

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TRİZ METODU İLE KAYNAK MAKİNASI
KULLANIM KOLAYLIĞI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Halil ULUTAŞ

Enstitü Anabilim Dalı : ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ
Tez Danışmanı : Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Rıza ADALI

Mart 2022

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TRİZ METODU İLE KAYNAK MAKİNASI
KULLANIM KOLAYLIĞI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Halil ULUTAŞ

Enstitü Anabilim Dalı : ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 25.02.2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

.....
Jüri Başkanı

.....
Üye

.....
Üye

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Halil ULUTAŞ

03.03.2022

TEŞEKKÜR

Lisans eğitimim boyunca değerli bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, tez çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen, teşvik eden değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Rıza ADALI'ya, her konuda bilgi ve desteğini almaktan çekinmediğim, çalışmanın planlanmasından yazılmasına kadar tüm aşamalarında yanımda olan sevgili eşim Zülal Beyza ULUTAŞ'a, değerli arkadaşım Hande YİĞİT'e teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ	v
TABLolar LİSTESİ	vi
ÖZET	vii
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ	1
1.1. Araştırmanın Konusu	2
1.2. Araştırmanın Amacı	3
1.3. Araştırmanın Önemi.....	5
1.4. Araştırmanın Sınırları	10
1.5. Araştırmanın Organizasyonu.....	16
BÖLÜM 2.	
KAYNAK ARAŞTIRMASI	19
2.1. Problem Çözümüne Geleneksel Yaklaşımlar	19
2.1.1. Deneme-yanılma yöntemi	19
2.1.2. Beyin fırtınası	21
2.1.3. Pareto analizi	23
2.1.4. Neden-Sonuç diyagramları.....	24
2.1.5. Poka-Yoke analizi	25
2.2. Problem Çözümüne Yaratıcı Yaklaşımlar	26
2.2.1. Kalite fonksiyon yayılımı (KFY).....	26
2.2.2. Altı sigma yöntemi	28

BÖLÜM 3.

MATERYAL VE YÖNTEM.....	31
3.1. TRIZ: Yaratıcı Problem Çözme Teorisi	31
3.1.1. Yaratıcı düşünce ve yaratıcı problemler	31
3.1.2. TRIZ: Yaratıcı problem çözme teorisi.....	32
3.2. Materyal	37
3.3. Yöntem.....	41

BÖLÜM 4.

UYGULAMA.....	42
4.1. Sorunun Belirlenmesi	42
4.2. Sorunun Genel TRIZ Sorunları ile Değerlendirilmesi.....	43
4.2.1. TRIZ metodolojisi ile aletin karmaşıklığı	43
4.2.2. TRIZ metodolojisi ile kullanım kolaylığı.....	44
4.2.3. TRIZ metodolojisi ile şekil.....	45
4.2.4. TRIZ metodolojisi ile hız	45
4.3. Sorun Grubunu Karşılaman TRIZ Çözümünün Bulunması	46
4.4. Probleme Yönelik İdeal Çözümün Geliştirilmesi.....	49
4.5. İstatistiksel Analiz.....	51
4.6. Gerçekçi Kısıtlar ve Koşullar Altında Değerlendirme.....	53

BÖLÜM 5.

TARTIŞMA VE SONUÇ	55
KAYNAKLAR	56
EKLER.....	60

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AC	: Alternating Current (Alternatif Akım)
Ar	: Argon
CO ₂	: Karbon di Oksit
DC	: Direct Current (Doğru Akım)
IGBT	: Insulated Gate Bipolar Transistor
KFY	: Kalite Fonksiyon Yayılımı
MAG	: Metal Active Gas (Aktif Gaz)
MIG	: Metal Inert Gas (Asal Gaz)
MMA	: Metal Manual Arc (Örtülü Elektrod)
Poka-Yoke	: Hata Engelleme
SPSS	: Statistical Package for the Social Science
TIG	: Tungsten İnert Gas (Asal Gaz)
TKY	: Toplam Kalite Yönetimi
TRIZ	: Theoria Resheneyva Isobretatelskehuh Zadach (Yaratıcı Problem Çözme Teorisi)

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Çalışmanın adımları	17
Şekil 2.1. Deneme-yanılma yöntemi.....	20
Şekil 2.2. Balık kılıçığı diyagramı	24
Şekil 2.3. Kalite evi.....	27
Şekil 3.1. TRIZ ile problem çözümü	34
Şekil 3.2. TRIZ'in yapısı	35
Şekil 3.3. Pulse Panel.....	38
Şekil 4.1. Bilgi Kaybı.....	43
Şekil 4.2. Otomasyon Düzeyi.....	44
Şekil 4.3. İstenilen Fonksiyonu Gerçekleştirme.....	45
Şekil 4.4. Makine Programında Bilgi Kaybı	46
Şekil 4.5. Pulse rapid panel	48
Şekil 4.6. ArcProMax panel	50
Şekil 4.7. Kaynak izleme	51

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 1.1. Altshller yaratıcı ölçütü	4
Tablo 1.2. Mühendislik parametreleri.....	5
Tablo 1.3. Yaratıcı prensipler	16
Tablo 1.4. Çelişkiler matrisi	18
Tablo 2.1. Altı sigma seviyeleri.....	29
Tablo 3.1. Problem türleri	31
Tablo 3.2. Pulse panel tablosu	39
Tablo 3.3. Program tablosu örneği	40
Tablo 3.4. Problemin çözüm aşamaları.....	41
Tablo 4.1. Pulse rapid panel	49
Tablo 4.2. ArcProMax panel	50
Tablo 4.3. Satın alınan panel sayıları.....	52
Tablo 4.4. T Testi sonucu istatistikler.....	52
Tablo 4.5. T Testi sonuçları.....	52

ÖZET

Anahtar kelimeler: Yenilikçi ürün geliştirme, Çelişkiler matrisi, TRIZ metodu, inverter kaynak makinesi

Günümüzde bilim ve teknolojinin evrimi çok büyük bir hıza ulaştı. Majör bilim, teknoloji, tıp ve mühendislikte atılımlar günlük hayatımızı kolaylaştırıyor. Tasarım ürünlerinin biçimsel modellenmesi için karmaşık matematik araçları, modelleme ve çizim, gerekli veri ve bilgi için internet bulmak gerekir. Fakat radikal olarak yeni bir çözüm icat etmemiz gerektiğinde, yeni fikirler üretmeye gelince, hala binlerce yıllık denemelere güveniliyor. Bu hatalar sonucunda zaman, para ve insan kaynakları boşa harcanıyor. Bugün rekabet her gün hızlanırken, yenilik yapma yeteneği hayatta kalmanın önemli faktörüdür. Yenilikçi süreç için gerekli olan pahalı denemelerin etkinliğini ve verimliliğini gözle görünür seviyede artırmak adına sistematik bir yaklaşım ihtiyacı vardır. Bu çalışmada kaynak makinelerinin yenilikçi ürün geliştirme sürecine değinilmiştir. MIG/MAG (Gazaltı) kaynak makineleri trafolu (AC) ve inverter (DC) olarak iki farklı çeşitte üretilmektedir. Trafolu kaynak makinesinin kullanımı sadece amper ve voltaj ayarı yapılarak kullanılır ve aynı zamanda çapaklı kaynak yapmak için kullanılır kullanım esnasındaki parametre değerleri 5 ve 5'in katları şeklinde devam eder. Hassas ayar yapılamaz. İnverter kaynak makinelerin kaynak performansı çok yüksek milimetrik ayarlar yapılarak kusursuz ve çapaksız kaynak yapma imkânı sunar fakat kullanım esnasında bazı zorlukları vardır. Ülkemizde kaynak ustaları, eğitim düzeyi düşük olduğu için kaynak makine kullanımında zorlanmakta ve inverter kaynak makinelerini tercih etmemektedir. Bu çalışmada amaç inverter kaynak makinesi kullanımını TRIZ metodu kullanarak daha kullanışlı hale getirip kullanışı kolay ve performans açısından yüksek bir makine yapılmasını sağlamaktır. 39 Temel Parametre, 40 Yaratıcı Prensipler, TRIZ metodolojisinin temel özellikleri ve Çelişkiler Matrisi gibi temel araçlarının bir tanıtımı ve TRIZ metodolojisi ile ilgili örneklendirme ve uygulama yapılmıştır.

WELDING MACHINE EASY OF USE WITH TRIZ METHOUD

SUMMARY

Keywords: Innovative product development, Contradictions matrix, TRIZ method, inverter welding machine

Today, the evolution of science and technology has reached enormous speed. Major breakthroughs in science, technology, medicine and engineering make our daily life easier. Formal modeling of design requires complex math tools, modeling and drawing, and the internet for necessary data and information. But our inventing a radically new solution is still relied on working trials when it comes to generating new research. These mistakes waste time, money and human resources. As competition accelerates today, the ability to innovate is an important factor in survival. It is a systematic problem to provide rich questions and richness necessary for the innovative process. The product development process of these welding machines is mentioned. MIG / MAG (gas metal) welding machines are produced in two different types as transformer (AC) and inverter (DC). Transformer welding is used only by adjusting ampere and voltage, and its place during use continues in multiples of 5 and 5. Fine adjustment is not possible. The welding of inverter welding machines provides perfect welding opportunity by making very high millimetric settings, but there are more welding difficulties. In our country, welding masters have difficulty in using welding machines and do not prefer inverter welding machines because of their low education level. This purpose is to weld the inverter machine using the TRIZ method and to make high performance types. 39 Basic Prameter, 40 Creative Principles, basic features of TRIZ methodology and an introduction to its basic tools such as Contradictions Matrix, and an example and application of TRIZ methodology.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Günümüz teknolojisi sürekli gelişirken sanayide de yapısal değişikliklere yol açmaktadır. Teknolojideki hızlı gelişmelerle birlikte, üretimin dayandığı teknoloji tabanını, ürün segmentasyonunu, istihdam profilini ve üretimin yerleşmiş ölçüleri, hatta “sanayi” kavramının kendisi değişmektedir. Yenileşen teknoloji “mevcut sanayi dallarını değişime uğratması” ekonomiye etkisi, “yeni sanayi dalları doğurma” etkisinden önemlidir. Bu iki olgu, özellikle stratejik planlamaveya ulusal politikalar belirlenirken “sanayide değişim ve yeni sanayiler olarak birlikte ele almak gerekir. Bu bağlamda kaynak makinesi teknolojisindeki değişim ve TRIZ yönteminin bu değişimdiki yeri aşağıda kısaca açıklanmıştır.”

- Teknolojinin birçok avantajı olsada bazı dezavantajları da vardır. Örneğin teknolojinin gelişmesiyle trafolu kaynak makinesi yerine inverter kaynak makinesi kullanımına geçilmiştir. İnverter kaynak teknolojisi yerli üretim olarak 50 yıl geriden gelmektedir. İmalat sanayisinde önemli bir yer kazanan kaynak makine ve malzemeleri, iki demir (Steel), paslanmaz (CrNi) veya alüminyum (Al) parçayı ısıtma işlemi yoluyla birleştirme işleminde kullanılmaktadır. Birçok farklı sektöre girdi sağlayan kaynak teknolojileri, Türkiye'nin sanayileşmesine paralel olarak önem kazanmaktadır. Kaynak sektörü, özellikle; otomotiv/ulaştırma, inşaat/altyapı, enerji, üretim ve gemi inşa alanlarına hizmet vermektedir. Türkiye'de hızla büyüyen otomotiv, yan sanayii ve ulaşım sektörüyle beraber, artan enerji talebiyle ve devlet teşvikleriyle gelişen rüzgâr enerji santralleri ve nükleer enerji santrelleri sürekli artış gösteren çelik tüketimi de kaynak sektörünün büyümesindeki en önemli faktörler arasındadır. Otomotiv endüstrisindeki hızlı büyüme ile kaynak sektörünün manüelden otomasyon modeline geçilmesini sağlamaktadır. Bu süreçte Türkiye kaynak pazarında Örtülü Elektrod Arc MMA (Metal Manual Arc)'nın yerine MIG/MAG (Gazaltı)

kullanımının yerini almaktadır. Trafolu kaynak makinesi sadece amper ve voltaj ayarı yapılarak çapaklı kaynak yapmak için kullanılır. Kullanım sırasında parametre değerleri 5 ve 5'in katları şeklinde devam ettiği için hassas ayar yapılamaz. İnverter kaynak makineleri ise çok yüksek milimetrik (0.1) ayarlar yaptığı için kusursuz kaynak yapma imkânı sunar. Bu kaynak yönteminin dezavantajı ise kullanım esnasında bazı zorluklarının olmasıdır.

- Yaratıcı ve yenilikçi ürün geliştirme sürecinde karşılaşılan problemlerden dolayı bireysel veya ulusal açıdan yenilikçi ve yaratıcı problem çözebilmek en çok istenilen ve kaçınılmaz bir şekilde uygulanan bir yöntemdir. Ürün tasarımı ve üretim sürecinin ilerlemesinde problemlerin çözülmesi en önemli aşamadır. Beyin fırtınası, Karar ağaçları, PUKÖ döngüsü gibi problem çözme tekniklerinden biri de TRIZ tekniğidir. TRIZ tekniği problem çözümede kullanılan ve yol gösteren bir yöntemdir. Diğer problem çözme yöntemlerinde olduğu gibi TRIZ'in de endüstride ve bilimsel çalışmalarda çokça örneği mevcuttur.

1.1. Araştırmanın Konusu

Bu çalışmanın konusu; TRIZ yöntemi kullanılarak kaynak makinesinin kullanım kolaylığı ve kaynak verimliliğinin artırılmasıdır. TRIZ, karar vermede kullanılan bir araç ve karşılaştığımız sorunlar için detaylı ve de teknik çözümler sunan bir yöntem değildir. Fakat durumun, geçmişte karşılaşılan problemlerin sonucunda elde edilen deneyimlerin bir kombinasyonu olduğu umularak yola çıkılan ve karar verici kişi için yol gösterici olan bir yöntemdir. Geçmişten aldığımız veriler ile yeni tasarım oluşturmada kullanım kolaylığını ve kaynak performansını arttırmak için TRIZ yönteminin 39 parametresi arge çalışanları kaynak ustaları ve yazılım ekibi tarafından incelenmiştir. TRIZ'in geliştirilmesi ile ilgili bilgiye alt paragrafta yer verilmektedir.

TRIZ, 1926'da Genrich S. Altshuller tarafından geliştirilmiştir. Genrich S. Altshuller Sovyetler Birliği'nde dünya ya gelmiştir. Altshuller'in Rusyanın deniz kuvvetlerinde patent bilirkişisi olarak görev yaptığı dönemde patent almak için gelen kişilere patent konusunda ve karşılaştıkları problemlerin çözümünde yardımcı olmaktadır. Bu çabası

onu problemleri çözmek ve daha iyi geliştirmek adına profesyonel yöntemler aramaya çalışmıştır, bulduğu yöntemler ise psikoloji temellidir [1].

Mevcut patentleri inceler ve standart bir sorun çözüme tekniği arar 200.000 içerisinde 40.000 adetinin yenilikçi olduğunu farkeder ve 40.000 bin adet üzerinde varsayımlarını bulur. Altshuller kısa tanımı TRIZ olan teoriyi ortaya koyar. TRIZ Rusça olarak “Theoria Resheneyva Isobretatelskehuh Zadach” şeklinde ifade edilir ve bu ismin baş harflerinden meydana gelmektedir. Türkçe’ye “Yenilikçi Sorun Çözme Kavramı” denilmektedir. Yaratıcı ve yenilikçi fikirlerin endüstriyel problemlere geliştirilmesi ve kullanılabilmesi için psikolojinin ile birlikte somut yöntemlere de ihtiyaç duyulmaktadır. Araştırmacıların öne sürdükleri fikirler şunlardır; Beyin Fırtınası, Fermi Yöntemi ve TRIZ. Araştırmacılar inceledikleri firmaların %80’inin beyin fırtınasıyla problemlerini çözmeye çalıştıklarını ifade etmişlerdir. Bu incelemeler sonucunda işletmelerin yaratıcı ve yenilikçi sonuçlara sıklıkla ihtiyaç duyduklarını çıkarmak elzemdir. Bu durumda Toplam Kalite Yönetimi (TKY) felsefesini uygulayan işletmelerde problemlerin çözümü için yenilikçi ve yaratıcı yöntemleri araştırmaları ve problem çözüme araçlarına eklemeleri akılcı bir yaklaşımdır. TRIZ en çok dikkat çeken yöntem olarak ortaya çıkar [2].

1.2. Araştırmanın Amacı

Çalışmanın amacı inverter kaynak makinesi teknolojisini yerli üretim olarak üretip uluslararası pazarlarda kabul edilirliliğini sağlayabilmek için kullanım kolaylığı ile tercih edilebilirliğini arttırmak ve bu süreçte kontrol dışı duruma sebep olan değişkenlerin doğru bir şekilde belirlenmesi ve tespit edilen bu durumlar için düzeltici ve önleyici faaliyetlerle birlikte süreç iyileştirme yöntemlerini geliştirmektir.

Mühendislik faaliyetleri yerine getirilirken birçok problemle karşılaşılır ve bu problemlerin çözümüne ait yöntemler geliştirilir. Bu problemlere bakıldığında neredeyse tamamının önceden üzerinde çalışma yapıldığı ve kullanıldığı görülür. Altshuller yaratıcılık ölçütünde Tablo 1.1.’deki gibi somutlaştırmıştır [3].

Tablo 1.1. Altshuller yaratıcı ölçütü

Seviye	1	2	3	4	5
Yaratıcılık Derecesi	Bilinen Çözüm	Küçük Yenilikler	Büyük Yenilikler	Yeni Kavram	Buluş
Yüzdesi	32%	45%	18%	4%	1%
Bilgi Kaynağı	Kişisel	Kurum İçi	Sektör İçi	Sektör Dışı	Tümü

Karar veren kişi sürekli olarak yaşadığı, karşılaştığı ve bilinçaltına normal olarak işlenmeye başlayan sorunların sebep olduğu sanal körlük şeklinde değerlendirilebilecek olan algılama hatası içinde olabileceği için gerçek çözüme ulaşmak zor olmaktadır. Aslında genellikle çözüm basittir ve Altshuller'in bulgularıyla orantılı olarak karar vericinin çok yakınındadır [4].

Triz metodolojisi, dört parametreye temellendirilmiştir [5].

- Çelişkiler,
- Kaynak Kullanımı
- Fonksiyonellik
- İdeallik

TRIZ, sorunların neredeyse tamamının birbirini tekrar ettiği ve tanımlı olduğu temel öngörüsü üzerine kurulmuştur. Her problem kendi içinde yeni problemler oluşturur ve böylece çelişkiler meydana gelir. Yaratıcılığın temeli de tüm bu çelişkilere dayanır. TRIZ yönteminin ana hedefi idealliktir. İdeallik, bulunan çözümün faydalarının zararlarına oranı olarak ifade edilir.

Altshuller bu parametrelere göre TRIZ yöntemini dört adımda açıklamıştır:

- Sorunların belirlenmesi
- Sorunların genel TRIZ Promlemleri ile değerlendirilmesi
- Sorunlar grubunu karşılayan TRIZ çözümünün bulunması
- Sorunlara yönelik ideal çözümün geliştirilmesi

1.3. Araştırmanın Önemi

TRIZ'in 39 Mühendislik Parametresi: TRIZ yönteminde problemler, yukarıda da açıklandığı üzere günümüze kadar ortalama 2.000.000 patent incelenerek sınıflandırılmış, genel olarak tanımlanmış, 39 adede düşürülmüştür ve Tablo 1.2.'de açıklanmıştır [6].

