buna göre kazaların %39,1'i (27 kişi) dikkatsiz çalışma nedeni kazaya uğrarken, %17,4'ü uyarıya rağmen güvensiz çalışmadan, %10,1'i güvensiz yükleme, taşıma ve istifleme yapmaktan, %5,8'i aletleri güvenli kullanmamaktan dolayı kaza geçirmiştir.

Tablo 4.10. Altı Sigma uygulaması öncesindeki Kaza Sebepleri dağılım tablosu

Sebepler					
		Frekans	Yüzde	Dağıtılmış Yüzde	Kümülatif Yüzde
Değer	Dikkatsiz Çalışma	27	39,1	39,1	39,1
	Donanım ve Aletleri Güvensiz Kullanma	4	5,8	5,8	44,9
	Güvensiz Yükleme Taşıma İstifleme vb.	7	10,1	10,1	55,1
	KKD Kullanmama	1	1,4	1,4	56,5
	Makine Koruyucu Kullanmama	1	1,4	1,4	58,0
	Makine Koruyucusunun Uygun Olmaması	2	2,9	2,9	60,9
	Uyarıya Rağmen Güvensiz Çalışma	12	17,4	17,4	78,3
	Çalışma Yeri Dışındaki İş Kazaları	2	2,9	2,9	81,2
	Diğer	13	18,8	18,8	100,0
	Toplam	69	100,0	100,0	

Kazaların işletme içerisindeki olduğu yerler incelendiğinde ise %87'si üretim alanlarında, %7,2'si depolarda, %1,4'ü laboratuvarlarda, %1,4'ü tuvalet/duş gibi eklentilerde, %2,9'u ise diğer mekânlarda gerçekleşmiştir (Tablo 4.11.).

Tablo 4.11. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların işletme bölgesine göre dağılımları tablosu

Bölüm					
		Frekans	Yüzde	Dağıtılmış Yüzde	Kümülatif Yüzde
Değer	Üretim Alanları	60	87,0	87,0	87,0
	Depo	5	7,2	7,2	94,2
	Laboratuvar	1	1,4	1,4	95,7
	Tuvalet/Duş	1	1,4	1,4	97,1
	Diğer	2	2,9	2,9	100,0
	Toplam	69	100,0	100,0	

Kazaların aylara göre dağılımı Tablo 4.12. de incelenmiştir ve en fazla kazanın %20,3 ile Mart ayında görülmüştür. Mart ayını Kasım ayı %11,6 ile Nisan ayı ise %10,1 ile takip etmektedir.

Tablo 4.12. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların yılın aylarına göre dağılımları tablosu

Ay					
		Frekans	Yüzde	Dağıtılmış Yüzde	Kümülatif Yüzde
Değer	Ocak	3	4,3	4,3	4,3
	Şubat	6	8,7	8,7	13,0
	Mart	14	20,3	20,3	33,3
	Nisan	7	10,1	10,1	43,5
	Mayıs	6	8,7	8,7	52,2
	Haziran	4	5,8	5,8	58,0
	Temmuz	4	5,8	5,8	63,8
	Ağustos	3	4,3	4,3	68,1
	Eylül	5	7,2	7,2	75,4
	Ekim	6	8,7	8,7	84,1
	Kasım	8	11,6	11,6	95,7
	Aralık	3	4,3	4,3	100,0
	Toplam	69	100,0	100,0	

Kazaların günlere göre dağılımı ise %10,1 ile Pazartesi, %21,7 ile Salı, %17 ile Çarşamba, %24,6 ile Perşembe, %8,7 ile Cuma, %11,6 ile Cumartesi, %5,8 ile pazar günü şeklindedir (Tablo 4.13.).

Tablo 4.13. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların haftanın günlerine göre dağılımları tablosu

Gün					
		Frekans	Yüzde	Dağıtılmış Yüzde	Kümülatif Yüzde
Değer	Pazartesi	7	10,1	10,1	10,1
	Salı	15	21,7	21,7	31,9
	Çarşamba	12	17,4	17,4	49,3
	Perşembe	17	24,6	24,6	73,9
	Cuma	6	8,7	8,7	82,6
	Cumartesi	8	11,6	11,6	94,2
	Pazar	4	5,8	5,8	100,0
	Toplam	69	100,0	100,0	

Tablo 4.14. da kazaların vardiya saatlerine göre dağılımları mevcuttur. Tablo 4.16. incelendiğinde en fazla kaza olan saatin %18,8 ile vardiyanın 3. Saati olduğu, en az kazanın ise %7,2 ile vardiyanın 6. Saati olduğu görülmektedir.

Tablo 4.14. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların vardiya saatlerine göre dağılımları tablosu

Saat					
		Frekans	Yüzde	Dağıtılmış Yüzde	Kümülatif Yüzde
Değer					
	1	12	17,4	17,4	17,4
	2	7	10,1	10,1	27,5
	3	13	18,8	18,8	46,4
	4	7	10,1	10,1	56,5
	5	8	11,6	11,6	68,1
	6	5	7,2	7,2	75,4
	7	10	14,5	14,5	89,9
	8	7	10,1	10,1	100,0
	Toplam	69	100,0	100,0	

Tablo 4. 15’ de 69 adet kazanın oluşturduğu kayıp zamanların dağılımları gün bazında verilmiştir. Frekans dağılımı incelendiğinde 0,1 günlük kayıp ile 258 günlük kayıp gün sayıları arasında kayıp zamanların çeşitli frekanslarda oluştuğu görülmektedir.

Tablo 4.16.’da 2017 yılı Ocak-Aralık ayları arasında altı sigma uygulaması başlamadan önce karşılaşılan 69 adet kazanın neden olduğu kayıp zamanlar üzerinden sigma derecesi ölçülmüştür. Bu ölçümlemeye göre işletmenin kayıp zaman bazında sigma seviyesi 3,12 olarak hesaplanmıştır. Bu oran %99,910’luk hatasızlığı göstermekle beraber hedef 6 sigma derecesinden çok uzaktadır.

Tablo 4.15. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazalardaki kayıp gün durumuna göre dağılımları tablosu

Kayıp					
	Gün	Frekans	Yüzde	Dağıtılmış Yüzde	Kümülatif Yüzde
Değer	,10	1	1,4	1,4	1,4
	,20	3	4,3	4,3	5,8
	,30	1	1,4	1,4	7,2
	,40	2	2,9	2,9	10,1
	,50	2	2,9	2,9	13,0
	,60	2	2,9	2,9	15,9
	,70	1	1,4	1,4	17,4
	,80	1	1,4	1,4	18,8
	1,00	1	1,4	1,4	20,3
	2,00	8	11,6	11,6	31,9
	3,00	9	13,0	13,0	44,9
	4,00	2	2,9	2,9	47,8
	5,00	9	13,0	13,0	60,9
	7,00	4	5,8	5,8	66,7
	8,00	1	1,4	1,4	68,1
	10,00	3	4,3	4,3	72,5
	14,00	2	2,9	2,9	75,4
	15,00	2	2,9	2,9	78,3
	17,00	1	1,4	1,4	79,7
	19,00	1	1,4	1,4	81,2
	20,00	1	1,4	1,4	82,6
	21,00	1	1,4	1,4	84,1
	23,00	2	2,9	2,9	87,0
	26,00	1	1,4	1,4	88,4
	30,00	3	4,3	4,3	92,8
	36,00	1	1,4	1,4	94,2
	40,00	1	1,4	1,4	95,7
	43,00	1	1,4	1,4	97,1
	60,00	1	1,4	1,4	98,6
	258,00	1	1,4	1,4	100,0
	Toplam	69	100,0	100,0	

Tablo 4.16. Altı Sigma uygulaması öncesindeki işletmenin sigma seviyesi tablosu

Saat(x)	Frekans(f)	xf	(x-xort)	(x-xort) ²	(x-xort) ² f
2268	3850	8731800	2,031258	4,126008957	15885,13448
2223	9	20007	-42,9687	1846,312791	16616,81512
2241	9	20169	-24,9687	623,4380784	5610,942705
2250	8	18000	-15,9687	255,0007219	2040,005775
2205	4	8820	-60,9687	3717,187504	14868,75002
1998	3	5994	-267,969	71807,2467	215421,7401
2178	3	6534	-87,9687	7738,499574	23215,49872
2266,2	3	6798,6	0,231258	0,053480251	0,160440752
2061	2	4122	-204,969	42012,18521	84024,37042
2133	2	4266	-132,969	17680,68636	35361,37271
2142	2	4284	-123,969	15368,249	30736,498
2232	2	4464	-33,9687	1153,875435	2307,75087
2262,6	2	4525,2	-3,36874	11,34842284	22,69684568
2263,5	2	4527	-2,46874	6,094687191	12,18937438
2264,4	2	4528,8	-1,56874	2,460951544	4,921903088
108	1	108	-2157,97	4656829,092	4656829,092
1728	1	1728	-537,969	289410,3674	289410,3674
1881	1	1881	-384,969	148200,9323	148200,9323
1908	1	1908	-357,969	128141,6203	128141,6203
1944	1	1944	-321,969	103663,8708	103663,8708
2034	1	2034	-231,969	53809,49728	53809,49728
2079	1	2079	-186,969	34957,31049	34957,31049
2088	1	2088	-177,969	31672,87314	31672,87314
2097	1	2097	-168,969	28550,43578	28550,43578
2115	1	2115	-150,969	22791,56107	22791,56107
2196	1	2196	-69,9687	4895,624861	4895,624861
2259	1	2259	-6,96874	48,56336543	48,56336543
2260,8	1	2260,8	-5,16874	26,71589413	26,71589413
2261,7	1	2261,7	-4,26874	18,22215848	18,22215848
2265,3	1	2265,3	-0,66874	0,447215897	0,447215897
2267,1	1	2267,1	1,131258	1,279744604	1,279744604
Σ	3919	8880332			5949147,261
xort	2265,968742				
σ	38,96				
Hedeflenen		8888292			
Sağlanan		8880332			
Oran		0,999104			
SİGMA SEVİYESİ		3,12			

4.2. ALTI SİGMA YÖNETİM SİSTEMİ UYGULAMALARI ÖNCESİ İŞ KAZALARI ÜZERİNE HİPOTEZ TESTLERİ

İşletmenin 2017 yılı kayıp zaman bazlı sigma derecesi incelendiğinde bulunan 3,12 sigma derecesi işletmenin bu konudaki isteğini arttırmış ve altı sigma hedefinden ne kadar uzak olduğunu göstermiştir. İşletmenin altı sigma kalite yönetim sistemine geçme isteğindeki tutarlılık sonucu ilk önce eldeki veriler incelenerek İSG kapsamında ki yanlışlıkların neler olduğu tanımlanmaya çalışılmış ve Gereç-Yöntem bölümünde bahsedilen hipotezler ortaya konmuştur.

Bu bağlamda sırasıyla belirtilen hipotezler test edilerek sorunlar tanımlanmaya çalışılmıştır.

Tablo 4.17. de çalışan yaşı ile iş kazası arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığı incelenmiştir. Bu kapsamda altı sigma öncesi ortaya çıkan kazalara karışan çalışanların yaş aralıkları ile tüm çalışanların yaş aralıkları arasında gözlemlenen ve beklenen değerler arasında ki-kare bağımsızlık testi yapılmıştır.

18-30 yaş arası kaza geçiren çalışan sayısı 30 iken tüm çalışanların yaş aralıklarının dağılımına göre beklenen değer 20,7 olarak hesaplanmıştır. Aynı şekilde 31-40 yaş aralığı için gözlemlenen değer 21 kaza iken beklenen kaza sayısı 32,9'dur. 41-50 yaş aralığı için gözlemlenen değer 14 iken beklenen değer 13,1'dir. 51 yaş ve üzeri aralık için gözlem değeri 4 iken beklenen değer 2,3'tür

Tablo 4.17. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların yaş dağılımına göre anlamlılık testi tablosu A

Yaş Aralıkları			
	Gözlenen N	Beklenen N	Fark
18-30 Yaş	30	20,7	9,3
31-40 Yaş	21	32,9	-11,9
41-50 Yaş	14	13,1	0,9
51 ve üzeri	4	2,3	1,7
Toplam	69		

Tablo 4.17'deki verilere istinaden hesaplanan ve Tablo 4.18'de sunulan Ki-kare testinin sonucu $p=0,021$ olarak hesaplanmıştır. Bu değer 0,05 değerinden küçük olduğu için Kazaların kaza geçiren çalışanın yaşı ile arasında anlamlı bir ilişki olduğu söylene bilmektedir.

Sonuç olarak $p=0,021 < 0,05$ olduğundan H_{A1} (Altı sigma uygulaması öncesinde ortaya çıkan kazalar ile kazaya karışan çalışanın yaşı arasında anlamlı bir ilişki vardır.) kabul edilmiş ve H_{A0} reddedilmiştir.

Tablo 4.18. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların yaş dağılımına göre anlamlılık testi tablosu B

Test İstatistikleri	
	Yaş Aralıkları
Ki-kare	9,738 ^a
df	3
Asymp. Sig.	0,021
a. 1 hücre (25,0%) nin beklenen frekansı 5'den küçüktür. Beklenen minimum frekans değeri 2,3.	

Tablo 4.19'da altı sigma uygulaması öncesindeki son bir senelik kazalar ile kazalara karışan çalışanların kıdem süreleri arasında ki ilişki incelenmiştir. 2017 senesinde tüm çalışanlara ait kıdem süreleri bulunamadığı için dağılımın her kıdem süresi aralığı için eşit dağıldığı kabul edilmiştir.

Özellikle bir yıldan az süredir çalışan personellerin karıştığı kaza sayısı 20 olay ile gözlemlenirken bu kıdem süresi aralığı için beklenen değer 6,3 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4.20.'de hesaplanan p değeri 0 olarak bulunmuştur. $P=0 < 0,05$ olması sebebiyle altı sigma öncesi kazalar ile kazalara karışan çalışanların kıdem süreleri arasında anlamlı bir ilişkinin olduğu ortaya çıkarılmıştır. Bu nedenle H_{B1} (Altı sigma uygulaması öncesinde ortaya çıkan kazalar ile kazaya karışan çalışanın kıdem süresi arasında anlamlı bir ilişki vardır.) hipotezi kabul edilirken H_{B0} hipotezi reddedilmiştir.

Tablo 4.19. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların kıdem dağılımına göre anlamlılık testi tablosu A

Kıdem Aralıkları			
	Gözlenen N	Beklenen N	Fark
1 yıldan az	20	6,3	13,7
1-2 yıl arası	8	6,3	1,7
2-3 yıl arası	7	6,3	0,7
3-4 yıl arası	4	6,3	-2,3
4-5 yıl arası	6	6,3	-0,3
5-6 yıl arası	3	6,3	-3,3
6-7 yıl arası	9	6,3	2,7
7-8 yıl arası	2	6,3	-4,3
8-9 yıl arası	2	6,3	-4,3
9-10 yıl arası	1	6,3	-5,3
10 yıl üzeri	7	6,3	0,7
Toplam	69		

Tablo 4.20. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların kıdem dağılımına göre anlamlılık testi tablosu B

Test İstatistikleri	
	Kıdem Aralıkları
Ki-kare	44,667 ^a
df	10
Asymp. Sig.	0,000
a. 0 hücre (0,0%) nin beklenen frekansı 5'den küçüktür. Beklenen minimum frekans değeri 6,3.	

Tablo 4.21. de altı sigma uygulaması öncesi gerçekleşen kazalar ile kazaya karışanın cinsiyeti arasındaki ilişki araştırılmıştır. Bu bağlamda kazaya karışan çalışanlar ile tüm çalışanların cinsiyet farklılıkları oranları üzerinden hesaplamalarda bulunulmuştur. Hesaplama sonucu beklenen ve gözlenen kazaların sayısının neredeyse aynı olduğu ortaya çıkarılmıştır.

Sonuç olarak Tablo 4.22. de ki-kare testinden elde edilen p değeri 0,718 olarak hesaplanmıştır. $P=0,781>0,05$ olması sebebiyle cinsiyet ile kaza arasında anlamlı bir ilişki kurulamamıştır. Böylelikle H_{C0} (Altı sigma uygulaması öncesinde ortaya çıkan kazalar ile kazaya karışan çalışanın cinsiyeti arasında anlamlı bir ilişki yoktur.) hipotezi kabul edilirken H_{C1} hipotezi reddedilmiştir.

Tablo 4.21. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların cinsiyet dağılımına göre anlamlılık testi tablosu A

Cinsiyet			
	Gözlenen N	Beklenen N	Fark
Erkek	63	62,1	0,9
Kadın	6	6,9	-0,9
Toplam	69		

Tablo 4.22. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların cinsiyet dağılımına göre anlamlılık testi tablosu B

Test İstatistikleri	
	Cinsiyet
Ki-kare	,130 ^a
df	1
Asymp. Sig.	0,718
a. 0 hücre (0,0%) nin beklenen frekansı 5'den küçüktür. Beklenen minimum frekans değeri 6,9.	

Kazaların medeni durum ile anlamlı bir ilişkilerinin olup olmadığı kazalanan personel ile tüm personelin medeni durumları ele alınarak Tablo 4.23.'de hesaplanmıştır. Bekâr ve evli çalışanların kaza sayıları arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Tablo 4.24.'de hesaplanan p değeri 0,904 olarak bulunmuştur. $P=0,904>0,05$ olduğundan dolayı H_{D0} (Altı sigma uygulaması öncesinde ortaya çıkan kazalar ile kazaya karışan çalışanın medeni durumu arasında anlamlı bir ilişki yoktur.) hipotezi kabul edilmiş H_{D1} hipotezi ise reddedilmiştir.

Tablo 4.23. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların medeni durum dağılımına göre anlamlılık testi tablosu A

Medeni Durum			
	Gözlenen N	Beklenen N	Fark
Bekâr	34	34,5	-0,5
Evli	35	34,5	0,5
Toplam	69		

Tablo 4.24. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların medeni durum dağılımına göre anlamlılık testi tablosu B

Test İstatistikleri	
	Medeni Durum
Ki-kare	,014 ^a
df	1
Asymp. Sig.	0,904
a. 0 hücre (0,0%) nin beklenen frekansı 5'den küçüktür. Beklenen minimum frekans değeri 34,5.	

Kazaların çalışanın pozisyonu ile anlamlı bir ilişkilerinin olup olmadığı kazalanan personel ile tüm personelin pozisyon dağılımları ele alınarak Tablo 4.25.'de hesaplanmıştır. Mavi ve beyaz yakalı çalışanların kaza sayıları arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Tablo 4.26.'da hesaplanan p değeri 0,930 olarak bulunmuştur. $P=0,930>0,05$ olduğundan H_{E0} (Altı sigma uygulaması öncesinde ortaya çıkan kazalar ile kazaya karışan çalışanın pozisyonu arasında anlamlı bir ilişki yoktur.) hipotezi kabul edilmiş H_{E1} hipotezi ise reddedilmiştir.

Tablo 4.25. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların pozisyon dağılımına göre anlamlılık testi tablosu A

Pozisyon			
	Gözlenen N	Beklenen N	Fark
Beyaz Yaka	6	6,2	-0,2
Mavi Yaka	63	62,8	0,2
Toplam	69		

Tablo 4.26. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların pozisyon dağılımına göre anlamlılık testi tablosu B

Test İstatistikleri	
	Pozisyon
Ki-kare	,008 ^a
df	1
Asymp. Sig.	0,930
a. 0 hücre (0,0%) nin beklenen frekansı 5'den küçüktür. Beklenen minimum frekans değeri 6,2.	

Altı sigma uygulamaları öncesindeki kazalar ile kazalara karışan çalışanların eğitim düzeyleri arasındaki ilişki Tablo 4.27. ve Tablo 4.28'de incelenmiştir. Bu inceleme esnasında kazalara karışan çalışanların eğitim düzeyleri dağılımları ile tüm çalışanların eğitim düzey dağılımları hesaba katılarak gözlemlenen ve beklenen değerler hesap edilmiştir. Özellikle ortaöğretim mezunu kazaya karışan çalışanların gözlemlenen değerleri 35 iken beklenen kaza değerleri 23,5 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4.28'de ki-kare anlamlılık testi ile p değeri 0,003 olarak hesaplanmıştır. $P=0,003<0,05$ olduğundan dolayı H_{F1} (Altı sigma uygulaması öncesinde ortaya çıkan kazalar ile kazaya karışan çalışanın eğitim düzeyi arasında anlamlı bir ilişki vardır.) hipotezi kabul edilmiş ve H_{F0} hipotezi reddedilmiştir.

Tablo 4.27. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların eğitim düzeyine göre anlamlılık testi tablosu A

Eğitim Düzeyi			
	Gözlenen N	Beklenen N	Fark
İlköğretim	21	20,0	1,0
Ortaöğretim	35	23,5	11,5
Ön Lisans	5	16,6	-11,6
Lisans	8	9,0	-1,0
Toplam	69		

Tablo 4.28. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların eğitim düzeyine göre anlamlılık testi tablosu B

Test İstatistikleri	
	Eğitim Düzeyi
Ki-kare	13,900 ^a
df	3
Asymp. Sig.	0,003
a. 0 hücre (0,0%) nin beklenen frekansı 5'den küçüktür. Beklenen minimum frekans değeri 9,0.	

Tablo 4.29 ve 4.30'da altı sigma uygulaması öncesi meydana gelen kazalar ile kazaya karışan çalışanın kaza nedeni ile yaralanan vücut bölgesi arasındaki ilişki incelenmiştir. Bu kapsamda kazalardan etkilenen vücut bölgelerinin eşit dağılacığı düşünülerek beklenen değer hesaplaması yapılmıştır. Lakin Tablo 4.29.'da görülmektedir ki özellikle el yaralanmalarının gözlemlenen sayısı 31 iken beklenen kaza sayısı 11,5 olarak hesaplanmıştır.

Dolayısıyla Tablo 4.30.'daki-kare p değeri 0,00 hesaplanmıştır. $P=0,00<0,05$ olması nedeniyle H_{G1} (Altı sigma uygulaması öncesinde ortaya çıkan kazalar ile kazaya karışan çalışanın kazadan etkilenen vücut bölgesi arasında anlamlı bir ilişki vardır.) hipotezi kabul edilmiş ve H_{G0} reddedilmiştir.

Tablo 4.29. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların etkilenen vücut bölgesine göre anlamlılık testi tablosu A

Etkilenen Bölge			
	Gözlenen N	Beklenen N	Fark
Baş	10	11,5	-1,5
Omuz ve Kollar	9	11,5	-2,5
Gövde	5	11,5	-6,5
El	31	11,5	19,5
Bacaklar	4	11,5	-7,5
Ayak	10	11,5	-1,5
Toplam	69		

Tablo 4.30. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların etkilenen vücut bölgesine göre anlamlılık testi tablosu B

Test İstatistikleri	
	Etkilenen Bölge
Ki-kare	42,565 ^a
df	5
Asymp. Sig.	0,000
a. 0 hücre (0,0%) nin beklenen frekansı 5'den küçüktür. Beklenen minimum frekans değeri 11,5.	

Altı sigma uygulaması öncesi ortaya çıkan kazaların nedenleri güvensiz ortam ve güvensiz hareket olarak ikiye ayrılarak ve beklenen değerlerin kaza teoremindeki gibi %88'i güvensiz hareketten ve %12'si güvensiz ortamdan kaynaklandığı varsayımında bulunularak incelendiğinde Tablo 4.31.'de görüleceği üzere güvensiz ortam nedenli kazaların gözlem değerinin 3 olduğu lakin beklenen değerin ise 8,3 olduğu aynı şekilde güvensiz hareket nedenli kazaların gözlemlenen değerinin 66 olduğu lakin beklenen değerinin 60,7 olduğu görülmüştür.

Buradan hareketle ki-kare testi ile hesaplanan p değerinin 0,00 olduğu Tablo 4.32.'de görülmektedir. $P=0,05 < 0,05$ olması nedeniyle H_{H1} (Altı sigma uygulaması öncesinde ortaya çıkan kazalar ile kazaya neden olan güvensiz ortam-güvensiz hareket arasında anlamlı bir ilişki vardır.) hipotezi kabul edilmiş ve H_{H0} hipotezi reddedilmiştir.

Tablo 4.31. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların güvensiz durum- hareket dağılımına göre anlamlılık testi tablosu A

Güvensizlik			
	Gözlenen N	Beklenen N	Fark
Güvensiz Ortam	3	8,3	-5,3
Güvensiz Hareket	66	60,7	5,3
Toplam	69		

Tablo 4.32. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların güvensiz durum- hareket dağılımına göre anlamlılık testi tablosu B

Test İstatistikleri	
	Güvensizlik
Ki-kare	3,826
df	1
Asymp. Sig.	0,050
a. 0 hücre (0,0%) nin beklenen frekansı 5'den küçüktür. Beklenen minimum frekans değeri 8,3.	

Uygulama öncesi oluşan kazalar ile kaza sebepleri arasındaki ilişki incelendiğinde ise özellikle dikkatsiz çalışma nedenli kazaların gözlemlenen değerinin 27 olduğu ancak beklenen değerin 7,7 olduğu görülmüştür (Tablo 4.33.).

Tablo 4.34.'de hesaplanan p değerinin 0,00 olması ve bu değerinde 0,05'den küçük olması sebebi ile H_{11} (Altı sigma uygulaması öncesinde ortaya çıkan kazalar ile kaza sebepleri arasında anlamlı bir ilişki vardır.) hipotezi kabul edilmiş, H_{10} hipotezi reddedilmiştir.

