



MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



YARATICI PROBLEM TEKNİĞİNİN
(TRIZ) ELEKTRİK PRİZLERİ İÇİN
TASARIM ALANINA UYGULANMASI

MEHMET AKİF AKBULUT

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Metal Eğitimi Anabilim Dalı

DANIŞMAN
Prof. Dr. Nihat AKKUŞ

İSTANBUL, 2014



MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



YARATICI PROBLEM TEKNIĞİNİN
(TRIZ) ELEKTRİK PRİZLERİ İÇİN
TASARIM ALANINA UYGULANMASI

MEHMET AKİF AKBULUT

522610982

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Metal Eğitimi Anabilim Dalı

DANIŞMAN

Prof. Dr. Nihat AKKUŞ

İSTANBUL, 2014

ÖNSÖZ

Karlılık amacı güden bir işletmenin değişken pazarda var olabilmesi için, kendi ürün portföyünü sürekli olarak ikame ürünler karşısında revize etmesi ve bu portföye yeni ürünler katması gerekmektedir. Ürünlerin rekabet ettiği pazarlar dinamik yapılar olup pazar ve teknoloji yönelimli etmenlerin tesiri altındadır. Günümüzde kısalan ürün döngüleri, müşterilerin yüksek kalite beklentileri ve küreselleşmenin getirdiği rekabet odaklı pazar etmenleri gibi pazar odaklı yönelimlerin yanı sıra, artan ürün karmaşıklığı, yeni malzemeler ve üretim teknikleri gibi teknoloji odaklı etmenler bahsi geçen dinamikliği sürekli tetikleyen olgular arasındadır. Bu noktada ürün tasarımı karlılık bağlamında bir işletme için hayati bir olgu olarak karşımıza çıkmaktadır. Yeni ürün geliştirme, yapısı gereği bünyesinde birçok belirsizlikleri ve değişim baskısı oluşturan sebepleri barındırır. Bu yüzden işletmeler belirsizliklerin hızlıca aşılması ve değişimin getirdiği dirençlerin ortadan kaldırılması için farklı yönetim ve yenilikçi teknikleri sık sık bünyelerine tatbik etmek zorunda kalırlar. Ancak yeni ürün geliştirme süreçleri, her işletme ve proje için farklı dinamiklere sahip olduğu için, her koşula uygun tanımlanmış bir yenilikçi süreç yönetim modeline henüz ulaşamamıştır.

Sektördeki genel uygulama, rakip firmalara ait ürünlerin incelenerek güçlü yanlarının kopyalanması ile yeni bir ürün elde edilmesi şeklindedir. Herhangi bir inovasyon içermeyen bu yaklaşım, psikolojik ataletten dolayı ürünlerdeki fonksiyonların benzer çözümler etrafında toplanmasına sebep olmaktadır. Yenilikçi problem çözümü ile piyasadaki mevcut ürünlerden farklı fonksiyonlara sahip yeni bir ürün elde edilmesi amaçlanmaktadır. TRIZ tekniği, psikolojik tabandan uzaklaşan, hatta psikolojik atalet kavramına yaklaşımı ile çözüm alanını genişleten bir teknik olarak ürün tasarımı için büyük potansiyelleri bünyesinde barındırmasından dolayı mevcut problemin çözümü için tercih edilmiştir.

Tezi hazırlarken sabır ile destek veren danışman hocam Prof. Dr. Nihat AKKUŞ'a, TRIZ ile tanıştıran hocam Prof. Dr. Ruhi KAYKAYOĞLU'na, sabırla çalışmalarına destek olan eşime, bu çalışmayı hazırlarken ailemize katılan ve büyük bir moral kaynağımız olan kızıma, problemin çözümünde destek olan VİKO Elektrik ve Elektronik End. San. ve Tic. AŞ.'deki mesai arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Mart 2014