Tablo 1.2. Mühendislik parametreleri

1) Hareketli Nesnenin Ağırlığı	21) Güç
2) Hareketsiz Nesnenin Ağırlığı	22) Enerji Kaybı
3) Hareketli Nesnenin Uzunluğu	23) Madde Kaybı
4) Hareketsiz Nesnenin Uzunluğu	24) Bilgi Kaybı
5) Hareketli Nesnenin Alanı	25) Zaman Kaybı
6) Hareketsiz Nesnenin Alanı	26) Madde Miktarı
7) Hareketli Nesnenin Hacmi	27) Güvenilirlik
8) Hareketsiz Nesnenin Hacmi	28) Ölçüm Güvenilirliği
9) Hız	29) İmalat Güvenilirliği
10) Kuvvet	30) Nesneye Zarar Verici Faktörler
11) Gerilme/Basınç	31) Zarar Verici Yan Etkiler
12) Şekil	32) İmalat Kolaylığı
13) Cismin Dengesizliği	33) Kullanım Kolaylığı
14) Mukavemet	34) Onarım Kolaylığı
15) Hareketli Nesnenin Dayanımı	35) Adapte Edilebilirlik
16) Hareketsiz Nesnenin Dayanımı	36) Cihaz Karmaşıklığı
17) Isı	37) Kontrol Karmaşıklığı
18) Parlaklık	38) Otomasyon Düzeyi
19) Hareketli Nesnenin Harcadığı Enerji	39) Verimlilik
20) Hareketsiz Nesnenin Harcadığı Enerji	

Hareketli nesnelere: Uzaydaki konumlarını kendileri veya dış güçler tarafından kolayca hareket ettirebilen nesnelere. Taşınabilir olarak tasarlanan araçlar ve nesnelere buna örnektir.

Sabit nesnelere: Konumlarını kendiliğinden veya nesnenin kullanım koşullarını dikkate alarak dış kuvvetler nedeniyle değiştirmeyen objelere.

- Hareketli nesnelere ağırlığı: Yerçekimi alanındaki nesnenin kütlesidir. Vücut desteği veya süspansiyona uygulanan güçtür.

- Sabit nesnenin ağırlığı: Yerçekimi alanındaki nesnenin kütlesidir. Vücudun desteği, yüzeyinde uyguladığı süspansiyon veya güçtür.
- Hareketli nesnelerin uzunluğu: Doğrusal bir boyut, en uzun olmasına gerek olmaksızın uzunluk kabul edilmektedir.
- Objelerin sabit uzunluğu: Doğrusal boyut, en uzun olmasına gerek olmaksızın uzunluk olarak kabul edilir.
- Hareketli nesnelerin alanı: Geometrik özellikler, düzlemin bir çizgi ile çevrelenmiş bir kısmı ile tanımlanır. Nesne yüzeyin bir bölümünü kaplar veya objenin içinin veya dışının yüzey alanının ölçüsüdür.
- Sabit nesnenin alanı: Geometrik özellikler, düzlemin çizgi ile çevrelenmiş bir kısmı ile tanımlanır. Nesne yüzeyin bir bölümünü kaplar veya nesnenin iç, dış yüzey alanı ölçüsüdür.
- Hareketli nesnenin hacmi: Bir nesnenin kapsadığı alan miktarı. Dikdörtgen bir nesnenin uzunluğu, genişliği ve yüksekliği; silindirin yüksekliği, taban alanıyla çarpılır.
- Sabit nesnenin hacmi: Bir nesnenin kapsadığı alan miktarı. Dikdörtgen bir nesnenin uzunluğu, genişliği ve yüksekliği; silindirin yüksekliği, taban alanıyla çarpılır.
- Hız: Bir zaman içindeki hız ya da bir nesnenin süratidir.
- Kuvvet: Sistemler arası etkileşimin ölçüsüdür. Newton fiziğinde kuvvet, kütle çarpımı ivmesiyle aynıdır. Burada kuvvet, bir objenin durumunu değiştiren bir etkileşimdir.
- Basınç veya Gerilim: Birim alana düşen gerilim ya da kuvvettir.

- Şekil: Sistemin dış görüntüsüdür.
- Objenin yapısal kararlılığı: Sistemin bütünlüğü ve sistemi oluşturan unsurlar arasındaki ilişkidir. Aşınma, kimyasal çözünme, ayrışma ve entropi artışı yapısal stabilitedeki azalmadır.
- Dayanım: Bir nesnenin değişikliklere direnme yeteneğidir. Mesela kırılmalara karşı gösterilen dirençtir.
- Hareketli objenin eylem süresi: Objenin işlemi gerçekleştirdiği süre servis süresidir. İki arıza arasındaki ortalama süre, operasyon süresinin bir ölçüsüdür. Diğer bir deyişle sağlamlıktır.
- Sabit objenin eylem süresi: Nesnenin işlemi gerçekleştirdiği süre servis süresidir. İki arıza arasındaki ortalama süre, operasyon süresinin bir ölçüsüdür. Diğer bir deyişle sağlamlıktır.
- Sıcaklık: Objenin veya sistemin termal durumudur.
- Işık(aydınlatma) şiddeti: Birim alandaki ışık(aydınlatma) akısı, parlaklık ve ışık(aydınlatma) kalitesi gibi diğer aydınlatma işlevleridir.
- Hareketli objelerin enerji kullanması: Objenin iş yapma yeteneğini ölçer. Klasik mekanikte iş kuvvetle yolun çarpımıdır. Bu, üst sistem tarafından sağlanan elektrik veya termal enerji gibi enerjinin tüketimini içerir.
- Nesnenin enerji kullanması: İş yapma yeteneğini ölçer. Klasik mekanikte iş kuvvetle yolun çarpımıdır. Bu, üst sistem tarafından sağlanan elektrik veya termal enerji gibi enerjinin tüketimini içerir.
- Güç: İşin yapıldığı zaman ve enerji kullanımının hızıdır.

- Enerji(joule) Kaybı: Kullanılan enerji tamamlanmış işi içermez. Bu ayrı bir kategoridir çünkü enerji kayıplarını azaltmak bazen enerji kullanımını dışındaki teknolojilerde iyileştirmeler yapılmasını gerektirir.
- Madde kaybı: Nesnenin kısmen veya tamamen, kalıcı veya geçici olarak özelliğini kaybetmesidir.
- Bilgi kaybı: Bir sistemde kısmen veya bütün olarak, kalıcı veya da geçici olarak sistem tarafından verinin veya veriye erişimin kaybedilmesidir. Genellikle duyuşal verilerin kaybını (koku ve doku gibi) içerir.
- Zaman kaybı: Zaman veya eylemin süresidir. Zaman kaybını azaltmak, harekete geçmek için gereken süreyi azaltmak anlamına gelir. Çevrim süresini kısaltmak yaygın bir terimdir.
- Maddenin miktarı: Sistemdeki malzeme, malzeme, parça veya alt sistemlerin sayısı veya miktarı değiştirilebilir.
- Güvenilirlik: Sistemin gerekli fonksiyonları öngörülebilir şekil ve koşullarda yerine getirebilmesidir.
- Ölçü doğruluk: Deęerin ve sistemin fonksiyonel bileşenlerinin mevcut değerine ne kadar yakın olduğu. Ölçü hatalarını azaltmak ölçüm doğruluklarını artırabilir.
- Üretim hassaslığı: Sistemin veya nesnenin mevcut işlevlerinin belirtilen veya gerekli işlevlere uyum ölçüsüdür.
- Objenin ürettiği zararlı faktörler: Sistemin (zararlı) faktörlere karşı duyarlılığıdır.
- Objenin ürettiği zararlı etkiler: Bir nesnenin veya sistemin işlevinin verimliliği ve kalitesini azaltan etkilerdir. Bu etkiler işlemdeki nesne veya sistem tarafından oluşturulur.

- Üretide kolaylık: Sistem ve nesneyi üretme sürecindeki kolaylık, çabasızlık ve rahatlıktır.
- Operasyon da kolaylık: Basitliktir. Sürecin çokça işleminde çok fazla adım, insan, özel araçlar gerekiyorsa kolay değildir.
- Kolay bakım: Basitlik, uygunluk, rahatlık, vb özellikler bir nesnenin sorunların ve aksamaların tamir süresidir.
- Uyuluk ve sağlayabilirlik ya da çok yönlülük: Sistem veya nesnenin dış değişikliklere olumlu tepki verme derecesidir. Ayrıca, sistem farklı durumlarda farklı şekillerde kullanılabilir.
- Aletin karmaşıklığı: Sistemdeki elementlerin çeşitliliği ve elementler arasındaki ilişkidir. Kullanıcı karmaşık katan bir sistem elemanı olabilir. Sistem yönetiminin karmaşıklığı ve zorluğunun ölçüsüdür.
- Ölçme ve ortaya çıkarma zorluğu: Maliyetli, karışık, kurulumu ve kullanımı için fazlaca çaba ve iş gücü isteyen veya bileşenlerinin karmaşık ilişkilerde olduğu veya da birbirine girmiş bileşenleri olan sistemlerin ölçümü ve gösterimi çıkarmayı gösterir.
- Otomasyon seviyesi: Bu, bir sistemin veya nesnenin insan müdahalesi olmadan işlevlerini gerçekleştirme derecesidir. En düşük seviye manuel araçtır. Ara manuel takım programları süreci gözlemleyecek ve gerekirse durup yeniden programlayacaktır.
- Üretkenlik: Bir sistemin belli bir zamanda yaptığı işlem veya fonksiyon sayısıdır. Birim çıktısının maliyetidir [7].

1.4. Araştırmanın Sınırları

40 Yaratıcı Prensiptir:

Prensip 1. Kesimleme

- A. Sistemi veya nesneyi ayrı parçalara bölün
- B. Sistemleri veya nesneleri kolayca sökün
- C. Parçalama veya kesme derecesini artırın

Prensip 2. Dışarı Almak

- A. İlgili parçaları sistemden veya nesnelere ayırın veya gerekli parçaları (veya kaliteyi) ayrı ayrı işleyin

Prensip 3. Kalite

- A. Objenin veya sistemin yapısını düzensiz bir şekilde düzenli hale getirin ya da düzenli halden düzensiz hale getirin
- B. Sistemin veya objenin her parçasının optimum şekilde emin olun.
- C. Sistemin veya objenin her bölümünün farklı ve kullanışlı tamamlandığından emin olun

Prensip 4. Asimetri

- A. Sistem veya nesnenin biçimini simetrikten asimetriğe dönüştürün
- B. Sistem veya nesne asimmetrikse, asimmetrisini değiştirin

Prensip 5. Birleşme

- A. Benzer veya özdeş sistemlere veya nesnelere yaklaşın (veya birleştirin), özdeş veya benzer parçaları toplayın ve paralel çalışmalar oluşturun.
- B. İşletmeyi zamanla paralel olarak birleştirin.

Prensip 6. Genellik

- A. Yapının veya objenin başka parçalara ihtiyaç duymadan birden fazla işlevi olduğundan emin olun.

Prensip 7. "Bebeğin Yuvalandırılması"

- A. Bir sistemi veya nesneyi başka bir nesneye ve sisteme sırayla yerleştirin
- B. Bir nesnenin, başka bir nesne üzerinden geçmesini sağlama

Prensip 8. Karşılıklı Denge

- A. Objenin veya sistemin istenen rotadan sapma eğiliminin üstesinden gelmek için, sabit sistemli diğer sistemlerle veya nesnelere birleştirilmelidir.
- B. Sistemin, nesnenin sapma değişimi ortadan kaldırmak için, dünya çapında / makro olaylarla etkileşime girmesini sağlamalıdır.

Prensip 9. Başlangıç Hareketi

- A. Faydalı ve zararlı etkileri olan bir hareket göstermeniz gerekiyorsa, potansiyel zararlı etkileri ortadan kaldırmak için hareketi dengeleyerek dengelemeniz gerekir.

Prensip 10. Başlangıç Hareketi

- A. Sistem veya nesnelere ihtiyaç duyulmadan önce gerekli (tam veya kısmi) değişiklikler yapın.
- B. Öğeleri, sunumda zaman kaybetmeden en uygun konumda kullanılabilecek şekilde önceden ayarlayın.

Prensip 11. Önceden Rahatlatmak

- A. Gelecekte olası sorunları dengelemek için acil durum yollarını önceden hazırlayın.
- "Başarılı üretimin %80'i oyuncunun tercihidir" – Lindsay Anderson

Prensip 12. Gerilim(voltaj) Gidermek

- A. Gerilim meydana geldiği yerde, bunlar dengeleyip azaltabilen veya ortadan kaldıracak bir durum yaratabilirsiniz.

Prensip 13. Diğer Yol

- A. Sorun çözme eylemini tersine çevirin. "Eskiden garip şeyler yapan herkesin garip olacağını düşünürdüm. Sonra aniden garip şeyler yapanların garip olmadığını fark

ettim. Onları garip hissettiren şey insanların garip olduklarını söylediğidir." Paul McCartney (Paul McCartney)

- B. Hareketli parça (veya harici ortam) sabittir, sabit parça hareketlidir.
- C. Sistemi, işlemi veya nesneyi ters çevirin.

Prensip 14. Eğrilik

- A. Düz veya düz bir çizgiyi bir eğriye dönüştürün. "Vagonlardan daireye" John Wayne
- B. Doğrusal hareketten dönme hareketine geçin.

Prensip 15. Dinamikleştirme

- A. Sistemin, nesnenin, dış ortamın veya işlem özelliklerinin en iyi şekilde değiştirilmesini veya optimum çalışma şartlarına sahip olmasını sağlayın.
- B. Sistemi veya nesneyi nispeten hareket edebilecek şekilde değiştirin C. Sistem, nesnelere veya süreçlere sert veya değişmezse, hareketli veya uyarlanabilir hale getirilmelidir.

Prensip 16. Biraz Daha Çok / Biraz Daha Az

- A. Verilen çözümle hedefinizin % 100'üne ulaşamıyorsanız, sorunu daha kolay çözmek için aynı "daha çok" veya "daha az" yöntemini kullanabilirsiniz. "Kırılmış olmasa bile onu geliştirin"

Prensip 17. Başka Bir Boyut

- A. Sistemi ve nesneyi ayrı parçalara bölün
- B. Tek katmanlı bir yapı yerine çok katmanlı bir yapı kullanın
- C. Objenin veya sistemin tekrardan yönlendirilmesi veya bükülmesi.
- D. Sistemin veya nesnenin "diğer tarafında" kullanın.

Prensip 18. Rezonans

- A. Bir sistemin veya nesnenin "yankı frekansını" bulma ve kullanma.

Prensip 19. Periyodik Hareket

- A. Devamlı hareketler yerine periyodik veya değişen hareketler kullanın
- B. Bir eylem belli aralıklar ile yapılıyorsa, bu eylem aralıklarını veya frekansını değiştirin
- C. Eylemler arasına duraklar koyarak farklı hareketler sağlayın

Prensip 20. Faydalı Hareketlerin Sürekliliği

- A. Objenin veya Sistemin belirli bölümlerinin optimum koşullar altında sürekli çalıştığından emin olun, fabrikada sürekli darboğaz işlemleri geliştirin (Kısıtlama Teorisinden) enstitünün sürekli gelişimi
- B. İşteki bütün süreksiz veya gereksiz eylemlerin giderilmesi

Prensip 21. Acele(hızlı) Etmek

- A. Bir işlemi ya da sürecin aşamalarını hızlı bir şekilde gerçekleştirin (ör. Zararlı veya yıkıcı işlemler)

Prensip 22. Portakalı portakal suyuna Dönüştürme

- A. Olumlu sonuçlar kazanmak için zararlı yöntemler kullanılması
- B. Bir zararlı harekete diğer zararlı hareketin eklenerek yok edilmesi.
- C. Zararsız olana kadar zararlı faktörleri genişletir.

Prensip 23. Geri Bildirim

- A. Süreçleri ya da eylemleri iyileştirmekte geri bildirim sağlama (iade, sağlama)
- B. Geri bildirim varsa, büyük ve etkisi değiştirmelidir.

Prensip 24. Arabuluculuk

- A. Bir ara eşya veya prosesi kullanın.
- B. Bir sistemi veya nesneyi geçici süreyle başka sistem veya nesneyle birleştirin.

Prensip 25. Self Servis

- A. Yardımcı işlevleri yerine getirerek sistemin veya nesnenin kendisine yardımcı olmasını sağlayın.

B. Kullanılmayan (veya kaybolan) kaynakları, enerjiyi veya maddeyi kullanın

Prensip 26. Kopyalama

A. Değer düşük, maliyetli veya kırılabilir öğeler yerine daha basit ve ucuz kopyalar kullanın.

B. Sistemleri, nesnelere veya işlemleri optik veya görsel kopyalarla değiştirme.

C. Kopya mevcutsa, görüntü ya da aydınlanma dışına çıkılması

Prensip 27. Atılan Ucuz Nesnelere

A. Maliyetli sistemleri veya nesnelere daha az önemli, çoklu ve ucuz alternatiflerle değiştirin. (Örnek olarak servis ömrü verilebilir)

Prensip 28. Bir Başka Duyu

A. Duyusal bir yolu başka bir duyuyla değiştirme veya destekleme. (Görme, duyma, dokunma, tat veya koku)

Prensip 29. Viskozite

A. Katı şeyleri "akışkan" şeyler haline dönüştürün.

Prensip 30. Güçsüz ve Elastik (Esnek)

A. Üç boyutlu yapılar yerine ince ve esnek yapılar kullanın

B. İnce ve esnek yapılar kullanarak sistemleri veya nesnelere zararlı olabilecek ortamlardan izole edin.

Prensip 31. Delikler

A. Nesneye ya da sistem için delikler açılması

B. Nesne veya sistem boşluklar içeriyor ise, bir maddeyi tanımlamak için kullanılmalıdır.

Prensip 32. Renk Değişimleri

A. Bir objenin çevresini veya rengini değiştirin

B. Sistemin, etrafını veya nesnenin saydamlığını değiştirme.

Prensip 33. Homojenlik(Sadelik)

A. Objenin veya sistemin diğer objeler veya sistemler ile ortak özellikleriyle veya benzer bir iletişim sağlanması

Prensip 34. Atmak ve Geri Almak

A. Sistemin veya nesnenin işlevini tamamlayan bir kısmının çalışmasına izin verin veya çalışma sırasında doğrudan değiştirin.

B. Bunun yerine, çalışma sırasında sistemin veya nesnenin sarf malzemesini doğrudan alın.

Prensip 35. Parametre Değiştirme

A. Bir objenin fiziksel durumunu değiştirme

B. Konsantrasyonunu veya kıvamını değiştirme

C. Esneklik derecesini değiştirme

D. Duygusal ve diğer parametreleri değiştirilme

Prensip 36. Paradigma Değiştirme

A. Yıkıcı ekonomik değişiklikler sırasında meydana gelen olayları kullanın.

Prensip 37. Bağlı Değişim

A. Bir nesne veya sistemde bulunan görelî farkların, faydalı şeyler yapmak için kullanılması

B. Değişikliklere yanıt olarak sistemin farklı bölümleri farklı davranır.

Prensip 38. Zenginleştirilmiş Atmosfer

A. Normal atmosferi zengin bir atmosferle değiştirin

B. Çok zengin bir atmosferi potansiyel olarak dengesiz elementler içeren başka bir atmosfere maruz bırakma.

Prensip 39. Sabit (Hareketsiz) Atmosfer

A. Normal bir ortamı, statik ortamla değiştirme.

B. Bir nesneye veya sisteme nötr kısımlar eklenmesi

Prensip 40. Karmaşık Prensipler

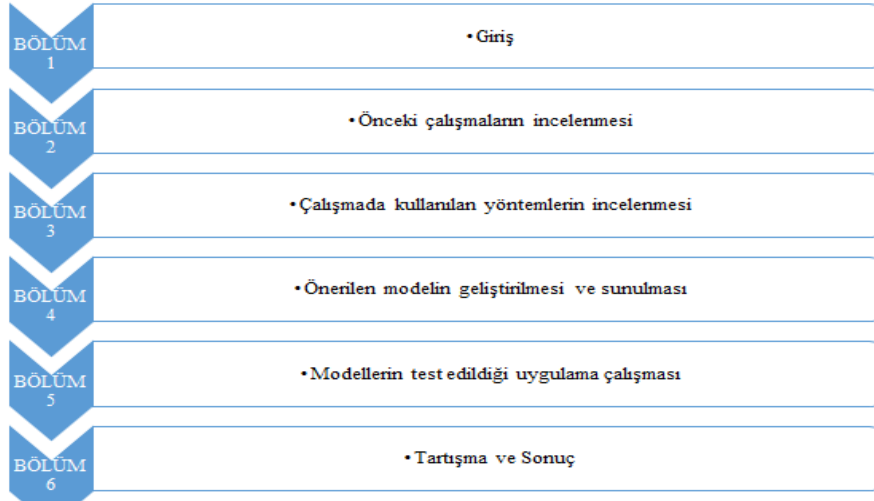
A. Farklı yetenek ve becerilerin birleşimini ve kullanımını gerçekleştirmek için geleneksel bir yapıdan karmaşık (çoklu) bir yapıya dönüştürme.