Tablo 4.33. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların sebeplerine göre anlamlılık testi tablosu A

Sebepler			
	Gözlenen N	Beklenen N	Fark
Dikkatsiz Çalışma	27	7,7	19,3
Donanım ve Aletleri Güvensiz Kullanma	4	7,7	-3,7
Güvensiz Yükleme Taşıma İstifleme vb.	7	7,7	-0,7
KKD Kullanmama	1	7,7	-6,7
Makine Koruyucu Kullanmama	1	7,7	-6,7
Makine Koruyucusunun Uygun Olmaması	2	7,7	-5,7
Uyarıya Rağmen Güvensiz Çalışma	12	7,7	4,3
Çalışma Yeri Dışındaki İş Kazaları	2	7,7	-5,7
Diğer	13	7,7	5,3
Toplam	69		

Tablo 4.34. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların sebeplerine göre anlamlılık testi tablosu B

Test İstatistikleri	
	Sebepler
Ki-kare	76,696 ^a
df	8
Asymp. Sig.	0,000
a. 0 hücre (0,0%) nin beklenen frekansı 5'den küçüktür. Beklenen minimum frekans değeri 7,7.	

Kazaların işletmenin her ortamında eşit miktarda bekleneceği varsayımıyla incelenen kaza ile kaza yeri ilişkisi Tablo 4.35.'de sunulmuştur. Özellikle üretim alanlarında gözlemlenen değer 60 iken beklenen değer 13,8'dir.

Benzer şekilde p değeri Tablo 4.36.'da 0,00 olarak hesaplanmıştır. $P=0,00<0,05$ olması sebebiyle H_{11} (Altı sigma uygulaması öncesinde ortaya çıkan kazalar ile kazanın meydana geldiği işyeri bölümü arasında anlamlı bir ilişki vardır.) hipotezi kabul edilmiş ve H_{j0} hipotezi reddedilmiştir.

Tablo 4.35. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların, kaza bölgesine göre anlamlılık testi tablosu A

Bölüm			
	Gözlenen N	Beklenen N	Fark
Üretim Alanları	60	13,8	46,2
Depo	5	13,8	-8,8
Laboratuvar	1	13,8	-12,8
Tuvalet/Duş	1	13,8	-12,8
Diğer	2	13,8	-11,8
Toplam	69		

Tablo 4.36. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların, kaza bölgesine göre anlamlılık testi tablosu B

Test İstatistikleri	
	Bölüm
Ki-kare	194,116 ^a
df	4
Asymp. Sig.	0,000
a. 0 hücre (0,0%) nin beklenen frekansı 5'den küçüktür. Beklenen minimum frekans değeri 13,8.	

2017 yılı içerisinde aylara göre üretim miktarının dolayısıyla iş yükünün eşit dağıldığı bilinmektedir. Bu beklenti ile incelenen iş kazaları ile kazaların olduğu aylar arasında ilişki Tablo 4.37. da sunulmuştur.

Tablo 4.38.’de hesaplanan p değeri 0,079 olması ve bu değerin 0,05’den büyük olması sebebiyle H_{K0} (Altı sigma uygulaması öncesinde ortaya çıkan kazalar ile kazanın meydana geldiği aylar arasında anlamlı bir ilişki yoktur.) hipotezi kabul edilmiş ve H_{K1} hipotezi reddedilmiştir.

Tablo 4.37. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların, aylara göre anlamlılık testi tablosu A

Ay			
	Gözlenen N	Beklenen N	Fark
Ocak	3	5,8	-2,8
Şubat	6	5,8	0,3
Mart	14	5,8	8,3
Nisan	7	5,8	1,3
Mayıs	6	5,8	0,3
Haziran	4	5,8	-1,8
Temmuz	4	5,8	-1,8
Ağustos	3	5,8	-2,8
Eylül	5	5,8	-0,8
Ekim	6	5,8	0,3
Kasım	8	5,8	2,3
Aralık	3	5,8	-2,8
Toplam	69		

Tablo 4.38. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların, aylara göre anlamlılık testi tablosu B

Test İstatistikleri	
	Ay
Ki-kare	18,130 ^a
df	11
Asymp. Sig.	0,079
a. 0 hücre (0,0%) nin beklenen frekansı 5’den küçüktür. Beklenen minimum frekans değeri 5,8.	

Her ne kadar üretimin yıl içerisinde aylara göre dağılımı aynı olsa dahi haftanın günlerinde ki dağılımları eşit değildir. Özellikle cumartesi ve pazar günleri rutin çalışma planlanmamaktadır ve haftanın diğer günlerindeki ağırlıkta çeşitli nedenlerden dolayı farklıdır. Lakin haftanın günlerine göre dağılım işletme içerisinde ürün barkotlama tarihlerinden ulaşılabilir. Bu farklı dağılıma göre beklenen değerler hesaplanmış ve gözlenen kaza sayıları ile kıyaslanmıştır (Tablo 4.39.). Özellikle Cumartesi, Pazar ve perşembe günleri gözlemlenen kaza sayıları beklenen kaza sayılarından büyüktür.

Tablo 4.40.'da hesaplanan p değeri $0,005 < 0,05$ olduğundan dolayı H_{L1} (Altı sigma uygulaması öncesinde ortaya çıkan kazalar ile kazanın meydana geldiği haftanın günleri arasında anlamlı bir ilişki vardır.) hipotezi kabul edilmiş ve H_{L0} hipotezi reddedilmiştir.

Tablo 4.39. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların, günlere göre anlamlılık testi tablosu A

Gün			
	Gözlenen N	Beklenen N	Fark
Pazartesi	7	11,7	-4,7
Salı	15	15,2	-0,2
Çarşamba	12	15,2	-3,2
Perşembe	17	14,5	2,5
Cuma	6	8,3	-2,3
Cumartesi	8	2,8	5,2
Pazar	4	1,4	2,6
Toplam	69		

Tablo 4.40. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların, günlere göre anlamlılık testi tablosu B

Test İstatistikleri	
	Gün
Ki-kare	18,561 ^a
df	6
Asymp. Sig.	0,005
a. 2 hücre (28,6%) nin beklenen frekansı 5'den küçüktür. Beklenen minimum frekans değeri 1,4.	

Benzer şekilde yapılan kazaların vardiya saatleri ile arasındaki ilişki incelemesinde özellikle vardiyanın birinci, üçüncü ve yedinci saatlerinde gözlemlenen kaza sayıları beklenenden fazla olarak görülmüştür. Tablo 4.42. de hesaplanan p değerinin 0,511 olması ve bu değer 0,05’den büyük olması sebebiyle H_{M0} (Altı sigma uygulaması öncesinde ortaya çıkan kazalar ile kazanın meydana geldiği vardiya saati arasında anlamlı bir ilişki var yoktur.) hipotezi kabul edilmiş H_{M1} hipotezi reddedilmiştir.

Tablo 4.41. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların, saatlere göre anlamlılık testi tablosu A

Saat			
	Gözlenen N	Beklenen N	Fark
1	12	8,6	3,4
2	7	8,6	-1,6
3	13	8,6	4,4
4	7	8,6	-1,6
5	8	8,6	-0,6
6	5	8,6	-3,6
7	10	8,6	1,4
8	7	8,6	-1,6
Toplam	69		

Tablo 4.42. Altı Sigma uygulaması öncesindeki kazaların, saatlere göre anlamlılık testi tablosu B

Test İstatistikleri	
	Saat
Ki-kare	6,246 ^a
df	7
Asymp. Sig.	0,511
a. 0 hücre (0,0%) nin beklenen frekansı 5’den küçüktür. Beklenen minimum frekans değeri 8,6.	

4.3. ALTI SİGMA YÖNETİM SİSTEMİ UYGULAMALARI SONRASI İŞLETMENİN İŞ GÜVENLİĞİ BAKIMINDAN ANALİZİ

Araştırmaya konu olan işletmede Ocak 2018-Aralık 2018 tarihleri arasında İSG alanında altı sigma projeleri ve iyileştirme modelleri hayata geçirilmiş ve projeler sürekli iyileştirme halinde tutulmuştur. Lakin 2017 yılı içerisindeki işletme demografik yapısı 2018 yılında doğal olarak değişmiştir. Örneğin 2017 yılında 3919 olan çalışan ortalama sayısı 2018 yılı içerisinde 4074 olmuştur. Bu ve benzeri demografik değişiklikler Tablo 4.43.'de sıralanmıştır.

İşletmenin 2018 yılı yaş aralık dağılımları %30 18-30 yaş arası, %44 31-40 yaş arası, %19,6 41-50 yaş arası ve %3,35 51 yaş ve üzeri çalışan olarak hesaplanmıştır.

Çalışanların %92'si erkeklerden, %8'i ise kadınlardan oluşmuştur. Evli çalışan oranı %53 iken bekâr çalışan oranı %47 olmuştur. Beyaz yakalıların şirketteki oranı altı sigma uygulamaları ile artarak %11'e yükselmiş, mavi yaka oranı ise %89'a gerilemiştir. Çalışanların eğitim düzeyleri %27 ilköğretim, %36 ortaöğretim, %22 ön lisans, %15 lisans mezunu şeklinde değişim göstermiştir.

Aylar arası üretim miktarı değişim göstermezken, haftanın günlerine göre üretim miktarları sırasıyla %16 pazartesi, %26 salı, %18 çarşamba, %18 perşembe, %12 cuma, %8 cumartesi, %2 Pazar şeklinde değişim göstermiştir.

Tablo 4.43. Altı Sigma uygulaması sonrasında işletmedeki tüm çalışanlar için elde edilen demografik oranlar tablosu

İşletmedeki tüm çalışanlar için elde edilen demografik oranlar		
	Çalışan Sayısı	Oran
18-30 Yaş	1222,0	0,3
31-40 Yaş	1793,0	0,44
41-50 Yaş	799,0	0,196
51 ve üzeri	136,0	0,0335
Toplam	4074,0	1
Erkek	3748	0,92
Kadın	326	0,08
Toplam	4074	1
Evli	2159	0,53
Bekâr	1915	0,47
Toplam	4074	1
Beyaz Yaka	448	0,11
Mavi Yaka	3627	0,89
Toplam	4074	1
İlköğretim	1100	0,27
Ortaöğretim	1467	0,36
Ön Lisans	896	0,22
Lisans	611	0,15
Toplam	4074	1
Pazartesi	Üretim Miktarı Bazında hesaplanmıştır.	0,16
Salı		0,26
Çarşamba		0,18
Perşembe		0,18
Cuma		0,12
Cumartesi		0,08
Pazar		0,02
Toplam		1

Kaza geçiren 55 adet çalışanın yaş aralıklarına göre dağılımı Tablo 4.44.de sunulmuştur. Kaza geçirenlerin %41,8'i (23 kişi) 18-30 yaş aralığında bulunmaktadır, aynı şekilde %34,5'i(19 kişi) 30-40 yaş aralığında, %21,8'i(12 kişi) 40-50 yaş aralığında ve %1,8'i(1 kişi) 50 ve üzeri yaş aralığında bulunmaktadır.

Tablo 4.44. Altı Sigma uygulaması sonrasında kaza geçirmiş olan çalışanların yaş aralıkları dağılım tablosu

Yaş Aralıkları					
		Frekans	Yüzde	Dağıtılmış Yüzde	Kümülatif Yüzde
Değer	18-30 Yaş Arası	23	41,8	41,8	41,8
	30-40 Yaş Arası	19	34,5	34,5	76,4
	40-50 Yaş Arası	12	21,8	21,8	98,2
	50 Yaş Üzeri	1	1,8	1,8	100,0
	Toplam	55	100,0	100,0	

Tablo 4.45.'de kaza geçiren çalışanların kıdem yıllarına göre dağılımları verilmiştir. Kaza geçirenlerin %32,7'si(18 kişi) 2-3 yıl arasında, %14,5'i 3-4 yıl arasında, %5,5'i 4-5 yıl arasında, %18,2'si 5-6 yıl arasında, %3,6'sı 6-7 yıl arasında, %3,6'sı 7-8 yıl arasında, %1,8'i 8-9 yıl arasında, %5,5'i 9-10 yıl arasında ve %14,5'i 10 yıldan uzun süredir işletmede çalışmaktadır.

Tablo 4.45. Altı Sigma uygulaması sonrasında kaza geçirmiş olan çalışanların kıdem aralıkları dağılım tablosu

Kıdem Aralıkları					
		Frekans	Yüzde	Dağıtılmış Yüzde	Kümülatif Yüzde
Değer	2-3 yıl arası	18	32,7	32,7	32,7
	3-4 yıl arası	8	14,5	14,5	47,3
	4-5 yıl arası	3	5,5	5,5	52,7
	5-6 yıl arası	10	18,2	18,2	70,9
	6-7 yıl arası	2	3,6	3,6	74,5
	7-8 yıl arası	2	3,6	3,6	78,2
	8-9 yıl arası	1	1,8	1,8	80,0
	9-10 yıl arası	3	5,5	5,5	85,5
	10 yıl üzeri	8	14,5	14,5	100,0
	Toplam	55	100,0	100,0	

Kaza geçiren çalışanların %92,7'si(51 kişi) erkek ve %7,3'ü(4 kişi) kadındır (Tablo 4.46.).

Tablo 4.46. Altı Sigma uygulaması sonrasında kaza geçirmiş olan çalışanların cinsiyet dağılım tablosu

Cinsiyet					
		Frekans	Yüzde	Dağıtılmış Yüzde	Kümülatif Yüzde
Değer	Erkek	51	92,7	92,7	92,7
	Kadın	4	7,3	7,3	100,0
	Toplam	55	100,0	100,0	

Kaza geçiren personelin %47,3'ü(26 kişi) bekâr, %52,7'si(29 kişi) evlidir (Tablo 4.47.).

Tablo 4.47. Altı Sigma uygulaması sonrasında kaza geçirmiş olan çalışanların medeni durumları dağılım tablosu

Medeni Durum					
		Frekans	Yüzde	Dağıtılmış Yüzde	Kümülatif Yüzde
Değer	Bekâr	26	47,3	47,3	47,3
	Evli	29	52,7	52,7	100,0
	Toplam	55	100,0	100,0	

Tablo 4.48.'de kaza geçiren çalışanların %1,8'sinin(1 kişi) beyaz yakalı, %98,2'sinin(54 kişi) ise mavi yakalı olduğu görülmektedir.

Tablo 4.48. Altı Sigma uygulaması öncesinde kaza geçirmiş olan çalışanların pozisyon dağılım tablosu

Pozisyon					
		Frekans	Yüzde	Dağıtılmış Yüzde	Kümülatif Yüzde
Değer	Beyaz Yaka	1	1,8	1,8	1,8
	Mavi Yaka	54	98,2	98,2	100,0
	Toplam	55	100,0	100,0	

Tablo 4.49.'da kaza geçiren çalışanlardan %29,1'inin(16 kişi) ilköğretim mezunu, %50,9'sinin(28 kişi) ortaöğretim mezunu, %14,5'inin(8 kişi) ön lisans mezunu ve %5,5'inin(3 kişi) lisans mezunu olduğu görülmektedir.

Tablo 4.49. Altı Sigma uygulaması sonrasında kaza geçirmiş olan çalışanların Eğitim Düzeyleri dağılım tablosu

Eğitim Düzeyi					
		Frekans	Yüzde	Dağıtılmış Yüzde	Kümülatif Yüzde
Değer	İlköğretim	16	29,1	29,1	29,1
	Ortaöğretim	28	50,9	50,9	80,0
	Ön Lisans	8	14,5	14,5	94,5
	Lisans	3	5,5	5,5	100,0
	Toplam	55	100,0	100,0	

Tablo 4.50'ye göre kazazedelerin %9,1'i (5 kişi) Baş bölgesinden, %18,2'si (10 kişi) omuz ve kollar bölgesinden, %5,5'i(3 kişi) gövde bölgesinden, %29,1'i (16 kişi) ellerinden, %7,3'ü(4 kişi) bacaklarından, %30,9'u (17 kişi) ise ayaklarından yaralanmıştır.

Tablo 4.50. Altı Sigma uygulaması sonrasında kaza geçirmiş olan çalışanların Kaza nedeni ile etkilendikleri vücut bölgeleri dağılım tablosu

Etkilenen Bölge					
		Frekans	Yüzde	Dağıtılmış Yüzde	Kümülatif Yüzde
Değer	Baş	5	9,1	9,1	9,1
	Omuz ve Kollar	10	18,2	18,2	27,3
	Gövde	3	5,5	5,5	32,7
	El	16	29,1	29,1	61,8
	Bacaklar	4	7,3	7,3	69,1
	Ayak	17	30,9	30,9	100,0
	Toplam	55	100,0	100,0	

Tablo 4.51.'de görüleceği üzere işletmede kaza geçiren 55 çalışanın %3,6'sı(2 kişi) güvensiz ortam nedeni ile %96,4'ü ise güvensiz hareket nedeniyle kaza geçirmiştir.

Tablo 4.51. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların güvensiz durum-hareket dağılım tablosu

Güvensizlik					
		Frekans	Yüzde	Dağıtılmış Yüzde	Kümülatif Yüzde
Değer	Güvensiz Ortam	2	3,6	3,6	3,6
	Güvensiz Hareket	53	96,4	96,4	100,0
	Toplam	55	100,0	100,0	

Tablo 4.52.'de kazaların sebeplerine göre dağılımları verilmiştir. Buna göre kazaların %69,1'i (38kişi) dikkatsiz çalışma nedenli kazaya uğrarken, %7,3'ü uyarıya rağmen güvensiz çalışmadan, %10,9'u güvensiz yükleme, taşıma ve istifleme yapmaktan dolayı kaza geçirmiştir.

Tablo 4.52. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki Kaza Sebepleri dağılım tablosu

Sebepler					
		Frekans	Yüzde	Dağıtılmış Yüzde	Kümülatif Yüzde
Değer	Dikkatsiz Çalışma	38	69,1	69,1	69,1
	Donanım ve Aletleri Güvensiz Kullanma	1	1,8	1,8	70,9
	Güvensiz Yükleme Taşıma İstifleme vb.	6	10,9	10,9	81,8
	KKD Kullanmama	1	1,8	1,8	83,6
	Uygun KKD Olmaması	1	1,8	1,8	85,5
	Uyarıya Rağmen Güvensiz Çalışma	4	7,3	7,3	92,7
	Çalışma Yeri Dışındaki İş Kazaları	1	1,8	1,8	94,5
	Diğer	3	5,5	5,5	100,0
	Toplam	55	100,0	100,0	

Kazaların işletme içerisindeki olduğu yerler incelendiğinde ise %58,2'si üretim alanlarında, %27,3'ü depolarda, %3,6'sı atölyelerde, %5,5'i ise diğer mekânlarda gerçekleşmiştir (Tablo 4.53.).

Tablo 4.53. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların işletme bölgesine göre dağılımları tablosu

Bölüm					
		Frekans	Yüzde	Dağıtılmış Yüzde	Kümülatif Yüzde
Değer	Üretim Alanları	32	58,2	58,2	58,2
	Depo	15	27,3	27,3	85,5
	Atölye	2	3,6	3,6	89,1
	Taşıt (Servis)	1	1,8	1,8	90,9
	Laboratuvar	1	1,8	1,8	92,7
	Soyunma Odası	1	1,8	1,8	94,5
	Diğer	3	5,5	5,5	100,0
	Toplam	55	100,0	100,0	

Kazaların aylara göre dağılımı Tablo 4.54.'de incelenmiştir ve en fazla kazanın %12,7'lik oranlar ile Temmuz, Ağustos ve Ekim aylarında olduğu görülmüştür.

Tablo 4.54. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların yılın aylarına göre dağılımları tablosu

Ay					
		Frekans	Yüzde	Dağıtılmış Yüzde	Kümülatif Yüzde
Değer	Ocak	1	1,8	1,8	1,8
	Şubat	5	9,1	9,1	10,9
	Mart	3	5,5	5,5	16,4
	Nisan	4	7,3	7,3	23,6
	Mayıs	5	9,1	9,1	32,7
	Haziran	5	9,1	9,1	41,8
	Temmuz	7	12,7	12,7	54,5
	Ağustos	7	12,7	12,7	67,3
	Eylül	3	5,5	5,5	72,7
	Ekim	7	12,7	12,7	85,5
	Kasım	4	7,3	7,3	92,7
	Aralık	4	7,3	7,3	100,0
	Toplam	55	100,0	100,0	

Kazaların günlere göre dağılımı ise %12,7 ile Pazartesi, %25,5 ile Salı, %14,5 ile Çarşamba, %14,5 ile Perşembe, %14,5 ile Cuma, %14,5 ile Cumartesi, %3,6 ile Pazar günü şeklindedir (Tablo 4.55.).

Tablo 4.55. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların haftanın günlerine göre dağılımları tablosu

Gün					
		Frekans	Yüzde	Dağıtılmış Yüzde	Kümülatif Yüzde
Değer	Pazartesi	7	12,7	12,7	12,7
	Salı	14	25,5	25,5	38,2
	Çarşamba	8	14,5	14,5	52,7
	Perşembe	8	14,5	14,5	67,3
	Cuma	8	14,5	14,5	81,8
	Cumartesi	8	14,5	14,5	96,4
	Pazar	2	3,6	3,6	100,0
	Toplam	55	100,0	100,0	

Tablo 4.56.'da kazaların vardiya saatlerine göre dağılımları mevcuttur. Tablo 4.56. incelendiğinde en fazla kaza olan saatin %23,6 ile vardiyanın 3. Saati olduğu, en az kazanın ise %5,5 ile vardiyanın 6. Saati olduğu görülmektedir.

Tablo 4.56. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların vardiya saatlerine göre dağılımları tablosu

Saat					
		Frekans	Yüzde	Dağıtılmış Yüzde	Kümülatif Yüzde
Değer	1	5	9,1	9,1	9,1
	2	5	9,1	9,1	18,2
	3	13	23,6	23,6	41,8
	4	6	10,9	10,9	52,7
	5	6	10,9	10,9	63,6
	6	11	20,0	20,0	83,6
	7	3	5,5	5,5	89,1
	8	6	10,9	10,9	100,0
	Toplam	55	100,0	100,0	

Tablo 4. 57.'de 55 adet kazanın oluşturduğu kayıp zamanların dağılımları gün bazında verilmiştir. Frekans dağılımı incelendiğinde 2 günlük kayıp ile 57 günlük kayıp gün sayıları arasında kayıp zamanların çeşitli frekanslarda olduğu görülmektedir.

Tablo 4.57. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazalardaki kayıp gün durumuna göre dağılımları tablosu

Kayıp					
		Frekans	Yüzde	Dağıtılmış Yüzde	Kümülatif Yüzde
Değer	2,00	6	10,9	10,9	10,9
	3,00	7	12,7	12,7	23,6
	4,00	1	1,8	1,8	25,5
	5,00	4	7,3	7,3	32,7
	6,00	3	5,5	5,5	38,2
	7,00	4	7,3	7,3	45,5
	8,00	1	1,8	1,8	47,3
	10,00	9	16,4	16,4	63,6
	12,00	1	1,8	1,8	65,5
	14,00	1	1,8	1,8	67,3
	15,00	2	3,6	3,6	70,9
	16,00	3	5,5	5,5	76,4
	18,00	1	1,8	1,8	78,2
	20,00	4	7,3	7,3	85,5
	30,00	5	9,1	9,1	94,5
	32,00	1	1,8	1,8	96,4
	45,00	1	1,8	1,8	98,2
	57,00	1	1,8	1,8	100,0
	Toplam	55	100,0	100,0	

Tablo 4.58.'de 2018 yılı Ocak-Aralık ayları arasında altı sigma uygulaması sonrasında karşılaşılan 55 adet kazanın neden olduğu kayıp zamanlar üzerinden sigma derecesi ölçülmüştür. Bu ölçümlemeye göre işletmenin kayıp zaman bazında sigma seviyesi 3,21 olarak hesaplanmıştır. Bu oran %99,933'lük hatasızlığı göstermekle beraber hala 6 sigma derecesinden çok uzaktadır.

Tablo 4.58. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki işletmenin sigma seviyesi tablosu

Saat(x)	Frekans(f)	xf	(x-xort)	(x-xort) ²	(x-xort) ² f
2241	4025	9020025	1,491163	2,223569	8949,863
2151	9	19359	-88,5088	7833,814	70504,33
2214	7	15498	-25,5088	650,7007	4554,905
1971	5	9855	-268,509	72097	360485
2061	4	8244	-178,509	31865,4	127461,6
2178	4	8712	-61,5088	3783,337	15133,35
2196	4	8784	-43,5088	1893,019	7572,075
2097	3	6291	-142,509	20308,77	60926,31
2187	3	6561	-52,5088	2757,178	8271,534
2106	2	4212	-133,509	17824,61	35649,22
1728	1	1728	-511,509	261641,3	261641,3
1836	1	1836	-403,509	162819,4	162819,4
1953	1	1953	-286,509	82087,31	82087,31
2079	1	2079	-160,509	25763,09	25763,09
2115	1	2115	-124,509	15502,45	15502,45
2133	1	2133	-106,509	11344,13	11344,13
2169	1	2169	-70,5088	4971,496	4971,496
2205	1	2205	-34,5088	1190,86	1190,86
Σ	4074	9123759			1264828
xort	2239,508837				
σ	17,62				
Hedeflenen		9129834			
Sağlanan		9123759			
Oran		0,99933			
SİGMA SEVİYESİ		3,21			

4.4. ALTI SİGMA YÖNETİM SİSTEMİ UYGULAMALARI SONRASI İŞ KAZALARI ÜZERİNE HİPOTEZ TESTLERİ

İşletmenin 2017 yılı içerisinde iş kazası kaynaklı kayıp zamanlar bazında hesap edilen sigma seviyesi 3,12 iken 2018 yılında uygulamaya konan altı sigma metodolojisinin İSG'ye uygulanması ile elde edilen sigma seviyesi 3,21'e yükselmiştir.