Mehmet Akif AKBULUT

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	i
İÇİNDEKİLER	iii
ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
KISALTMALAR	xi
ŞEKİL LİSTESİ	xiii
TABLO LİSTESİ	xv
1. GİRİŞ	1
1.1. Geliştirilecek Sistem ve Parçaları	1
1.1.1. Altlık	3
1.1.2. Tırnaklar	3
1.1.3. Gerilim Kontakları	4
1.1.4. Topraklama Konağı	4
1.1.5. Karkas	5
1.2. Tasarım Alanında TRIZ'ın Uygulanma Amacı	6
2. İNOVASYON VE YENİLİKÇİLİK NEDİR?	7
2.1. İnovasyon Türleri	7
2.1.1. Ürün\Hizmet inovasyonu	7
2.1.2. Süreç inovasyonu	8
2.1.3. Pazarlama inovasyonu	9
2.1.4. Organizasyonel inovasyon	9
2.2. Yenilikçi Düşünce ve Yenilikçi Problemler	10
2.3. Yenilikçi Problem Çözme Yaklaşımları	11
2.3.1. Beyin fırtınası	13
2.3.2. Biyomimikri	16
2.3.3. Morfolojik analiz	18
2.3.4. Sinektik	18
2.3.5. Pareto analizi	19
2.3.5.1. Pareto diyagramının oluşturulması	20
2.3.5.2. Pareto diyagramının kullanım alanları	25

2.3.6. Kombinasyon metodolojileri	25
2.3.7. Ters inovasyon.....	26
2.3.8. Teknoloji transferi	26
2.3.9. Kalite fonksiyon yayılımı (QFD)	28
3. TRIZ: YENİLİKÇİ PROBLEM ÇÖZME TEORİSİ	31
3.1. TRIZ'in Doğuşu ve Gelişimi.....	32
3.1.1. Genrich Saulovich Altshuller	32
3.1.2. TRIZ'in doğuşu ve gelişimi.....	32
3.2. TRIZ'in Temel Kavramları	34
3.2.1. Teknik sistemler ve teknik sistemlerin evrim kalıpları	34
3.2.2. Buluş seviyeleri	35
3.2.3. Çelişkiler.....	36
3.2.4. İdeal nihai sonuç	42
3.3. TRIZ Araçları	43
3.3.1. Problem ISQ'su hazırlama.....	43
3.3.2. Problem formülasyonu	45
3.3.2.1. Problem formülasyonunda linkler	45
3.3.3. 40 Yenilikçi buluş prensibi.....	48
3.3.4. S-Eğrisi analizi	50
3.3.5. 9 Pencere.....	51
3.3.6. Su-Field (Madde-Alan) analizi.....	53
3.3.7. ARIZ yaklaşımı	53
3.3.8. Kaynaklar.....	64
3.3.9. TOP (Tool, object, product) analizi.....	64
4. UYGULAMA PROBLEMİ	65
4.1. Problemlerin TRIZ ile Çözümü.....	65
4.1.1. Adım 1 idealite ve S-eğrileri	66
4.1.2. Adım 2: Çelişki analizi	68
4.1.3. Adım 3 dokuz pencere yaklaşımı ve kaynakların kullanımı	72
4.1.4. Adım 4 39x39 çelişki matrisi ve 40 buluş şifresi	73
4.1.5. Adım 5 yönlendirilmiş gelişim parametreleri ile analiz	76
4.2. Yapılan Çalışmanın Değerlendirilmesi	77

4.2.1. Altlık.....	78
4.2.2. Tırnaklar	78
4.2.3. Gerilim kontakları	78
4.2.4. Topraklama kontağı.....	78
4.2.5. Karkas	79
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	81
KAYNAKLAR.....	83
EKLER	85
ÖZGEÇMİŞ	

ÖZET

PROBLEM TEKNIĞİNİN(TRIZ) ELEKTRİK PRİZLERİ İÇİN TASARIM ALANINA UYGULANMASI

Elektriğin transferinde kullanılan prizlerde kullanıcı güvenliği ön planda tutulmak zorundadır. Yeteri kontak basıncının sağlanamadığı durumlarda elektrik iletim direncin fazla olması, elektriğin transferi esnasında ısı oluşmasına neden olacaktır. Isı kaynağının ortadan kaldırılmaması halinde ise sonu yangına ve hatta can kayıplarına kadar giden tehlikeli durumlar ortaya çıkacaktır. Ters durumda ise; aşırı kontak basıncı sağlandığında elektrik iletim direnci düşecek ve beyan akımlarının üzerine çıkılmaması halinde ısı oluşmayacaktır. Fakat kontak basınçlarının gereğinden fazla olması, nihai kullanıcıların fişi prize takmalarında ve prizden çıkartmalarında zorlanmalarına sebep olacaktır.