Tablo 1.3. Yaratıcı prensipler

No	Yaratıcı Prensipler	No	Yaratıcı Prensipler
01	Kesimleme	21	Hızlı Hareket
02	Dışarı almak	22	Zararı Faydaya Çevirme
03	Yerel Kalite	23	Geri Besleme
04	Asimetri	24	Arabuluculuk
05	Birleşme	25	Self-Servis
06	Genellik	26	Kopyalama
07	Yuvalama	27	Ucuz ve Kısa Ömürlü Cisimler
08	Karşı Denge	28	Bir başka duyu
09	Öncü Karşıt Eylem	29	Akışkanlık
10	Öncü Eylem	30	Zayıf ve Esnek
11	Öncü Önlem	31	Gözenekli Malzeme
12	Gerilimin Giderilmesi	32	Renk Değişirme
13	Diğer Yol	33	Homojenlik
14	Eğrilik	34	Atılan ya da Değiştirilen Parçalar
15	Dinamiklik	35	Parametre Değişimleri
16	Kısmi Fazlalık	36	Paradigma Değişimleri
17	Yeniden Boyutlama	37	Bağıl Değişim
18	Rezonans	38	Güçlü Okside Ediciler Kullanma
19	Periyodik Eylem	39	Hareketsiz Atmosfer
20	Yararlı Bir Eylemin Sürekliliği	40	Karmaşık Yapılar

1.5. Araştırmanın Organizasyonu

Bahsedilen amaçlar doğrultusunda 6 bölüme ayrılan çalışmanın adımları Şekil 1.1.'de gösterilmiştir. Bu başlıkta çalışmadaki bölümlere ve bölümlerin kapsamlarına değinilecektir.




Şekil 1.1. Çalışmanın adımları

Bölüm 1’de TRIZ çalışması ile ilgili bilgi verilerek tezin konusu ve amacı anlatılmaktadır.

Bölüm 2’de TRIZ çalışması ile ilgili önceden yapılmış TRIZ çalışmalarına örneklerden özetler verilmiştir.

Bölüm 3’te TRIZ çelişki matrisinin kullanımı TRIZ yöntemiyle çözülmek istenen problem ele alındığında teknik çelişkileri analiz etmek gerekmektedir. Bu teknik çelişkiler belirli duruma gelmesinin ardından çelişki matrisi sütun ve satır ile eşleştirilir, böylelikle bize sunulan 40 prensipten birisi belirlenir. TRIZ yaklaşımında toplam 40 tane prensip tanımlanmıştır. 29 numaralı prensip akışkanlık anlamına gelirken 8 numaralı prensip karşı denge anlamına gelmektedir. Bu prensipler yaklaşık 40,000 patent değerlendirilerek Aşağıdaki çelişki matrisinde görülmek üzere tablo 3.1.’de sarı renkle gösterilen sütunlar çözüme ulaşırken kötüleşen özellikleri, turuncu renkle aşağıya doğru çözüme ulaşırken iyileşen özellikleri göstermektedir.

Tablo 1.4. Çelişkiler matrisi



		Hareketli Objenin Ağırlığı	Sabit Objenin Ağırlığı	Hareketli Objenin Uzunluğu	Sabit Objenin Uzunluğu	Hareketli Objenin Alanı
		1	2	3	4	5
1	Hareketli Objenin Ağırlığı	+		15,8,29,3 4		29,17,38,3 4
2	Sabit Objenin Ağırlığı		+		10,1,29,3 5	
3	Hareketli Objenin Uzunluğu	8,15,29,3 4		+		15,17,4
4	Sabit Objenin Uzunluğu		35,28,40,2 9		+	
5	Hareketli Objenin Alanı	2,17,29,4		14,15,18, 4		+
6	Sabit Objenin Alanı		30,2,14,18		26,7,9,39	
7	Hareketli Objenin Hacmi	2,26,29, 40		1,7,4,35		1,7,4,1
8	Sabit Objenin Hacmi		35,10,19,1 4	19,14	35,8,2,14	

Bölüm 4'te uygulama bölümünde tezimizin sorunu belirlenir ve belirlenen sorunlar TRIZ yöntemi ile çözümler üretilerek yeni panel tasarlanır ve istatistik analiz ile ürün geliştirme kabul edilir.

Bölüm 5'te Pulse Rapid panelin başarısı değerlendirilmiştir. Tartışma ve Sonuç bölümünde kaynak makinelerinin yenilikçi ürün geliştirme sürecine değinilmiştir. İstatistiksel analiz değerleri belirlenerek bunlara bağlı sonuçlar hesaplanmıştır. İstatistiksel sonuçlar ve kaynak makinsinde satış artışı modelin başarısı ve sürece katkısı gösterilmiştir.

Bölüm 6'da tartışma ve sonuç kısmı, değerlendirilerek gelecek önerilerinde yönlendirilmiştir.

BÖLÜM 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Problem Çözümüne Geleneksel Yaklaşımlar

2.1.1. Deneme-yanılma yöntemi

Genelde problem tek seferde çözmeye çalışılır, problemin tanımından sonra bir çözüm metodu ortaya konulur. Üretilen bir çözüm yaratmıyorsa, sorun ortadan kaldırılana kadar yenilikçi bir fikir yaratılmalıdır. Bu problem çözüm tekniğinin adı, Deneme Yanılma yöntemi olarak isimlendirilmektedir [8]. Deneme Yanılma yöntemi, bilgi ve beceri edinmek için kullanılmakta birlikte, kişinin bir seçeneği denemesi ve faydasını kontrol etmesidir. İşe yaramış ise çözüm elde edilmiş demektir. Farklı durumu hata olduğuna işaretler ve farklı bir seçenek denenir. Deneme Yanılmada birinci belirlenen ilk denenen olur ve çözüme ulaşılan kadar veya tüm seçeneklerin bitimine kadar öncelik sırası belirlenerek denemeler yapılır. Bu seçenekler bazen tesadüfi olarak denenir. Deneme Yanılma yöntemi özellikleri aşağıdakiler aşağıda yer almaktadır [9].

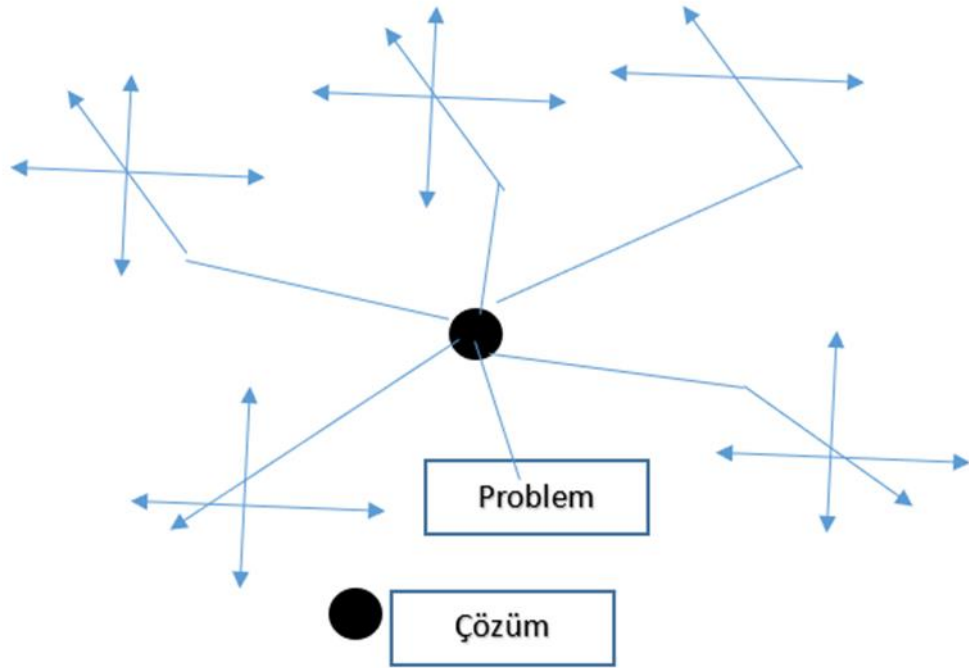
Yöneliktir: Bir çözümün işe yarama nedenini keşfetmeyi denemez, sadece çözüme odaklıdır.

Probleme özgüdür: Bulunan çözümü diğer problemlerle genelleştirmez.

Optimal Değildir: Deneme Yanılma sadece bir çözüm bulmaya yöneliktir, optimum çözümü aramaya yönelik değildir.

Biraz bilgi birikimi kâfidir: Konu ile alakalı hiçbir bilginin bulunmadığı veya az bilginin bulunduğu zamanlarda devam etmektedir.

Psikologların belirlediği yöntem olan Deneme Yanılma yönteminde, çözüm arayışı hipotetik olarak gerçekleştirilmektedir. En sonunda bir düşünce belirdikten sonra uygulamalı ve teorik olarak denenmesi gelir. Başarısız fikirlerin yenisi ile ikame edildiği bu sürecin, Şekil 2.1.'de diyagramı yer almaktadır. Bazı yaratıcı kişiler, belirlenmeyen çözüm noktasına ulaşmaya çalışırlar. Araştırma kavramı geliştirilir ve 9. deneme başlar. Muvaffakiyetsizlik ve yanlış kavramı seçmek, başnoktaya dönmeyi gerektirir. Sonucu bulana kadar devam etmesi gereken bu süreçte denemelerin sayısı çok fazladır. Şekil 2.1.'de görüldüğü gibi birçok okun çözümün diğer yönünü işaret etmesidir. Başta, yaratıcı kişinin tecrübelerine göre Atalet Vektörü (V') yönünde hareket eden ve anlaşılır denemeler, sürekli olarak artarak problem çözücünün sorundan uzaklaşmasına neden olmaktadır.



Şekil 2.1. Deneme-yanılma yöntemi

Deneme Yanılma yöntemi hakkında aşağıdaki sonuçlara ulaşılabilir [10].

- Yaratıcı düşünceli kişinin düşünceleri bilinen bir kavrama doğru yol alır. Eğer önceden var olan birşey ise, yaratıcı kişinin değiştirmeye çalıştığı ilk örnek olarak

dikkate alınır. Bu durum başarısız sonuç doğurur. Atalet vektörü çözümden uzağa yönlendirme yapar.

- Yaratıcı düşünceli kişi doğru çözüm yönünde tamamen farklı yol seçmek için zorlanır. Bu yol da başlangıç aşamasında zordur. Mantıksal bir şekilde nasıl yol aldığını anlatabilir fakat birden yol biter.
- Yaratıcı kişinin ulaştığı sanıç ne kadar başarılı olsada mükemmel olmaktan çok uzaktır.

2.1.2. Beyin fırtınası

Beyin Fırtınası metodunun bulucusu Amerikan Psk. A. Osborn, 1953 yılında Deneme Yanılma metodu üzerine geliştirmeler yapmıştır. Deneme Yanılma yönteminde problem çözme, yaratıcı kişinin bir düşünceyi ifade etmesiyle uygun sonuca ulaşamama durumuna rağmen sürecin devam ettirilmesi şeklinde gerçekleşir. Fikir üretmek ve yaratılan düşüncenin analizinde farklı yetenekler gerekir. Osborn deneme yanılma metodundaki bu sorunu analiz etme ve fikir üretme aşamalarını birbirinden ayırarak çözüm yoluna gitmektedir. Bu düşünceye göre yeni fikir üretimi sürecini yürüttüğü; diğer grubun da fikirleri analiz ettiği bir model ortaya çıkmıştır.

Osborn için beyin fırtınası, yaratıcı bir soruna beyin fonksiyonlarını kullanarak saldırma sonucunda problemi ortadan kaldırmaktır [11]. Domb için ise beyin fırtınası, başlangıçta insanları kullandıkları disipline edilmiş düşünme tarzından kurtarmak, geleneksel düşünmenin ötesine bakmalarını sağlamak için geliştirilen ve orijinalinde reklam sektöründe kullanılan bir yaratıcılık tekniği olarak tanımlamıştır [12]. Beyin fırtınası kaotik araştırmayı yok etmeyen; aksine araştırmayı daha karmaşık şekle getiren bir metottur.

Beyin fırtınasının başlıca prensipleri [10];

- Fikir üretmek için farklı bölümlerden gelen kişilerden bir ekip oluşturulur.

- Fanteziler, hatalar, fikirler ve hatta şakalar dahil olmak üzere bütün her şey kişinin bir dakikada ifade ettiği şekilde oluşturulur. Kanıt aranmadan bütün fikirler kayıt altına alınır.
- Fikir üretme aşamasında eleştiri yapmak memnunluk verir. Beyin fırtınası sırasında grup üyeleri arkadaşlıklarını korumalı ve diğer üyeler bu fikiri geliştirmelidir.
- Hata olarak kabul edilen fikirler bile değerlendirilmelidir.

Beyin fırtınası takımları 5 ile 10 kişi arasında yapılır ve yaklaşık olarak 20 veya 25 dakikalık bir süre harcanır. Beyin fırtınasının başlangıcı bir soru ile başlar kötü husustaki fikir listelerinin oluşturulmasıyla biter. Bu süreç yapılırken yani beyin fırtınası esnasında bu fikirlerin analiz edilmesi sürecin bozulmasına neden olur. Kalite geliştirme yöntemleri ile fikirlerin analizi yapılabilir. İnsan anatomisi göre beyin fırtınası beynin sağ tarafı ile yapılır. Sağ ve sol beyin özellikleri değerlendirildiğinde, bütün düşünceleri bir duvara yazmayı, diğer katılımcıların fikirlerini eleştirmemeyi ve fikrin akışını sağlaması beynin sağ tarafla olan bağına ortaya koyar. Sürecin en sonundaki fikirlerin sıralanmasıyla, tekrarlamalar elimine edilmektedir.

Beyin fırtınasını başarılı bir şekilde yönetmek için;

- Fikir alışverişinden önce katılımcı herkesin merkez soruyu anlaması ve bu Soruya kanaat getirmesi gerekir.
- Beyin fırtınasına başlanılmadan önce herkese birkaç saniye zaman tanınacak ve bazı fikirleri kâğıda aktarmaları sağlanacak
- Masanın veya içinde bulunulan ortamın yanında hareket ederek, birçok kişi düşüncesini itiraf etme veya geçme imkânı tanınır.

Beyin fırtına özellikleri aşağıda yer almaktadır [10]. Bunlar;

- Çiftli Beyin Fırtınası
- İki Aşamalı Beyin Fırtınası
- Karşıt Beyin Fırtınası
- Sıralı Beyin Fırtınası
- Bireysel Beyin Fırtınası

Beyin Fırtınası düşüncenin mantıksal gelişimini tamamlaması amacıyla zincir fikir oluşumunu durdurmayı engellemiş ve fikirlerin üretimi etkinliğini arttırmaya çalışılmıştır. Üyelerin birbirlerini baskı altında tutması problemi bilen bireyin gerekliliği, kolay sorunlar, konuşma ortamının serbertliğinin sağlanmasının zor olması beyin fırtınasının dezavantajları arasındadır [13]. Beyin fırtınası esnasında eleştiride bulunmak yasaktır. Beyin fırtınası yeni ürün geliştirme, Düşünce bir noktadan harekete başlar, bir birey düşüncüyü ortaya atar, diğer birey bunu geliştirir ve sonuca çok az kaldığında başka bireyin tamamen farklı bir düşünce ortaya attığı görülmüştür [10].

2.1.3. Pareto analizi

19. Yüzyıl zaman diliminde yaşamış Ekonomist Vilfredo Pareto ve İtalyan sosyolog bir ülkedeki Varlık ve rahatlık içinde yaşamının %80'lik diliminin o ülkede yaşayan kişilerin %20'lik dilimince sahiplenildiğini gösteren ekonomik kuralları temel taş kabul ederek birçok olayda ortaya çıkan sonuçların %80'lik dilimi sebeplerin %20'lik kısmından etkilenmiştir. Yanlışların büyük kısmının az sayıda sebeplerden meydana geldiğini gösteren bu durum, şimdilerde “80/20 Kuralı” olarak nitelendirilmektedir. Sorunların sebepleri genelde, sorunların büyük bölümünün birbirleriyle ilişkili baskın azınlıktan oluştuğunu belirten Pareto unsuruna uygundur. Bu unsur sorunların çözümünde bu büyük kesimin altında bulunan küçük sayıdaki sebebe yoğunlaşmayı öne sürer [14]. Kaliteyi etkileyen etmenlerin incelenmesi için toplanan verilerin gösterildiği Pareto diyagramı oluşturulurken izlenmesi gereken adımlar [13];

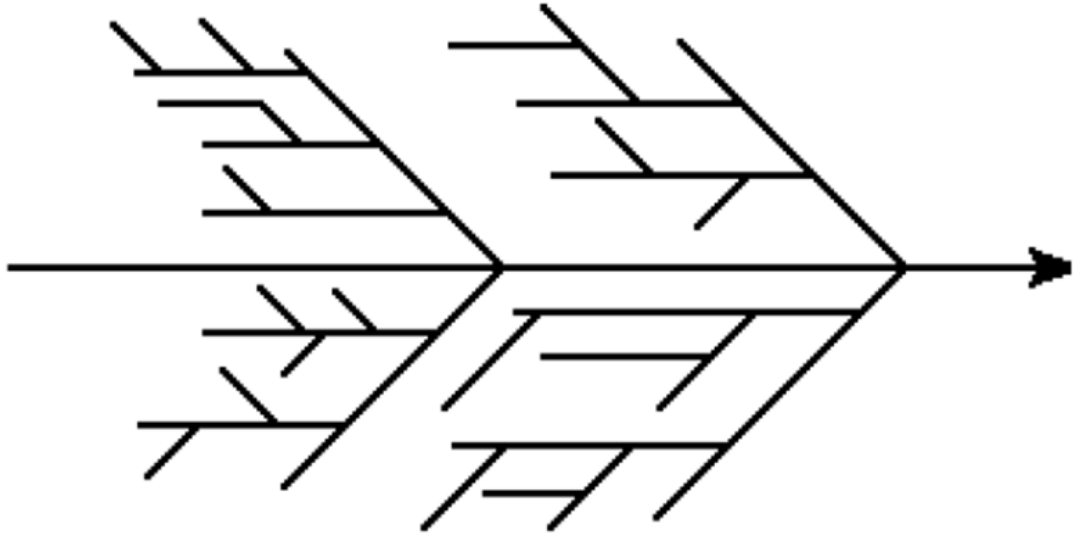
- İyileştirilmek istene sorun neden olan etmenler belirlenerek veriler toplanır.
- Etmenler azalan şekilde sıralanır.

- Bu sıralamaya göre grafik çizilir.
- Her etmenin toplamdaki yüzde (%) saptanır.
- Dikey sağ ekseninde %değerleri görünecek şekilde kümülatif % çizgisi çizilir.