Bu bölümde altı sigma metodolojisi ile üretilen projelerin iş kazaları üzerindeki etkileri ölçülerek aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 4.59 ve Tablo 4.60.'da görülmektedir ki altı sigma sonrası gözlemlenen kazalar ile kazazedelerin yaş aralık dağılımları arasındaki ilişki farklılaşmıştır.

Beklenen değerler ile gözlenen değerler birbirine yaklaşmıştır. Sonuç olarak p değeri 0,259 olarak hesaplanmıştır. $P=0,259>0,05$ olması sebebiyle H_{AA0} (Altı sigma uygulaması sonrasında ortaya çıkan kazalar ile kazaya karışan çalışanın yaşı arasında anlamlı bir ilişki yoktur.) hipotezi kabul edilmiş, H_{AA1} hipotezi reddedilmiştir.

Tablo 4.59. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların yaş dağılımına göre anlamlılık testi tablosu A

Yaş Aralıkları			
	Gözlenen N	Beklenen N	Fark
18-30 Yaş Arası	23	17,0	6,0
30-40 Yaş Arası	19	25,0	-6,0
40-50 Yaş Arası	12	11,1	0,9
50 Yaş Üzeri	1	1,9	-0,9
Toplam	55		

Tablo 4.60. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların yaş dağılımına göre anlamlılık testi tablosu B

Test İstatistikleri	
	Yaş Aralıkları
Ki-kare	4,022 ^a
df	3
Asymp. Sig.	0,259
a. 1 hücre (25,0%) nin beklenen frekansı 5'den küçüktür. Beklenen minimum frekans değeri 1,9.	

Tablo 4.61. ve Tablo 4.62.'de görüleceği üzere altı sigma uygulamaları sonrasında kazalar ile kaza geçiren çalışanın kıdem süresi arasında ilişki incelenmiştir. Özellikle kıdem süresi 2-3 yıl aralığında gözlemlenen kaza sayısı beklenenden oldukça yüksek bulunmuştur. Hesaplanan p değerinin 0,00 olması ve bu değer 0,05'den küçük olması sebebiyle H_{BB1} (Altı sigma uygulaması sonrasında ortaya çıkan kazalar ile kazaya karışan çalışanın kıdem süresi arasında anlamlı bir ilişki vardır.) hipotezi kabul edilmiş ve H_{BB0} hipotezi reddedilmiştir.

Tablo 4.61. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların kıdem dağılımına göre anlamlılık testi tablosu A

Kıdem Aralıkları			
	Gözlenen N	Beklenen N	Fark
2-3 yıl arası	18	6,1	11,9
3-4 yıl arası	8	6,1	1,9
4-5 yıl arası	3	6,1	-3,1
5-6 yıl arası	10	6,1	3,9
6-7 yıl arası	2	6,1	-4,1
7-8 yıl arası	2	6,1	-4,1
8-9 yıl arası	1	6,1	-5,1
9-10 yıl arası	3	6,1	-3,1
10 yıl üzeri	8	6,1	1,9
Toplam	55		

Tablo 4.62. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların kıdem dağılımına göre anlamlılık testi tablosu B

Test İstatistikleri	
	Kıdem Aralıkları
Ki-kare	39,745 ^a
df	8
Asymp. Sig.	0,000
a. 0 hücre (0,0%) nin beklenen frekansı 5'den küçüktür. Beklenen minimum frekans değeri 6,1.	

Altı sigma uygulaması sonrasında da kaza ile cinsiyet arasında bir ilişkiye rastlanmamıştır. Hesaplanan p değeri 0,842 ile 0,05'den büyüktür. Dolayısıyla H_{CC0} (Altı sigma uygulaması sonrasında ortaya çıkan kazalar ile kazaya karışan çalışanın cinsiyeti arasında anlamlı bir ilişki yoktur.) hipotezi kabul edilerek H_{CC1} hipotezi reddedilmiştir (Tablo 4.63-64).

Tablo 4.63. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların cinsiyet dağılımına göre anlamlılık testi tablosu A

Cinsiyet			
	Gözlenen N	Beklenen N	Fark
Erkek	51	50,6	0,4
Kadın	4	4,4	-0,4
Toplam	55		

Tablo 4.64. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların cinsiyet dağılımına göre anlamlılık testi tablosu B

Test İstatistikleri	
	Cinsiyet
Ki-kare	,040 ^a
df	1
Asymp. Sig.	0,842
a. 1 hücre (50,0%) nin beklenen frekansı 5'den küçüktür. Beklenen minimum frekans değeri 4,4.	

Altı sigma uygulaması sonrasında kaza ile kazaya karışan çalışanın medeni durumu arasında bir ilişkiye rastlanmamıştır. Hesaplanan p değeri 0,395 ile 0,05'den büyüktür. Dolayısıyla H_{DD0} (Altı sigma uygulaması sonrasında ortaya çıkan kazalar ile kazaya karışan çalışanın medeni durumu arasında anlamlı bir ilişki yoktur.) hipotezi kabul edilerek H_{DD1} hipotezi reddedilmiştir. (Tablo 4.65-66).

Tablo 4.65. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların medeni durum dağılımına göre anlamlılık testi tablosu A

Medeni Durum			
	Gözlenen N	Beklenen N	Fark
Bekâr	26	29,2	-3,2
Evli	29	25,9	3,2
Toplam	55		

Tablo 4.66. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların medeni durum dağılımına göre anlamlılık testi tablosu B

Test İstatistikleri	
	Medeni Durum
Ki-kare	,724 ^a
df	1
Asymp. Sig.	0,395
a. 0 hücre (0,0%) nin beklenen frekansı 5'den küçüktür. Beklenen minimum frekans değeri 25,9.	

Altı sigma uygulamaları sonrasında kaza ile kazaya karışan çalışanın pozisyonu arasındaki ilişki incelenmiştir. Özellikle beyaz yakalılarda gözlenen kaza sayısı beklenenden oldukça düşüktür. $P=0,03<0,05$ olması sebebiyle H_{EE1} (Altı sigma uygulaması sonrasında ortaya çıkan kazalar ile kazaya karışan çalışanın pozisyonu arasında anlamlı bir ilişki vardır.) hipotezi kabul edilmiş ve H_{EE0} hipotezi reddedilmiştir (Tablo 4.67-68).

Tablo 4.67. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların pozisyon dağılımına göre anlamlılık testi tablosu A

Pozisyon			
	Gözlenen N	Beklenen N	Fark
Beyaz Yaka	1	6,1	-5,1
Mavi Yaka	54	49,0	5,1
Toplam	55		

Tablo 4.68. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların pozisyon dağılımına göre anlamlılık testi tablosu B

Test İstatistikleri	
	Pozisyon
Ki-kare	4,736 ^a
df	1
Asymp. Sig.	0,030
a. 0 hücre (0,0%) nin beklenen frekansı 5'den küçüktür. Beklenen minimum frekans değeri 6,1.	

Altı sigma uygulamaları sonrasında kazalar ile kazazedelerin eğitim düzeyleri arasındaki ilişki tekrar incelenmiştir. Hesaplanan p değerini $0,042 < 0,05$ olması sebebiyle zayıfta olsa halen bir ilişki vardır. Bu nedenle H_{FF1} (Altı sigma uygulaması sonrasında ortaya çıkan kazalar ile kazaya karışan çalışanın eğitim düzeyi arasında anlamlı bir ilişki vardır.) hipotezi kabul edilmiş ve H_{FF0} hipotezi reddedilmiştir (Tablo 4.69-70).

Tablo 4.69. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların eğitim düzeyine göre anlamlılık testi tablosu A

Eğitim Düzeyi			
	Gözlenen N	Beklenen N	Fark
İlköğretim	16	14,9	1,2
Orta öğretim	28	19,8	8,2
Ön Lisans	8	12,1	-4,1
Lisans	3	8,3	-5,3
Toplam	55		

Tablo 4.70. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların eğitim düzeyine göre anlamlılık testi tablosu B

Test İstatistikleri	
	Eğitim Düzeyi
Ki-kare	8,215 ^a
df	3
Asymp. Sig.	0,042
a. 0 hücre (0,0%) nin beklenen frekansı 5'den küçüktür. Beklenen minimum frekans değeri 8,3.	

Uygulamalar sonrasında kaza ile kazazedenin yaralanma bölgesi arasında halen kuvvetli bir ilişki bulunmaktadır. $P=0,001<0,05$ olmasından ötürü H_{GG1} (Altı sigma uygulaması sonrasında ortaya çıkan kazalar ile kazaya karışan çalışanın kazadan etkilenen vücut bölgesi arasında anlamlı bir ilişki vardır.) hipotezi kabul edilerek H_{GG0} hipotezi reddedilmiştir (Tablo 4.71-72).

Tablo 4.71. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların etkilenen vücut bölgesine göre anlamlılık testi tablosu A

Etkilenen Bölge			
	Gözlenen N	Beklenen N	Fark
Baş	5	9,2	-4,2
Omuz ve Kollar	10	9,2	0,8
Gövde	3	9,2	-6,2
El	16	9,2	6,8
Bacaklar	4	9,2	-5,2
Ayak	17	9,2	7,8
Toplam	55		

Tablo 4.72. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların etkilenen vücut bölgesine göre anlamlılık testi tablosu B

Test İstatistikleri	
	Etkilenen Bölge
Ki-kare	20,818 ^a
df	5
Asymp. Sig.	0,001
a. 0 hücre (0,0%) nin beklenen frekansı 5'den küçüktür. Beklenen minimum frekans değeri 9,2.	

Altı sigma sonrasında da güvensiz hareketlerin güvensiz ortamlara karşı oransal üstünlüğü bulunmaktadır. $P=0,056>0,05$ olması sebebi ile H_{HH1} (Altı sigma uygulaması sonrasında ortaya çıkan kazalar ile kazaya neden olan güvensiz ortam-güvensiz hareket arasında anlamlı bir ilişki vardır.) hipotezi ret edilerek, H_{HH0} hipotezi kabul edilmiştir.

Tablo 4.73. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların güvensiz durum- hareket dağılımına göre anlamlılık testi tablosu A

Güvensizlik			
	Gözlenen N	Beklenen N	Fark
Güvensiz Ortam	2	6,6	-4,6
Güvensiz Hareket	53	48,4	4,6
Toplam	55		

Tablo 4.74. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların güvensiz durum- hareket dağılımına göre anlamlılık testi tablosu B

Test İstatistikleri	
	Güvensizlik
Ki-kare	3,643 ^a
df	1
Asymp. Sig.	0,056
a. 0 hücre (0,0%) nin beklenen frekansı 5'den küçüktür. Beklenen minimum frekans değeri 6,6.	

Tablo 4.75 ve 4.76.'da belirtildiği gibi dikkatsiz çalışmanın gözlemlenen değeri ile beklenen değeri arasındaki çok büyük farklılık vardır. Hesaplanan $p = 0,00 < 0,05$ olması nedeniyle de H_{II1} (Altı sigma uygulaması sonrasında ortaya çıkan kazalar ile kaza sebepleri arasında anlamlı bir ilişki vardır.) hipotezi kabul edilerek H_{II0} hipotezi reddedilmiştir.

Tablo 4.75. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların sebeplerine göre anlamlılık testi tablosu A

Sebep			
	Gözlenen N	Beklenen N	Fark
Dikkatsiz Çalışma	38	6,9	31,1
Donanım ve Aletleri Güvensiz Kullanma	1	6,9	-5,9
Güvensiz Yükleme Taşıma İstifleme vb.	6	6,9	-0,9
KKD Kullanmama	1	6,9	-5,9
Uygun KKD Olmaması	1	6,9	-5,9
Uyarıya Rağmen Güvensiz Çalışma	4	6,9	-2,9
Çalışma Yeri Dışındaki İş Kazaları	1	6,9	-5,9
Diğer	3	6,9	-3,9
Toplam	55		

Tablo 4.76. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların sebeplerine göre anlamlılık testi tablosu B

Test İstatistikleri	
	Sebep
Ki-kare	164,491 ^a
df	7
Asymp. Sig.	0,000
a. 0 hücre (0,0%) nin beklenen frekansı 5'den küçüktür. Beklenen minimum frekans değeri 6,9.	

Ayrıca kaza ile kazanın yaşandığı iş yeri bölgesi arasındaki ilişki de devam etmektedir. Kazaların büyük bir kısmı üretim alanlarında olmaktadır. Hesaplanan $p=0,00<0,05$ olması nedeniyle H_{JJ1} (Altı sigma uygulaması sonrasında ortaya çıkan kazalar ile kazanın meydana geldiği işyeri bölümü arasında anlamlı bir ilişki vardır.) hipotezi kabul edilmiş ve H_{JJ0} hipotezi reddedilmiştir (Tablo 4.77-78).

Tablo 4.77. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların, kaza bölgesine göre anlamlılık testi tablosu A

Bölüm			
	Gözlenen N	Beklenen N	Fark
Üretim Alanları	32	7,9	24,1
Depo	15	7,9	7,1
Atölye	2	7,9	-5,9
Taşıt (Servis)	1	7,9	-6,9
Laboratuvar	1	7,9	-6,9
Soyunma Odası	1	7,9	-6,9
Diğer	3	7,9	-4,9
Toplam	55		

Tablo 4.78. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların, kaza bölgesine göre anlamlılık testi tablosu B

Test İstatistikleri	
	Bölüm
Ki-kare	106,000 ^a
df	6
Asymp. Sig.	0,000
a. 0 hücre (0,0%) nin beklenen frekansı 5'den küçüktür. Beklenen minimum frekans değeri 7,9.	

Kazalar ile kazaların yaşandığı ayların dağılımı arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Hesaplanan $p=0,708>0,05$ olduğundan H_{KK0} (Altı sigma uygulaması sonrasında ortaya çıkan kazalar ile kazanın meydana geldiği aylar arasında anlamlı bir ilişki yoktur.) hipotezi kabul edilerek H_{KK1} hipotezi reddedilmiştir (Tablo 4.79-80.).

Tablo 4.79. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların, aylara göre anlamlılık testi tablosu A

Ay			
	Gözlenen N	Beklenen N	Fark
Ocak	1	4,6	-3,6
Şubat	5	4,6	0,4
Mart	3	4,6	-1,6
Nisan	4	4,6	-0,6
Mayıs	5	4,6	0,4
Haziran	5	4,6	0,4
Temmuz	7	4,6	2,4
Ağustos	7	4,6	2,4
Eylül	3	4,6	-1,6
Ekim	7	4,6	2,4
Kasım	4	4,6	-0,6
Aralık	4	4,6	-0,6
Toplam	55		

Tablo 4.80. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların, aylara göre anlamlılık testi tablosu B

Test İstatistikleri	
	Ay
Ki-kare	8,055 ^a
df	11
Asymp. Sig.	0,708
a. 12 hücre (100,0%) nin beklenen frekansı 5'den küçüktür. Beklenen minimum frekans değeri 4,6.	

Altı sigma uygulamaları sonrasında kazalar ile kazaların yaşandığı günler arasında anlamlı bir ilişki kalmamıştır. Hesaplanan $p=0,533>0,05$ olması nedeni ile H_{LL0} (Altı sigma uygulaması sonrasında ortaya çıkan kazalar ile kazanın meydana geldiği haftanın günleri arasında anlamlı bir ilişki yoktur.) hipotezi kabul edilerek H_{LL1} hipotezi reddedilmiştir (Tablo 4.81-82.).

Tablo 4.81. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların, günlere göre anlamlılık testi tablosu A

Gün			
	Gözlenen N	Beklenen N	Fark
Pazartesi	7	8,8	-1,8
Salı	14	14,3	-0,3
Çarşamba	8	9,9	-1,9
Perşembe	8	9,9	-1,9
Cuma	8	6,6	1,4
Cumartesi	8	4,4	3,6
Pazar	2	1,1	0,9
Toplam	55		

Tablo 4.82. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların, günlere göre anlamlılık testi tablosu B

Test İstatistikleri	
	Gün
Ki-kare	5,083 ^a
df	6
Asymp. Sig.	0,533
a. 2 hücre (28,6%) nin beklenen frekansı 5'den küçüktür. Beklenen minimum frekans değeri 1,1.	

Altı sigma uygulamaları sonunda da kazalar ile kazaların yaşandığı vardiya saatleri arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. $P=0,119>0,05$ nedeniyle H_{MM0} (Altı sigma uygulaması sonrasında ortaya çıkan kazalar ile kazanın meydana geldiği vardiya saati arasında anlamlı bir ilişki var yoktur.) hipotezi kabul edilerek H_{MM1} hipotezi reddedilmiştir (Tablo 4.83-84.).

Tablo 4.83. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların, saatlere göre anlamlılık testi tablosu A

Saat			
	Gözlenen N	Beklenen N	Fark
1	5	6,9	-1,9
2	5	6,9	-1,9
3	13	6,9	6,1
4	6	6,9	-0,9
5	6	6,9	-0,9
6	11	6,9	4,1
7	3	6,9	-3,9
8	6	6,9	-0,9
Toplam	55		

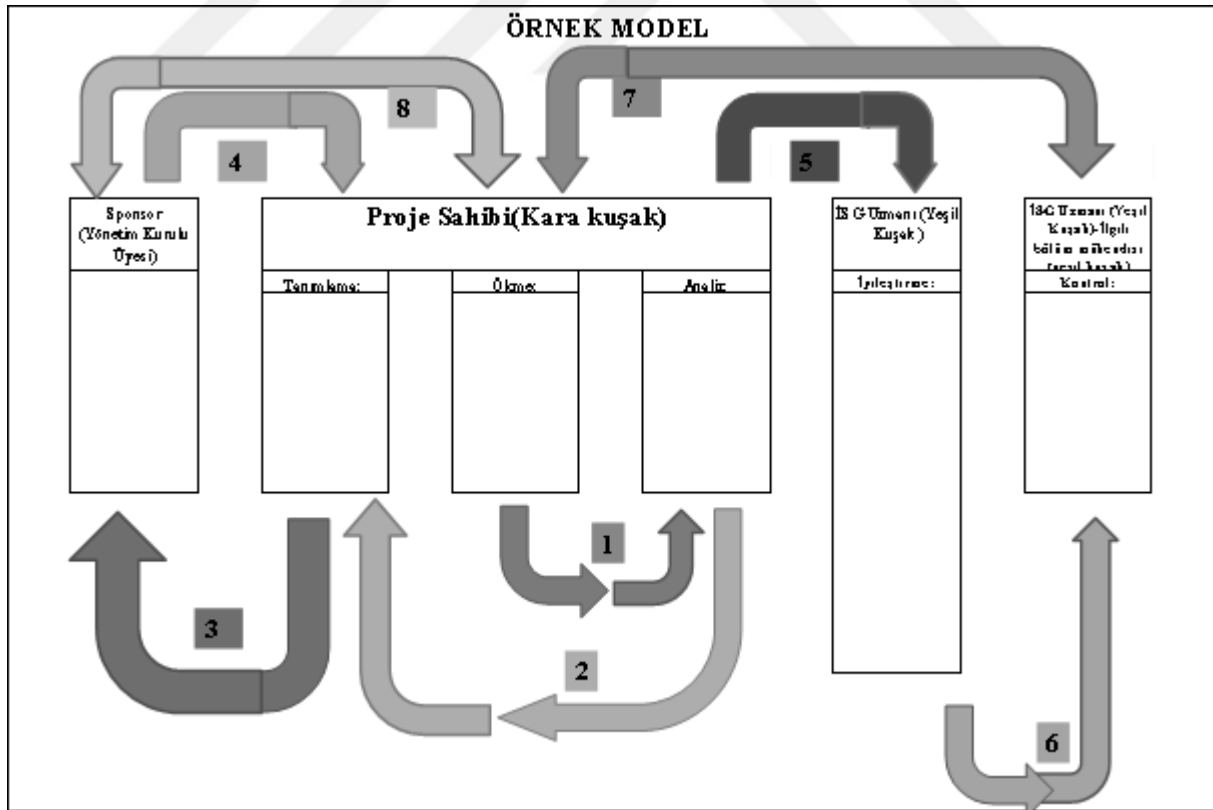
Tablo 4.84. Altı Sigma uygulaması sonrasındaki kazaların, saatlere göre anlamlılık testi tablosu B

Test İstatistikleri	
	Saat
Ki-kare	11,473 ^a
df	7
Asymp. Sig.	0,119
a. 0 hücre (0,0%) nin beklenen frekansı 5'den küçüktür. Beklenen minimum frekans değeri 6,9.	

BÖLÜM 5. MODELLEME ve TARTIŞMA

Araştırma kapsamında, altı sigma öncesi veriler ve hipotez testleri ile elde edilen her bir bağımsız değişkenin İSG'ye etkisi, bu etkinin İSG açısından sorun olup olmadığı, sorun varsa altı sigma süreçleri ile bu sorunun çözümüne odaklı geliştirilen altı sigma modeli, altı sigma modelinin uygulanması ve uygulama sonundaki çıktılar sırasıyla aşağıda verilmiştir.

İyileştirmeler için planlanan örnek model Şekil 5.1.'de görülmektedir. Söz konusu model tüm iyileştirmeler için kullanılmış olmakla beraber örnek olması açısından ayrıntıları ile çalışanın yaş, kıdem, eğitim ve kaza sonrası yaralanma bölgesi bağımsız değişkenleri için uygulamaları ile aşağıda anlatılmıştır.



Şekil 5.1. Örnek Model

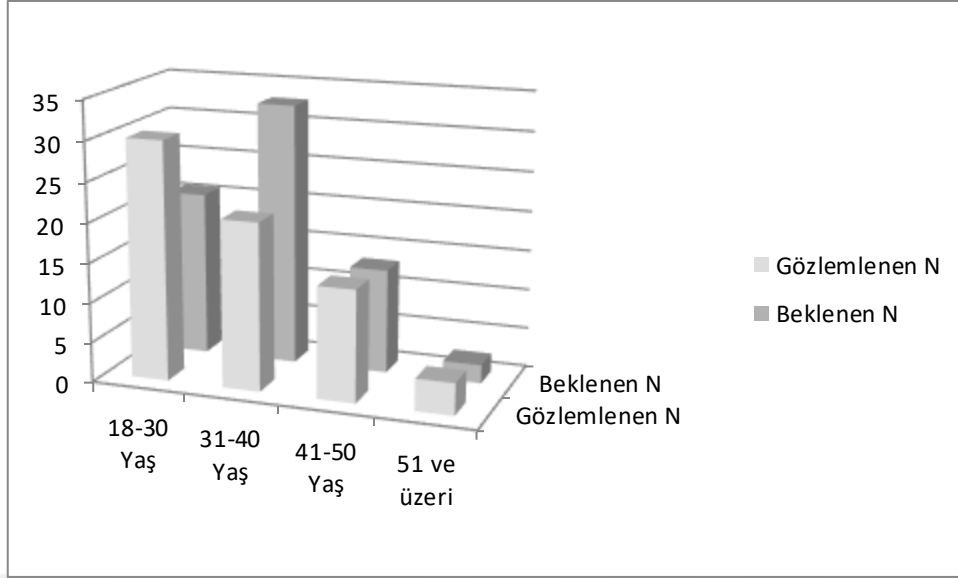
5.1. BAĞIMSIZ DEĞİŞKENLERİN BAĞIMLI DEĞİŞKENE ETKİLERİ VE ÖRNEK MODELLEMELER

5.1.1. Yaş Bağımsız Değişkeni

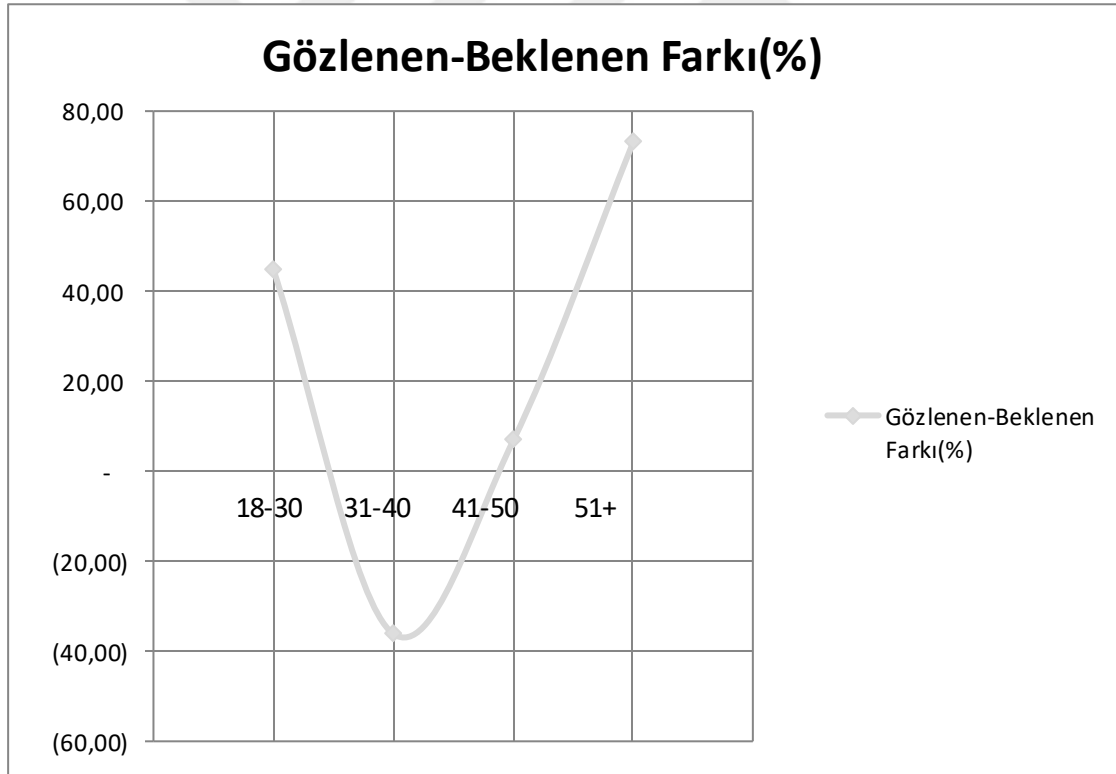
5.1.1.1 Çalışan yaşlarının, iş kazaları üzerine etkisi

2017 yılı verilerinde iş kazaları ve kazaya karışan çalışanların yaş dağılımları ile tüm çalışanların yaş dağılımları bir önceki bölümde sunulmakla beraber ortaya çıkan durum şu şekildedir (Şekil 5.1.).