Duvardaki sabit prize takılı olan fişlerin prizden çıkartılması esnasında prize duvardan çıkması da yaşanan başka bir problemdir. Bu problemin çözümü de priz mekanizmasındaki tırnakların buata tutunabilmesi fazla açılmasını gerektirirken üst grup ile yaşanan teknik çelişkilerin ortadan kaldırılması ile mümkün olacaktır.

TRIZ ile topraklı elektrik prizi tasarlanmasında yaşanan yukarıda bahsi geçen ve benzeri teknik çelişkilerin çözümünde TRIZ araçları kullanılacaktır.

Çalışmanın ilk bölümünde geliştirilecek olan topraklı priz mekanizmasının parçaları hakkında bilgi verildi.

İkinci bölümde, inovasyon ve yenilikçilik hakkında detaylı bilgi verildi ve inovasyon türleri açıklandı. Yenilikçi problem çözme tekniklerinden bazıları hakkında bilgi verildi.

Üçüncü bölümde ise topraklı priz mekanizmanın geliştirilmesi için seçilen TRIZ hakkında bilgi verildi. TRIZ'in temel kavramları ve araçları anlatıldı. TRIZ araçlarının nasıl kullanılacağı detaylı ve maddeler halinde açıklandı.

Dördüncü bölümde ise TRIZ araçları ile geliştirilecek olan topraklı priz mekanizmasına ait parçaların hangilerinde niçin iyileştirmeye ihtiyaç duyulduğu ve bu parçaların iyileştirilmesi için neler yapılabileceği anlatıldı.

Sonuç bölümünde ise geliştirilen sistemin parçalarında ne tür iyileştirmeler yapıldığı izah edildi.

ABSTRACT

THE IMPLEMENTATION OF THE THEORY OF INVENTIVE PROBLEM SOLVING (TRIZ) ON DESIGNING ELECTRICAL SOCKETS

User security must be kept in the forefront where electrical sockets used in the transfer of electricity. Excess of the electrical conduction resistance due to insufficient contact pressure leads heat during the transfer of electricity. The heat source is not eliminated by the end of the fire, and even dangerous situations leading to loss of life will emerge. If the heat source is not taken away, dangerous situations up to fire and even casualties occur. In the opposite case; when excessive contact pressure provided, the electrical conduction resistance will fall and heat will not occur in the condition of not exceeding the rated current. However, too much contact pressure causes the end users have difficulty in plug in and out.

TRIZ tools will be used in designing grounded electrical outlet and also above mentioned and in similar case conflicts.

On the first part of the study, information is given about grounded power outlet parts which will be developed.

On the second part, detailed information were given about innovation and innovation types were explained.

On the third part, the description of TRIZ is given which is selected for problem solving. Besides the basic concept of TRIZ, implementation of the TRIZ tool techniques explained in points.

On conclusion, explanation is given in needs of improvement and related grounded outlet parts to be developed. Also what can be done to improve these components is described.

KISALTMALAR

ABS	: Akrilonitril Bütadien Stiren
ARIZ	: Yenilikçi Problem Çözme Algoritması
CAD	: Bilgisayar Destekli Tasarım
CEO	: İcra Kurulu Başkanı
DNA	: Deoksiribonükleik Asit
FEA	: Sonlu Elemanlar Analizi
IFR	: İdeal Nihai Sonuç
ISQ	: Yenilikçi Durum Anketi
MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
PC	: Polikarbonat
QFD	: Kalite Fonksiyon Dağılımı
TKY	: Toplam Kalite Yönetimi
TOP	: Araç, Amaç, Ürün
TRIZ	: Yenilikçi Problem Çözme Tekniği
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
VDE	: Alman Elektrik Mühendisleri Odası
VE	: Değer Mühendisliği