2.1.4. Neden-Sonuç diyagramları

Problemi çözerken kök nedenler, problem belirttikleri arasında aranmaktadır. Neden-Sonuç diyagramları problemlerin olabilecek nedenlerinin saptanmasında kullanılır [14]. Sebepler, önem sırasına veya detay derecesine göre ayarlanıp ve durumların hiyerarşisi yapılır. Neden-Sonuç yöntemi, kaynak sebeplerin bulunması, problem alanlarının belrtilmesi, değişik sebeplerin göreceli önemlerinin karşılaştırmasına yardımcı olur [15].

Neden-Sonuç diyagramını Kauro Ishikawa'nın katkılarıyla Kalite çemberi faaliyetlerinde uyarlanmasında payı olmuştur [13]. Balık kılçığına benzeyen diyagram yapısı, Şekil 2.2.'de gösterildiği gibi balığın belkemiğine bağlı kemikler olarak çizilir.



Şekil 2.2. Balık kılçığı diyagramı [15]

Neden-Sonuç diyagramı ağaca benzeyen ağaç diyagramı olarak da çizilebilir. Nedenleri gövdeden yansıtan ana kategorilerini temsil etmektedir. Geniş dallar giderek küçük dallara ayrılır.

Balık kılıçığı diyagramının avantajı; balık kılıçığı diyagramı büyüme oldukça maddelerde diyagramın diğer taraflarına yayılmasından dolayı sonuca eşit mesafedeki maddelerin karşılaştırması zor olmaktadır.

2.1.5. Poka-Yoke analizi

Hatadan Kaçınma olarak bilinir ve Japoncadaki Poka (Hata), Yokeru (Kaçınmak) kelimelerinden türemiştir. Bu yöntem kusurlu ürün kullanımı ile olan hataları önleme sistemi olarak tanımlana bilir. Hata önleme de iki farklı yaklaşım vardır [18]:

- Klasik Yaklaşım
- Kaynağında Kontrol

Hataya neden olacak etmenleri tespit etmek çok uzun süren maliyetli bir zaman olduğu için hataları daha küçük etmenlere ayırarak çözüme ulaştırmaya “Küçük Sıfır Hata” yaklaşımı tercih edilmektedir. “Sıfır Hata”ya ulaşmanın üç yolu vardır [18]:

- Hatanın kaynağında kontrol
- Poka-Yoke İncelemesi
- Önleyici Faaliyet

Kullanıma göre Poka-Yoke uygulamaları iki türdür:

- Önlemeye Yönelik Poka-Yoke, problem oluşmadan önceden belirlenmiş istatistik sonuçlarına göre problem oluşumunu önlemeye denir.
- Bulmaya Yönelik Poka-Yoke Problem oluştuğundan sonra o problem ile bir daha hiç karşılaşmamak için uygulanan yöntemdir. Uygulamasında 2 grup fonksiyon vardır.

- Durdurmaya yönelik Poka-Yoke
- Kontrol ve alarma yönelik Poka-Yoke

Poka-Yoke uygulamalarında aşağıdakiler kullanılabilir [18]:

- Probleme sebep olan hatalı parçaları bulmada otomasyon veya elektronik sistemlerde belirleyebilir.
- Farklı amaçlı kılavuzlar
- Parametre Kontrollü, Temaslı, Temassız Cihazlar
- Beş duyu organımız ile kolayca problemleri saptamayı sağlayan araçlar.

2.2. Problem Çözümüne Yaratıcı Yaklaşımlar

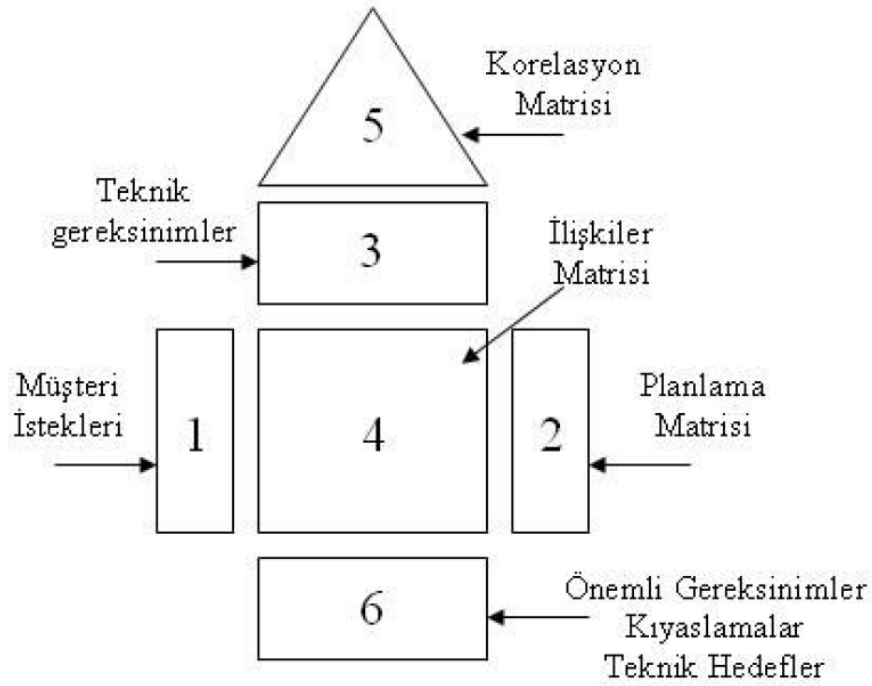
2.2.1. Kalite fonksiyon yayılımı (KFY)

Japonya’da geliştirilen Kalite Fonksiyon Yayılımı (KFY), adı farklı şekillerde isimlendirilen ve tarif edilen bir yöntemdir [24]. Kalite Fonksiyon Yayılımı (KFY) 3 maddeden oluşmaktadır [24]:

- Planlama:
- “Müşteri Sesi”nin Toplanması:
- Kalite Evi tasarlanması ve sonuçlarının yorumu:

Şekil 2.3.’de olduğu gibi 1) Müşteri talepleri, 2) Planlama matrisi, 3) Teknik gereksinim, 4) İlişkiler matrisi, 5) Korelasyon matrisi, 6) Önemli gereksinimler, Kıyaslamalar, Teknik Hedefleri kapsayan değerlendirme kısımları yer alır.

Kalite evi hazırlanırken bölüm analizleri kendi içerisinde yapılır. Bunların neticesinde elde edilen verilere göre ürünü geliştirmek için projesi planlaması yapılır.



Şekil 2.3. Kalite evi

Kalite Evi yönteminde iyileştirmeler müşterinin talepleri doğrultusunda yapıldığı için bu süreç kaliteyi müşterinin yönlendirdiği bir süreç olarak tanımlana bilir. Bunlar için gerekli olan planlama, bilgi toplama, kıyas yapma, olmalıdır. Kalite Fonksiyon Yayılımı tekniklerinin faydası olmaktadır. Bazıları aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

- "Müşterinin Sesi"ni doğru algılayarak, ürün ve hizmetin tasarlanması, üretilme ve pazara sunulması müşterinin ihtiyaçlarını önemli olduğunu sağlar.
- Ürün veya hizmetin pazara sunulma süresini kısaltarak müşteri memnuniyeti seviyesinin artmasını sağlar.
- Değişikliklerin tasarım aşamasında yapılmasını sağlayarak maliyeti düşük ve performansı geliştirmeye yardımcı olur.

- Farklı bölümlerde kendini geliştirmiş kişiler bir araya gelerek firma içinde iletişimi artar ve farklı bakış açılarını kullanarak kaliteli ve güvenli sonuç elde edilir.
- Kıyaslama çalışmaları kalite evinin en üst kısmında işaretlenir ve belli işaretler ile oluşan kutucukların içleri doldurulur. Böylelikle önem dereceleri belirlenmiş olur.
- Müşterinin sesine kulak verilerek sistematik bir veritabanı oluşturulmasını ilerleyen zamanlarda kullanılması sağlanır.

Bir nesnenin, hizmetin veya sürecin tasarlanması sırasında o, hizmet, sürecin üretilmesinde rol alan tüm tedarikçi veya üretici firmaların müşterilerin ihtiyacını ve isteğini dikkate alan bir çalışma yürüterek sonuca ulaşım sağlayan tekniğine kalite fonksiyon tekniği denir [14]. Müşteri isteklerini uygun teknik isteklere dönüştürüp ve böylece ihtiyaçlara tam olarak cevap veren ürünü ya da hizmeti minimum çabayla yüksek memnuniyet oluşturan Kalite Fonksiyon Yayılımı, firmalarda stratejik planlamalar için bir temel oluşturmakta kullanılır. Bu yöntemle deneyim elde eden firma mevcut modellerini takıma yeni katılan kişilerin adaptasyon işini hazır alt yapı ile gerçekleştirirler [16].

2.2.2. Altı sigma yöntemi

Yunan alfabesindeki sigma harfi (Z) istatistikte standart sapma sembolüdür. Ortalamadan altı standart sapma Altı Sigmayı ifade eder. Motorola bünyesinde gelişimi sağlanan Altı Sigma yöntemi tüm süreçlerde yeterliliği artırmak ve problemlere en aza indirmek için gerekli teknik araçları sağlar. Yöntem aynı süreçlerin sürekli tekrar edilmesiyle milyonlarca parça üretiminin yapıldığı bölümlerde kullanılmaya başlandıktan sonra gelişerek üretimin dışındaki süreçlerde de kullanılmıştır. Bugün Altı Sigma, hizmet sektöründe, tıp alanında, arama merkezlerinde, sigorta izleklerinde çok fazla yerde kullanılmaktadır [17]. Altı Sigmanın temelinde, kalitesi düşük ürünün satışları kötü etkilemesinden ve yeni fırsatlarının kaçırılmasına neden olmasından ötürü bir maliyeti olduğu; bunu

engelleyebilmek adına kalitenin maksimize edilmesinin gerektiği; kaliteyi artırmak için hataların minimize edilmesinin en önemli şart olduğu düşüncesi vardır [18].

Bu yöntemin ana hedefi hataları azaltılıp kaliteyi artırarak müşteri memnuniyetini olabildiğince yukarı taşımaktır. Altı Sigma bir işin adımlarını, adımların sürekli gözden geçirilmesi ve yeniden düzenlenmesiyle geliştirmek için olanakları belirleme, performans ölçümü yapma, çalışanları katılımı ve sürekli iyileştirme kavramları yer alır. Bu yöntem, işletmelerin büyüklüğünden bağımsız kullanılabilir. Bunun nedenleri aşağıdaki gibidir [17]:

- Büyük firmaların Altı Sigma eğitimi almış insan gücü ve direkt olarak kendi Altı Sigma uygulayıcılarını yetiştirdikleri “Eğitimciyi Eğit” programları mevcuttur. Birçok büyük firma danışman olarak Altı Sigma uzmanlarından faydalanmaktadır.
- Altı Sigma yöntemlerini uygulamak bu yöntemleri öğrenmekten daha zordur.
- Büyük firmaların çalışanlarıyla ilgili hedefleri arasında Altı Sigma mevcuttur. Bu hedef doğrultusunda eğitim alan ve danışmanlarla çalışan personellere teşvikler sağlarlar. Altı Sigma; tanımlama, ölçme, analiz etme, geliştirme ve kontrol etme olarak beş adımdan oluşur. Tanımlama adımında projenin amaçları ve farklı sigma seviyelerinin hata oluşumuna göre oranı yer alır. Böylece müşteri memnuniyeti amaç ve sınırlara göre sayısallaştırılır [19].

Tablo 2.1. Altı sigma seviyeleri

Sigma Seviyesi	Hatasızlık Yüzdesi
6	%99,99966
5	%99,98
4	%99,4
3	%99,3
2	%69,1
1	%31

Yukarıdaki tabloda altı sigma başarısının en üstten en alta sisteme etkisi ve katılımı görünmektedir.

Bu tekniğin sağladığı bazı faydalar aşağıdaki gibidir [18]:

- Kar oranlarında önemli değişimlerin sağlanması
- Üst yönetimden gerekli desteğin alınması
- Müşterilere çok iyi ürün ve hizmet verilmesi
- Personel gelişiminin sağlanması
- İşlerin her kısmında faydalı bir tekniğin kullanılması
- Kazançların sürekliliği ve elde tutulması
- Doğru tekniklerle belirlenmiş araçların kullanılması

BÖLÜM 3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. TRIZ: Yaratıcı Problem Çözme Teorisi

3.1.1. Yaratıcı düşünce ve yaratıcı problemler

TRIZ çok sayıda teknikleri barındıran sistematik fikir üretmeye denir. TRIZ ilk olarak 1926 yılında Sovyetler birliğinde dünyaya gelen Genrich altshuller tarafından keşfedilmiştir. TRIZ (Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch (Теория Решения Изобретательских Задач)) kelimelerinin baş harflerinden ortaya çıkmıştır. 1946'da Altshuller patent subayı olarak atandığında çok sayıda patent incelemiş ve bu patentlerin arkasındaki temel fikirleri inceleyerek TRIZ'in ortaya çıkmasını sağlamıştır [20]. Tablo 3.1. Problem Türleri [21] yer almaktadır.

Tablo 3.1. Problem türleri

Yeni Bilgi (Bilimsel Problem)	Kaynak Makinesinin Panel Kullanımı Zor	Hafıza Sayısı Az
Var Olan Bilgi Mühendislik Problemleri	Kullanımı Kolay Yeni Panel Yapılması	Program Sayısı Az
	Bilinen Problem	Yeni Problem

Yaratıcı düşünme teorisini Yaratıcı çözüm kolay heyecandırıcı ve ilginçtir. Rus bilim insanı altshuller basit olmayan, rasgelliği kabul etmeyen Yaratıcı Düşünme Sistemini geliştirmiştir. Bu geliştirdiği sistemi 40 prensibe dayanmaktadır. 40 prensibi geliştirmek için beş yüz bin yaratıcı çözümü incelemiştir [22];

- Yaratıcı çözümlerin temeli çelişkileri ortadan kaldırmaktır.
- Yaratıcı çözümler sınırlı yöntemlerle çelişkileri ortadan kaldırabilir.

- Farklı çelişkiler arasında ortak bir nokta bulmak ve bunları aşmak için etkili yöntemlere ulaşmak mümkündür [23]. Yaratıcı düşüncenin merkezindeki “Yaratıcı çözüm” kolay, sade, ilginç ve zariftir. Bir organizasyonun sahip olabileceği en büyük avantaj yaratıcı çözümleri ortaya çıkarabilmesidir. Bu avantajı yaratmak için kullanılan araçlara ulaşım sağlayabilmeleri bu araçların etkili olmadıkları bir dönemde de avantaj sağlayacaktır [24]. Yaratıcılığa dair yürütülen ilk çalışmalar, çok sayıda fikir ileriye sürmekle yaratıcı fikirleri meydana getirme yeteneğinin ilişkili olduğunu göstermiştir. Düşünme süreci "Dağınık düşünme" olarak adlandırılır. Dağınık düşünme sürecinde, ortaya atılan fikirlerin çokluğunu ifade eden miktar ve tüm fikirlerin ortaya atılmasından sonraki adımda karar verilmesinde rol oynayan bir etmendir. Dağınık düşünme yaratıcılık kavramının miktarla bağlantısı olduğunu benimseyen sistemlerden birkaçıdır. Dağınık düşüncenin geleneksel tekniklerinin incelenmesi sonucunda bu tekniklerin her zaman etkili ve yeterli olmadığını göstermiştir. Yapılan araştırmalar beyin fırtınası ekibinin katılımcılarının büyük kısmının grubun doğal liderinden etkilendiklerini ve grupça düşünme eğiliminde bulduklarını ayrıca yargıyı ertelemenin bu fikirlerin kalitesini artırmak yerine olumsuz yönde etkilediğini ortaya koymuştur. Diğer taraftan erken verilen yargının tek başına yaratıcılık üzerindeki olumlu etkisinin olabileceği bulunmuştur. Ayrıca yaratıcılığı kabul edilmiş bilim insanları yoğun bir düşünme ortamının, kendilerinin düşünme süreçlerini en iyi tanıyan durum olduğunu ileri sürmüşlerdir. Tüm bunlara ek olarak yapılan araştırmalar birden fazla ve çok fikir ortaya koyma yeteneğinin yaratıcılıkla bir ilgisi olmadığını ortaya koymuştur [22]. Sistem tarafından sağlanan ve uygun olmadığı düşünülen ortak verilen kararlarla elenirler.

3.1.2. TRIZ: Yaratıcı problem çözme teorisi

Küresel dünya pazarının acımasız rekabeti sonucunda atılım yapılabilecek ürünler üretmek oldukça zor olmaya başlamıştır. Çok zor ve hatta imkân dahilinde görünmeyen mühendislik temelli problemleri çözme kabiliyetini hтары sayılır derecede geliştirmeye umut veren “Yenilikçi Mühendislik” çağı başlamış ve uygulanmaktadır. Mühendis kişilerin bilgisini, problem çözmedeki yeteneğini, yaratıcılıklarını arttıracak ve aksiyonda bulunmalarını sağlayabilecek, doğru ve fazla düşünme gerekliliği

barındıran zor ve hatta imkânsız problemleri çözmeye ve yaklaşımda çok yeni bir yöntem mevcuttur. Teorilerin çıkış noktalarında, buluşların ve çözümlerin nasıl yapıldığı sorusu Altshuller’de merak uyandırmış. 200.000 değişik alanlarda patent incelemiş ve bunların üzerinde temel prensipleri oluşturmuştur. Bunla beraber 1.500 adet çelişkinin var olduğunu ispatlamıştır. İncelediği patentlerin içerisinde 40.000 adedi yaratıcı çözüme sahip olduğunu geriye kalanların ise önceden bilinen düşüncenin veya kavramın bir şekilde kullanıldığını ortaya çıkarmıştır. Tüm bunlar göz önüne alındığında sonuç olarak ortaya çıkmamış henüz yeni denilebilecek problemlere uygulanabilecek bir teknik çözüm fikrinin problem ortaya çıkmadan önce bilinebilecek ve saptanabilecek olmasıdır [25]. Altshuller’ e göre yaratıcı problem çözümü sırasında başka bir problemi ortaya çıkarmaya yol açan problem çeşidi olarak tanımlanmalıdır. Bundan dolayı problemin özellikleri arasında uzlaşma veya yön değiştirme yapılmasına karşı gelmiştir. Altshuller’in patentler üzerinde yaptığı çalışmaların çoğunda icatlarda uzlaşmaya gerek olmayan ve çelişkileri çözen çözümler bulmuştur.

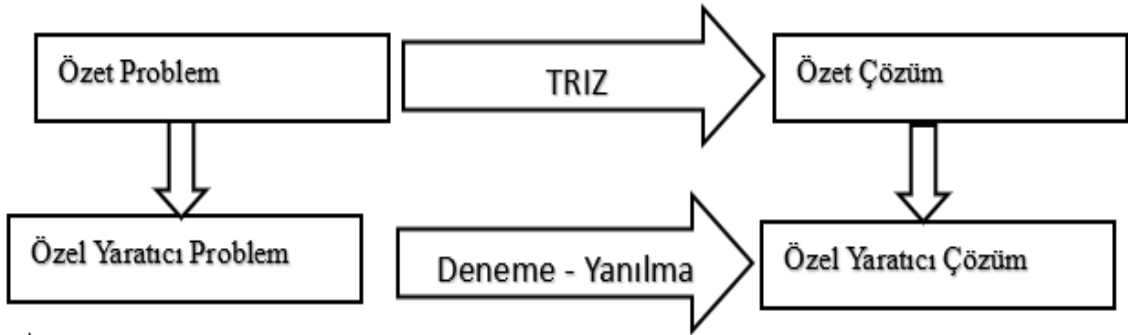
Altshuller araştırmaları esnasında aşağıdaki şartlara sahip olan bir yaratıcılık teorisinin gerekliliğinden bahsetmiştir [26]:

“Sistemik” sözcüğü “sistemik yenilikçilik” içerisinde çelişki içeren bir tanımlama değildir. TRIZ’in amacı yenilikçi çözümlerle birlikte çelişkilerin yöntemlere dayalı olarak çözüme kavuşabileceğinin anlaşılmasıdır. Teori kavramının üzerine kurulduğunu varsaydığı üç esas aşağıdaki gibidir [23]:

- Amaç ideal tasarımdır.
- Problem çözümünde çelişkiler yardımcı olur.
- Yenilikçi bir süreç sistemik tabanlı olarak yapılandırılabilir.