Altı sigma uygulamaları öncesinde yaş dağılımları ile kaza geçirenlerin gözlenen kaza sıklıkları ve tüm çalışanların yaş dağılımına göre elde edilen, beklenen kaza sıklıkları arasındaki farkların yüzdelik değişimleri ile oluşturulan grafik göstermektedir ki çalışan yaşı ile kaza geçirme durumu arasında anlamlı bir ilişki bulunmaktadır (Şekil 5.2.).



Şekil 5.1. Kaza geçiren personelin yaş dağılımlarının beklenen ve gözlemlenen kaza sayıları



Şekil 5.2. Kaza geçiren personelin yaş dağılımlarının gözlenen ve beklenen değerleri arasındaki farkın yüzdelik değişimi

İlgili bağımsız değişken olan yaş dağılımı ile ilgili bağımlı değişken olan kaza geçirme durumu arasında ki ilişki bir önceki bölümde parametrik olmayan ki-kare bağımsızlık testi sonucu ($p=0,021<0,05$) ile de anlamlandırılarak H_{A1} (Altı sigma uygulaması öncesinde ortaya çıkan kazalar ile kazaya karışan çalışanın yaşı arasında anlamlı bir ilişki vardır.) kabul edilmiştir.

Şekil 5.2.'de görüleceği üzere 18-30 yaş arası gözlenen ile beklenen kaza sayıları arasında ki fark 44,86 iken 31-40 yaş aralığında bu fark % -36,09, 41-50 yaş aralığında %6,54 ve 51 yaş üzerinde %72,96'dır.

Bu durum göstermektedir ki çalışanlar görece genç oldukları yaş aralıklarında beklenenden daha fazla kazaya karışmakta iken 31-40 yaş aralığında daha az kazaya karışmakta lakin 41 yaş üzerinde karıştıkları kaza sayısı tekrar artmakta ve 51 yaş üzerinde ise en yüksek seviyeye ulaşmaktadır. Sonuç olarak görece genç çalışanlar ile görece yaşlı çalışanlar orta yaşlı çalışanlara göre daha fazla kaza yapmaktadır.

Bu olay şu şekilde açıklanmaya çalışılmıştır, genç çalışanlar yaşları gereği hem tecrübesiz hem de riske girmeye daha yatkınlardır, yaşlı çalışanlarda ise bu durum aşırı tecrübenin verdiği özgüven fazlalığı ile riske girmeye yatkın olmaları ve yaşları gereği reflekslerinin zayıflamış olmasının etkileridir.

Bu durum göstermektedir ki yaş grupları kaza riskine karşı farklı tepkiler göstermektedir ve bu tepkiler altı sigma süreç ve modellemesi ile iyileştirilmelidir.

5.1.1.2. Altı sigma ile çalışan yaş aralıklarının oluşturduğu risk gruplarının iyileştirilmesinin modellenmesi

Altı sigma uygulamaları öncesi elde edilen kaza verilerinin analizi ile kaza geçiren çalışanların yaş aralıklarının kazalar üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Bu nedenle bu sorun hakkında altı sigma projesi yapılması kararlaştırılmıştır.

Genel uygulamanın aksine, araştırmaya konu olan firmada TÖAİK yaklaşımında öncelik Tanımlama aşamasında değil ölçme aşamasındadır. Çünkü bir sorunun tanımlanması için İSG Sistemi sürekli ölçme ile veri akışına tutulmaktadır.

Şekil 5.3.'de görüleceği üzere kurulan Model 1'de ilk aşama kaza verilerinin İSG Uzmanı olan kara kuşak proje sahibi tarafından ölçülmesi ve analiz edilmesidir.

Analiz sonucunda ikinci aşamaya geçilerek proje sahibi tarafından sorunun tanımlanması yapılmaktadır. İkinci aşamada analiz sonucu görülen durum yaş aralıklarının kaza geçirmedi etkili olan bağımsız bir değişken olduğudur.

Proje sahibinin tanımlaması sonrasında, tanımlanan sorun üst yönetime bildirilir ve ilgili iyileştirme, düzeltme ve önleyici faaliyetler için destek istenir. Modelden de görüleceği üzere üçüncü aşama olarak gösterilen bu adımda proje sahibi üst yönetimden maddi, manevi, süresel ve prosedürel destek istemektedir.

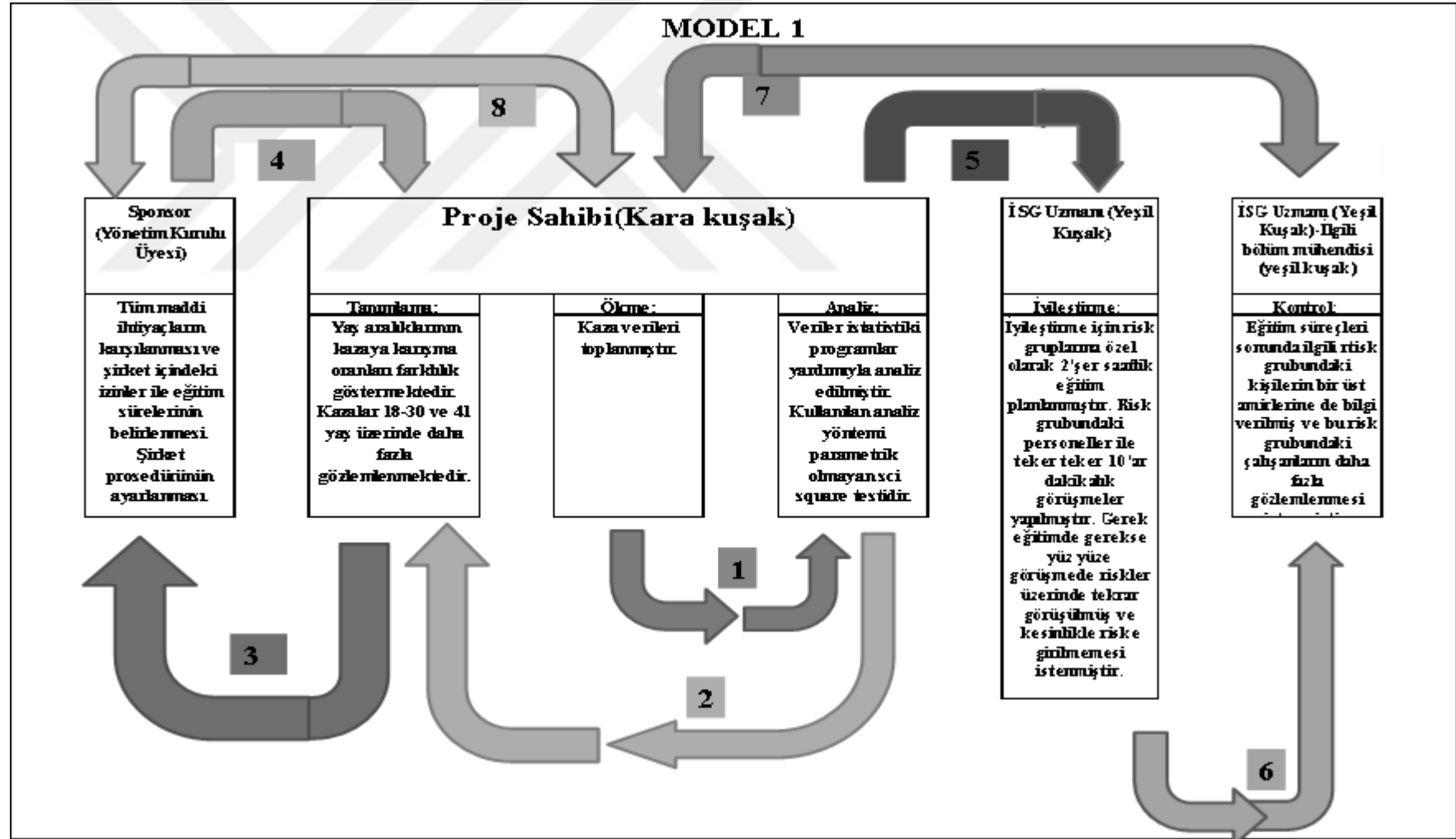
Dördüncü aşamada üst yönetimden sponsor desteğini alan proje sahibi yapılacak iyileştirmelere karar verir. Yaş-kaza ilişkisinde bu iyileştirme riskli gruplara özel eğitim planlayarak, zorunlu İSG Eğitimi olan yıllık 16 saatin dışında bu eğitimin iki saat olarak uygulanması ve riskli grupta yer alan her çalışan ile en az 10 dakikalık yaptığı işte karşılaştığı riskler ve bu risklerden uzak durma yolları ile ilgili eğitimlerin verilmesi şeklinde planlanmıştır.

Eğitim planı beşinci aşamada yeşil kuşak olan İSG Uzmanları tarafından hayata geçirilmiştir. Riskli gruplardaki çalışanlar ayrıca iki saatlik isg eğitimine alınmışlar ve 10'ar dakikalık yüz yüze görüşmeler ile bilgilendirilmişlerdir.

Eğitim süreci sonunda altıncı aşama olan kontrol aşamasına geçilmiştir. Bu aşamada özellikle riskli gruplarda olan çalışanların bir üst amirlerine riskli gruplardaki çalışanlar ile ilgili bilgi verilerek bu çalışanların daha fazla gözlemlenmesi istenmiştir.

İzleme aşaması süreklilik arz etmektedir ve kontrollerden elde edilen veriler yedinci aşamada tekrar ölçme ve analiz süreçlerine girer. Analiz süreci sonucunda yapılan iyileştirmelerin sorun üzerinde etkileri görülür.

Modellemenin bu kısmında iyileştirme süreci sonunda yaş aralıkları ile kazalar arasındaki ilişki tekrar incelenmiştir. İnceleme sonuçları sekizinci aşamada tekrar üst yönetimle paylaşılarak, yapılan iyileştirmenin başarısı, sürdürülebilirliği veya değiştirilmesi planlanır.

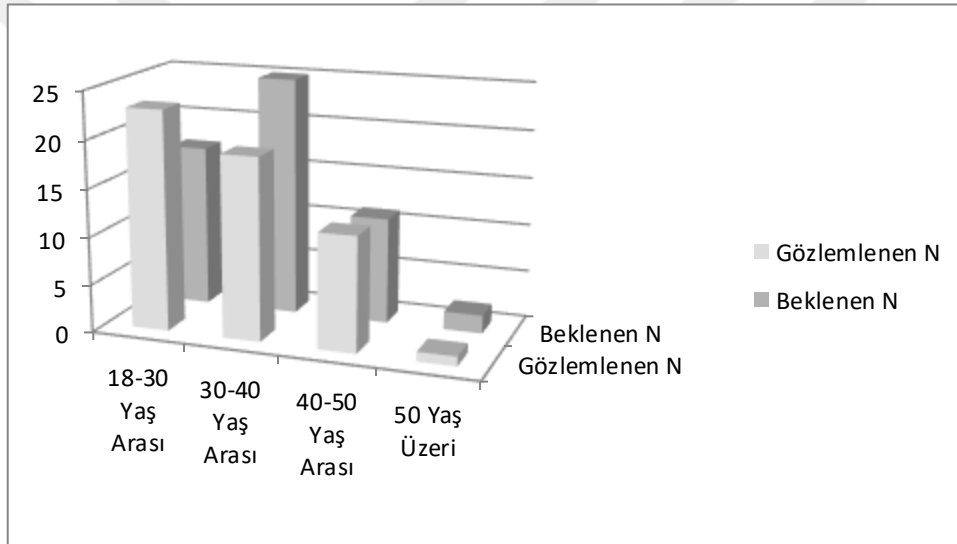


Şekil 5.3. Model 1 Yaş aralıklarının oluşturduğu risk gruplarının iyileştirilmesi modeli.

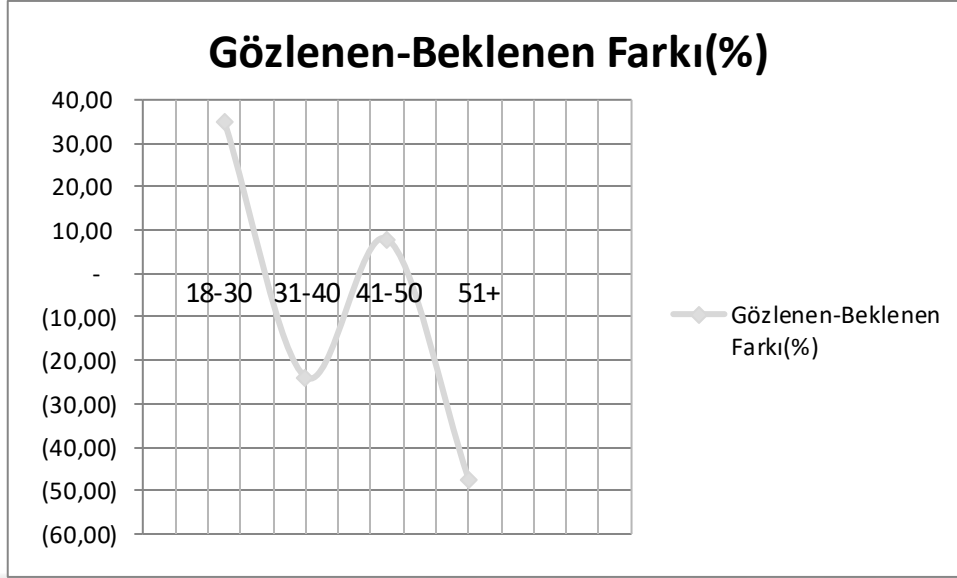
5.1.1.2. Altı sigma iyileştirme modellemesi sonrasında yaş aralıkları ile kazalanma ilişkisi

Altı sigma iyileştirme süreçleri sonrası yaş aralığı kaza ilişkisi Şekil 5.4.'de görülmektedir. Şekil incelendiğinde 18-30 yaş aralığının gözlemlenen kaza sayısının 23 ve beklenen kaza sayısının 17 olduğu, 31-40 yaş aralığında gözlemlenen kazaların 19 iken beklenen kaza sayısının 25 olduğu, 41-50 yaş aralığında gözlemlenen kaza sayısının 1,9 olduğu görülmektedir.

İyileştirme sonrası kaza geçiren personelin yaş dağılımlarının gözlenen ve beklenen değerleri arasındaki farkın yüzdelik değişimi İse Şekil 5.5.'de görülmektedir.



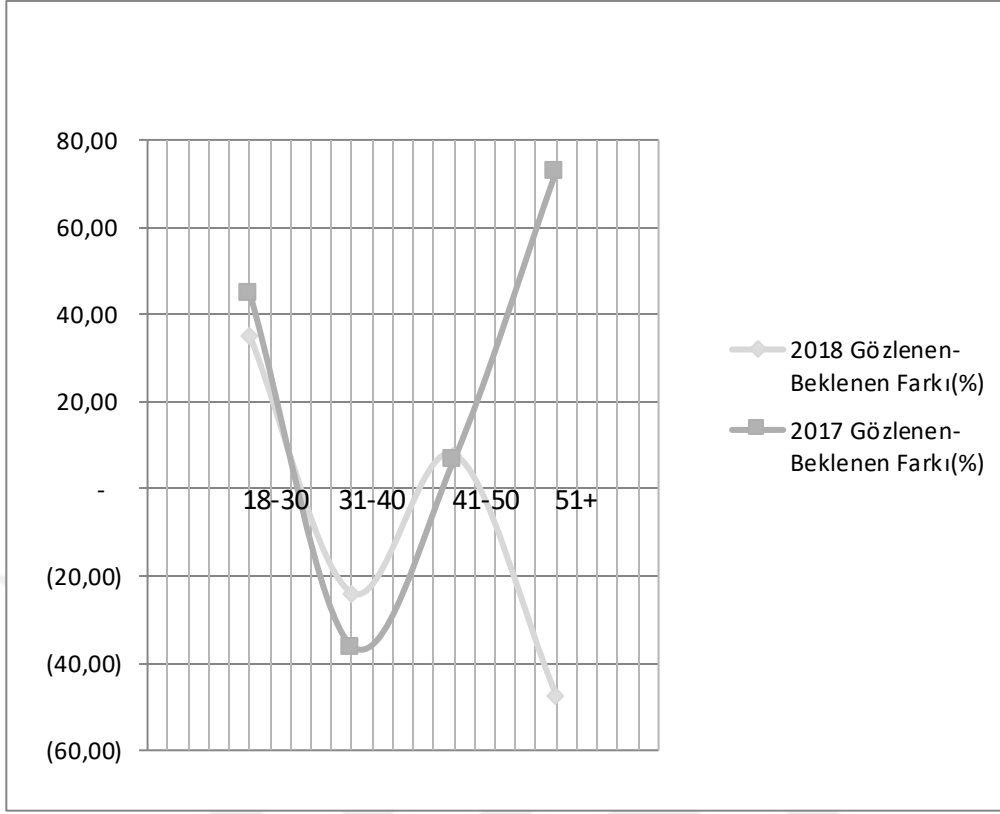
Şekil 5.4. İyileştirme sonrası kaza geçiren personelin yaş dağılımlarının beklenen ve gözlemlenen kaza sayıları



Şekil 5.5. İyileştirme sonrası kaza geçiren personelin yaş dağılımlarının gözlenen ve beklenen değerleri arasındaki farkın yüzdelik değişimi

Şekil 5.5. incelendiğinde 18-30 yaş aralığındaki personelin beklenenden %35,14 daha fazla kaza yaptığı, 31-40 yaş aralığındaki personelin beklenenden %23,88 daha az kaza yaptığı, 41-50 yaş aralığındaki personelin beklenenden %7,92 daha fazla kaza yaptığı ve son olarak 51 yaş üstü personelin beklenenden %47,38 daha az kaza yaptığı görülmektedir.

Şekil 5.6. incelendiğinde ise altı sigma öncesi (2017 yılı verileri) ve sonrası (2018 yılı verileri) gözlenen beklenen kaza sayıları farklılıklarının yüzdelik değişimi görülmektedir.



Şekil 5.6. Yüzdelik farkların yıllara göre değişimi

Şekil 5.6. göstermektedir ki yapılan iyileştirme 18-30 yaş aralığında altı sigma öncesi %44,86 olan gözlenene beklenen farkı oranını, %35,14'e düşürmüştür. 31-40 yaş aralığındaki değişim ise %-36,09'dan, %-23,88 azalma şeklinde olmuştur. 41-50 yaş aralığındaki değişim ise %6,73'den %7,92'ye artma şeklindedir. 51 yaş üstü değişimi ise %72,96'dan %-47,38 azalma şeklindedir.

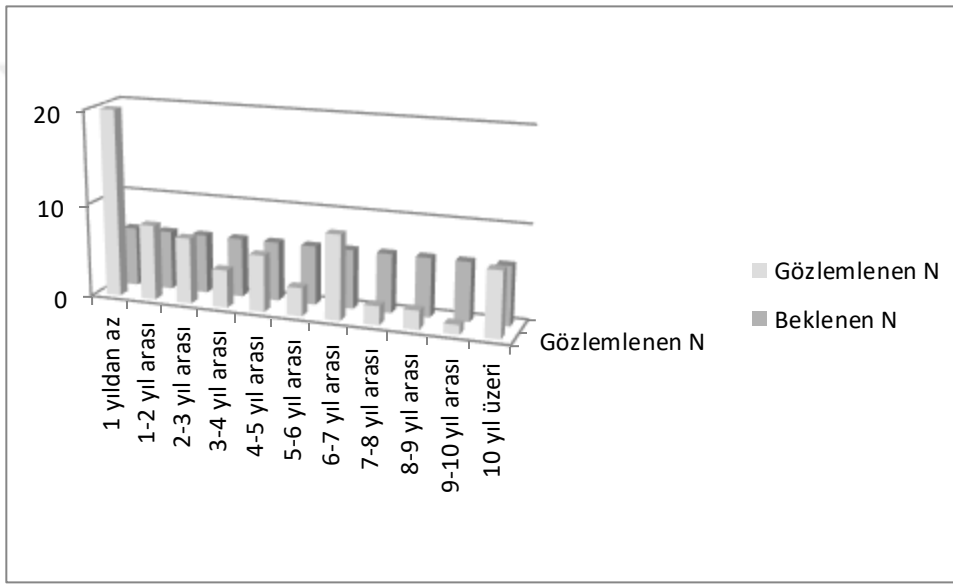
Hedeflenenin gözlenen beklenen kaza sayıları arasındaki farklılığın sıfıra yaklaşması olduğu düşünüldüğünde altı sigma sürecinin fayda sağladığı görülmüştür. Süreç sonrası yapılan ki-kare bağımsızlık testine göre $P=0,259 > 0,05$ olması sebebiyle H_{AA0} (Altı sigma uygulaması sonrasında ortaya çıkan kazalar ile kazaya karışan çalışanın yaşı arasında anlamlı bir ilişki yoktur.) hipotezi kabul edilmiş, H_{AA1} hipotezi reddedilmiştir.

Süreç sonrası altı sigma iyileştirme metodu ile yaş-kaza ilişkisinin bağımlılığı ortadan kaldırılmıştır, lakin bağımsızlığın devam edebilmesi için sürecin sürekli kontrol durumunda tutulması gerekmektedir.

5.1.2. Kıdem Süresi Bağımsız Değişkeni

5.1.2.1 Çalışan kıdem sürelerinin, iş kazaları üzerine etkisi

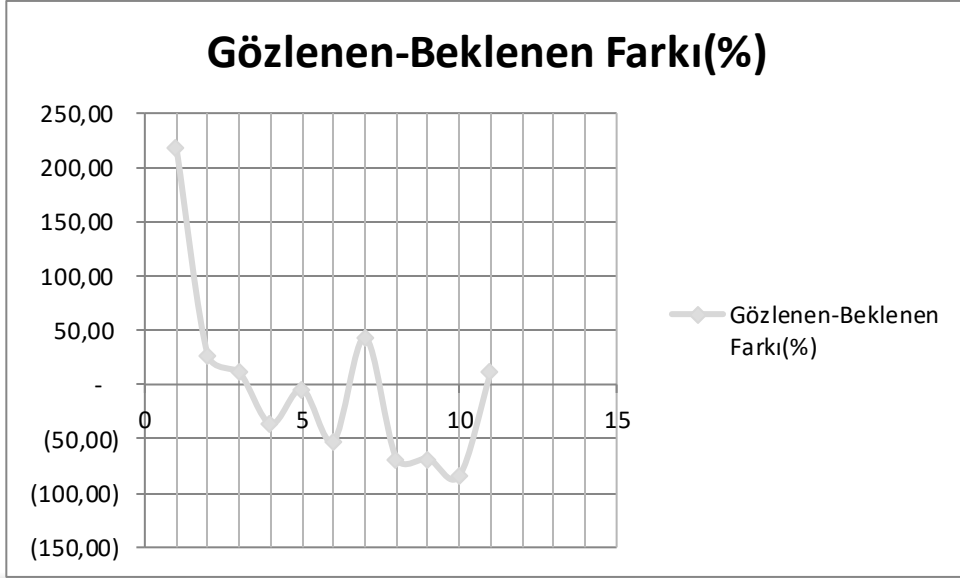
Altı sigma uygulamaları öncesinde kıdem süreleri dağılımları ile kaza geçirenlerin gözlenen kaza sıklıkları ve tüm çalışanların kıdem süreleri dağılımına göre elde edilen, beklenen kaza sıklıkları arasındaki farkların yüzdelik değişimleri ile oluşturulan grafik göstermektedir ki çalışan kıdem süresi ile kaza geçirme durumu arasında anlamlı bir ilişki bulunmaktadır (Şekil 5.7.).



Şekil 5.7. Kaza geçiren personelin kıdem dağılımlarının beklenen ve gözlemlenen kaza sayıları

İlgili bağımsız değişken olan kıdem dağılımı ile ilgili bağımlı değişken olan kaza geçirme durumu arasında ki ilişki bir önceki bölümde parametrik olmayan ki-kare bağımsızlık testi sonucu. $P=0<0,05$ olması sebebiyle altı sigma öncesi kazalar ile kazalara karışan çalışanların kıdem süreleri arasında anlamlı bir ilişkinin olduğu ortaya çıkarılmıştır. Bu nedenle H_{B1} (Altı sigma uygulaması öncesinde ortaya çıkan kazalar ile kazaya karışan çalışanın kıdem süresi arasında anlamlı bir ilişki vardır.) hipotezi kabul edilmiştir.

Şekil 5.8.'de özellikle kıdem süresinin 1 yıldan az olduğu bölgede gözlemlenen beklenen kaza farkları yüzdelik oranı %218 seviyesindedir. Diğer aralıklarda da ciddi farklar bulunmakla birlikte 1 yıldan daha az kıdeme sahip olan çalışanların daha fazla kaza geçirdikleri görülmektedir.