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1. Topraklı priz mekanizma patlatılmış görüntüsü.....	2
Şekil 1.2. Farklı firmalara ait topraklı priz mekanizmalar	2
Şekil 1.3. Farklı firmalara ait topraklı priz altlıklar.....	3
Şekil 1.4. Farklı firmalara ait tırnaklar	4
Şekil 1.5. Farklı firmalara ait gerilim kontakları	4
Şekil 1.6. Farklı firmalara ait topraklama kontakları	5
Şekil 1.7. Farklı firmalara ait karkaslar	5
Şekil 2.1. Genel problem çözme modeli.	11
Şekil 2.2. Psikolojik atalet	12
Şekil 2.3. Pareto grafiği örneği.....	23
Şekil 2.4. Vida delme hatalarının pareto grafiği.....	24
Şekil 2.5. Kalite evi.	29
Şekil 3.1. Yenilikçi problemlerin deneme yanılma yönetimi ile çözümü.	31
Şekil 3.2. Çelişkilerin zihin haritası.....	39
Şekil 3.3. Çelişkiler matrisi.	40
Şekil 3.4. Faydalı ve zararlı fonksiyon gösterimi.....	45
Şekil 3.5. Faydalı ve zararlı fonksiyon linklerinin gösterimi.	46
Şekil 3.6. Fonksiyonun faydalı ve zararlı fonksiyon üretmesi.	46
Şekil 3.7. Fonksiyonun faydalı ve zararlı fonksiyonları engellemesi üretmesi.....	46
Şekil 3.8. Fonksiyonun faydalıyı engellemesi ve zararlı fonksiyonları üretmesi.....	47
Şekil 3.9. Bağlantı örnekleri ile halı temizleme servisi.....	47
Şekil 3.10. S-Eğrisi analizi	50
Şekil 3.11. ARIZ yapısı	54
Şekil 4.1. Tırnaklar kapalı konumda iken maksimum açıklık ölçüsü	70
Şekil 4.2. Tırnak geometrisinin kararı için yapılan FEA sonucu	78
Şekil 4.3. Yapılan analizler sonucu karar verilen topraklama kontağı.....	79
Şekil 4.4. Montaj kolaylığı sağlayan geçmeli karkas	79

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1. Beynin sağ ve sol tarafı için düşünme kalıpları	14
Tablo 2.2. Delme hatası dağılımını gösteren kontrol kartı.	21
Tablo 2.3. En büyük değerden en küçüğe doğru verilerin tasnifi.	22
Tablo 3.1. Taşıma sistemindeki alt ve üst sistemler.	35
Tablo 3.2. Buluş seviyeleri.	36
Tablo 3.3. Çelişkiler matrisi detayı.	41
Tablo 3.4. 40 Yenilikçi prensip parametreleri.	49
Tablo 3.5. 9 pencere diyagramı.	51
Tablo 3.6. Alt sistem, sistem ve süper sistem örnekleri.	53
Tablo 3.7. ARIZ'ın 1. aşama adımları.	56
Tablo 3.8. ARIZ'ın 2. aşama adımları.	58
Tablo 3.9. ARIZ'ın 3. aşama adımları.	59
Tablo 3.10. ARIZ'ın 4. aşama adımları.	60
Tablo 3.11. ARIZ'ın 5. aşama adımları.	61
Tablo 3.12. ARIZ'ın 6. aşama adımları.	62
Tablo 3.13. ARIZ'ın 7. aşama adımları.	62
Tablo 3.14. ARIZ'ın 8. aşama adımları.	63
Tablo 3.15. ARIZ'ın 9. aşama adımları.	63
Tablo 4.1. İdealite ve S-eğrisi analizi.	66
Tablo 4.2. Ana sistem ile ilgili teknik çelişkilerin hazırlanması.	69
Tablo 4.3. Ana sistem ilgili fiziksel çelişkilerin hazırlanması.	71
Tablo 4.4. Uygulama problemindeki sistemlerin 9 pencerede gösterimi.	72
Tablo 4.5. Ana sistemin kaynakları.	72
Tablo 4.6. Çelişki analizi ve buluş prensipleri.	73
Tablo 4.7. Çelişki matrisi.	75
Tablo 4.8. Yönlendirilmiş gelişim parametreleri ve incelenen sistem.	76

1. GİRİŞ

Her ev ve işyerlerinde bulunan prizler, elektriği kullanabilmemizi sağlayan önemli devre elemanlarıdır. Elektrikli aletlerin tamamının şebekeden gelen 220 V elektrik ile çalışabilmesini sağlayan prizler, topraklı ve topraksız olarak ikiye ayrılır. Topraklı priz; normal prizlerden farklı olarak içerisinde bulunan topraklama ünitesi sayesinde, elektrik kaçaklarının önlenmesini sağlar. Dış yüzeyi metal kaplama olan tüm elektrikli aletlerde topraklı priz kullanılması gerekir.