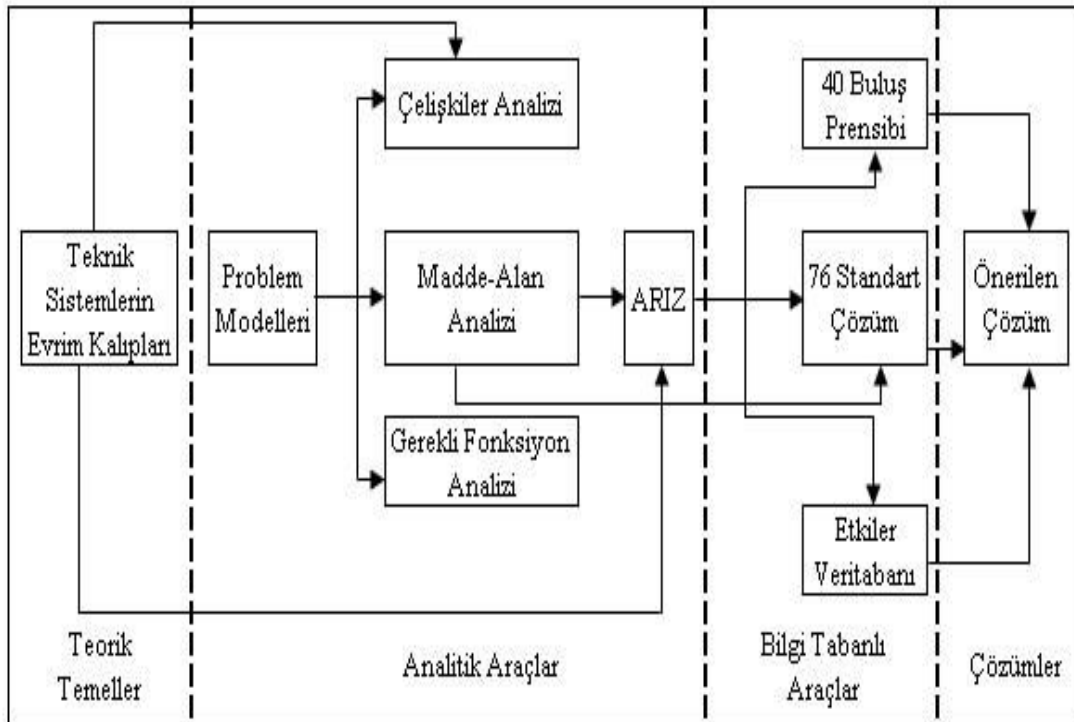
Yaratıcılığı artırma amacıyla kullanılan geleneksel yöntemlerin en büyük sorunu olan problemin karmaşık seviyesi arttıkça kullanışlı olmanın azalmasını kolay hale getirmek ve bunu diğer insanlara yaymak Altshuller’in araştırmasının amacı haline gelmiştir. Yaratıcı süreçleri geliştirme ve iyileştirme konusundaki kararlılığı, TRIZ’in

meydana gelmesi ile sonuca ulaşmıştır. Grupların ve bireylerin kendilerinden gelen yaratıcılığına değil de problem ve çözümlerin kalıpları etrafında yapılan çalışmalar bütününe dayanan TRIZ araştırması, teknolojiyi geliştiren ve ilerleten yaratıcı yenilikçi düşüncenin temelinde küresel buluş metodlarının olduğunu ve eğer bu metodlar tanımlanıp bir sistematik haline getirilebilirse icat yapma sürecinin daha tahmin edilebilir olması için insanlara bunu öğretilebileceği hipotezi üzerine başlamıştır. 50 yıllık bir zaman diliminde birçok aşamaya tabi olan bu araştırmada, problemlerin ve sunulacak çözümlerinin, teknik ve tasarımsal evrim kalıplarının endüstride ve bilimlerin içinde kendini tekrarladığını, yeni düşüncelerin geliştirildikleri alanın dışında dahi bilimsel etkileri kullandığı belirlenmiştir [24]. TRIZ, Şekil 3.1.'de görüldüğü üzere belirlenmiş bir problemin özetlenmesi, bir probleme dönüşmesini organize ederek ve problemin türüyle alakalı olan genel tasarım şeklinin ana hatlarını veya öngörüldüğü kalıplarını kullanmak gerektiğini ileri sürmektedir. Düşünme eylemini böyle özetleyerek araştırma uzayının hacmi ciddi oranda küçültülür. Böylece gerekli çözümün hızlı bir şekilde bulunmasına olanak sağlanır.



Şekil 3.1. TRIZ ile problem çözümü [43]

TRIZ, problemi çözmek için gerekli araçları, sistemin dönüşümünde gereken bilgiye dayalı araçları ve bunların teorik temellerini içermektedir. Şekil 3.2.'de TRIZ tekniğinin temel yapısı ve şeması yer almaktadır [25].



Şekil 3.2. TRIZ'in yapısı [42]

TRIZ'in temelinde, çoğunlukla en asgari düzeyde kaynağın ideallik arttığı yönde evrim geçirdiğinin tanınması vardır. Çelişkileri çözüme kavuşturmak ve sonuca ulaşmak için şekillerdeki gibi diyalektik özellikte bir düşünme yolculuğu sağlar [28]. TRIZ mucit kişilerin icatlarını nasıl bulduklarını keşfetmeyi amaçlamaktadır [29]. Yaratıcı süreçleri anlama ve yorumlama çabaları, sürecin gereksinimlerinin çelişkili olduğu ve çözüme ulaşmak için uzlaşmaların kabul görmemesinden kaynaklı zor olarak tanımlanmış sorunların, yeni bir biçimde çözüldüğü veya çözülmeye çalışıldığı buluşlara yönelmiştir. TRIZ tekniğinde yapılan 50 yıllık çalışmalarla geçmişte yaratıcı kabul olduğu edilen kişilerin sahip oldukları analitik ve bilgiye dayalı araçlar ortaya atılarak yaratıcı süreçler gün yüzüne çıkarılmış ve buluş yapmak adına kişinin yüksek bir zekâ seviyesinde olmasına gerek kalmamıştır. Farklı mühendislik alanlarında alınmış patentler üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda TRIZ'in yöntem ve felsefe tabanını oluşturan birkaç önemli husus aşağıda maddeler halinde verilmiştir [27]:

- Yaratıcı problemin tanımı artık ihtiyaçlara cevap veremeyen bir tasarım ürün veya hizmetinin yeni gereksinimleri içerisindeki çelişki olarak yapılırken; yaratıcı

çözüm, uzlaşmaya olanak sağlanmadığı bir durum içerisinde çelişkinin ortadan kaldırılması demektir.

- Genelde çelişki olarak isimlendirilmiş olan bir probleme çözüm arayışında bulunduğumuzda, o alanda görevli mühendisin bilmediği veya farkında olmadığı fiziksel bilgileri kullanma ve uygulamaya koyma ihtiyacı doğar. Uygun olarak şekillenmiş fiziksel bilginin arayışı içinde olunması gerektiğini belirtilmiştir.

TRIZ, yeni ürünler geliştirme aşamсындаki boşluğu, esas önceliğinin yaratıcılık ve deneyim olduğu kabul edilmiş alanlarda basitleştirme ve yapılanma sağlayarak doldurmayı hedefler.

Yenilikçi süreç ve aşamaların kontrol edilemeyeceği yargısı kısıtlayıcı olma özelliğinin yanı sıra yanlış ve hatalıdır. Bir problemi bir çelişki halinde yapılandırdığınızda, bu çelişkiyi veya problemi çözmek için teknikler ve yöntemler bulunmaktadır. TRIZ, teknik alanlarda uygulanabildiği gibi teknik olmayan alanlarda da problemleri çözmek veya yorumlamak için uygulanabilir yapıya sahip bir yöntemdir [14]. “40 buluş prensibi” üzerinde bazı değişiklikler yapılarak daha genele hitap eden bir kullanım yapısının meydana getirilmesi mümkündür. TRIZ birçok alanda ve özellikle teknoloji içermeyen alanlarda çözüm geliştirmek ve uygulamaya geçirmek için fikirler beyan etmektedir. Teknolojik eğilim, somut olarak ilerleyen şirketlerden sanal yöndeki şirketlere geçişte bulunduğu gibi katı cisim ve cihazlardan, alanlara ve kuvvetlere geçiş yapmaktadır. Benzer bir şekilde, düz eylemlerden karmaşık olan eylemlere geçiş eğilimi firmaların nasıl bir ince ayar içerisinde olduklarını ve hızla gelişen değişim karşısında cevaplarını nasıl değişken şekillerde verdiklerini yansıtmaktadır.

TRIZ yöntemi artık yerini yükseköğretim ve enstitülerde de almış durumdadır. Rusya’da ve ardından ABD’de ders olarak okutulmaktadır. Soğuk savaşın döneminin son bulmasıyla birlikte, ABD, Japonya başta olmak üzere Avrupa ülkelerinde tanınmaya, öğretilmeye ve kullanılmaya başlanmıştır. Verilen tüm bilgiler doğrultusunda TRIZ metodunun özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir [31].

- Teknolojik gelişmeler ve yenilikler için yeni dalga hareketlerine ortam hazırlamış ve hemen kabul edilmiştir.
- Teknolojik araştırmalarda ve geliştirme aşamalarında yaratıcılığı destekler.
- Teknik sorunların belirlenmesinde rol alır ve bu sorunların çözümü için farklı ve yaratıcı birçok ipucu verir.
- Yenilikçi ve araştırmalara dayanan teknolojilerin incelenmesi ve evrendeki yaklaşık üç milyon civarında patentin analiz edilmesi sonucunda ortaya çıkarılan “Buluş Prensipleri” kavramını temel almaktadır.
- Sorunları çözmek ve uygulamaya geçirmek, tüm bilim ve teknolojinin girdilerini kullanabilme fırsat ve olanağı sağlar.
- Teknik açıdan koyulan hedeflere ulaşmak için geometri, fizik ve kimya bilimlerinin prensiplerinden hangisinin gerekli olduğunu saptamada yardımcı olur.
- Teknik çelişkilere çözüm sunarak, gerçeklik payı olan ve ticari değere sahip icatlar ve patentler elde edilebilir.
- Mekanik, elektrik, kimya ve diğer bilimsel alanlarda yenilikler ve çözümler için kullanılabilir [32].

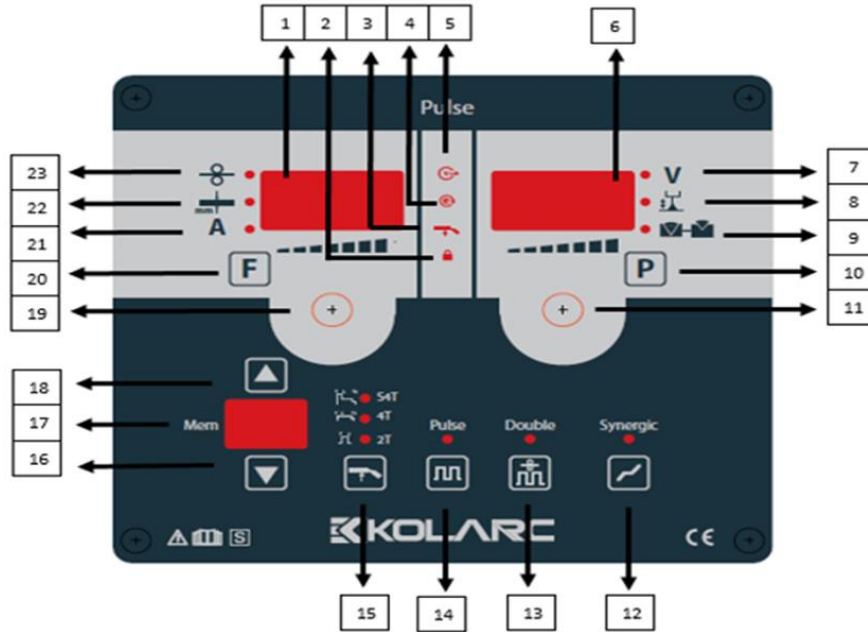
3.2. Materyal

Kaynak makineleri 3 ana kategoride yer almaktadır.

- Elektrot kaynak makinesi (MMA)
- Argon kaynak makinesi (TIG)
- Gazaltı kaynak makinesi (MIG)

Bu kaynak makineleri iki ana grup altında incelenir.

- Trafolu kaynak makinesi; Amper ve voltaj ayarı manuel el ile yapılır. Kullanım sırasında parametre değerleri 5 ve 5'in katları şeklinde devam ettiği için hassas ayar yapılamaz.
- İnverter kaynak makineleri; Malzeme kalınlığı, tel hızı veya amper değerinden herhangi biri makineye girildiğinde voltaj ayarını tel hızı, malzeme kalınlığı ve amperini otomatik olarak yüksek milimetrik ayarları ile kusursuz kaynak yapma imkânı sunar. Fakat kullanım esnasında bazı zorlukları vardır. Ülkemizde kaynak ustaları, eğitim düzeyi düşük olduğu için kaynak makine kullanımında zorlanmakta ve inverter kaynak makinelerini tercih etmemektedir. Kaynak yapmadan önce üç parametreyi bilmek gerekir.
 - Kaynak yapılacak malzeme
 - Kaynak yapılacak malzemeye göre kullanılması gereken gaz
 - Kaynak yapılacak telin çapı(mm)



Şekil 3.3. Pulse Panel

Tablo 3.2. Pulse panel tablosu

1. Dijital Gösterge	13. Duple Pulse Mod Butonu
2. Kilit Göstergesi	14. Pulse Mod Butonu
3. Tetik Göstergesi	15. 2t 4t Tetik Seçim Butonu
4. Endoker Göstergesi	16. Hafıza Azaltma Butonu
5. Voltaj Göstergesi	17. 99 adet Hafıza Seçeneği
6. Dijital Gösterge	18. Hafıza Artırma Butonu
7. Gerilim İndikatör Göstergesi	19. Kademesiz Ayar Düğmesi
8. Trim İndikatör Göstergesi	20. Fonksiyon Butonu
9. Endüktans Göstergesi	21. Amper Göstergesi
10. Program Butonu	22. Malzeme Kalınlığı Göstergesi
11. Kademesiz Ayar Düğmesi	23. Tel Hızı Göstergesi
12. Synergic Mod Butonu	

Makine açıldığında birinci parametre olan kaynak yapılacak olan malzeme seçilir. Örneğin; Paslanmaz kaynağı yapılacaksa kaynak yapılacak olan telin üzerinde verilen bilgide telin karışımı ile ilgili 318, 306, 308, 316 gibi numaralar Türkiye standartlarında kullanılan tellerin kodlarıdır. İkinci parametre ise kaynak yapılacak malzemeye göre kullanılması gereken gazdır. Örneğin; paslanmaz kaynağı için Ar-97,5/CO₂-2,5 gazın kullanılması gerekir. Üçüncü parametre ise kaynak yapılacak olan telin çapı (mm)'dir. Örneğin; paslanmaz 318 malzemede 0.8mm telin jop değeri 38, 1.0mm telin jop değeri 40, 1.2mm telin jop değeri 42 1.6mm telin jop değeri 46 (tablo 6'ya bakılarak okunan değerler 38, 40, 42 ve 46).

Yukarıdaki şekil 1'de ön panel üzerinde yer alan 10 numaralı P harfine 5 saniye basılı tutularak programın içinde yer alan jop değerlerine girilir ve 11 numaralı potans düğmesi ile istenilen parametre getirilir. (38, 40, 42, 46) Yapılan bu işlemler doğrultusunda doğru kaynak parametreleri çalışır istenilen kaynak performansı elde edilir.

Kaynak yapan ustalara bu şekilde anlatım yapıldığında ve uygulama olarak gösterildiğinde makine kullanımı çok karmaşık gelmekte ve MIG/MAG (Gazaltı) kaynak makine satışını %45 değerinde azaltmaktadır.

Tablo 3.3. Program tablosu örneği

Standart	Malzeme	Tel	Tel Çapı(mm)			
			0.8	1.0	1.2	1.6
		Gaz	Jop	Jop	Jop	Jop
	SG2/3	Ar-82/CO ₂ -18	8	10	12	16
	SG3/4 SI1	Ar-90/CO ₂ -10	18	20	22	26
		CO ₂ 100	28	30	32	36
CrNi	318 Si	Ar-97,5/CO ₂ -2,5	38	40	42	46
	307 Si		48	50	52	56
	308 Si		58	60	62	66
	316L		68	70	72	76
	Duplex		78	80	82	86
	2269		Ar-He-CO ₂	88	90	92
NiCr		Ar-70/He-30		100	102	
	625	Ar-He-CO ₂ /Ar-He-H ₂ -CO ₂		110	112	
	AlMg	Ar-100	118	120	122	126
		Ar-70/He-30	128	130	132	136
	AlSi	Ar-100	138	140	142	146
		Ar-70/He-30	148	150	152	156
	Al99	Ar-100	158	160	162	166
		Ar-70/He-30	168	170	172	176
	CuSi	Ar-100	178	180	182	186
	CuAl	Ar-100	188	190	192	196
	CuSi /	Ar-100	198	200	202	206
	Brazing	Ar-97,5/CO ₂ -2,5	208	210	212	216
	CuAl /	Ar-100	208	220	222	226
	Brazing	Ar-97,5/CO ₂ -2,5	208	230	232	236
Özlü tel/Flux-Cored						
	G3SI1/G4SI1 Metal	Ar-82/CO ₂ -21	218	240	242	246
	G3SI1/G4SI1	Ar-82/CO ₂ -21	228	250	252	256
	Rutil/Basic	CO ₂ -100			262	266
	CrNi	Ar-97,5/CO ₂ -2,5			272	276
	CrNi	Ar-82/CO ₂ -21			282	286
	Rutil/Basic	CO ₂ -100			292	296
Force Arc						
	SG2/3	Ar-82/CO ₂ -18	278	300	302	306
	SG3/4 SI1	Ar-90/CO ₂ -10	288	310	312	316
	CrNi	Ar-97,5/CO ₂ -2,5		320	322	326
	AlMg	Ar-100			332	336
	AlSi	Ar-100			342	346
	Al99	Ar-100			352	356
Root Arc						
	SG2/3	Ar-82/CO ₂ -18		360	362	
	SG3/4 SI1	CO ₂ -100		370	372	
Cold Arc						
	SG2/3	Ar-82/CO ₂ -18	358	380	382	386
	G3/4	CO ₂ -100	368	390	392	396
	CrNi	Ar-97,5/CO ₂ -2,5	378	400	402	406
	AlMg	Ar-100		410	412	416
	AlSi	Ar-100		420	422	426
	Al99	Ar-100		430	432	436
	CuSi/Brazing	Ar-100	418	440	442	446
	CuAl/Brazing	Ar-100	428	450	452	456
	AlSi	Ar-100		460	462	466
	ZnAl	Ar-100		470	472	476
	AlSi St/Al	Ar-100		480	482	486
	ZnAl St/Al	Ar-101		490	492	496
Pipe Arc						
	SG2/3	Ar-82/CO ₂ -18		500	502	
	G3/4	CO ₂ -100		510	512	
	MMA		5			

3.3. Yöntem

Türkiye'nin ilk yerli, inverter ve sinerjik özellikte gazaltı kaynak makinesini üreten şirketi ünvanına sahip olan firmada satışların düşme nedeni araştırıldığında müşterilerden geri dönüt olarak kaynak ustalarının, eğitim düzeyi düşük olması sonucunda kaynak makine kullanımında zorlanmaları ve inverter kaynak makinelerini tercih etmemeleri alınmıştır.