Şekil 5.8. Kaza geçiren personelin yaş dağılımlarının gözlenen ve beklenen değerleri arasındaki farkın yüzdelik değişimi

Bunun nedeni olarak kıdem süresinin tecrübeyi göstermesi sebebiyle özellikle bir yıldan daha az kıdeme sahip personelin yapacağı iş için çok acemi olduğu düşünülmektedir. Ayrıca kıdemi ilerlemiş çalışanlarda iş körlüğünün ortaya çıkması ve görece daha çok kıdemli çalışanların riskleri umursamaması gösterilmektedir.

5.1.2.2. Altı sigma ile çalışan kıdem süreleri aralıklarının oluşturduğu risk gruplarının iyileştirilmesinin modellenmesi

Modelleme, ölçme ve analiz sonuçlarından elde edilen verilerden yola çıkarak sorunun tanımlanması ile başlamıştır. Sorun bir yıldan daha az kıdem süresine sahip olan çalışanların beklenenden çok daha fazla kazaya karışmalarıdır. Ayrıca birçok farklı kıdem süresi aralığı için de beklenen gözlenen değerler arasında anlamlı farklılıklar bulunmaktadır. Kıdem süresinin artması ile birlikte çalışanlarda iş körlüğü başlamakta ayrıca riske karşı daha tedbirsiz davranılmaktadır.

Üst yönetim onayı sonrasında iyileştirme kapsamında işe yeni başlayanların oryantasyon süreleri arttırılmış, iş başı İSG Eğitimleri 4 saatten 8 saate çıkarılmış, mümkün olduğu ölçüde risk grubunda bulunan çalışanın yanında daha kıdemli bir çalışanın daha bulunması istenmiştir.

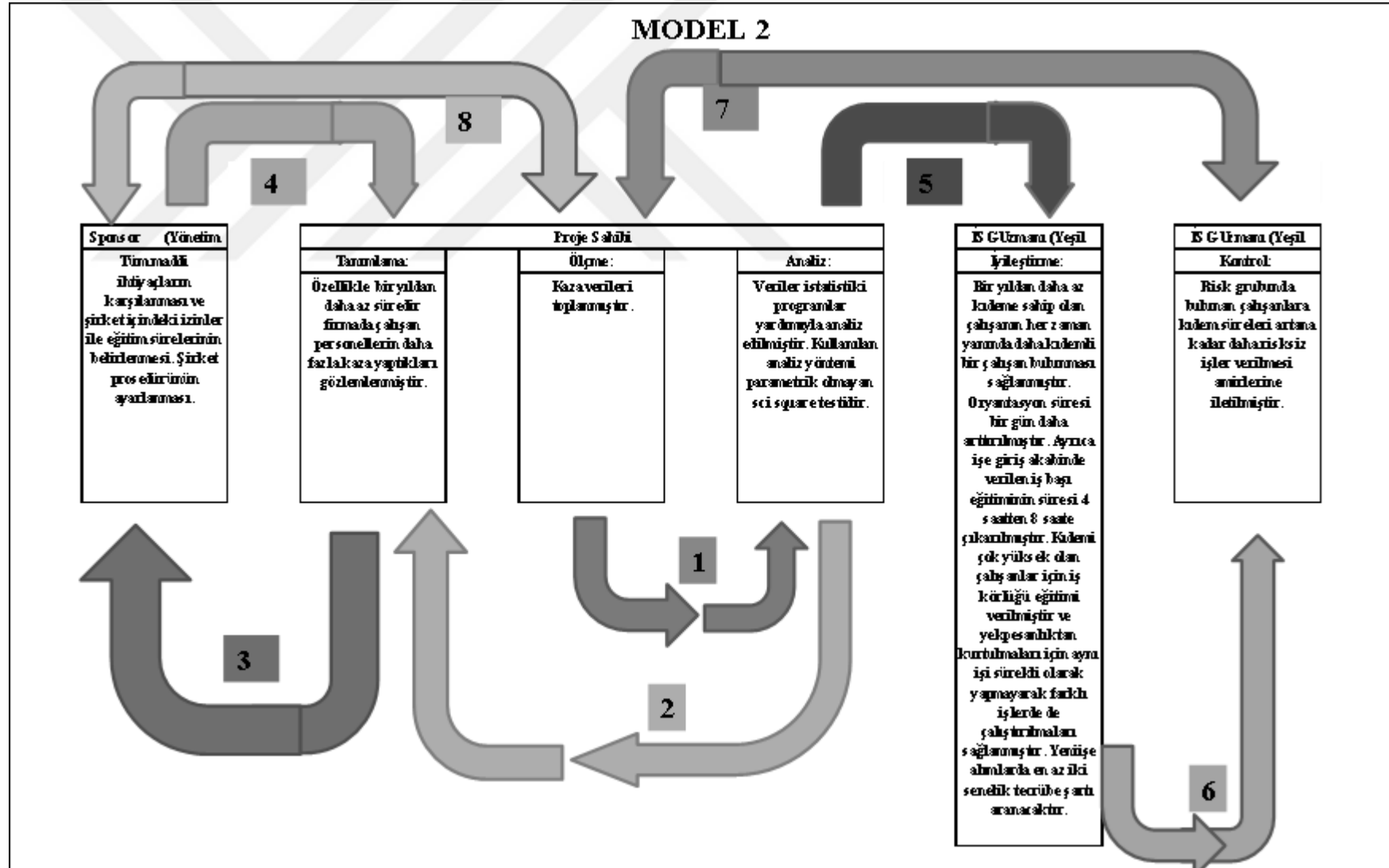
Kıdemi görece yüksek personellerin her zaman aynı işi yapmaktansa farklı işlerde de çalıştırılmaları istenmiş ve böylelikle iş körlüğünün önüne geçilmeye çalışılmıştır. İş körlüğü için ayrıca eğitim programı düzenlenmiştir.

İzleme sürecinde kıdemi az olan çalışanların daha risksiz işlere verilmesi ve daha kontrol altında çalıştırılmaları istenmiştir.

Ayrıca şirket üst yönetimi ile görüş birliğine varılarak yeni istihdam edilecek personellerin en az iki sene tecrübeye sahip olmaları gerekliliği iş alım koşullarına eklenmiştir.

Şekil 5.9. de kıdem sürelerinin oluşturduğu risk grupları için hazırlanan altı sigma modellemesi görülmektedir (Bkz. Model 2). İzleme sonrasında elde edilen veriler ile tekrar ölçüm ve analizler yapılarak durumun ne denli değiştiği hesaplanmıştır.

Hesaplama sonrası altı sigma modelinin ilgili konudaki fayda ve sürdürülebilirliği üst yönetimle paylaşılarak, üst yönetimin sponsor olarak verdiği katkıların maliyetleri ve süreç sonrası faydanın durumu ortaya konulmuştur.

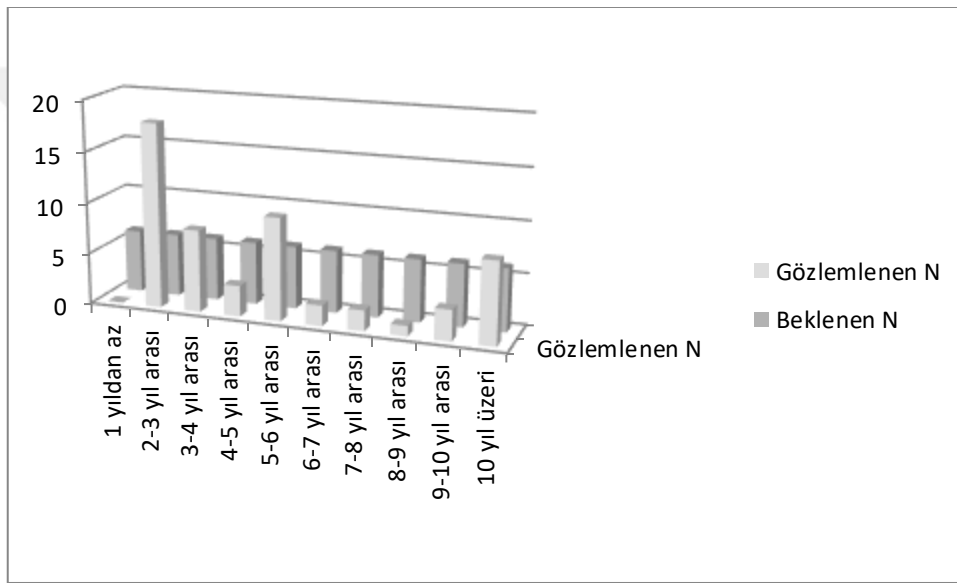


Şekil 5.9. Model 2 çalışan kıdem süreleri aralıklarının oluşturduğu risk gruplarının iyileştirilme modeli

5.1.2.2. Altı sigma iyileştirme modellemesi sonrasında kıdem süreleri aralıkları ile kazalanma ilişkisi

Altı sigma iyileştirme süreçleri sonrası yaş aralığı kaza ilişkisi Şekil 5.10.'de görülmektedir. Şekil incelendiğinde hedeflenen risk grubu olan kıdemi bir yıldan az olan çalışanların hiç kazaya karışmadıkları görülmüştür. Lakin 1-2 yıl arası kıdeme sahip çalışanların kaza sayılarının çok fazla artış gösterdiği görülmektedir.

İyileştirme sonrası kaza geçiren personelin kıdem dağılımlarının gözlenen ve beklenen değerleri arasındaki farkın yüzdelik değişimi İse Şekil 5.11.'de görülmektedir.



Şekil 5.10. İyileştirme sonrası kaza geçiren personelin kıdem dağılımlarının beklenen ve gözlemlenen kaza sayıları

Şekil 5.11. kıdem aralığı 2-3 yıl arası olan çalışanların gözlenen beklenen kaza sayıları arasındaki farkın yüzdesel oranı %194,55 gibi yüksek bir orana yükselmiştir.

Şekil 5.12. incelendiğinde ise altı sigma öncesi (2017 yılı verileri) ve sonrası (2018 yılı verileri) gözlenen beklenen kaza sayıları farklılıklarının yüzdelik değişimi görülmektedir.

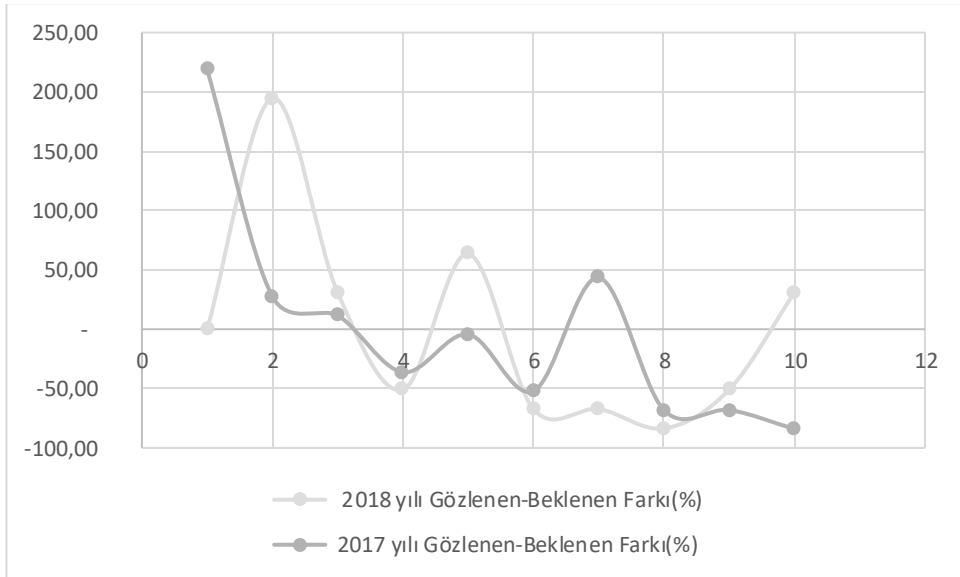
Şekiller incelenirken iyileştirmelerden biri olan yeni istihdam edilecek personelin en az iki sene tecrübeli olması kriteri nedeniyle 2018 yılında şirkette bir yıldan daha az tecrübeye sahip çalışan artık bulunmamaktadır.



Şekil 5.11. İyileştirme sonrası kaza geçiren personelin kıdem dağılımlarının gözlenen ve beklenen değerleri arasındaki farkın yüzdelik değişimi

Şekil 5.12. göstermektedir ki yapılan iyileştirme her ne kadar 0-1 yıl kıdem aralığındaki çalışanların kazalanma oranını azaltsa dahi, bir sonraki kıdem aralığı olan 1-2 yıl kідeme sahip çalışanların kaza oranlarını çok fazla arttırmıştır.

Ayrıca kıdemi görece yüksek olan çalışanlar için yapılan iş körlüğü eğitimi, aynı işte uzun süre çalıştırmama gibi iyileştirmeler işe yaramıştır ve 8 yıldan daha fazla kідeme sahip olan çalışanların kaza oranları beklenenin çok altına düşmüştür.



Şekil 5.12. Yüzdelik farkların yıllara göre değişimi

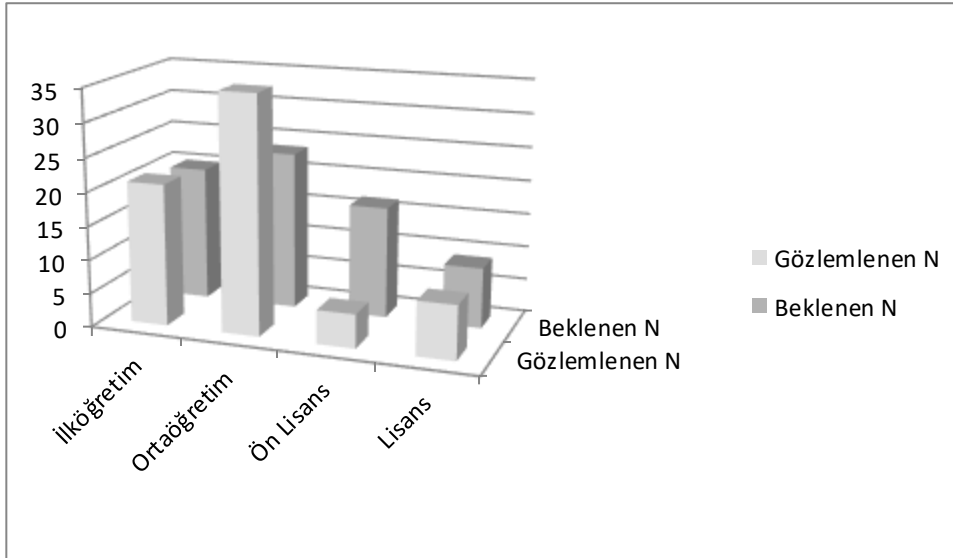
Lakin hedeflenen başarıya ulaşamadığı açıktır ki süreç sonrası yapılan ki-kare bağımsızlık testine göre $P=0,00<0,05$ olması sebebiyle H_{BB1} (Altı sigma uygulaması sonrasında ortaya çıkan kazalar ile kazaya karışan çalışanın kıdem süresi arasında anlamlı bir ilişki vardır.) hipotezi kabul edilmiş, H_{BB0} hipotezi reddedilmiştir.

Süreç sonrası altı sigma iyileştirme metodu ile kıdem süresi-kaza ilişkisinin bağımlılığı ortadan kaldırılamamıştır. Bu durumda Model 2 tekrar edilerek kazaların azaltılmasına çalışılacaktır.

5.1.3. Eğitim Düzeyi Bağımsız Değişkeni

5.1.3.1 Çalışan eğitim düzeyinin iş kazaları üzerine etkisi

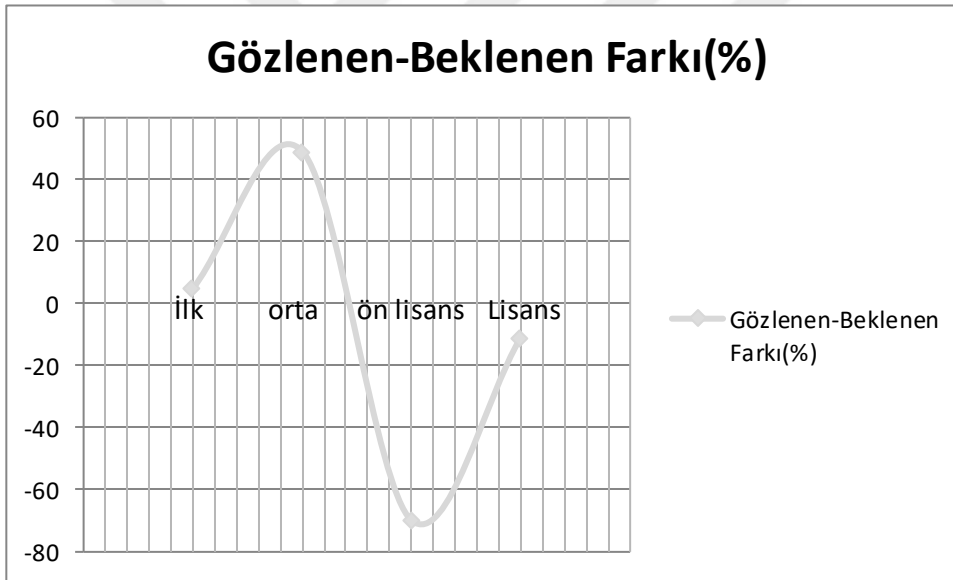
Altı sigma uygulamaları öncesinde eğitim düzeyi dağılımları ile kaza geçirenlerin gözlenen kaza sıklıkları ve tüm çalışanların eğitim düzeyleri dağılımına göre elde edilen, beklenen kaza sıklıkları arasındaki farkların yüzdelik değişimleri ile oluşturulan grafik göstermektedir ki çalışan eğitim düzeyi ile kaza geçirme durumu arasında anlamlı bir ilişki bulunmaktadır (Şekil 5.13.).



Şekil 5.13. Kaza geçiren personelin eğitim düzeyleri dağılımlarının beklenen ve gözlemlenen kaza sayıları

İlgili bağımsız değişken olan eğitim düzeyi dağılımı ile ilgili bağımlı değişken olan kaza geçirme durumu arasında ki ilişki bir önceki bölümde parametrik olmayan ki-kare bağımsızlık testi sonucu. $P=0,003<0,05$ olması sebebiyle altı sigma öncesi kazalar ile kazalara karışan çalışanların eğitim düzeyleri arasında anlamlı bir ilişkinin olduğu ortaya çıkarılmıştır. Bu nedenle H_{F1} (Altı sigma uygulaması öncesinde ortaya çıkan kazalar ile kazaya karışan çalışanın eğitim düzeyi arasında anlamlı bir ilişki vardır.) hipotezi kabul edilmiş.

Şekil 5.14.'de özellikle eğitim düzeyleri ortaöğretim olan çalışanların gözlemlenen beklenen kazaları arasındaki farkın yüzdelik oranının %49,19 olduğu görülmektedir. Dikkat çekici şekilde bu eğitim düzeyi ve altında eğitim düzeyine sahip olan çalışanların daha fazla kaza yaptıkları, ortaöğretimden daha yüksek eğitim seviyesine sahip çalışanların ise beklenenden daha az kaza yaptıkları görülmektedir.



Şekil 5.14. Kaza geçiren personelin yaş dağılımlarının gözlenen ve beklenen değerleri arasındaki farkın yüzdelik değişimi

Bunun nedeni olarak çalışanın eğitim düzeyinin, sadece akademik alanda değil aynı zamanda sosyolojik olarak da hayata karşı bakış açısını değiştirdiği ve çalışanları risklere karşı daha duyarlı hale getirdiği düşünülmektedir.

5.1.3.2. Altı sigma ile çalışan eğitim düzeyi aralıklarının oluşturduğu risk gruplarının iyileştirilmesinin modellenmesi

Çalışanların eğitim düzeyleri ile kaza sayıları arasında çıkan anlamlı ilişkiye istinaden bu konuda yapılan iyileştirmenin projesi Şekil 5.15.'de Model 3 olarak sunulmuştur.

Eğitim düzeyi orta öğretim ve altında olan çalışanlar risk grubu olarak sınıflandırılmıştır. Ölçme ve analiz sonucunda özellikle orta öğretim mezunu çalışanların beklenenden daha fazla kazaya karıştıkları görülmüştür. Bu nedenle üst yönetim onayı sonrasında sırasıyla şu iyileştirmelere karar verilmiştir.

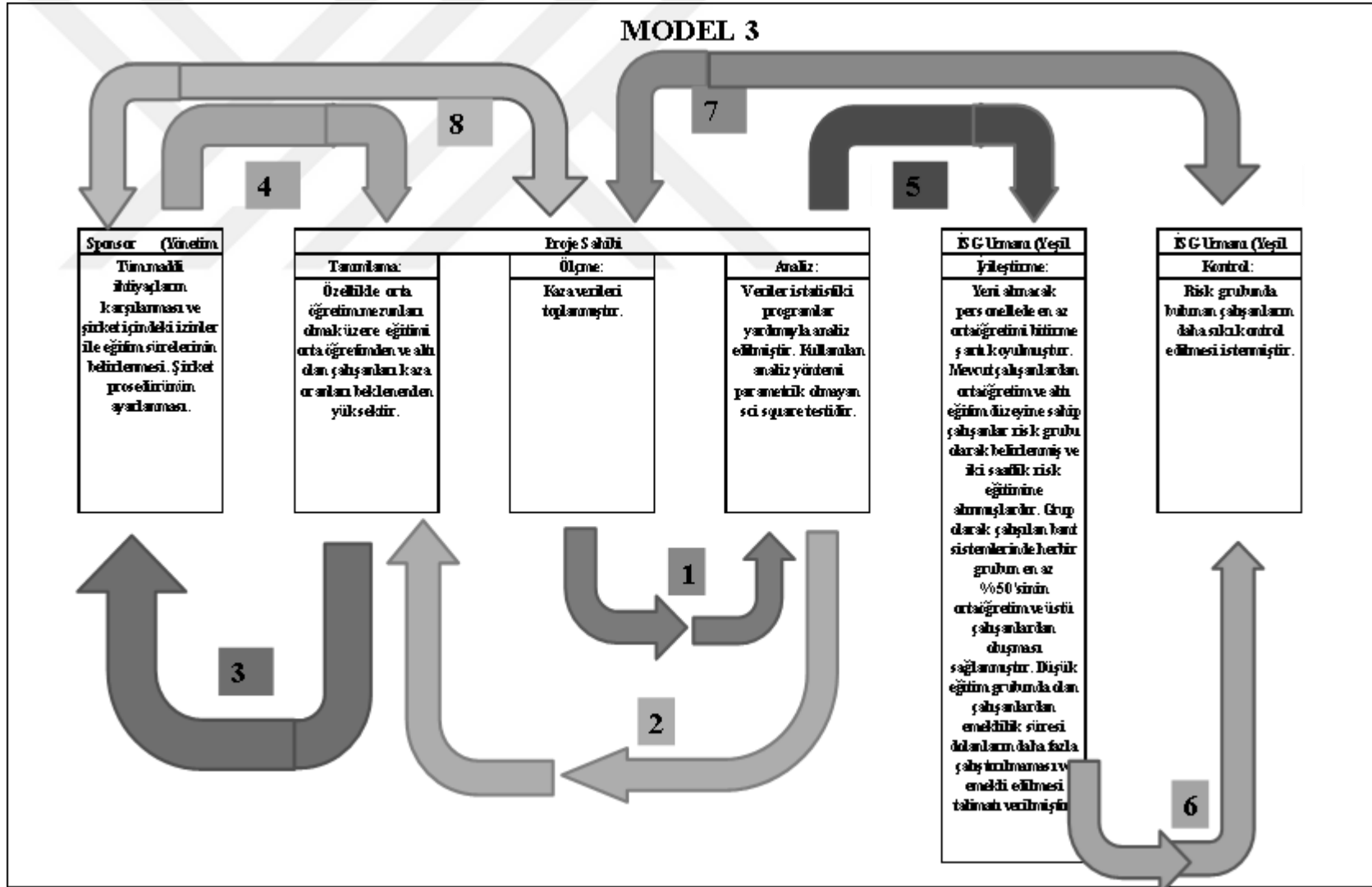
Yeni işe alınacak personelin en az ortaöğretim mezunu olmasına karar verilmiştir.

Ortaöğretim ve altı eğitim düzeyine sahip çalışanlar 2 saatlik İSG Eğitimine alınarak risk ve kaza konularında eğitilmişlerdir.

Grup şeklindeki çalışmalarda, grubun en az %50'sinin ortaöğretim ve üstü eğitim seviyesine sahip olması kararlaştırılmıştır.

Eğitim seviyeleri ortaöğretim ve altında olan çalışanların yaş faktörleri dikkate alınmalıdır.

İzleme aşamasında bu risk grubuna karşı daha sıkı kontrol yapılması kararlaştırılmıştır. İzleme sonucunda elde edilen veriler tekrar ölçme ve analiz aşamalarından geçirilmiştir. Sonuçlar üst yönetim ile paylaşılarak fayda ve sürdürülebilirlik konularında anlaşmaya varılmıştır.