Elektriğin transferinde kullanılan prizlerde kullanıcı güvenliği ön planda tutulmak zorundadır. Yeteri kontak basıncının sağlanamadığı durumlarda elektrik iletim direncin fazla olması, elektriğin transferi esnasında ısı oluşmasına neden olacaktır. Isı kaynağının ortadan kaldırılmaması halinde ise sonu yangına ve hatta can kayıplarına kadar giden tehlikeli durumlar ortaya çıkacaktır. Ters durumda ise; aşırı kontak basıncı sağlandığında elektrik iletim direnci düşecek ve beyan akımlarının üzerine çıkılmaması halinde ısı oluşmayacaktır. Fakat kontak basınçlarının gereğinden fazla olması, nihai kullanıcıların fişi prize takmalarında ve prizden çıkartmalarında zorlanmalarına sebep olacaktır.

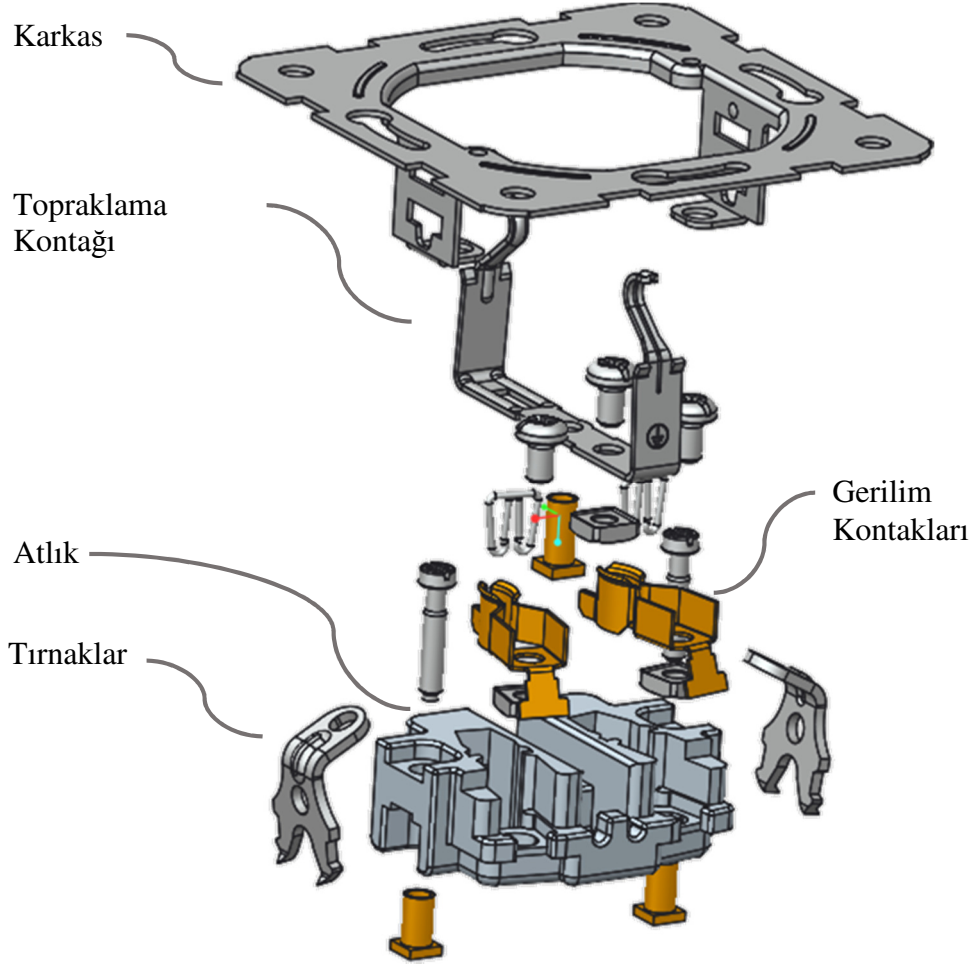
Duvardaki sabit prizlere takılı olan fişlerin prizden çıkartılması esnasında prizin duvardan çıkması da yaşanan başka bir problemidir. Bu problemin çözümü de priz mekanizmasındaki tırnakların buata tutunabilmesi fazla açılmasını gerektirirken üst grup ile yaşanan teknik çelişkilerin ortadan kaldırılması ile mümkün olacaktır.