Bu sorun TRIZ sorunları ile değerlendirilmiş ve soruna uygun TRIZ çözümleri bulunmuştur.

Bu çalışmada amaç inverter kaynak makinesi kullanımını TRIZ metodu kullanarak daha kullanışlı hale getirip kullanışı kolay ve performans açısından yüksek bir makine yapılmasını sağlamaktır. 39 Temel Parametre, 40 Yaratıcı Prensipler, TRIZ metodolojisinin temel özellikleri ve Çelişkiler Matrisi gibi temel araçlarının bir tanıtılması ve TRIZ metodolojisi ile ilgili örneklendirme ve uygulama yapılmıştır.

Tablo 3.4. Problemin çözüm aşamaları

Çözüm Aşamaları	Yapılan İş
1	Problemin belirlenmesi
2	Problemin genel TRIZ sorunları ile değerlendirilmesi
3	Problem grubunu karşılayan TRIZ çözümünün bulunması
4	Probleme yönelik ideal çözümün geliştirilmesi

BÖLÜM 4. UYGULAMA

4.1. Sorunun Belirlenmesi

Kaynak makinesinin kullanımı, tasarımı ve performansı ilk başta karşıtlıkların beraber ele alındığı bir gelişmişlik düzeyine sahiptir. Bu beraberlik istenmemekte ve bitmesi hedeflenmektedir. Karşıtlık ortadan kaldırılmalıdır. Karşıt taraflar arasındaki mücadele (etkileşim) nedeniyle, ilk beraberlik bozulmaya çalışılmış ve bir çelişki tanımı ortaya çıkmıştır. Çelişki, sistemin yeni bir gelişme düzeyine (tasarım, program) dönmesi için çözülmelidir. Çelişki; teknik bir sistemde bir özellik iyiye giderken başka bir bileşenin kötüye gitmesi demektir. Uzun vadede, başka bir çelişki ortaya çıkacak ve sistem daha yeni bir gelişim seviyesine dönmesi için tekrar ve tekrar çözülecektir. TRIZ, sistemlerdeki çelişkileri bertaraf etme düşüncesi ile geliştirilmiş ve kaynak makineleri üzerinde kullanılması uygun bulunmuştur.

TRIZ, uygulamasının kaynak makineleri üzerinde kullanılmasının diğer TRIZ uygulamalarından farkı yönetsel, teknik ve fiziksel çelişki yöntemlerinin bir arada kullanılarak inovatif bir kaynak makinesi oluşturmasıdır.

Kaynak makineleri iki ana grupta incelenmektedir.

- Trafolu Kaynak Makineleri: Trafolu kaynak makinesi sadece amper ve voltaj ayarı yapılarak kullanılır. Kullanım sırasında parametre değerleri 5 ve 5'in katları şeklinde devam ettiği için hassas ayar yapılamaz.
- İnverter Kaynak Makineleri: İnverter kaynak makineleri çok yüksek milimetrik ayarlar yaptığı için kusursuz kaynak yapma imkânı sunar. Fakat kullanım esnasında bazı zorlukları vardır. Ülkemizde kaynak ustaları, eğitim düzeyi düşük

olduğu için kaynak makine kullanımında zorlanmakta ve inverter kaynak makinelerini tercih etmemektedir.

4.2. Sorunun Genel TRIZ Sorunları ile Değerlendirilmesi

4.2.1. TRIZ metodolojisi ile aletin karmaşıklığı

Cihaz karmaşıklığını azaltmak için bilgi kaybı meydana gelmiştir.

	37	38	39
36	...	15,1,24	...

Şekil 4.1. Bilgi Kaybı

- İyileşen Özellik

36. Aletin karmaşıklığı: Sistemdeki elementlerin çeşitliliği ve elementler arasındaki ilişkidir. Kullanıcı karmaşıklık katan bir sistem elemanı olabilir. Sistem yönetiminin karmaşıklığı ve zorluğunun ölçüsüdür.

- Kötüleşen Özellik

38. Otomasyonun mertebesi: Bu, bir sistemin veya nesnenin insan müdahalesi olmadan işlevlerini gerçekleştirme derecesidir. En düşük seviye manuel araçtır. Ara manuel takım programları süreci gözlemleyecek ve gerekirse durup yeniden programlayacaktır. Üst düzey bir makine gerekli süreci anlar, kendini programlar ve kendi sürecini oluşturur.

- Bu Probleme Uyabilecek Prensipler

15. Dinamik Hale Getir: Bir nesnenin, dış çevrenin ya da sürecin en uygun çalışma koşullarını sağlayacak şekilde tasarlanması ya da buna izin verilmesi.

1. Böl: Parça veya bölüm sayısının arttırılması.

24. Aracı kullan: Nesne ya da sürecin kullanılması.

4.2.2. TRIZ metolojisi ile kullanım kolaylığı

Cihazın kullanım kolaylığı gelişirken otomasyon düzeyi azaltılmıştır.

	23	24	25
33	...	4,10,22,27	...

Şekil 4.2. Otomasyon Düzeyi

- İyileşen Özellik

33. Kullanım kolaylığı: Basitlik: Basitliktir. Sürecin çokça işleminde çok fazla adım, insan, özel araçlar gerekiyorsa kolay değildir. Kolay yüksek kara sahip iken zor süreçler düşük kara sahiptir.

- Kötüleşen Özellik

24. Bilgi kaybı: Bir sistemde kısmen veya bütün olarak, kalıcı veya da geçici olarak sistem tarafından verinin veya veriye erişimin kaybedilmesidir. Genellikle duyuşal verilerin kaybını (koku ve doku gibi) içerir.

Bu Prensibe Uyabilecek Özellikler

4. Asimetri: Nesnenin tasarım şekli değişikliği

10. Öncü Eylem: Nesnede ileride gerekecek işlemin önceden yapılması, nesnelerin gereken zamanda kullanıma alınması için bulunması gereken uygun yerlerin önceden belirlenmesi

27. Ucuz ve kısa ömürlü cisimler kullanma: Ucuz olan bir cismi, belirli özelliklerini (örn. Kullanım Ömrü) kapsayan birkaç ucuz kopyası ile değiştirmek

22. Zararı Faydaya Çevirme: Zararlı etmenlerin zararsız bir etki yaratmak için kullanılması.

4.2.3. TRIZ metodolojisi ile şekil

Yeni tasarımdaki şekilde her şey kullanıcının elinin altındayken, istenen fonksiyonu gerçekleştirebilme yeteneği olumsuz etkilenir.

	26	27	28
12	...	10,40,16	...

Şekil 4.3. İstenilen Fonksiyonu Gerçekleştirme

- İyileşen Özellik

12.Şekil: Sistemin dış görünüşüdür.

- Kötüleşen Özellik

27.Güvenilirlik: Sistemin gerekli fonksiyonları öngörülebilir şekil ve koşullarda yerine getirebilmesidir.

Bu Prensibe Uyabilecek Özellikler

10. Öncü Eylem: Uygun yerlerin önceden belirlenmesi

40. Kompozit Malzeme: Tek tip malzeme yerine benzer malzemelerin kullanımı.

16. Kısmi Fazlalık: Problemin çözümünün daha kolay elde edilmesi.

4.2.4. TRIZ metodolojisi ile hız

Geliştirilen yeni üründe hız özelliği olumlu etkilenirken makinenin programlarında bilgi kaybı yaşanmıştır.

	23	24	25
9	...	13,26	...

Şekil 4.4. Makine Programında Bilgi Kaybı

- İyileşen Özellik

9.Hız: Bir sürecin veya eylemin zaman içindeki hızı ya da bir nesnenin süratidir .

- Kötüleşen Özellik

24. Bilgi kaybı: Bir sistemde kısmen veya bütün olarak, kalıcı veya da geçici olarak sistem tarafından verinin veya veriye erişimin kaybedilmesidir. Genellikle duyuşal verilerin kaybını (koku ve doku gibi) içerir.

Bu Prensibe Uyabilecek Özellikler

13. Diğer Yol: Bir sorunu veya problemi çözmek için kullanılan yöntemin tersine işletilmesi

26. Kopyalama: Tersine mühendislik

4.3. Sorun Grubunu Karşıl原因an TRIZ Çözümünün Bulunması

Trız metodolojisi ile aletin karmaşıklığı çözümlenirse;

Dinamiklik (15) prensibine göre sistemi fiziksel olarak değiştirilebilir ve esnek bir yapıya getirmemiz gereklidir. Dinamik bir çalışma ortamı yaratmak sürekli iyileştirme (inovasyon) ile sağlanabilir, problemlere çözüm bulmak için atik bir şekilde önleyici ve geliştirici kararlar alınıp cihaz karmaşıklık sorunu çözüme kavuşturulur.

Böl (1) prensibini istediğimiz kaynak performansına ulaşmak için adımlara bölerek uyguladık. İlk panelde bir işlemi gerçekleştirirken ihtiyacımız olan program için bir

tuşa basarken, çözümümüzde ilk adım olarak malzeme cinsini daha sonra tel çapını seçmek gerekiyor. Ardından dijital göstergeye program değeri otomatik olarak geliyor.

Aracı kullan (24) prensibinde iki buton tercih ediyoruz. Kaynak ustaları iki butona basarak yapmak istedikleri kaynak metoduna kolaylıkla geçiş yapıp kaynak yapabiliyor.

Trız metodolojisi ile kullanım kolaylığını ele alınırsa;

Asimetri (4) prensibi için şekil 1'deki simetrik 18 ve 16 butonunda bir değişiklik yaparak, Şekil 2'deki gibi sadece 16 butonu bırakıldı. Asimetrik duruma getirildi.

Öncü Eylem (10) prensibinde müşterilere makine satın almadan önce gönderilen test makinesinin kullanımını sonrasında ustalar için kullanımın zor olduğu, bu yüzden tercih edilmediği geri bildirim alındı.

Ucuz ve kısa ömürlü cisimler kullanma (27) prensibine uygun olarak yüksek maliyetli denemeler yerine sanal simülasyonlarla proses karmaşıklıkları ile öngörülerde bulunabilir. Mühendislerin deneyimlerinden yararlanarak makine devre elemanlarının güçleri düşürülüp maliyet minimuma dönüştürülmüştür. Örneğin Pulse panelde 200 amperlik IGBT kullanılırken Pulse Rapid panelde 150 amperlik IGBT kullanılıyor. 150 amperlik IGBT hem daha ucuz hem de uzun ömürlüdür.

Zararı faydaya çevirme (22) yaratıcı prensibine uygun olarak, yanlış program seçip yapılan kaynak sırasında makinenin zorlanması ortadan kalkarak arızalar arası süre azaldı. Böylece zarar faydaya çevrilmiş oldu.

Trız metodolojisi ile şekil değerlendirilirse;

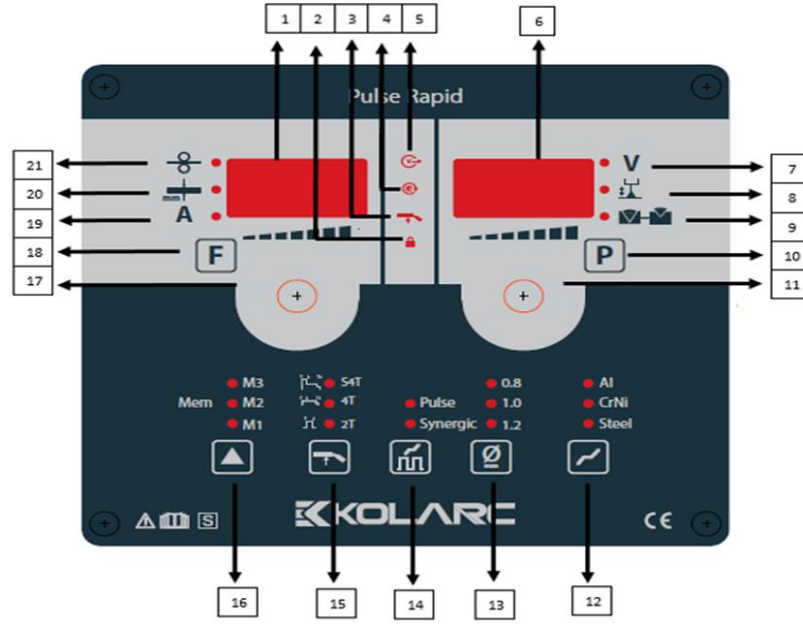
Öncü eylem (10) olarak gönderilen demo makinesini kullanan müşterilerden, panel tasarımının beğenilmediği, ulaşmak istenilen butonların kullanıcının elinin altında olmadığı dönütü alındı.

Kompozit malzeme (40) tek çeşit malzeme yerine birleşik malzemelerin kullanımına panelin altına montaj edilen butonu örnek verilebilir.

Kısmi fazlalık (16) olarak görülen 1.6 telin programdan kaldırılması bilgi akışını hızlandırdı ve kaynak performansı arttı.

Trıız metodolojisi ile hız çözümlenirse;

Diğer yol (13) metodunda makineyi geliştirmek amacıyla parçalara ayrılmış ve tersine mühendislik uygulanmıştır. Böylece ergonomik tasarım alanlarındaki yenilikler hızlandırılmıştır.



Şekil 4.5. Pulse rapid panel

Kopyalama (26) prensibine göre geliştirilecek ürünün büyük bir kısmı direkt alınmış, üstüne farklı özellikler eklenmiştir.

4.4. Probleme Yönelik İdeal Çözümün Geliştirilmesi

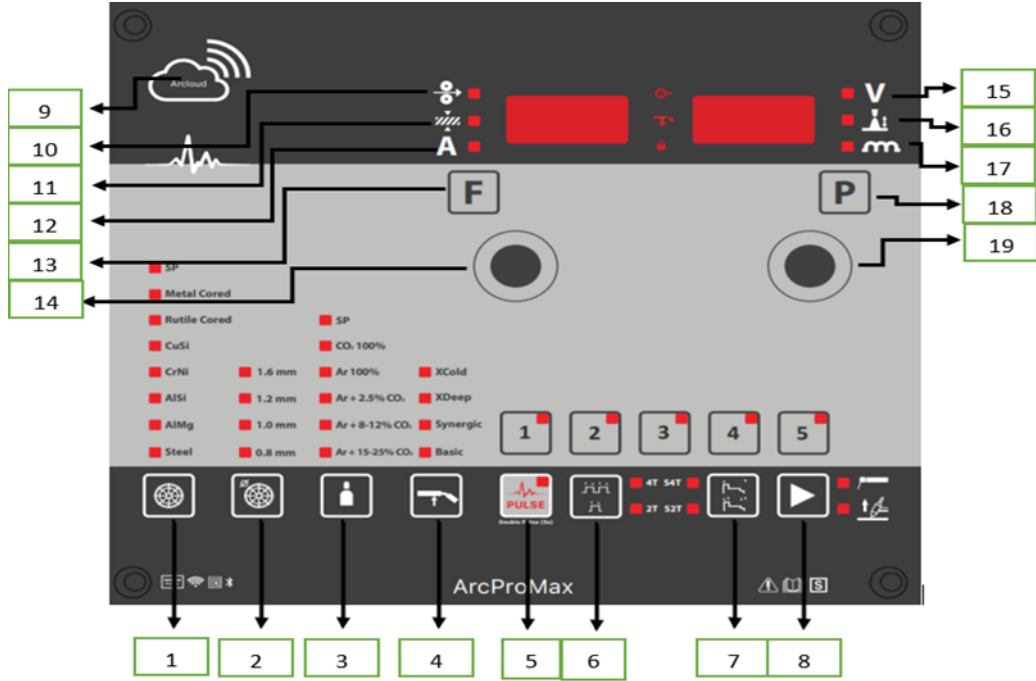
Problemi çözmek için yeni iki panel tasarımı gerçekleştirildi.

- Birinci panel Şekil 4.5.'de yer almaktadır. Kaynak yapılması için gerekli olan üç parametreden ikisi kaynak yapılacak malzeme ve tel çapını ön panel üzerine getirildi. Örneğin; Kaynak yapılacak malzeme ve tel çapı seçildiğinde şekil 4.5.'deki 6 numaralı dijital göstergeye jop değeri otomatik olarak gelir. Böylelikle kaynak ustaları iki butona basarak istediği kaynak metoduna kolaylıkla geçiş yapıp kaynak yapabilir hale geldi.

Tablo 4.1. Pulse rapid panel

1. Dijital Gösterge	12. Malzeme Seçim Butonu
2. Kilit Göstergesi	13. Tel Çapı Seçim Butonu
3. Tetik Göstergesi	14. Kaynak Mod Seçim Butonu
4. Endoker Göstergesi	15. 2t,4t,s4t Tetik Seçim Butonu
5. Voltaj Göstergesi	16. Hafıza Seçim Butonu
6. Dijital Gösterge	17. Kademesiz Ayar Düğmesi
7. Gerilim İndikatör Göstergesi	18. Fonksiyon Butonu
8. Trim İndikatör Göstergesi	19. Amper Göstergesi
9. Endüktans Göstergesi	20. Malzeme Kalınlığı Göstergesi
10. Program Butonu	21. Tel Hızı Göstergesi
11. Kademesiz Ayar Düğmesi	

- İkinci panel Şekil 4.6.'de yer almaktadır. Kaynak yapılması için gerekli olan parametreler ve wps değerleri master karta tanımlanıyor kaynakçı kaynağa başlamadan master kartını okuttuğunda o parametrelerde kaynağa başlıyor. Böylelikle kaynak ustaları hiç butona basmadan otomatik olarak kaynak yapabilir hale geldi. Bu panelle kaynakçının çalışma verimliliği, ne kadar gaz ve tel harcadığı biline bilir hale gelmiş olacaktır.



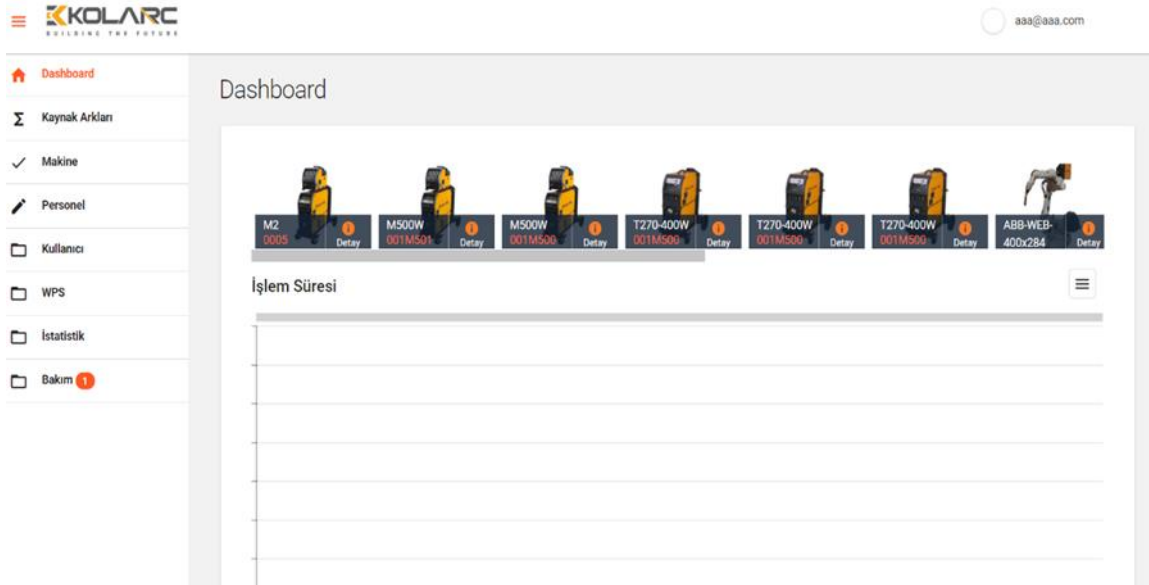
Şekil 4.6. ArcProMax panel

Tablo 4.2. ArcProMax panel

1. Malzeme Seçim Butonu	12. Amper Göstergesi
2. Tel Çapı Seçim Butonu	13. Fonksiyon Butonu
3. Gaz Seçim Butonu	14. Kademesiz Ayar Düğmesi
4. Kaynak Mod Seçim Butonu	15. Gerilim İndikatör Göstergesi
5. Pulse Mod Seçim Butonu	16. Trim İndikatör Göstergesi
6. 2t, 4t, Tetik Seçim Butonu	17. Endüktans Göstergesi
7. S4T, S2T Tetik Seçim Butonu	18. Job Seçimi Butonu
8. Elektrod ve Argon Mod Seçim Butonu	19. Kademesiz Ayar Düğmesi
9. Wifi ve Bluetooth Göstergesi	
10. Tel Hızı Göstergesi	
11. Malzeme Kalınlığı Göstergesi	

Şekil 4.6.'de yer alan kaynak izleme alanı sayesinde kaynakçı master kartını tanımladıktan sonra master kartına tanımlı olan kaynak parametreleri ve wps değerleri otomatik tanımlanmış olacaktır. Kaynak formeni veya firma sahibi kaynak makinesinin yanına gelmeden kaynağın wps değerlerinin doğru olup olmadığını cep telefonundan anlık olarak izleyebilecektir.