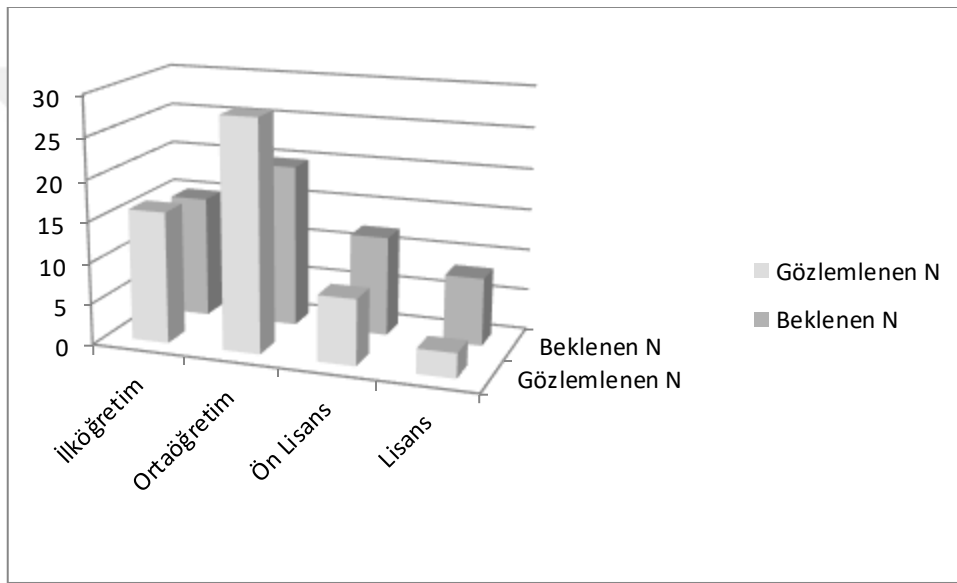


Şekil 5.15. Model 3 Çalışan eğitim düzeyi aralıklarının oluşturduğu risk gruplarının iyileştirilme modeli

5.1.3.3. Altı sigma iyileştirme modellemesi sonrasında eğitim düzeyi aralıkları ile kazalanma ilişkisi

Altı sigma iyileştirme süreçleri sonrası eğitim düzeyi kaza ilişkisi Şekil 5.16.'de görülmektedir. Şekil incelendiğinde hedeflenen risk grubu olan ortaöğretim ve altındaki eğitim seviyesine sahip çalışanların gözlemlenen beklenen kazaları arasındaki ilişkinin azaldığı görülmektedir

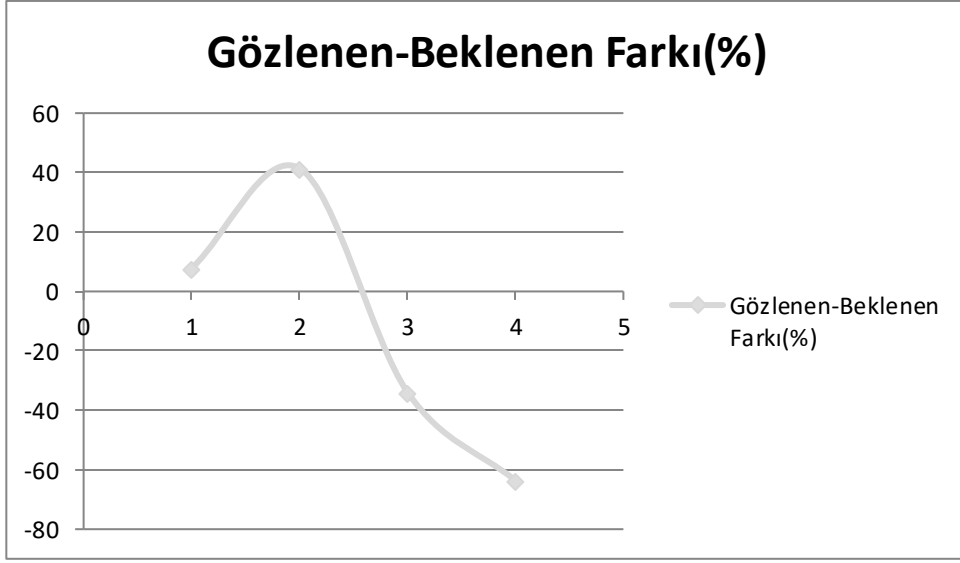
İyileştirme sonrası kaza geçiren personelin eğitim düzeyi dağılımlarının gözlenen ve beklenen değerleri arasındaki farkın yüzdelik değişimi İse Şekil 5.17.'de görülmektedir.



Şekil 5.16. İyileştirme sonrası kaza geçiren personelin eğitim düzeyi dağılımları beklenen ve gözlemlenen kaza sayıları

Şekil 5.17. 'da görüleceği üzere özellikle ortaöğretim mezunu çalışanların gözlemlenen beklenen kaza sayıları farklarının yüzde değeri %41,41'e kadar gerilemiştir.

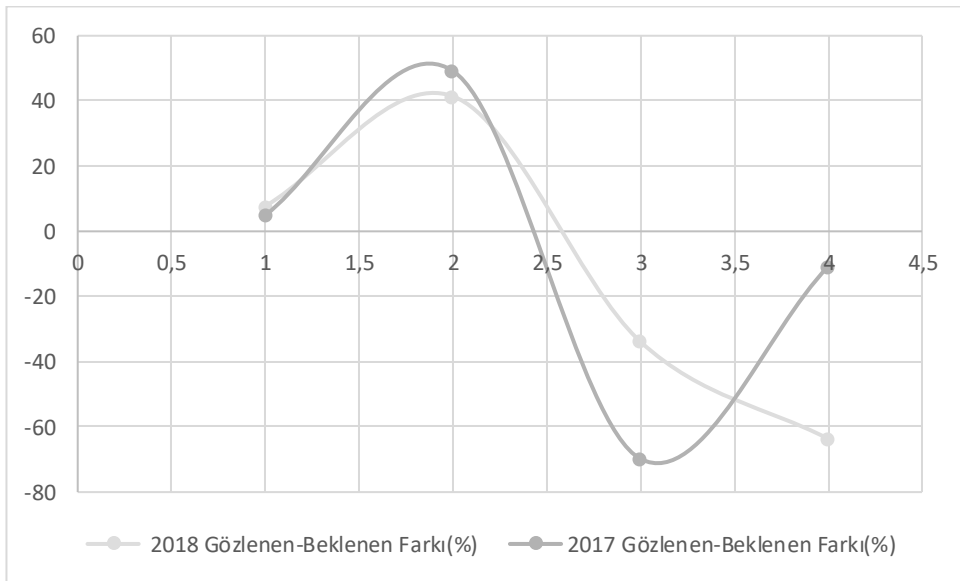
Şekil 5.18. incelendiğinde ise altı sigma öncesi (2017 yılı verileri) ve sonrası (2018 yılı verileri) gözlenen beklenen kaza sayıları farklılıklarının yüzdelik değişimi görülmektedir.



Şekil 5.17. İyileştirme sonrası kaza geçiren personelin eğitim düzeyleri dağılımlarının gözlenen ve beklenen değerleri arasındaki farkın yüzdelik değişimi

Şekil 5.18. göstermektedir ki yapılan iyileştirme ilköğretim mezunları çalışanları etkilememiş iken, ortaöğretim mezunlarının kaza sayıları bir miktar düşmüştür.

Lisans eğitim seviyesine sahip çalışanların kaza sayıları ise dikkat çekici şekilde düşmüştür, bunun nedeni özellikle altı sigma yönetim sisteminin benimsenmesi ile bu alan için istihdam edilen çalışanların hem İSG Uzmanı hem de altı sigmanın çeşitli kuşak seviyelerine sahip olmalarıdır. Ayrıca tüm çalışanlar için eğitim sürelerinin arttırılması da bu durum üzerinde etki sağlamış ve iyileştirmenin yararlılığı görülmüştür.



Şekil 5.18. Yüzdelik farkların yıllara göre değişimi

Her ne kadar ilerleme sağlanmış olsa dahi iyileştirme süreci sonunda yeniden yapılan analizlerde görüldüğü üzere hesaplanan p değerinin $0,042 < 0,05$ olmasından dolayı halen eğitim düzeyi ile kaza geçirme arasında anlamlı bir ilişki bulunmaktadır. Bundan ötürü H_{FF1} (Altı sigma uygulaması sonrasında ortaya çıkan kazalar ile kazaya karışan çalışanın eğitim düzeyi arasında anlamlı bir ilişki vardır.) hipotezi kabul edilmiştir.

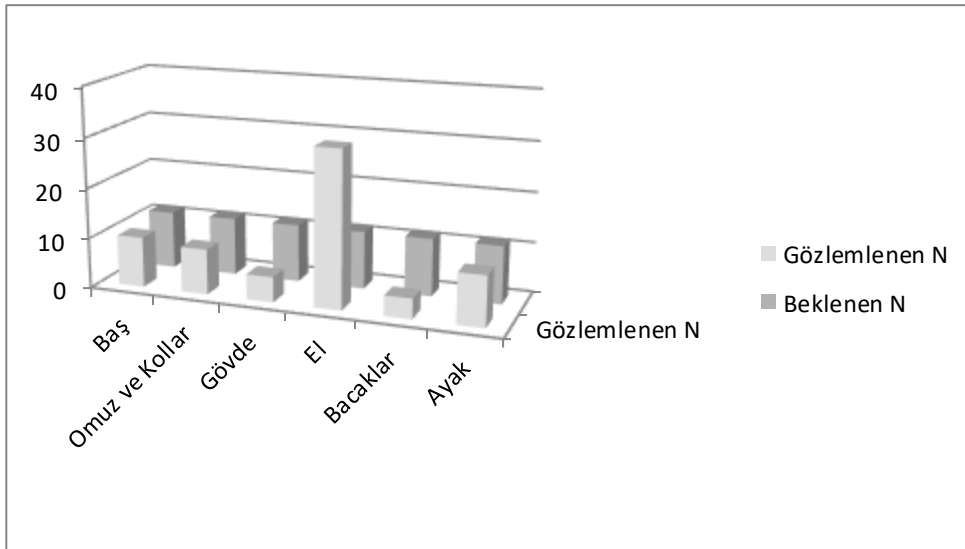
Süreç sonrası altı sigma iyileştirme metodu ile eğitim düzeyi-kaza ilişkisinin bağımlılığı ortadan kaldırılamamıştır ancak büyük ölçüde başarılı olmuştur. Bu nedenle iyileştirme sürecine devam edilmesi üst yönetime önerilmektedir.

5.1.4. Kaza sonrası etkilenen vücut bölgesi Bağımsız Değişkeni

5.1.4.1 Kaza sonrası etkilenen vücut bölgesi iş kazaları üzerine etkisi

Altı sigma uygulamaları öncesinde yaralanma bölgesi dağılımları ile kaza geçirenlerin gözlenen kaza sıklıkları, beklenen kaza sıklıkları arasındaki ilişki oluşturulan grafik aşağıda görülmektedir (Şekil 5.19.).

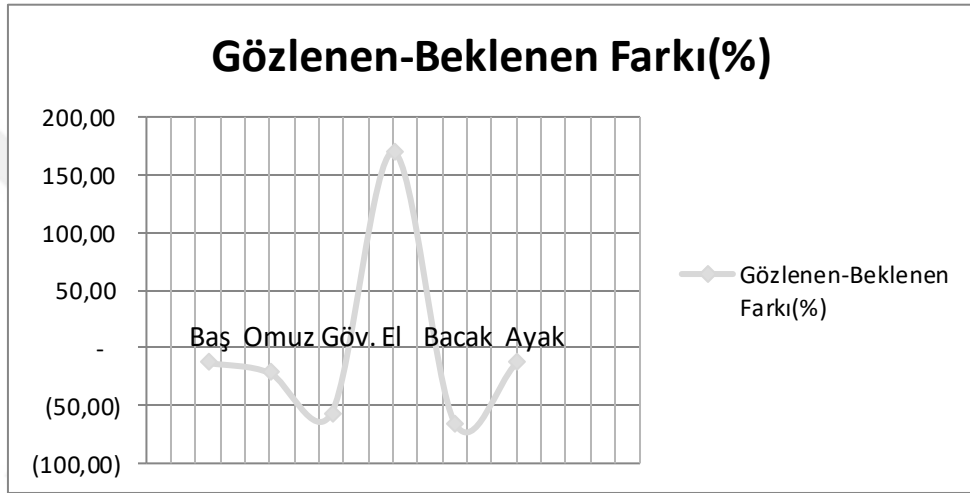
Dikkat çeken unsur özellikle el bölgesi yaralanmaların beklenenden daha fazla olmasıdır.



Şekil 5.19. Kaza geçiren personelin yaralanma bölgesi dağılımlarının beklenen ve gözlemlenen kaza sayıları

İlgili bağımsız değişken olan kaza sonrası yaralanan bölge dağılımı ile ilgili bağımlı değişken olan kaza geçirme durumu arasında ki ilişki bir önceki bölümde parametrik olmayan ki-kare bağımsızlık testi sonucu. $P=0,000<0,05$ olması sebebiyle H_{F1} (Altı sigma uygulaması öncesinde ortaya çıkan kazalar ile kazaya karışan çalışanın kaza sonrası yaralanma bölgesi arasında anlamlı bir ilişki vardır.) hipotezi kabul edilmiş.

Şekil 5.20.'de özellikle el bölgesinin beklenenden %169,75 daha fazla kazaya maruz kaldığı görülmektedir.



Şekil 5.20. Kaza geçiren personelin yaralanma bölgesi dağılımlarının gözlenen ve beklenen değerleri arasındaki farkın yüzdelik değişimi

Bunun nedeni olarak yapılan işlerin ağırlıklı olarak el kullanılarak yapılması görülmektedir.

5.1.4.2. Altı sigma ile yaralanma bölgesi aralıklarının oluşturduğu risk gruplarının iyileştirilmesinin modellenmesi

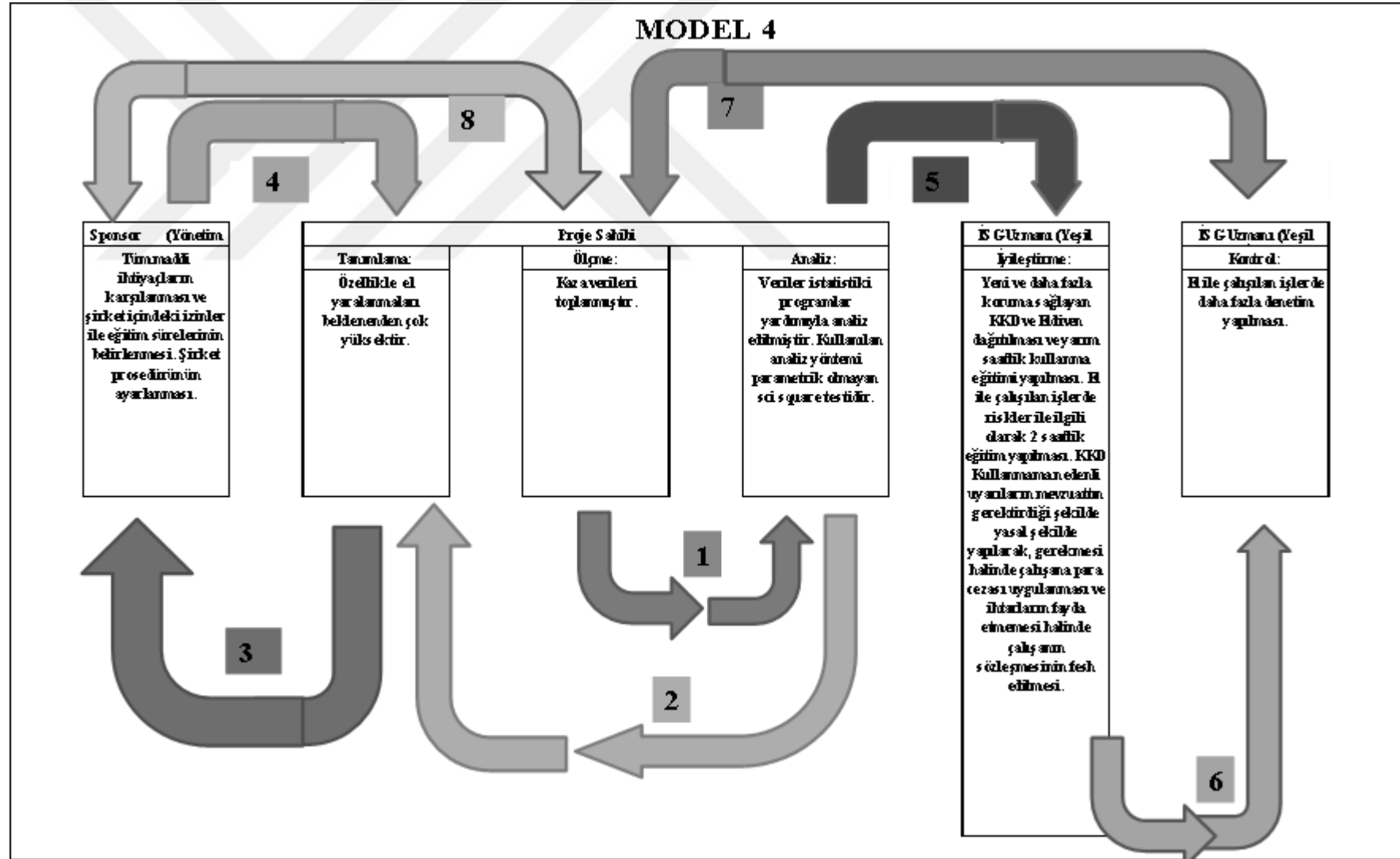
Proje sahibinin ölçme ve analizler sonucunda elde ettiği tanımlamaya göre el bölgesi yaralanmaları beklenenden çok fazladır. Bu nedenle üst yönetimden sponsor talep edilerek ilgili iyileştirme süreçlerine başlanmıştır.

İyileştirme için öneriler sırasıyla;

- KKD kullanımının daha fazla denetlenmesi,

- Tüm personele daha fazla koruma sağlayan eldiven verilmesi ve kullanım eğitimi (Yarım saat)
- KKD Kullanmama nedenli uyarıların mevzuattın gerektirdiği şekilde yasal şekilde yapılarak, gerekmesi halinde çalışana para cezası uygulanması ve ihtarların fayda etmemesi halinde çalışanın sözleşmesinin fesih prosedürünün başlatılması
- El ile çalışılan işlerde riskler ile ilgili olarak 2 saatlik eğitim yapılması.

İlgili iyileştirme projesi Şekil 5.21.'de Model 4 olarak sunulmuştur.

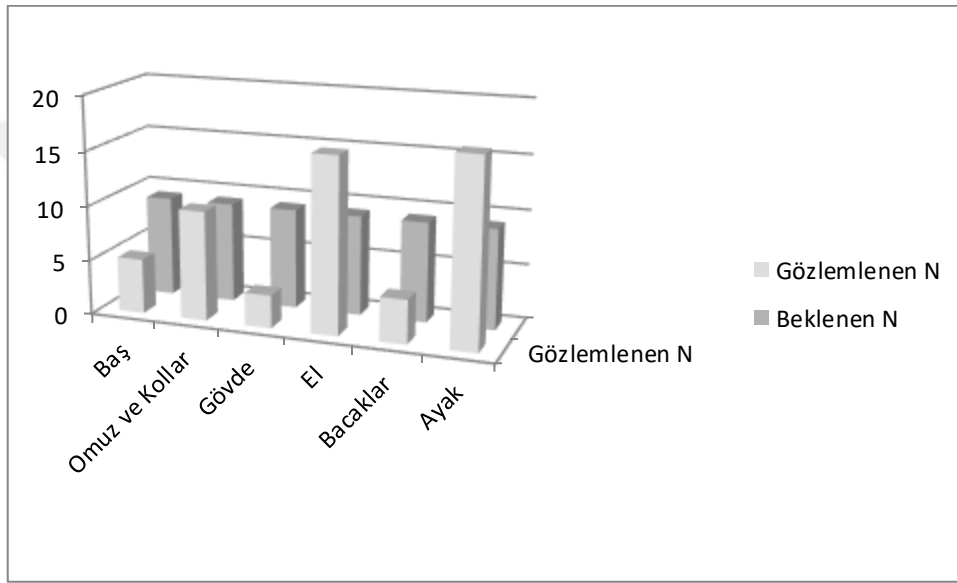


Şekil 5.21. Model 4. Yaralanma bölgesi aralıklarının oluşturduğu risk gruplarının iyileştirilmesinin modellenmesi

5.1.4.3. Altı sigma iyileştirme modellemesi sonrasında eğitim düzeyi aralıkları ile kazalanma ilişkisi

Altı sigma iyileştirme süreçleri sonrası yaralanma bölgesi kaza ilişkisi Şekil 5.22.'de görülmektedir. Şekil incelendiğinde hedeflenen risk grubu olan ellerinden yaralanan çalışanların gözlemlenen beklenen kazaları arasındaki ilişkinin azaldığı görülmektedir.

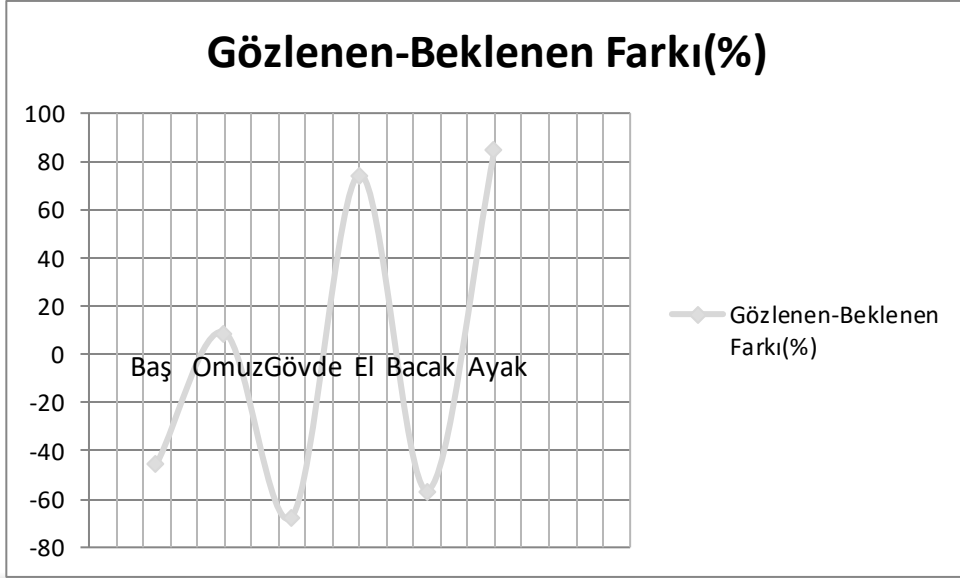
İyileştirme sonrası kaza geçiren personelin yaralanma bölgesi dağılımlarının gözlenen ve beklenen değerleri arasındaki farkın yüzdelik değişimi İse Şekil 5.23.'de görülmektedir.



Şekil 5.22. İyileştirme sonrası kaza geçiren personelin eğitim düzeyi dağılımları beklenen ve gözlemlenen kaza sayıları

Şekil 5.23. 'da görüleceği üzere özellikle ellerinden yaralanan çalışanların kaza gözlenen beklenen fark yüzdesi, %74,55'e kadar gerilemiştir.

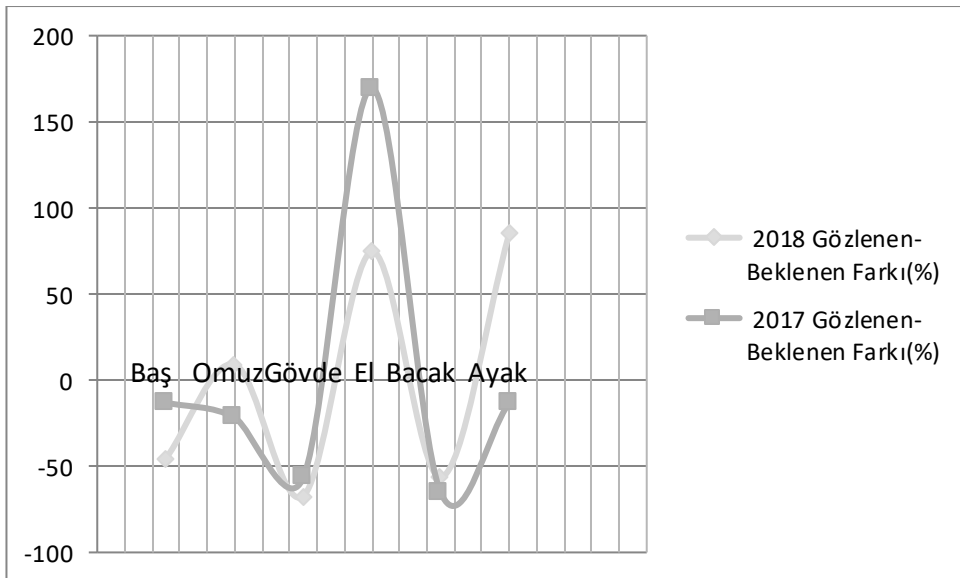
Şekil 5.24. incelendiğinde ise altı sigma öncesi (2017 yılı verileri) ve sonrası (2018 yılı verileri) gözlenen beklenen kaza sayıları farklılıklarının yüzdelik değişimi görülmektedir.



Şekil 5.23. İyileştirme sonrası kaza geçiren personelin eğitim düzeyleri dağılımlarının gözlenen ve beklenen değerleri arasındaki farkın yüzdelik değişimi

Şekil 5.24. göstermektedir ki yapılan iyileştirme ile ellerinden yaralanan çalışanların gözlemlenen beklenen kaza sayıları arasındaki yüzdelik farkları %169'dan %74'e kadar gerilemiştir.

Ancak el bölgesi yaralanma oranındaki azalmaya rağmen ayak bölgesi yaralanma sayıları beklentinin üstüne çıkmıştır.



Şekil 5.24. Yüzdelik farkların yıllara göre değişimi

İlerleme sağlanmış dahi olsa mevcut durum halen p değerinin $0,001 < 0,05$ olmasından dolayı H_{HH1} (Altı sigma uygulaması sonrasında ortaya çıkan kazalar ile kazaya neden olan güvensiz ortam-güvensiz hareket arasında anlamlı bir ilişki vardır.) hipotezi kabul edilmiştir.