TRIZ ile topraklı priz tasarlanmasında yaşanan yukarıda bahsi geçen ve benzeri teknik çelişkilerin çözümünde TRIZ araçları kullanılacaktır.

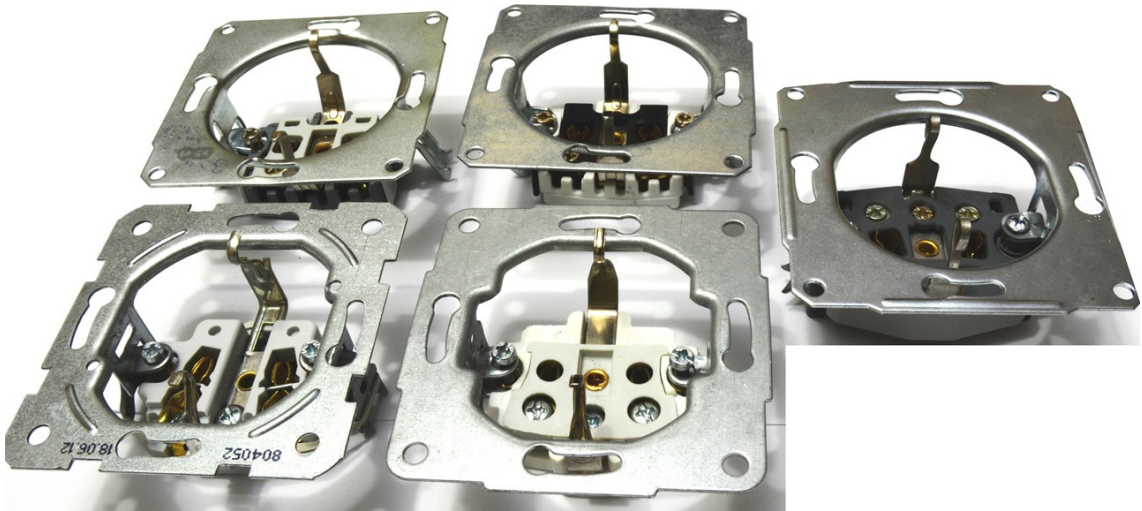
TRIZ ile iyileştirilmesi düşünülen ürüne ait parçalar aşağıda belirtilmiştir.

1.1. Geliştirilecek Sistem ve Parçaları

Topraklı priz mekanizmaları en az altlık, karkas, gerilim kontakları ve topraklama kontaklarından oluşmaktadır. Farklı firmaların ürünlerinde bu parçalar bazı tasarımsal farklılıklar gösterse dahi temelde aynı işlevi görmektedir. Topraklı priz mekanizması üzerinde bulunan temel parçalar Şekil 1.1. **Topraklı priz mekanizma patlatılmış görüntüsü** de, farklı firmalara ait mekanizmalar ise Şekil 1.2’de gösterilmiştir.