Bakımı gelen makineler uyarı verecek ve böylelikle makine kullanım ömründe uzatılmış olacaktır.



Şekil 4.7. Kaynak izleme

4.5. İstatistiksel Analiz

Bu uygulamanın yapıldığı fabrikada geliştirilen yenilikçi ürün satışa çıkmıştır. Müşterilerden alınan olumlu geri dönüşlere istinaden yeni panelin üretimi devam etmiştir. Ardışık yıllar içinde aynı müşterilerden Pulse panelin satış verileri, Pulse Rapid panelin ve ArcProMax Panelin satış verileri alınmış, ardından alınan verilerin anlamlı olup olmadığını test etmek için T testi kullanılmıştır.

Hipotez şudur; Panellerin satış değerleri eski panele ve yeni panellere göre farklılık göstermekte midir?

H0: Panellerin satış değerlerinde eski panel ile yeni panellerin anlamlı bir ilişkisi yoktur.

H1: Panellerin satış değerlerinde eski panel ile yeni panellerin anlamlı bir ilişkisi vardır.

Bu kaynak makinesi fabrikası çoğunlukla tersanelere toplu makine satışları yapmakta fakat bireysel müşterileri de bulunmaktadır. Aşağıdaki tabloda rastgele seçilmiş 10

müşterinin bir yıl içerisinde satın aldığı kaynak makinesi sayısını görmekteyiz. Eski panel için 2018 yılının, yeni panel içinse 2019 yılının verileri kullanılmıştır.

Tablo 4.3. Satın alınan panel sayıları

Müşteri	Eski Panel	Yeni Paneller
1	14	32
2	15	30
3	20	25
4	36	45
5	5	8
6	6	7
7	12	20
8	14	26
9	15	37
10	16	30

Veriler aynı müşterilerden alındığı ve birbiriyle bağımlı olduğu için Paired Sample Test uygun görülmüştür. SPSS’de Paired Samples Test sonucu aşağıdaki tablolarda görüldüğü gibidir.

Tablo 4.4. T Testi sonucu istatistikler

Paired Samples Statistics					
		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Eski	15,3000	10	8,55115	2,70411
	Yeni	26,0000	10	11,88837	3,75943

Görüldüğü gibi bu tabloda değişkenlerin ortalamaları birbirinden farklıdır. Ancak sadece bu tabloya bakılarak bu farklılığın anlamlı ya da anlamsız olduğu sonucuna varılamaz. Karar için bir sonraki tablo dikkate alınmalıdır.

Tablo 4.5. T Testi sonuçları

Paired Samples Test									
Paired Differences									
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
					Lower	Upper			
Pair 1	eski - yeni	-10,70000	6,73383	2,12942	-15,51709	-5,88291	-5,025	9	,001

Karar için bu tabloda dikkate alınması gereken değer, "Sig.(2-tailed)" değeridir. $0.001 < 0.05$ olduğu için H_0 hipotezi reddedilir. Yani "%95 güvenle Panellerin satış değerlerinde eski panel ile yeni panelin anlamlı bir ilişkisi vardır." diyebiliriz. Birinci tablo incelendiğinde, yeni panelin satışlarının ortalamasının, eski panelin satışlarının ortalamasından daha büyük olduğu görülür. Yani geliştirilen yenilikçi ürün satışlarının artmasında etkili olmuştur.

4.6. Gerçekçi Kısıtlar ve Koşullar Altında Değerlendirme

Bu çalışma ekonomi, sürdürülebilirlik, üretilebilirlik ve etik açısından değerlendirilmiştir.

Ekonomi; İstatistiksel olarak da test ettiğimiz üzere geliştirilen yenilikçi ürünün satışlarla olumlu yönde anlamlı bir ilişkisi vardır. Bu çalışmanın yapıldığı fabrika Türkiye'nin ilk yerli inverter sinerjik Gazaltı kaynak makinesini üreten şirketi unvanına sahiptir. Yerli üretimiyle ürettiği ürünlerin yurt dışından ithalatını azaltmakta, istihdamı arttırmakta, ihracatıyla da ülke ekonomisine önemli katkılar sağlamaktadır. Tasarlanan panel sayesinde makinelerin satışlarındaki artış, firmanın bütçesine katkı sağlamakta, böylece ülkenin ekonomisi de güçlenmektedir.

Sürdürülebilirlik; Sürdürülebilirlik, kendi ihtiyaçlarımızı, gelecek nesillerin ihtiyaçlarından ödün vermeden karşılayabilmemizdir. İnsanlar inverter kaynak makinelerini kullanmayı tercih ederse bu ilkenin benimsendiğini söyleyebiliriz. Çünkü trafolu kaynak makineleri arızalandığında küçük müdahaleler tamiri mümkün olmamakta, makinenin tamamıyla değişmesi gerekmektedir. Geliştirilen panelin kullanımının kolay olmasından dolayı tercih edilmekte tereddüt edilmeyecek olan inverter kaynak makinelerinde ise, arızalı parçalar değiştirilerek arıza giderilebiliyor. Yani makine kendini yenileyebiliyor olmasıyla sürdürülebilir denebilir.

Üretilebilirlik; Üretilebilirlik için tasarım (DFM) ürettikleri kolay şekilde ürün tasarımı genel mühendislik sanatıdır. Geliştirilen yeni üründe daha karmaşık ve pahalı parçaları gerektiren ürün tasarımı önlenerek üretilebilirlik için tasarım yapılmıştır.

Etik; Yeni ürün geliştirilirken firmanın bünyesinde çalışan mühendisler, kendi yaratıcılıklarını kullanarak, dürüst ve etik olmayan herhangi bir davranış ya da uygulamada bulunmamışlardır.

BÖLÜM 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada kaynak makinelerinin yenilikçi ürün geliştirme sürecine değinilmiştir. Öncelikle TRIZ problemi tanımlamamıza olanak sağlamış, ardından tanımladığımız problemlerimize yine bu çalışmada tanımladığımız çözüm tekniklerini kullanarak yenilikçi çözümler bulmuştur. Triz metodoloji açıklanarak detaylı bilgi verilmiş ve inverter kaynak makinelerinin problemleri değerlendirilip Triz metodolojisiyle çözüm aranmıştır.

Bu nedenle, TRIZ metodolojisini yenilikçi ve yaratıcı ürün tasarımı için etkili, özgün ve önemli bir araç olarak tanımlayabiliriz. TRIZ'in Türkiye'de ve yurtdışında popüleritesi, şirkette pratiklik eksikliği, operasyon ve ürün geliştirme süreci ile markanın hızla yayılmasıyla proje yönetimi ve risk yönetiminde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bu çalışmada problem TRIZ yaklaşımı ile çözülmesinin ardından alınan verilerin anlamlı olup olmadığını test etmek için T testi kullanılmıştır ve geliştirilen yenilikçi ürünün satışların artmasında etkili olduğu görülmüştür.

KAYNAKLAR

- [1] Mazur, G. 2001. Theory of inventive problem solving (TRIZ).
- [2] Türkmen, Ş. 2006 İş ve Yönetim Problemleri Çözümüne Trız Yaklaşımının Kullanılması Üzerine Bir Araştırma. (Yüksek Lisans Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir
- [3] Duran, H. C. 2011. Yaratıcı Problem Çözme Tekniği Yardımıyla Konstrüktif Bir Problemin Ele Alınması, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [4] Yaralıoğlu, K. 2002. İşletme Sorunlarının Çözümünde Yaratıcı Sorun Çözme Teorisi. 1. Ulusal Kalite Fonksiyon Göçerimi Sempozyumu.
- [5] Mann, D. a. 2003. Updating TRIZ: 1985-2002 Patent Research Findings, TRIZCON2003:. 5 th Annual International Conference of Alshuller Institute for TRIZ Studies.Philadelphia.
- [6] Nakagawa. T.1998. TRIZ: Theory of Inventive Problem Solving, Understanding and Introducing It from http://osaka-gu.ac.jp/nakagawa/TRIZ/eTRIZ/eIntroduction_980517.html Erişim Tarihi: 20.08.2019.
- [7] Şener, S.D.2006 TRIZ: Yaratıcı Problem Çözme Teorisi ve Diğer Problem Çözme Yöntemleriyle Karşılaştırma. Yüksek Lisans Tezi. İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [8] Royzen, Z., 1993. Application TRIZ in Value Management and Quality Improvement, International Conference of the Society Of American Value Engineers, Florida
- [9] Trial and Error URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Trial_and_error. Erişim Tarihi: 20.08.2021.
- [10] Altshuller, G., 2000. The Innovation Algorithm: TRIZ, Systematic Innovation and Technical Creativity, Technical Innovation Center, Inc, worcester

- [11] Brainstorming
URL:<http://www.skymark.com/resources/tools/brainstorming.asp>..
Erişim Tarihi: 20.08.2021
- [12] Domb, E., 1999. TRIZ: The Science of Systematic Innovation, Portland International Conference on the Management of Technology, August, Portland.
- [13] Simsek, M., 2001. Toplam Kalite Yönetimi, Alfa Basım Yayım Dağıtım Ltd. Sti., İstanbul.
- [14] Halis, M., 2000. Paradigmadan Uygulamaya Toplam Kalite Yönetimi ve ISO-9000 Kalite Güvence Sistemleri, ISO-9002 Kalite Belgesi Çalışmaları, Beta Basım Yayım Dağıtım A.S., İstanbul.
- [15] Cause and Effect Diagram
URL: <http://www.skymark.com/resources/tools/cause.asp>..
Erişim Tarihi: 20.08.2021
- [16] Akbaba, A., 2000. Kalite Fonksiyon Göçerimi Metodu ve Hizmet Hsletmelerine Uyarlanması, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt 2, Sayı:3.
- [17] Six Sigma Definition - What Is Six Sigma?
URL: <http://sixsigmatutorial.com/Six-Sigma/Six-Sigma-Tutorial.aspx>..
Erişim Tarihi: 13.04.2017
- [18] Six Sigma URL: <http://www.wdpc.co.uk/process/sixsigma/6sigma.htm>.
Erişim Tarihi: 15.11.2019
- [19] Kermani, A.H.M., 2003. Empowering Six Sigma Methodology via the Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ), TRIZ Journal, December 2003 issue.
- [20] URL: [Vhttps://medium.com/@metinokaya/triz-nedir-c2ae4e17064](https://medium.com/@metinokaya/triz-nedir-c2ae4e17064).
Erişim Tarihi:20.08.2021
- [21] TRIZ Foundations URL: http://www.ideationtriz.com/TRIZ_foundations.asp.
Erişim Tarihi:20.08.2021
- [22] Manor P., 2000. The Principles of Inventive Thinking - Introduction to the Course of "Development of Inventive Thinking" According to the SIT
URL:<http://www.osaka-gu.ac.jp/php/nakagawa/TRIZ/eTRIZ/epapers/e2002Papers/eManor020721.html>.
- [23] TRIZ URL: <http://www.mv.com/ipusers/rm/TRIZ.htm>.
Erişim Tarihi:20.08.2021

- [24] Domb, E., 2000. Managing Creativity for Project Success, 7th Project Leadership Conference, June.
URL: <http://www.triz-journal.com/whatistriz/> Erişim Tarihi:20.08.2021
- [25] Yang, K., and Zhang, H., 2000. A Comparison of TRIZ and Axiomatic Design, TRIZ Journal, August 2000 issue.
URL: <http://www.triz-journal.com/archives/2000/08/d/>.
Erişim Tarihi:20.08.2021
- [26] Zurnalı, Ö. (2019). Otobüs Kapak Üretim Prosesinin Robotik Otomasyonla Optimizasyonu ve Triz Metodolojisine Uygulanması. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [27] Souchkov, V., 1996. TRIZ: A Systematic Approach to Innovative Design URL: <http://www.insytec.com/TRIZApproach.htm>.
Erişim Tarihi:20.08.2021
- [28] Arciszewski T, and Zlotin B., 1998. Ideation/TRIZ: Innovation Key To Competitive Advantage and Growth .
URL: http://www.ideationtriz.com/paper_ITRIZ_Innovation_Key.asp.
Erişim Tarihi: 19.08.2020
- [29] What is TRIZ? URL:http://homepages.cae.wisc.edu/~me349/lecture_notes/riz_procedure.pdf . Erişim Tarihi: 20.08.2020
- [30] Yıldız, E., 2004. Yaratıcı Problem Çözme Teorisi ve Uygulamaları, Yüksek Lisans Tezi, H.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [31] Kapucu, S., Baykasoglu, A., ve Dereli, T., 2001. Toplam Kalite Yönetimi Uygulamalarında Kullanmak İçin Yenilikçi-Yaratıcı Problem Çözme Yaklaşımı: TRIZ, TMMOB Makine Mühendisleri Odası II. Kalite Sempozyumu, Bursa, 15-16 Haziran, s. 167-174.
URL:<http://www.mmo.org.tr/muhendismakina/arsiv/2001/agustos/makaletriz.htm>.. Erişim Tarihi:20.08.2021
- [32] Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ)
URL: <http://www.amsup.com/TRIZ>. Erişim Tarihi: 14.06.2016

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Halil ULUTAŞ

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Yılı
Yüksek Lisans	Sakarya Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Endüstri Mühendisliği	Devam ediyor
Lisans	Sakarya Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Endüstri Mühendisliği	2018
Önlisans	Karabük Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Elektro Mekanik Taşıyıcılar	2015
Lise	Çine Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi	2013

İŞ DENEYİMİ

Yıl	Yer	Görev
2018-Halen	Kolarc Makine İmalat Sanayi ve Ticaret A.Ş	Endüstri Mühendisi

YABANCI DİL

İngilizce

ESERLER (makale, bildiri, proje vb.)

- 1.
- 2.

HOBİLER

..... , ,

	Geliştirilen Özellik		Kötüleşen Özellik																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	Hareketli nesnenin ağırlığı	Sabit nesnenin ağırlığı	Hareketli nesnenin uzunluğu	Sabit nesnenin uzunluğu	Hareketli nesnenin alanı	Sabit nesnenin alanı	Hareketli nesnenin hacmi	Sabit nesnenin hacmi	Hız	Kuvvet	Gerilim ve basınç	Şekil	Nesnenin dengesi	Dayanıklılık, güç	Hareketli nesnenin dayanaklı	Sabit nesnenin dayanaklı	Sıcaklık	Parlıklık	Hareketli nesnenin harca	Sabit nesnenin harcadığı	
20	Sabit nesnenin harcadığı enerji	19,9, 6,27								36,37			27,4, 29,18	35					19,2, 35,32	-	+
21	Güç	8,36, 38,31	19,26, 17,27	1,10, 35,37		19,38	17,32, 13,38	35,6, 38	30,6, 25	15,35, 36,35	26,2, 35	22,10, 29,14, 2,40	35,32, 15,31	26,10, 28	19,35, 10,38	16	2,14, 17,25	16,6, 19	16,6, 19,37		
22	Enerji kaybı	15,6, 19,28	19,6, 18,9	7,2,6, 13	6,38,7	15,26, 17,30	17,7, 30,18	7,18, 30,36	7	16,35, 36,38			14,2, 39,6	26			19,38, 7	1,13, 32,15			
23	Madde kaybı	35,6, 23,40	35,6, 22,32	14,29, 10,39	10, 28,24	35,2, 10,31	10,18, 39,31	1,29, 30,36	3,39, 18,31	14,15, 37,10	3,36, 3,5	29,35, 3,40	29,3, 31,40	35,28, 3,18	28,27, 3,18	27,16, 18,38	21,36, 39,31	1,6,13	35,19, 24,5	28,27, 12,31	
24	Bilgi kaybı	10,24, 10,35, 5		1,26	26	30,26	30,16		2,22	26,32					10	10		19			
25	Zaman kaybı	10,20, 37,35	10,20, 26,5	15,2, 29,14	30,24, 14,5	26,4, 5,16	10,35, 17,4	2,5, 34,10	35,16, 32,18			10,37, 37,36,4	4,10, 22,5	29,3, 28,18	20,10, 10,16	28,20, 10,15	35,29, 3,17	1,19, 26,17	35,38, 19,18	1	
26	Madde miktarı	35,6, 18,31	27,26, 18,35	29,14, 35,18		15,14, 29	2,18, 40,4	2,29	2,35, 34,28	35,29, 3,14, 3	10,36, 14,3	35,14	15,2, 14,35, 17,40	14,35, 34,10	10,40	31	3,39	34,29, 11,32	3,35, 16,18	3,35, 31	
27	Güvenilirlik	3,8, 10,40	3,10, 8,28	15,9, 14,4	15,29, 28,11	17,10, 14,16	32,35, 40,4	3,10, 14,24	2,35, 24	21,35, 11,28	8,28, 10,3	10,24, 35,19	35,1, 16,11	11,28, 3,25	2,35, 6,40	34,27, 3,35	11,32, 6,10	11,32, 13	21,11, 27,19	38,23	
28	Ölçülerin doğruluğu	32,35, 26,28	28,35, 25,26	28,26, 5,16	3,16	32,3, 32,3	26,28, 32,3	6,6	28,13, 32,24	32,2	6,28, 32	6,28, 32	32,35, 13	28,6, 32	24	10,26, 3,27,40	6,19, 28,24	3,6,32			
29	Üretimin doğruluğu	28,32, 13,18	28,35, 27,9	10,28, 29,37	2,32, 10	28,33, 29,32	2,29, 18,36	32,23, 2	25,10, 35	10,28, 34,36	3,35	32,30	30,18	3,27,40			19,26	3,32	32,2		