Süreç sonrası altı sigma iyileştirme metodu ile yaralanma bölgesi-kaza ilişkisinin bağımlılığı ortadan kaldırılamamıştır ancak büyük ölçüde başarılı olmuştur. Bu nedenle üst yönetim ile beraber alınan karar ile sürecin devam ettirilmesi ve mümkün oranda yeni iyileştirmeler bulunması kabul edilmiştir.

5.2. TÜM İYİLEŞTİRMELER VE MODELLEME BAŞARILARI

Aşağıdaki Tablo 5.25. 'de bağımsız değişkenler ile ilgili yapılan tüm iyileştirmeler ve bu iyileştirmelerin sonuçları görülmektedir.

		2017 (Altı Sigma Öncesi)					2018 (Altı Sigma Öncesi)					İyileş time	Süreç Durumu
		Gösterilen N	Beklenen N	Gösterilen-Beklenen Fark	Gösterilen-Beklenen Fark(%)	P	Gösterilen N	Beklenen N	Gösterilen-Beklenen Fark	Gösterilen-Beklenen Fark(%)	P		
Yaş Dağılımı	18-30 Yaş	30	20,7	93	44,84	0,02	23	17,0	40	33,14	0,24	İyileş time için 12 gruplama özel olarak 2'ersine ayrılarak gruplanmıştır. Kişiler grubundaki personeller ile telefonlar 10'ar dakikalık görüşmeler yapılmıştır. Genel eğitimde gerekte yetersiz gözükmekte oldukları üzerinde tekrar görüşülmesi ve kesinlikle bu gruplamasız bırakılmıştır.	Başarıyla tamamlanmıştır.
	31-40 Yaş	21	32,9	-11,9	-34,09		19	25,0	-6,0	-23,88			
	41-50 Yaş	14	13,1	0,9	6,74		12	11,1	0,9	7,92			
	51 ve üzeri	4	2,3	1,7	72,94		1	1,9	-0,9	-47,38			
	Toplam	69					55						
Kıdem Dağılımı	1 yıldan az	20	4,3	13,7	218,84	0,00	0	41	0	-100	0,00	Bir yıldan daha az kıdemde çalışanların her zaman yanında daha fazla bir çalışkan bulundukları görülmüştür. Örgüt yapısı sürekli bir gün daha artırılmıştır. Ayrıca işe giriş akabinde verilen iş başı eğitimini 4 saatte 8 saatte çıkarılmıştır. Kıdemli çalışanların çalışkanlığı için iş başı eğitimini verilmeye başlanmıştır. Bu şekilde de çalışanların iş başı eğitimini verilmeye başlanmıştır.	Başarıyla tamamlanmıştır. Kıdemli çalışanların iş başı eğitimini verilmeye başlanmıştır.
	1-3 yılları	8	4,3	1,7	27,54		0	41	0	-100			
	3-5 yılları	7	4,3	0,7	11,59		18,0	41	11,9	29,5			
	5-7 yılları	4	4,3	-2,3	-34,23		8,0	41	1,9	30,9			
	7-9 yılları	6	4,3	-0,3	-4,35		3,0	41	-3,1	-50,9			
	9-11 yılları	3	4,3	-3,3	-32,17		10,0	41	3,9	13,1			
	11-13 yılları	9	4,3	2,7	43,48		2,0	41	-4,1	-47,3			
	13-15 yılları	2	4,3	-4,3	-48,12		2,0	41	-4,1	-47,3			
	15-17 yılları	2	4,3	-4,3	-48,12		1,0	41	-5,1	-53,1			
	17-19 yılları	1	4,3	-3,3	-34,04		3,0	41	-3,1	-50,9			
	19-21 yılları	7	4,3	0,7	11,59		8,0	41	1,9	30,9			
	Toplam	69					55						
Cinsiyet	Erkek	63	42,1	0,9	1,45	0,72	51	30,6	0,4	0,79	0,84	İyileştimeye veya Eyleme Genel Gözlenmiştir.	%1
	Kadın	6	4,9	-0,9	-13,04		4	4,4	-0,4	-9,09			
	Toplam	69					55						
Medeni Durum	Bekar	34	34,5	-0,5	-1,45	0,90	24	29,2	-3,2	-10,8	0,39	İyileştimeye veya Eyleme Genel Gözlenmiştir.	%1
	Evlü	35	34,5	0,5	1,45		29	25,9	3,2	12,2			
	Toplam	69					53						
Proje Yılı	2017	6	4,2	-0,2	-3,38	0,93	1	41	-5,1	-83,41	0,03	İyileştimeye veya Eyleme Genel Gözlenmiştir.	%1
	2018	63	42,8	0,2	0,33		54	49	5,1	10,41			
	Toplam	69					55						

		2017 (Aktu Signa Özeti)				P	2018 (Aktu Signa Özeti)				P	İyileşim	Süreç Durumu
		Özetlenen N	Beklenen N	Özetlenen Beklenen Farkı	Özetlenen Beklenen Farkı(%)		Özetlenen N	Beklenen N	Özetlenen Beklenen Farkı	Özetlenen Beklenen Farkı(%)			
Eğitim Düzeyi	İlköğretim	21	20,0	1,0	4,95	0,003	16	14,9	1,2	7,74	0,042	Yeni bir eğitim programı oluşturulmuş ve bu programın uygulanması için gerekli olan eğitimci ve öğrenci sayıları belirlenmiştir. Mevcut çalışanlardan enabgretim ve oku eğitim düzeyine sahip çalışanlar risk grubu olarak belirlenmiş ve iki zamlık risk eğitimine alınmışlardır. Grup olarak çalışanların zamlı zamlarında her bir grubu da en %50'ine enabgretim ve oku çalışanlardan oluşması sağlanmıştır. Düşük eğitim grubunda olan çalışanlardan enabgretim ve oku çalışanlarına da bu şekilde eğitim verilmiştir.	Başarısız İlerleme Kaydedilmemiştir Sürekli İyileşim
	Ortaokul	35	23,5	11,5	49,19		28	19,8	8,2	41,41			
	Öğrenci	5	16,6	-11,6	-69,81		8	12,1	-4,1	-33,82			
	Öğretmen	8	9,0	-1,0	-10,81		3	8,3	-5,3	-63,64			
	Total	69					55						
Eğitim Bölge	Baş	10	11,5	-1,5	-13,04	0,000	5	9,2	-4,2	-45,454545	0,001	Yeni ve daha fazla konulara çalışan KKD ve Eldevin dağıtılması ve yarı zamanlılık kuralları eğitimi yapılması. B ile çalışan işlerde riskler ile ilgili olarak 2 zamlık eğitim yapılması. KKD kuralları ile edelili yarı zamanlılık gerektirdiği şekilde yazal şekilde yapılması, gereksinim halinde çalışanların paralarını uygulamaları ve ilerlerini fayda etmemesi halinde çalışanların zamlarına da fazla edilmesini.	Başarısız İlerleme Kaydedilmemiştir Sürekli İyileşim
	Ortaokul	9	11,5	-2,5	-21,74		10	9,2	0,8	9,090909			
	Öğrenci	5	11,5	-6,5	-56,52		3	9,2	-6,2	-67,727273			
	Öğretmen	4	11,5	-7,5	-65,22		16	9,2	6,8	74,545455			
	Ayak	10	11,5	-1,5	-13,04		4	9,2	-5,2	-56,363636			
	Total	69					55						
	Öğrenci	3	34,5	-31,5	-91,30		2	27,5	-25,5	-92,727273			
Öğretmen	66	34,5	31,5	91,30	53	27,5	25,5	92,727273					
Total	69				55								
Kam Sektörü	Dikkatli Çalışma	27	7,7	19,3	251,7	0,00	38	6,9	31,1	452,727273	0,00	Uygulanmayan KKD ve Makine kurulumları için yeni bir eğitim programı oluşturulmuş ve bu programın uygulanması için gerekli olan eğitimci ve öğrenci sayıları belirlenmiştir. Uygulanmayan KKD ve Makine kurulumları için yeni bir eğitim programı oluşturulmuş ve bu programın uygulanması için gerekli olan eğitimci ve öğrenci sayıları belirlenmiştir.	Başarısız İlerleme Kaydedilmemiştir Sürekli İyileşim
	Öğrenci ve Öğretmen	4	7,7	-3,7	-47,81		1	6,9	-5,9	-85,454545			
	Öğrenci	7	7,7	-0,7	-8,70		6	6,9	-0,9	-12,727273			
	Uygulanmayan KKD	0	7,7	-7,7	-100,00		1	6,9	-5,9	-85,454545			
	Kullanılan KKD	1	7,7	-6,7	-86,96		1	6,9	-5,9	-85,454545			
	Makine	1	7,7	-6,7	-86,96		0	6,9	-6,9	-100			
	Konu Kurulum Uygulanmayan	2	7,7	-5,7	-73,91		0	6,9	-6,9	-100			
	Uygun Raporlar	12	7,7	4,3	56,52		4	6,9	-2,9	-41,818182			
	Öğrenci	2	7,7	-5,7	-73,91		1	6,9	-5,9	-85,454545			
	Diğer	13	7,7	5,3	69,37		3	6,9	-3,9	-56,363636			
Total	69				55								

Tablo 5.25. Bağımsız değişkenler ile ilgili yapılan tüm iyileştirmeler ve bu iyileştirmelerin sonuçları Tablo Devamı

		2017 (A.1.1 Sığır, Çeyrek)				p	2018 (A.1.1 Sığır, Çeyrek)				p	İyileştirme	Süreç Durumu
		Çalışılan eN	Beklama N	Çalışılan- Beklama Farkı	Çalışılan- Beklama Farkı(%)		Çalışılan eN	Beklama N	Çalışılan- Beklama Farkı	Çalışılan- Beklama Farkı(%)			
Yarı Bülgen	Üretim Ablakları	60	13,8	46,2	334,78	0,00	32	7,9	24,1	305,06	0,00	Üretim Ablakları dışındaki kamulaştırma ödemeleri karlılıklar ve ilgili konularda sadece ilgili görevlerle ilgili verilmiştir.	Başvuru/İhtiyaç Kaydedildi/Sürekli İyileştirme
	Değer	5	13,8	-8,8	-63,77		15	7,9	7,1	89,87			
	Labaratuar	1	13,8	-12,8	-92,75		2	7,9	-5,9	-74,68			
	Tuvaler/Düğ	1	13,8	-12,8	-92,75		1	7,9	-4,9	-67,34			
	Diğer	2	13,8	-11,8	-85,51		3	7,9	-4,9	-62,03			
	Total	69					33						
Aylar	Ocak	3	5,8	-2,8	-47,83	0,079	1	4,6	-3,6	-78,18	0,708	İyileştirilmeye veya Eyleme Çabak Gözlenmiştir.	Yok
	Şubat	6	5,8	0,3	4,35		5	4,6	0,4	9,09			
	Mar	14	5,8	8,3	143,48		3	4,6	-1,6	-34,35			
	Nisan	7	5,8	1,3	21,74		4	4,6	-0,6	-12,73			
	Mayıs	6	5,8	0,3	4,35		5	4,6	0,4	9,09			
	Haziran	4	5,8	-1,8	-30,43		5	4,6	0,4	9,09			
	Temmuz	4	5,8	-1,8	-30,43		7	4,6	2,4	52,73			
	Ağustos	3	5,8	-2,8	-47,83		7	4,6	2,4	52,73			
	Eylül	5	5,8	-0,8	-13,04		3	4,6	-1,6	-34,35			
	Ekim	6	5,8	0,3	4,35		7	4,6	2,4	52,73			
	Kasım	8	5,8	2,3	39,13		4	4,6	-0,6	-12,73			
	Aralık	3	5,8	-2,8	-47,83		4	4,6	-0,6	-12,73			
	Total	69					33						
Çeyrek	Pazar/veri	7	11,7	-4,7	-40,32	0,005	7	8,8	-1,8	-20,45	0,533	Çeyrek kamulaştırma raporu/başvurusunda veya verilecek belgelerde sınırlı olduğu görüldüğünde kamulaştırma raporu/başvurusunda yer alan kamulaştırma işlemleriyle ilgili olarak ilgili görevlerle ilgili verilmiştir. Çeyrek ve Pazar güdeleri (SGL) kamulaştırma raporu/başvurusu ve yapılmış kamulaştırma raporu/başvurusu ile ilgili olarak.	Başvuru/İhtiyaç
	Bali	15	15,2	-0,2	-1,19		14	14,3	-0,3	-2,10			
	Çarşamba	12	15,2	-3,2	-20,98		8	9,9	-1,9	-19,19			
	Perşembe	17	14,5	2,5	17,32		8	9,9	-1,9	-19,19			
	Çuma	6	8,3	-2,3	-27,54		8	4,6	1,4	31,21			
	Çarşamba	8	2,8	5,2	189,86		8	4,6	3,6	81,82			
	Pazar	4	1,4	2,6	189,86		2	1,1	0,9	81,82			
	Total	69					33						

Tablo 5.25. Bağımsız değişkenler ile ilgili yapılan tüm iyileştirmeler ve bu iyileştirmelerin sonuçları Tablo Devamı

		2017 (Altı Sigma Öncesi)					2018 (Altı Sigma Öncesi)					İyileştirme	Süreç Durumu
		Gözlemlenen N	Beklenen N	Gözlenen- Beklenen Farkı	Gözlenen- Beklenen Farkı(%)	p	Gözlemlenen N	Beklenen N	Gözlenen- Beklenen Farkı	Gözlenen- Beklenen Farkı(%)	p		
Vardiya Satları	1	12	8,6	3,4	39,13	0,51	7	8,8	-1,8	-20,45	0,53	İyileştirmeye veya Eyleme Gerek Görülmemiştir.	Yok
	2	7	8,6	-1,6	-18,84		14	14,3	-0,3	- 2,10			
	3	13	8,6	4,4	50,72		8	9,9	-1,9	-19,19			
	4	7	8,6	-1,6	-18,84		8	9,9	-1,9	-19,19			
	5	8	8,6	-0,6	- 7,25		8	6,6	1,4	21,21			
	6	5	8,6	-3,6	-42,03		8	4,4	3,6	81,82			
	7	10	8,6	1,4	15,94		2	1,1	0,9	81,82			
	8	7	8,6	-1,6	-18,84		55						

Tablo 5.25. Bağımsız değişkenler ile ilgili yapılan tüm iyileştirmeler ve bu iyileştirmelerin sonuçları Tablo Devamı

BÖLÜM 6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Altı Sigma Yönetim sistemleri Türkiye’de genellikle yabancı ortaklı firmalarda kullanılmaktadır. Özellikle Arçelik firmasının 1998 yılında altı sigma süreçlerini başlatması ile şu an Türk Ekonomisinin ilk 100’ünde bulunan birçok firma altı sigma süreçlerini başlatmış ve devam ettirmektedir. Ancak bu sistemi kullanan firmalarda da sistemin sadece kalite yönetim sistemi olarak kullanılması ve İSG’de kullanılmaları araştırmada kullanılmak üzere ihtiyaç duyulan verilerin toplanmasın bir hayli zorlaştırmıştır. Bu bağlamda araştırmamız İş sağlığı güvenliğinde altı sigmanın uygulanması bakımından ilk örneği teşkil etmektedir.

Araştırma kapsamında elde edilen bulgular yardımıyla literatürdeki görüşlere de yer verilerek tartışılan konuların sonuçları aşağıda sırasıyla bulunmuştur.

1. Altı sigma yönetim sistemi mükemmelliği hedeflemektedir, özellikle hedeflenen hata oranının 6σ seviyesinde milyonda 3,4 olması, iş sağlığı ve güvenliğindeki sıfır kaza hedefi ile uyumludur. Aynı zamanda altı sigmanın dünyadaki uygulamalarının gösterdiği üzere hedeflenen bu değer gerçekçi ve sürdürülebilirdir.

Araştırma göstermiştir ki bir senelik bir altı sigma uygulamaları dahi kaza sayılarını düşürmektedir. Altı sigma uygulamaları öncesinde araştırmaya konu olan firmada 3919 kişi çalışırken kaza sayısının 69 adet/yıl ve kişi başına düşen kaza sayısının 0,0176 kaza/kişi olması. Altı sigma uygulamaları sonrasında ilgili firmada 4074 kişi çalışmasına rağmen kaza sayısının 55 adet/yıl ve kişi başına düşen kaza sayısının 0,0135’e gerilemesi bu durumu kanıtlamaktadır.

Altı sigma uygulaması sadece kaza sayısını azaltmakla kalmamış aynı zamanda kaza sonrası kaybedilen zamanı da geriletmiştir. Altı sigma öncesinde kaza başı kayıp zaman 115,36 saat iken uygulama sonrasında kaza başı kayıp zaman 110,45 saate gerilemiştir.

Dolayısıyla altı sigma uygulamaları iş sağlığı ve güvenliğinde kullanılabilir, sürdürülebilir ve faydalı bir sistemdir. Bu nedenle altı sigma yönetim sisteminin iş sağlığı güvenliğinde kullanılması önerilmektedir.

2. Araştırmamız çalışan demografik özellikleri başta olmak üzere bağımsız değişkenlerin kaza bağımlı değişkeni üzerine etkilerini incelemiştir. Bağımsız değişkenlerden birçoğunun bağımlı değişken üzerine etkileri olduğu ispatlanmıştır. Bu bağımsız değişkenlerden olan çalışan yaşı, özellikle üzerinde durulması gereken bir konudur.

Araştırmamız göstermektedir ki görece genç ve yaşlı işçiler orta yaşlı işçilere göre daha fazla kaza yapmaktadır. Bu nedenle gerek işe alım kriterleri içerisinde gerek işe alınan personelin uygun işe yerleştirilme süreçlerinde çalışanın yaşı dikkat ile ele alınmalıdır. Mümkün olduğunca yeni işe alınan genç çalışanların ve yaşı ilerleyen çalışanların riski daha düşük işlerde çalıştırılması kaza sayılarının düşürülmesinde faydalı olacaktır.

Ayrıca genç ve yaşlı işçilerin daha riskli çalışan gruplarından sayılarak üzerlerinde daha fazla süreli ve daha çeşitli eğitim programları uygulanması önerilmektedir.

3. Aynı şekilde çalışan kıdem süresinin kaza ile ilişkisi araştırma kapsamında ortaya çıkarılmıştır. Bu nedenle kıdem süresi özellikle düşük çalışanların ve kıdem süresi çok yüksek olan çalışanların daha az risk ihtiva eden işlerde çalıştırılması da kaza sayılarını azaltacaktır.

Bu risk grubuna sahip çalışanlarında daha fazla eğitime tabii tutulması önerilmekle beraber, kıdem süreleri çok fazla olan çalışanların sürekli aynı işi yapmalarının da önüne geçilmesi önerilmektedir.

4. Her ne kadar araştırma kapsamında cinsiyet ve medeni durum bağımsız değişkenlerinin iş kazası bağımlı değişkenine etki etmediği görülse de birçok araştırmada cinsiyet ve medeni durumun da kazaya etki eden faktörler olduğu literatür taraması esnasında görülmüştür. Bu nedenle işverenlerin, herhangi işe herhangi çalışan yerleştirme tarzından vazgeçmeleri ve uygun işe uygun çalışan yerleştirme zihniyetini benimsemeleri önerilmektedir.

Bu bağlamda işverenlerin de en az çalışanlar kadar iş sağlığı eğitimlerine katılmaları, hatta işveren olmak için belirli seviyede iş sağlığı ve güvenliği bilgisine sahip olmalarının devletin ilgili kurumlarınca zorunlu tutulması önerilmektedir.

5. Çalışanlar genel olarak işletmelerde beyaz yaka ve mavi yaka olarak ayrılmaktadırlar. Mavi yakalı çalışanlar daha fazla beden gücü ile çalışırken, beyaz yakalı çalışanlar daha çok fikri ve idari işleri yapmaktadır. Her ne kadar mavi yakalı çalışanların bu nedenle daha fazla riskli alanlarda çalıştığı ve bu yüzden daha fazla kazaya maruz kaldıkları düşünülmekteyse de iş güvenliği eğitimin her iş için standart olmadığı spesifik her iş için spesifik İSG eğitimi gerektiği unutulmamalıdır. Bundan dolayı özellikle iş sağlığı ve güvenliği uzmanlarına sorumlu oldukları her çalışan için ayrı eğitim programı hazırlamaları önerilmektedir.

6. Yapılan araştırmadan görüleceği üzere çalışanların eğitim düzeyleri iş kazaları üzerinde etkili olmaktadır. Araştırmamızda özellikle ortaöğretim ve altı eğitim seviyesine sahip çalışanların daha fazla kazaya karıştıkları görülmektedir. Birçok farklı araştırmanın da desteklediği bu sonuca göre çalışanların eğitim seviyesi arttıkça iş kazasına karışma oranları düşmektedir.

Hali hazırdaki standart örgün eğitim programlarımızda ön lisans seviyesine kadar iş sağlığı ve güvenliği eğitimi olmamasına, ön lisans sonrasında da genellikle seçmeli olarak sunulan iş sağlığı ve güvenliği eğitiminin çalışan nüfusun büyük bir kısmının görmemesine rağmen eğitim seviyesinin iş kazaları üzerindeki etkisi göstermektedir ki, her üst eğitim seviyesi kişinin dünyaya, olaylara ve hayata bakış açısını değiştirmekte ve geliştirmektedir. Her üst eğitim seviyesinde kişi olaylara karşı daha fazla bilinçlenmektedir.

Bir işletmede çalışanların eğitim seviyesi ne kadar yüksek ise o denli az iş kazası yaşanacağı unutulmamalıdır.

7. Araştırmamız göstermektedir ki, araştırmaya konu olan işyerinde iş kazalarında en fazla el yaralanmaları olmaktadır. Altı sigma iyileştirmeleri sonucu el yaralanmalarında azalma yaşanmıştır. Bu durum göstermektedir ki her işletmede yaralanmaların daha fazla olduğu vücut bölgeleri söz konusudur ve bu yaralanmalar özellikle uygun KKD sağlanması ve makine koruyucuların uygun nitelikte olması ile azaltılabilmekte hatta önlenebilmektedir.

Bu nedenden dolayı her işyerinde kaza analizlerinin doğru şekilde yapılması işletmenin zaafalarını ortaya koyacaktır ki çoğu zaaf basit önlemler ile iyileştirilebilmektedir. Bu noktada sorumlulara önerilen iş sağlığı ve güvenliği kapsamında uygun veri toplanabilmesi için ölçme, raporlama ve arşivleme işlemlerine önem verilmesidir.

Ayrıca risk kapsamında olup olmadığına bakılmaksızın işletme bünyesinde çalışan her çalışana KKD ekipmanlarının sağlanması ve kullanması ile ilgili eğitimin verilmesi ve bu işin kontrolünün önemle yapılması önerilmektedir.

8. İş kazalarının %88'i güvensiz hareketlerden, %12'si ise güvensiz ortamlardan kaynaklanmaktadır. Güvensiz ortamların yok edilmesi tamamen işverenin sorumluluğunda olmakla beraber güvensiz hareketlerin önlenmesi de işveren ile çalışanın eğitilmesi ile azaltılabilmekte hatta önlenebilmektedir.

Bu noktada iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin önemi ortaya çıkmaktadır. Sorumlulara önerilen İSG Eğitiminin yeterli ve çalışan tarafından algılanabilen ve bu sayede uygulanabilecek şekilde alınmasının sağlanmasıdır. Unutulmamalıdır ki teorikte bilinen lakin pratikte kullanılmayan hiçbir bilginin değeri yoktur.

9. Çoğu işletme de iş programları yıla, aya, haftaya hatta güne ve saate göre farklılık göstermektedir. Dolayısıyla doğru planlanmamış bir iş programı işletmenin bazı zamanlarda hiç çalışmazken bazı zamanlarda ise haddinden fazla çalışmasına neden

olmaktadır. Bu durum hem işletmeye ekonomik açıdan zarar vermekte hem de çalışan üzerinde bazı zamanlarda yoğun iş yükü bulunması sebebiyle kaza sayılarını arttırmaktadır. Bu durumda iş programlarının olabilecek en doğru şekilde yapılması önemlidir.

Araştırmamız ve benzer araştırmalar göstermektedir ki özellikle çalışma saatlerinin ilk başlarında ve mola dönüşlerinden sonraki ilk çalışma saatlerinde iş kazaları artmaktadır. Bu nedenle iş başlangıç ve mola dönüşlerinde çalışanlar üzerinde daha fazla kontrol yapılması önerilmektedir.

Benzer şekilde her gün aynı iş yükü ile çalışan personellerde hafta tatili sonrası ilk iş gününde ve hafta tatilinden önceki son iş gününde kaza sayıları artmaktadır. Bu zaman aralıklarında kontrollerin sıklaştırılması önerilmektedir.

Aylar ele alındığında ise özellikle iklim şartlarının zorlayıcı olduğu zamanlarda kontroller arttırılmalıdır. İklim şartları yapılan işe göre ele alınmalı ve mümkün olan en iyi çalışma ortamı çalışana sunulmalıdır.

Sonuç olarak görüleceği üzere iş sağlığı ve güvenliği bir disiplinler bütünüdür. Bu disiplinlerin hep beraber çalışması gerekmektedir. Araştırmamız kapsamında ele alındığı üzere altı sigma yönetim sistemi bu disiplinlerin hep beraber ele alınması, ele alınan her bir sürecin tanımlanması, ölçülmesi, analiz edilmesi, iyileştirilmesi ve kontrol edilmesi bakımından kullanışlı bir modeldir. Ülkemizde üst düzey firmalar tarafından 1998 yılından beri kalite kontrol sistemi olarak altı sigma modelinin uygulanması, altı sigmanın İSG iyileştirme sistemi olarak da kullanılması için alt kültür oluşturmuştur. Dolayısıyla İSG konusunda bu modelin kullanılması işletmelerde hem daha kolay olacak hem de üretim süreçleri daha az iş kazası ile sonuçlanacaktır.