	Geliştirilen Özellik		Kötüleşen Özellik																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	Hareketli nesnenin ağırlığı	Sabit nesnenin ağırlığı	Hareketli nesnenin uzunluğu	Sabit nesnenin uzunluğu	Hareketli nesnenin alanı	Sabit nesnenin alanı	Hareketli nesnenin hacmi	Sabit nesnenin hacmi	Hız	Kuvvet	Gerilim ve basınç	Şekil	Nesnenin dengesi	Dayanıklılık, güç	Hareketli nesnenin dayanaklı	Sabit nesnenin dayanaklı	Sıcaklık	Parlıklık	Hareketli nesnenin harca	Sabit nesnenin harcadığı	
30	Nesneye etki eden zararlı faktörler	22,21, 27,39	2,22, 13,24	17,1, 39,4	1,18	22,1, 33,28	27,2, 39,35	22,23, 37,35	34,39, 19,27	21,22, 35,28	13,35, 39,18	22,2, 3,35	22,1, 3,35	35,24, 30,18	18,35, 37,1	22,15, 33,28	17,1, 40,33	22,33, 35,2	1,19, 32,13	1,24, 6,27	10,2, 22,37
31	Zararlı yan etkiler	19,22, 15,39	35,22, 1,39	17,15, 16,22		17,2, 18,39	22,1, 40	30,18, 3,23	35,28, 1,40	2,33, 27,18	35,1	35,19, 1,37	11,13, 1,3	22,2, 33,31	16,22, 2,24	35,16	27,26, 27,1	22,35, 19,24	2,35,6	19,22, 18	
32	Üretilebilirlik	28,29, 15,16	1,27, 35,13	1,29, 13,17	15,17, 27	13,1, 26,12	16,40	13,29, 1,40	35	35,13, 8,1	35,12	35,19, 1,37	11,13, 1,3	27,1,4	35,16	18	27,26, 27,1	2,35,6	28,26, 27,1	1,4	
33	Kullanım kolaylığı	25,2, 13,15	6,13, 1,25	1,17, 13,12		1,17, 13,16	18,16, 15,39	1,16, 35,15	4,18, 39,31	18,13, 34	28,13, 35	2,32, 12	15,34, 30	32,35, 8,25	29,3, 8,25	1,16, 25,27	26,27, 13,17	13,17, 1,24	1,4		
34	Tamir edilebilirlik	2,27, 35,11	2,27, 35,11	1,28, 10,25	3,18, 31	15,13, 32	16,25, 35,11	25,2, 35,11	1,34,9	1,11, 10	13	1,13, 2,4	2,35	11,1, 2,9	11,29, 28,15	1	4,10	15,1, 13	15,1, 28,16		
35	Uyumluluk	1,6, 34,36	19,15, 35,39	35,1, 29,2	1,35, 23,10	35,30, 16	15,16	15,35, 29,7	29	35,10, 20	15,17, 20	35,16	15,37, 1,8	35,30, 14	35,3, 26,1	2,16	27,2, 3,35	6,22, 26,1	19,35, 29,13		
36	Sistemin karmaşıklık	26,30, 34,36	2,26, 35,39	1,19, 26,24	26	14,1, 13,16	6,36	34,26, 6	1,16	34,10, 28	26,16	19,1, 35	29,13, 17,19	2,22, 2,13	10,4, 28,15		2,17, 13	24,17, 13	27,2, 29,28		
37	Karmaşık kontrol	27,26, 28,13	6,13, 28,1	16,17, 26,24	26	2,13, 18,17	2,39, 4,16	29,1, 26,31	2,18, 3,4	30,28, 40,19	35,36, 37,32	27,13, 1,39	11,22, 39,30	27,3, 15,28	19,29, 39,25	25,34, 6,35	3,27, 35,16	2,24, 26	35,38	19,35, 16	
38	Otomasyon seviyesi	28,26, 18,35	28,26, 35,10	14,13, 17,28	23	17,14, 13	35,13, 16			28,10	2,35	13,35	15,32, 1,13	18,1, 25,13	6,9		26,2, 19	8,32, 19	2,32, 19		
39	Verimlilik	35,26, 24,37	28,27, 15,3	18,4, 28,38	30,7, 14,26	10,26, 34,31	10,35, 17,7	2,6, 34,10	35,37, 10,2		28,15, 10,36	10,37, 14	14,10, 34,40	35,3, 22,39	29,28, 10,18	35,10, 2,16	35,21, 16,38	26,17, 19,1	35,10, 38,19	1	

	Geliştirilen Özellik		Kötüleşen Özellik																
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
	Güç	Enerji kaybı	Madde kaybı	Bilgi kaybı	Zaman kaybı	Madde miktar	Güvenilirlik	Ölçülerin doğruluğu	Üretimin doğruluğu	Nesneye etki eden zararlı	Zararlı yan etkiler	Üretilebilirlik	Kullanım kolaylığı	Tamir edilebilirlik	Uyumluluk	Sistemin karmaşıklık	Karmaşık kontrol	Otomasyon seviyesi	Verimlilik
1	Hareketli nesnenin ağırlığı	12,36, 18,31	6,2, 34,19	5,35, 3,31	10,24, 20,28	10,35, 18,31	3,26, 11,27	1,3, 35,26	28,27, 26,18	28,35, 18,27	22,35, 31,39	22,35, 1,36	27,28, 2,24	35,3, 28,11	29,5, 15,8	26,30, 36,34	28,29, 26,32	26,35, 18,19	35,3, 24,37
2	Sabit nesnenin ağırlığı	15,19, 18,22	18,19, 28,15	5,8, 13,30	10,15, 13,30	10,20, 35	19,6, 35,26	10,28, 18,26	18,26, 35,17	10,1, 22,37	2,19, 1,39	35,22, 28,1,9	6,13, 1,32	2,27, 28,11	19,15, 29	1,10, 26,39	25,28, 17,15	2,26, 35	1,28, 15,35
3	Hareketli nesnenin uzunluğu	1,35	7,2, 35,39	4,29, 23,10	1,24	15,2, 29	29,35	10,14, 29,40	28,32, 29,37	10,28, 17,24	1,15, 17,15	1,29, 17	15,29, 35,4	1,28, 10	14,15, 1,16	1,19, 26,24	35,1, 26,24	17,24, 26,16	14,4, 28,29
4	Sabit nesnenin uzunluğu	12,8	6,28	10,28, 24,35	24,26	30,29, 14		15,29, 32,28	3,2, 10	1,18		15,17, 27	2,25	3	1,35	1,26	26		30,14, 7,26
5	Hareketli nesnenin alanı	19,10, 32,18	15,17, 30,26	10,35, 2,39	30,26	26,4	29,30, 6,13	29,9	26,28, 32,3	2,32	22,33, 18,39	17,2, 26,24	13,1, 13,16	15,17, 15,13	15,30	14,1, 13	2,36, 26,18	14,30, 28,23	10,26, 34,2
6	Sabit nesnenin alanı	17,32	17,7, 30	10,14, 18,39	30,16	10,35, 4,18	2,18, 40,4	32,35, 40,4	26,28, 18,36	2,29, 39,35	27,2, 40	22,1, 40	40,16	16,4	16	1,18, 36	2,35, 30,18	23	10,15, 17,7
7	Hareketli nesnenin hacmi	35,6, 13,18	7,15, 13,16	36,39, 34,10	2,22	2,6, 34,10	29,30, 7	14,1, 40,11	25,26, 2,16	25,28, 27,35	22,21, 40,1	17,2, 40,1	15,13, 30,12	10	15,29	26,1	29,26	35,34, 4	10,6, 2,34
8	Sabit nesnenin hacmi	30,6		10,39, 35,34		35,16, 32,18	35,3	2,35, 16	35,10, 25	34,39, 19,27	30,18, 35,4	35		1		1,31	2,17, 26		35,37, 10,2

	Güç	Enerji kaybı	Madde kaybı	Bilgi kaybı	Zaman kaybı	Madde miktarı	Güvenilirlik	Ölçülerin doğruluğu	Üretimin doğruluğu	Nesneye etki eden zarar	Zararlı yan etkiler	Üretilebilirlik	Kullanım kolaylığı	Tamir edilebilirlik	Uyumluluk	Sistemin karmaşıklığı	Karmaşık kontrol	Otomasyon seviyesi	Verimlilik	Kötüleşen Özellik	
																				21	22
9	Hız	19,35, 38, 2	14, 20, 19,35	10, 13, 28,38	13, 26		10, 19, 29,38	11, 35, 27, 28	28, 32, 1, 24	10, 28, 32, 25	1, 28, 35, 23	2, 24, 35, 21	35, 13, 8, 1	32, 28, 13, 12	34, 2, 26	15, 10, 26	10, 28, 4, 34	3, 34, 27, 16	10, 18		
10	Kuvvet	19,35, 18,37	14, 15, 40, 5	8, 35, 40, 5		10, 37, 36	14, 26, 18,36	3, 35, 13, 21	23, 24, 37, 36	5, 28, 2, 33	22, 2, 40, 18	2, 33, 36, 24	1, 35, 18, 1	3, 25, 15, 1	15, 11, 18, 20	10, 19, 10, 19	2, 35, 10, 19	2, 35, 36, 37, 10, 19	2, 35		
11	Gerilim ve basınç	10,35, 14	2, 36, 25	10,36, 3, 37		37, 36, 4, 10	10, 14, 36	10, 13, 19, 35	5, 28, 3, 35	3, 35, 37	22, 2, 27, 18	2, 33, 27, 18	1, 35, 16	11, 2	35	19, 1, 35	19, 1, 35	35, 24, 37	35, 24		
12	Şekil	4, 6, 2	14	35, 29, 3, 5		14, 10, 34, 17	36, 22		10, 40, 16	22, 1, 2, 35	35, 1	1, 32, 17, 28	32, 15, 26	2, 13, 1	1, 15, 29	16, 29, 1, 28	15, 13, 39	16, 1, 32	17, 26		
13	Nesnenin dengesi	32, 35, 27, 31	14, 2, 39, 6	2, 14, 30, 40		35, 27, 35	15, 32, 35	13	18	35, 24, 30, 18	35, 40, 27, 39	35, 19, 30	2, 35, 10, 16	35, 30, 34, 2	2, 35, 35, 32	22, 25, 39, 23	1, 8, 35	23, 35, 40, 3			
14	Dayanıklılık, güç	10, 26, 27, 31	35, 35, 38	35, 28, 31, 40		29, 10, 28, 10	29, 10, 27	11, 3, 16	3, 27, 16	18, 35, 37, 1	15, 35, 22, 2	11, 3, 10, 32	32, 40, 25, 2	27, 11, 3, 32	15, 3, 25, 28	2, 13, 15, 40	2, 13, 27, 3	15, 40	15, 40		
15	Hareketli nesnenin dayanıklılığı	19, 10, 35, 38		28, 27, 3, 18	10	28, 20, 10, 40	3, 35, 13	11, 2, 13	3, 27, 16	22, 15, 33, 28	21, 39, 16, 22	3, 27, 1, 4	29, 10, 27	3, 13	10, 4, 29, 15	1, 35, 29, 15	10, 4, 35, 34	6, 10	35, 17, 14, 19		
16	Sabit nesnenin dayanıklılığı	16		27, 16, 18, 38	10	28, 20, 10, 16	3, 35, 31	10, 26, 6, 40	17, 1, 40, 33	17, 1, 40, 33	22, 35, 10, 1	35, 10, 1	1	1	2	26, 34, 6, 35	1	20, 10, 16, 28			
17	Sıcaklık	2, 14, 17, 25	21, 17, 35, 38	21, 36, 29, 31		35, 28, 21, 18	3, 17, 30, 39	3, 10	19, 35, 3, 10	22, 33, 35, 2	3, 17, 2, 24	24	22, 35, 2, 24	26, 27	4, 10, 16	2, 17, 15	2, 17, 35, 31	26, 2, 19, 15	26, 2, 19, 15		
18	Parlaklık	32	13, 16, 1, 6	13, 1	1, 6	19, 1, 26, 17	1, 19		11, 15, 32	3, 32	15, 19	35, 19, 32, 39	19, 35, 28, 26	15, 17, 13	15, 1, 6, 13	6, 32, 15	10, 13	2, 26, 2, 16	2, 26, 2, 16		
19	Hareketli nesnenin harcadığı enerji	6, 19, 37, 18	12, 22, 15, 24	35, 24, 18, 5		35, 38, 19, 18	34, 23, 16, 18	19, 21, 11, 27	3, 1, 32	1, 36, 6, 27	2, 35, 6	28, 26, 30	19, 35	1, 15, 17, 28	16, 17, 13, 16	2, 28, 27, 29	35, 38	32, 2	12, 28, 35, 38		

	Güç	Enerji kaybı	Madde kaybı	Bilgi kaybı	Zaman kaybı	Madde miktarı	Güvenilirlik	Ölçülerin doğruluğu	Üretimin doğruluğu	Nesneye etki eden zarar	Zararlı yan etkiler	Üretilebilirlik	Kullanım kolaylığı	Tamir edilebilirlik	Uyumluluk	Sistemin karmaşıklığı	Karmaşık kontrol	Otomasyon seviyesi	Verimlilik	Kötüleşen Özellik	
																				21	22
20	Sabit nesnenin harcadığı enerji			28, 27, 18, 31		3, 35, 31	10, 36, 23			10, 2, 22, 37	19, 22, 18	1, 4							19, 35, 16, 25	1, 6	
21	Güç	+	10, 35, 28, 27	10, 19	35, 20, 10, 6	4, 34, 19, 26, 31	32, 15, 2	32, 2	19, 22, 31, 2	2, 35, 18	26, 10, 34	26, 35, 10	35, 2	19, 17, 10, 34	20, 19, 19, 35	18, 2	28, 2	28, 35, 16	28, 35, 16	28, 35, 16	
22	Enerji kaybı	3, 38	+	35, 27, 2, 37	19, 10	10, 18, 32, 7	7, 18, 11, 10, 35	32	21, 22, 35, 2	21, 35, 2, 22	21, 35, 1	35, 32	1, 2, 19		7, 23	35, 3, 15, 23	2	28, 10, 29, 35			
23	Madde kaybı	28, 27, 18, 38	35, 27, 2, 31	+		15, 18, 6, 3, 10, 24	10, 29, 35, 35	31, 26	16, 34, 30, 40	33, 22, 34, 29	10, 1, 34, 29	15, 34, 32, 24	32, 28, 2, 35	15, 10, 2	35, 10, 28, 24	35, 18, 10, 13	35, 18, 10, 13	35, 10, 10, 13	28, 35, 10, 13		
24	Bilgi kaybı	10, 19	19, 10		+	24, 25, 28, 32	10, 28, 23		22, 10, 1, 22	10, 21, 22	32	27, 22				35, 33	35	13, 23, 15			
25	Zaman kaybı	35, 20, 10, 6	10, 5, 18, 32	35, 18, 10, 39	24, 26, 28, 32	+	35, 38, 18, 16	10, 30, 28, 18	24, 34, 28, 18	24, 26, 18, 39	35, 18, 34	35, 22, 34, 4	35, 28, 10, 34	32, 1, 10, 34	35, 28	6, 29	18, 28, 32, 10	24, 26, 32, 10	24, 26, 32, 10		
26	Madde miktarı	35	7, 18, 25	6, 3, 10, 24	24, 28, 35	35, 38, 18, 16	+	18, 3, 28, 40	13, 2, 28	33, 30	35, 33, 29, 31	3, 35, 35, 27	29, 1, 25, 10	2, 32, 10, 25	15, 3, 29, 27	3, 13, 29, 18	8, 35	13, 29, 3, 27			
27	Güvenilirlik	21, 11, 26, 31	10, 11, 35, 29, 39	10, 35, 29, 39	10, 28	10, 30, 4	21, 28, 40, 3	+	32, 3, 11, 23	11, 32, 1	27, 35, 4, 20	35, 2	27, 17, 40, 1	1, 11	13, 35, 8, 24	13, 35, 27, 40	27, 40, 28	11, 13, 27, 29	1, 35, 27, 29		
28	Ölçülerin doğruluğu	3, 6, 32	25, 32, 27	10, 15, 31, 28		24, 34, 28, 32	2, 6, 32	5, 11, 1, 23	+	28, 24, 22, 25	3, 33, 25, 18	6, 35, 1, 13, 13, 11	1, 32, 13, 11	2	10, 34, 32, 28	26, 24, 10, 34	28, 2, 10, 34	28, 32, 10, 34	28, 32, 10, 34		
29	Üretim doğruluğu	32, 2	13, 32, 2	35, 31, 10, 24		32, 25, 28, 18	32, 30	11, 32, 1	+	26, 28, 4, 17, 10, 36	34, 26		35, 23	25, 10		26, 2		26, 2, 18, 23	32, 39		

	Güç	Enerji kaybı	Madde kaybı	Bilgi kaybı	Zaman kaybı	Madde miktarı	Güvenilirlik	Ölçülerin doğruluğu	Üretimin doğruluğu	Nesneye etki eden zarar	Zararlı yan etkiler	Üretilebilirlik	Kullanım kolaylığı	Tamir edilebilirlik	Uyumluluk	Sistemin karmaşıklığı	Karmaşık kontrol	Otomasyon seviyesi	Verimlilik	Kötüleşen Özellik	
																				21	22
30	Nesneye etki eden zararlı faktörler	19, 22, 31, 2	21, 22, 35, 2	33, 22, 19, 40	22, 10, 2	35, 18, 34	35, 33, 29, 31	27, 24, 2, 40	28, 33, 23, 26	26, 28, 10, 18	+		24, 35, 2	2, 25, 28, 39	35, 10, 29, 40	35, 11, 22, 19	22, 19, 29, 40	33, 3, 34	22, 35, 13, 24		
31	Zararlı yan etkiler	2, 35, 18	21, 35, 2, 22	10, 1, 34, 29	10, 21, 29	1, 22, 39, 1	3, 24, 39, 1	24, 2, 40, 39	3, 33, 26	4, 17, 34, 26		+				15, 1, 27, 1	2, 21, 27, 1	2, 22, 35, 18, 39			
32	Üretilebilirlik	27, 1, 12, 24	19, 35, 33	15, 34, 32, 24	32, 24, 18, 16	35, 28, 34, 4	35, 23, 1, 24	1, 35, 12, 18					2, 5, 13, 16	35, 1, 11, 9	2, 13, 15	27, 25, 1, 11, 1	6, 28, 1	6, 28, 1	6, 28, 1		
33	Kullanım kolaylığı	35, 34, 2, 10	2, 19, 13	28, 32, 2, 24	4, 10, 27, 22	4, 28, 10, 34	12, 35, 8, 40	17, 27, 8, 40	25, 13, 2, 34	1, 32, 35, 23			2, 5, 12	+	12, 26, 1, 32	15, 34, 1, 16	12, 17	1, 34, 12, 3	1, 34, 12, 3		
34	Tamir edilebilirlik	15, 10, 32, 2	15, 1, 32, 19	2, 35, 34, 27	32, 1, 10, 25	2, 28, 10, 25	11, 10, 1, 16	10, 2	25, 10	35, 10, 2, 16			1, 35, 11, 10	+	7, 1, 4, 16	35, 1, 15, 29, 37, 28	1	34, 35, 7, 13	34, 35, 7, 13		
35	Uyumluluk	19, 1, 29	18, 15, 1	15, 10, 2, 13	35, 28, 36, 28	3, 35, 15, 8	35, 13, 8, 24	1, 10	26, 24, 32	35, 11, 32, 31			1, 13, 15, 34, 1, 16	+	15, 29, 28, 37	15, 10, 37, 28		27, 34, 15, 6	27, 34, 15, 6		
36	Sistemin karmaşıklığı	20, 19, 30, 34	10, 35, 13, 2	35, 10, 28, 29	6, 29	13, 3, 27, 10	13, 35, 27, 40	2, 26, 10, 34	22, 19, 32	19, 1			27, 26, 1, 13	+	29, 15, 28, 37	15, 10, 37, 28		12, 17, 35, 18	12, 17, 35, 18		
37	Karmaşık kontrol	18, 1, 16, 10	35, 3, 15, 19	1, 18, 10, 24	35, 33, 27, 22	18, 28, 32, 9	3, 27, 29, 18	27, 40, 28, 8	26, 24, 32, 28	22, 19, 29, 28	2, 21		5, 28, 11, 29	+	1, 26, 1, 35	1, 35, 10, 37, 28		5, 12, 34, 21	5, 12, 34, 21		
38	Otomasyon seviyesi	28, 2, 27	23, 28, 18, 5	35, 10, 18, 35	35, 33	35, 13	11, 27, 10, 34	10, 10	28, 26, 18, 23	22, 35, 18, 10			1, 26, 13	+	1, 35, 1, 35	15, 10, 37, 28		5, 12, 34, 21	5, 12, 34, 21		
39	Verimlilik	35, 20, 10	28, 10, 29, 35	28, 10, 35, 23		13, 15, 23	35, 38	1, 35, 10, 38	18, 10, 34, 28	22, 35, 18, 10	35, 22, 18, 39	35, 28, 2, 24	1, 28, 7, 10	1, 32, 10, 25	1, 35, 28, 37	12, 17, 28, 24	35, 38	5, 12, 35, 26	5, 12, 35, 26		