KAYNAKLAR

Anbari, F.T. ve Kwak, Y.H.: (2004). "Success Factors in Managing Six Sigma Projects". Project Management Institute Research Conference. London. UK. 1-14.

Antony, J. ve Banuelas, R.: (2002). "Key Ingredients for The Effective Implementation of Six Sigma Program". Measuring Business Excellence. 20-27.

Aslanargun A. ve ark.: (2001). "İstatistik" T.C. Anadolu Üniversitesi Yayını No: 2608Açıköğretim Fakültesi Yayını No: 1576

Atmaca, E. ve Girenes, S.Ş.: (2009), "Literatür Araştırması: Altı Sigma Metodolojisi" Süleyman Demirel Üniversitesi iktisadi ve idari Bilimler Fakültesi Dergisi. Cilt: 14, Sayı:3. 111-126.

Banuelas R. , Jiju Antony ; (2004). "Six Sigma or Design for Six Sigma", The TQM Magazine, Volume 16, Number 4.

Baş, T.: (2003). "Altı Sigma". Kalite Ofisi Yayınları No: 5.

Cho, J.H., Lee, J.H., Ahn, D.G. ve Jang, J.S. (2011). Selection of Six Sigma Key Ingredients (KIs) in Korean Companies. *The TQM Journal*. Vol: 23, No: 6. 611-628. Erişim Tarihi: 11 Ocak 2014, Emerald veritabanı.

Cooper, D.M.: (2000), "Towards a Model of Safety Culture", Safety Science, 36.

Coronado, R., B., Jiju, A.: (2002), "Critical Success Factors for Successful Implementation of Six Sigma Projects in Organizations", The TQM Magazine, Vol:14, No: 2, s. 92- 99.

Coronado, R.B. ve Antony, J.: (2002). "Critical Success Factors For The Successful Imputation of Six Sigma Projects in Organizations". The TQM Magazine. Vol: 14, No: 2. 92-99.

Çabuk, Y. ve Karayılmazlar, S.: (2010). "Altı Sigma Yaklaşımı". Bartın Orman Fakültesi Dergisi. Cilt: 12, Sayı: 17. 93-99.

Desai, D.A., Antony, J. ve Patel, M.B. (2012). "An Assessment of The Critical Success Factors for Six Sigma Implementation in Indian Industries". International Journal of Productivity and Performance Management. Vol: 61, No: 4. 426-444.

Devecioğlu, S. ve Yücel. A.S.: (2012). "Spor Sektörü ve Altı Sigma Yönetim Modeli". Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi. 17-24.

Erdem, E.: (2008), "Maslow'un İhtiyaçlar Hiyerarşisi Kuramına Göre Konutların Swot Analizi ile Değerlendirmesi" Yüksek Lisans Tezi.

Firuzan, A.R., Alpaykut, S. ve Gerger, A.: (2013). "Yalın Altı Sigma Projeleri İçin Kritik Başarı Faktörleri". Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi. Cilt: 14, Sayı: 4. 65-79. Erişim Tarihi: 17 Ocak 2014,

- Güneyli, O.: (2009). “Sağlık Sektöründe Altı Sigma Uygulaması”. Yüksek Lisans Tezi. Kocaeli Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Gürsakar N., Oğuzlar A.:(2003), “Altı Sigma”, Vipaş Yayınları, Bursa.
- Gürsakar, N. ve Oğuzlar, A.: (2003). “Altı Sigma”. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No:205. Vipaş A.Ş. Yayın No:81. Bursa.
- Gürsakar, N.: (2005). “Altı Sigma Müşteri Odaklı Yönetim”. (2.Basım). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Gürses D.:(2005) “İşletmelerde Kalite ve Sürekliliğin Sağlanmasında Alt Sigma Yaklaşımı ve Bir Örnek Uygulama”, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Projesi, İzmir.
- Işığçok, E.: (2005). “Altı Sigma Kara Kuşaklar İçin Hipotez Testleri Yol Haritası”. (1.Baskı). Sigma Center Yönetim Sistemleri Yayın No:1. Bursa: Ezgi Kitabevi.
- Işığçok, E.: (2011). “100 Soruda Altı Sigma”. Bursa: Marmara Kitabevi
- İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunun 6331 Sayılı Resmî Gazete Tarih :30.6.2012
Sayı : 28339
- İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği Resmî Gazete Tarihi:29.12.2012 Resmî Gazete Sayısı: 28512
- Jenab, K. ve Staub, S.: (2012). “Analyzing Management Style and Successful Implementation of Six Sigma”. International Journal of Strategic Decision Sciences, 3(3). 13-23.
- Kahraman, M. F.: (2012) “Ergonomik Risk Değerlendirme Yöntemlerinin Çok Ölçütlü Karar Verme Teknikleri ile Önceliklendirilmesi ve Bütünleşik Bir Model Önerisi”, Gazi Üniversitesi.
- Kalyoncuoğlu, F. Ş. (1999). “Sürücü Niteliklerinin Trafik Kazaları Üzerine Etkisi.”II. Ulaşım ve Trafik Kongresi-Sergisi
- Kara, İ. H. Sıtmacı, K., Erdem, Ö., Kaplan, M., Aldemir, M. (2007) “Diyarbakır İlinde Meydana Gelen Trafik Kazalarının İncelenmesi.”
- Kundi, O.H.K.: (2005). “A Study of Six Sigma Implementation and Critical Success Factors”. Pakistan’s 9th International Convention on Quality Improvement. Karachi, Pakistan. 1-12.
- Küçük. S (2014) Doktora Tezi “Adli Tıp Kurumu Ankara Grup Başkanlığı Trafik İhtisas Dairesi’ne Kusur Durumu Tespiti İstemiyle Gönderilen Ölümlü Araç Kazalarında Sürücü Kusur Durumları ve Sürücülerin Sosyodemografik Özellikleri Açısından Değerlendirilmesi”
- Lagrosen, Y., Lagrosen, S.: (2000), “The Effects of Quality Management a Survey of Swedish Quality Professionals, International Journal of Operations and Production Management”, V. 25, N.10, s. 940-952.

Lama, J.D.L., Fernandez, J., Punzano, J.A., Nicolas, M., Nin, S., Mengual, R., Ramirez, J.A., Raya, A.L., Ramos, G.: (2013). "Using Six Sigma Tools to Improve Internal Processes in A Hospital Center Through Three Pilot Projects". International Journal of Healthcare Management. Vol: 6, No:3. 158-167.

Linderman, K., Schroeder, R.G., Zaheer, S. ve Choo, A.S.: (2003). "Six Sigma: A Goal-Theoretic Perspective. Journal of Operations Management". 193-203.

Maslow A.: (1999) "Towards Psychology of Being", Canada, John W. and Sons.

Nonthaleerak, P. ve Hendry, L.: (2008). "Exploring The Six Sigma Phenomenon Using Multiple Case Study Evidence". International Journal of Operations & Production Management. Vol. 28, No: 3. 279-303.

Öztürk, S.T.: (2012). "Altı Sigma ve İşletmelerin Altı Sigma 'dan Kaçınma Sebepleri". Yüksek Lisans Tezi. Sivas Cumhuriyet Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Pande, P.S., Neuman, R.P. ve Cavanagh, R.R.: (2012). "Six Sigma Yolu: GE, Motorola ve Zirvedeki Diğer Firmaların Performanslarını Yükseltme Yöntemleri". Nafiz Güder ve Güneş Tokcan (Çev). İstanbul: Klan Yayınları.

Pande, S., P., Neuman, P., R., Cavanagh, R., R.: (2000) "The Six Sigma Way", McGraw Hill, New York

Polat, A., Birol, C., Arıtürk, T.: (2005), "Altı Sigma Vizyonu", Pelin Ofset Matbaacılık, Ankara.

Polat, A., Birol, C., Arıtürk, T.: (2005), "Altı Sigma Vizyonu", Pelin Ofset Matbaacılık, Ankara

Pyzdek, T. (2003). "The Six Sigma Handbook: A Complete Guide for Green Belts, Black Belts, and Managers at All Levels". Revised and Expanded Edition. The McGraw-Hill Companies.

Sağioğlu, H., Coşkun, M.B., Erginel, N.: (2015), "REBA ile Bir Üretim Hattındaki İş İstasyonlarının Ergonomik Risk Analizi", Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 3 (3), ÖS: Ergonomi2015, 339-345.

Satı, Z.E. ve Gülay, K.: (2012). "Altı Sigma Yönteminin Bir Enerji Santralinde Uygulanması" Business and Economics Research Journal. Volume:3, Num-ber:4. 143-163.

Seyrekoğlu H. 2017, İstanbul İli Anadolu Yakasında Hafriyat Ve Katı Atık Taşınması Yapan Ağır Vasıta Şoförlerinin Çalışma Koşulları Ve Neden Oldukları Trafik Kazaları Hakkında Bir İnceleme, Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi İstanbul

Uçan R.: (2018), "İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Sınavı Hazırlık Kitabı" Nar Yayınevi İstanbul

Web 1, (2009) Ertan E., "Altı Sigma", <http://ba.metu.edu.tr/~manclub/yayinlar/glokal/glokalarsivi/sayii> 15.05.2019

Wilson, M., P.: (1999), ‘Six Sigma Understanding the Concept, Implication and Challenges, Advanced System Consultants’ New York.

Wyper, B., Harrison, A.: (2000), ‘Deployment of Six Sigma Methodology in Human Resource Function: A Case Study, Total Quality Management’, July, Volume 11, Issue 4-5, s.720-727.

Yavuzkan, G., Kaya. K. (2015), ‘Ergonomik Risk Analizleri Yazılımlaştırılması Ergonomi-İş Güvenliği Risk Haritalandırılması’, Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 3 (3), ÖS: Ergonomi 2015, 603-614.



ÖZGEÇMİŞ

Canan Uçan 1962 İstanbul doğumludur. İlköğretimin ardından orta ve lise eğitimini 1979 yılında İstanbul Çamlıca Kız Lisesinde tamamlamıştır.

1983 yılında İstanbul Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesini bitirmiştir. Aynı yıl İş Bankası Kredi ve İstihbarat Müdürlüğünde işe başlamıştır. İki yıl sonrada İş Bankası Dış İşlem Müdürlüğünde 1987 yılına kadar çalışmaya devam etmiştir.

1990 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Yönetimi Yüksek Lisans Programından mezun olmuştur.

1990-2015 yılları arasında inşaat, ambalaj ve tekstil firmalarında yönetici olarak görev almıştır.

2015 yılında Okan Üniversitesi MYO bünyesinde yönetim organizasyonu ve uluslararası pazarlama dersleri vermiştir. Aynı zamanda Okan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Doktora Programında eğitime başlamış ve tez aşamasında devam etmektedir. Bu süreçte tezini destekler nitelikteki Altı Sigma, İş Sağlığı ve Güvenliği konularındaki eğitim ve konferanslara katılmıştır. Canan Uçan evli ve iki çocuk annesidir.

EK 1-Kaza Tanımlayıcı Sayılarının Anlamları Tablosu

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Olay	Yıl içerisinde karşılaşılan kazaların numarasını tanımlar											
Yas	İş kazasına karışan çalışanın yaşını yıl olarak tanımlar.											
Kıdem	İş kazasına karışan çalışanın teçrübelerini yıl olarak tanımlar.											
Cinsiyet	İş kazasına karışan çalışanın cinsiyetini sayı olarak tanımlar.	Erkek										
MedeniDurum	İş kazasına karışan çalışanın medeni durumunu sayı olarak tanımlar.	Bekar										
Pozisyon	İş kazasına karışan çalışanın pozisyonunu sayı olarak tanımlar.	Beyaz Yaka										
Eğitim	İş kazasına karışan çalışanın eğitim durumunu sayı olarak tanımlar.	İlköğretim	Önlisans	Lisans								
EtkilenenUzunluk	İş kazasına karışan çalışanın kaza sonrası etkilenen uzunlunu sayı olarak tanımlar.	Baş	Gövde	El	Bacak	Ayak						
Güvensizlik	İş kazasının güvensiz ortam veya hareketten kaynaklanmasını sayı olarak tanımlar.	Güvensiz Ortam										
Sebebi	İş kazasının nedenini sayı olarak tanımlar.	Dikkatsiz Çalışma	Güvensiz Çalışma	KKD Kullanmama	Uygun KKD Olmaması	Makine Korumasız Kullanılması	Makine Korumasız Olmaması	Uygun KKD Olmaması	Çalışma Yeri Dışındaki Çalışma			
Bölüm	İş kazasının meydana geldiği işyeri bölümünü sayı olarak tanımlar.	Üretim Alanları	Atölye	Taşıt(Servis)	Laboratuvar	Soyunma Odası	Tuvalet/Duş	DİĞER				
Ay	İş kazasının meydana geldiği ayı sayı olarak tanımlar.	Ocak	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Gün	İş kazasının meydana geldiği günü sayı olarak tanımlar.	Pazartesi	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi	Pazar					
Saat	İş kazasının meydana geldiği saatin vardiyanın kaçmci saati olduğunu sayı olarak tanımlar.											
Kayıp	İş kazası sonucu kaybedilen iş saatlerinin toplamını sayı olarak tanımlar.											
YIL	İş kazasının meydana geldiği yılı sayı olarak tanımlar.	2017/ 6 önces i	2018/ 6 sığna sonrası									

EK 2- 2017 Yılı Kaza Ham Verileri

Olay	Yas	Kıdem	Cinsiyet	MedeniDurum	Pozisyon	Eğitim	EtkilenenUzuv	Güvensizlik	Sebebi	Bölüm	Ay	Gün	Saat	Kayıp	YIL
1	34,00	4,00	1	1	2	2	6	2	8	2	1	4	4	3,00	1
2	43,00	21,00	1	2	2	2	2	1	7	1	1	2	5	30,00	1
3	42,00	6,00	1	2	2	1	1	2	10	1	2	6	5	3,00	1
4	40,00	4,00	2	1	2	2	4	2	2	1	2	3	2	10,00	1
5	32,00	6,00	1	2	2	1	6	2	10	7	3	5	1	7,00	1
6	28,00	5,00	1	2	2	2	4	2	8	1	3	5	3	40,00	1
7	36,00	13,00	1	1	2	2	4	2	8	1	3	3	8	15,00	1
8	38,00	8,00	1	2	2	2	6	2	10	1	3	5	6	15,00	1
9	28,00	2,00	1	2	2	2	4	2	10	2	3	6	4	23,00	1
10	32,00	10,00	1	2	2	2	4	2	10	1	3	4	3	10,00	1
11	27,00	3,00	1	1	2	1	2	2	10	2	4	2	3	5,00	1
12	42,00	8,00	1	1	2	2	4	1	6	1	4	4	3	258,00	1
13	24,00	2,00	1	1	2	3	1	2	10	1	4	4	3	2,00	1
14	30,00	6,00	1	2	2	2	4	2	10	1	5	1	3	5,00	1
15	27,00	4,00	1	1	2	1	2	2	3	2	5	2	3	2,00	1
16	24,00	1,00	1	1	2	2	2	2	2	1	5	4	2	10,00	1
17	20,00	2,00	1	1	2	2	4	2	2	1	5	1	7	5,00	1
18	28,00	2,00	1	1	2	3	1	2	8	1	6	2	5	4,00	1
19	33,00	11,00	1	2	2	3	4	2	10	1	6	4	5	7,00	1
20	35,00	2,00	1	1	2	3	2	2	3	1	8	3	7	2,00	1
21	27,00	6,00	1	2	2	2	4	2	8	1	8	5	3	60,00	1
22	42,00	6,00	2	2	2	2	4	1	7	1	9	2	1	5,00	1
23	27,00	2,00	1	2	2	2	4	2	10	1	10	2	6	5,00	1
24	30,00	5,00	1	2	2	3	1	2	8	1	10	3	8	20,00	1
25	46,00	12,00	1	2	2	2	4	2	8	1	10	4	2	3,00	1
26	44,00	6,00	1	1	2	1	5	2	10	1	11	7	1	7,00	1
27	35,00	2,00	1	1	2	2	6	2	8	1	12	2	5	30,00	1
28	43,00	9,00	1	1	1	4	5	2	9	8	12	4	1	30,00	1
29	33,00	3,70	1	2	2	2	6	2	1	1	2	5	2	3,00	1
30	35,00	0,10	1	2	2	2	4	2	1	1	3	6	6	3,00	1
31	41,00	0,20	1	2	2	1	4	2	1	1	7	2	8	0,10	1
32	25,00	1,10	1	1	2	1	6	2	1	8	9	4	4	3,00	1
33	55,00	4,80	1	1	2	1	2	2	1	1	10	6	4	21,00	1
34	25,00	0,90	1	1	1	4	4	2	1	5	11	2	3	17,00	1
35	26,00	4,40	1	1	2	2	4	2	1	1	11	3	1	3,00	1
36	27,00	1,40	1	1	2	2	4	2	8	1	7	3	1	2,00	1
37	44,00	12,50	1	1	2	2	4	2	1	1	7	4	1	0,50	1
38	44,00	12,70	1	1	2	1	3	2	1	2	9	1	8	0,30	1
39	56,00	5,60	1	2	2	4	3	2	1	1	10	2	4	4,00	1
40	39,00	3,50	2	2	2	2	1	2	1	1	12	2	3	2,00	1
41	19,00	0,10	1	1	2	1	6	2	1	1	4	3	5	5,00	1
42	25,00	0,10	1	1	2	2	1	2	1	1	4	4	1	0,20	1
43	20,00	3,80	1	1	2	4	4	2	1	1	4	1	7	23,00	1
44	25,00	0,90	2	2	2	1	2	2	2	1	6	4	8	36,00	1
45	44,00	6,10	1	2	2	1	6	2	1	1	7	1	5	14,00	1
46	26,00	0,10	1	1	2	1	3	2	1	1	8	6	3	3,00	1
47	43,00	0,30	1	2	2	1	1	2	8	1	10	2	7	2,00	1
48	39,00	7,00	1	2	1	2	2	2	10	1	1	3	1	26,00	1
49	25,00	0,90	1	2	2	2	6	2	1	1	2	6	4	0,20	1
50	30,00	0,70	1	2	2	2	5	2	10	1	2	2	7	5,00	1
51	44,00	0,70	1	1	2	2	1	2	3	1	2	4	2	2,00	1
52	30,00	1,90	1	2	1	1	1	2	9	1	3	3	3	0,50	1
53	31,00	1,90	1	1	2	1	4	2	1	1	3	2	7	5,00	1
54	20,00	0,20	1	2	2	2	1	2	1	1	3	7	1	0,40	1
55	25,00	0,10	1	2	2	2	4	2	1	1	3	3	2	0,20	1
56	39,00	0,10	1	2	2	4	6	2	1	1	3	6	3	0,40	1
57	26,00	0,70	1	2	2	1	4	2	1	1	3	7	5	14,00	1
58	39,00	0,30	1	2	2	4	4	2	3	1	3	5	8	0,80	1
59	38,00	0,60	1	1	2	2	3	2	1	1	4	6	2	1,00	1
60	30,00	6,00	1	1	1	2	3	2	3	1	5	3	1	2,00	1
61	25,00	0,20	1	1	2	2	4	2	3	1	5	4	1	8,00	1
62	38,00	0,40	1	2	2	1	4	2	3	1	6	4	8	3,00	1
63	37,00	0,10	2	2	2	1	5	2	8	1	9	1	7	7,00	1
64	38,00	1,20	1	1	2	1	2	2	1	1	9	7	7	5,00	1
65	57,00	1,70	1	1	2	4	4	2	1	1	11	1	4	19,00	1
66	44,00	1,40	1	1	2	2	4	2	8	1	11	2	6	43,00	1
67	31,00	6,30	2	2	1	2	4	2	1	1	11	3	6	0,60	1
68	26,00	4,30	1	2	2	4	4	2	1	1	11	4	7	0,70	1
69	58,00	7,70	1	1	2	1	4	2	4	1	11	4	7	0,60	1

EK 3- 2018 Yılı Kaza Ham Verileri

Olay	Yas	Kıdem	Cinsiyet	MedeniDurum	Pozisyon	Eğitim	EtkilenenUzuv	Güvensizlik	Sebebi	Bölüm	Ay	Gün	Saat	Kayıp	YIL
1	35,00	5,00	1	2	2	2	1	1	5	1	1	6	2	16,00	2
2	37,00	14,00	1	2	2	2	6	2	1	1	2	5	3	32,00	2
3	29,00	2,00	1	1	2	3	6	2	1	1	2	2	3	7,00	2
4	36,00	2,00	1	1	2	2	4	2	1	2	2	2	8	15,00	2
5	25,00	2,00	1	1	2	1	2	2	1	1	2	2	3	3,00	2
6	44,00	2,00	1	2	2	1	2	2	1	2	2	2	6	7,00	2
7	28,00	4,00	1	2	2	1	6	2	1	2	3	1	1	10,00	2
8	29,00	3,00	1	1	2	3	2	2	1	1	3	2	8	15,00	2
9	38,00	3,00	1	2	2	1	6	2	8	2	3	3	3	3,00	2
10	39,00	3,00	1	2	2	2	4	2	1	1	4	6	4	5,00	2
11	44,00	12,00	2	2	2	2	6	2	1	1	4	4	5	10,00	2
12	50,00	9,00	1	2	2	1	2	2	1	2	4	5	6	12,00	2
13	31,00	5,00	1	1	2	3	6	2	1	1	4	1	6	16,00	2
14	24,00	2,00	1	2	2	1	2	2	1	2	5	4	7	10,00	2
15	44,00	12,00	2	2	2	2	4	2	1	1	5	3	7	2,00	2
16	29,00	5,00	1	1	2	3	2	2	1	1	5	2	3	2,00	2
17	43,00	21,00	1	2	2	2	4	2	2	1	5	5	5	30,00	2
18	50,00	27,00	1	2	2	2	3	2	1	1	5	7	3	10,00	2
19	45,00	5,00	1	1	2	1	4	2	1	2	6	6	3	2,00	2
20	33,00	8,00	1	2	2	2	5	2	8	2	6	2	3	57,00	2
21	33,00	7,00	1	2	2	3	4	2	10	3	6	3	6	5,00	2
22	39,00	2,00	1	2	2	2	4	2	1	1	6	3	8	10,00	2
23	27,00	5,00	1	1	2	1	5	2	10	2	6	5	4	2,00	2
24	27,00	2,00	1	1	2	3	2	2	3	1	7	1	8	10,00	2
25	38,00	4,00	1	1	1	4	6	2	9	8	7	3	5	6,00	2
26	38,00	15,00	1	2	2	2	4	2	1	5	7	2	1	30,00	2
27	46,00	6,00	2	1	2	2	1	2	1	1	7	2	8	3,00	2
28	24,00	2,00	1	1	2	2	6	2	1	1	7	1	5	3,00	2
29	23,00	2,00	1	1	2	3	6	2	1	1	7	2	4	10,00	2
30	34,00	3,00	1	1	2	2	6	2	1	1	7	1	2	20,00	2
31	33,00	2,00	1	2	2	1	4	2	3	1	8	3	4	10,00	2
32	26,00	3,00	1	1	2	1	6	2	1	2	8	4	6	3,00	2
33	51,00	2,00	1	2	2	2	3	2	3	1	8	5	5	30,00	2
34	40,00	5,00	1	2	2	1	4	2	3	2	8	2	1	20,00	2
35	28,00	4,00	1	2	2	1	2	2	3	2	8	5	8	7,00	2
36	27,00	3,00	1	2	2	2	5	2	8	1	8	2	3	14,00	2
37	37,00	2,00	1	2	2	2	4	2	1	1	8	4	6	4,00	2
38	22,00	2,00	1	1	2	2	4	2	1	1	9	7	3	20,00	2
39	22,00	2,00	1	1	2	2	4	2	8	2	9	6	3	5,00	2
40	29,00	5,00	1	1	2	2	4	2	1	3	9	5	3	30,00	2
41	24,00	2,00	1	1	2	4	6	2	1	1	10	6	7	8,00	2
42	27,00	2,00	1	1	2	2	4	2	4	1	10	5	6	30,00	2
43	26,00	6,00	1	2	2	2	6	2	1	4	10	3	1	18,00	2
44	22,00	2,00	1	1	2	2	1	2	3	1	10	6	6	16,00	2
45	35,00	9,00	1	1	2	2	6	2	1	8	10	2	1	20,00	2
46	45,00	5,00	1	2	2	1	5	2	1	6	10	4	3	3,00	2
47	33,00	14,00	2	2	2	2	3	2	1	1	10	1	5	6,00	2
48	41,00	15,00	1	2	2	1	6	2	1	8	11	4	6	7,00	2
49	48,00	9,00	1	1	2	2	4	2	1	1	11	1	2	3,00	2
50	45,00	7,00	1	2	2	1	2	2	1	2	11	3	2	2,00	2
51	29,00	5,00	1	1	2	4	1	2	1	1	11	4	6	2,00	2
52	36,00	3,00	1	2	2	3	1	1	10	1	12	6	4	10,00	2
53	32,00	2,00	1	1	2	1	6	2	1	1	12	6	4	45,00	2
54	28,00	3,00	1	2	2	2	2	2	1	2	12	4	6	5,00	2
55	24,00	5,00	1	1	2	2	6	2	1	1	12	2	2	6,00	2