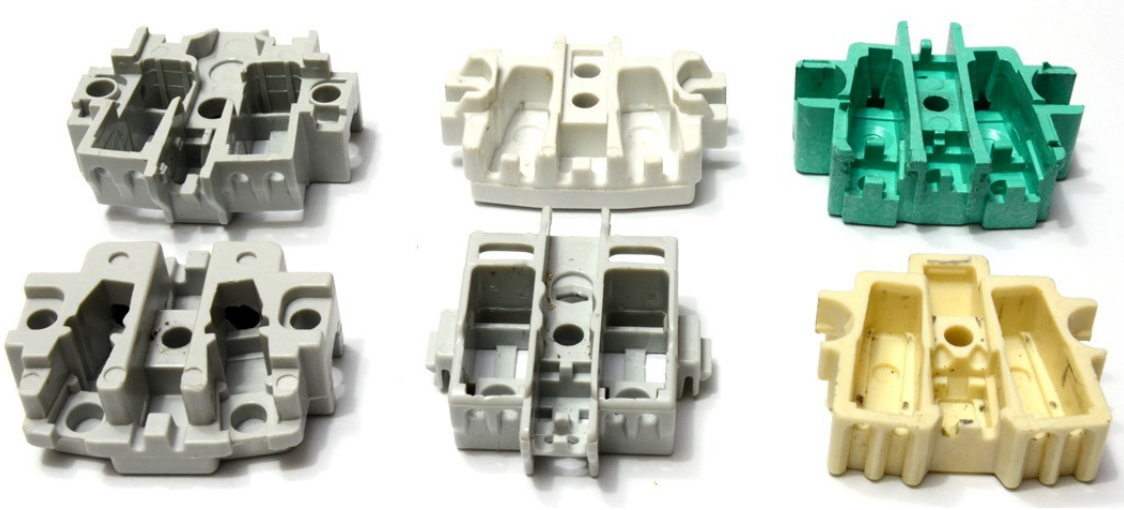
Şekil 1.1. Topraklı priz mekanizma patlatılmış görüntüsü



Şekil 1.2. Farklı firmalara ait topraklı priz mekanizmalar

1.1.1. Altlık

Altlık, tüm parçaların montajının yapıldığı ve bu parçaları bir arada tutan sistemin ana elemanıdır. Altlıklar belirli bir sıcaklığa kadar yanmazlık özelliğine sahip olmalıdır. Geri dönüşümlü malzemelerin tercih edilmesi, kaynakların verimli kullanılması ve çevreye olan zararın minimize edilmesi açısından önem arz etmektedir.

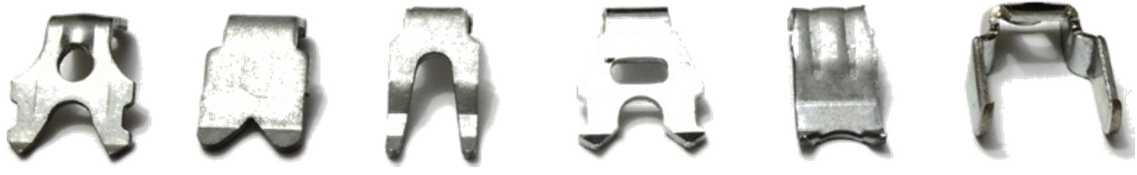


Şekil 1.3. Farklı firmalara ait topraklı priz altlıklar

1.1.2. Tırnaklar

Tırnaklar, topraklı priz mekanizmasının duvara sabitlemesini sağlayan elemanlardır. Fişin prizden çıkartılması esnasında, priz mekanizmasının duvardan çıkmaması için tırnakların duvara yeterince batması gerekmektedir. Prizin montajının yapıldığı yuvalar olan duvar içerisindeki sıva altı kasaların etrafı sıva ile yeterince doldurulmadığı durumlarda priz mekanizmasının duvara yeterince sabitlenmemesine neden olmaktadır. İnşaatlardaki bu tür zafiyetli işçiliklerden kaynaklanan ve müşteri tarafından prizlerin kalitesinin sorgulanmasına neden olan bu tür problemlerin giderilmesi veya minimize edilmesi için tırnak vidalarının sıkıldıktan sonra tırnak açıklıklarının standarda bahsedilen minimum olması gereken açıklık değerinin çok üzerine çıkılmasını gerektirmektedir.

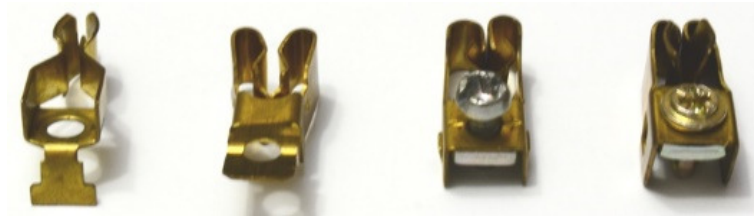
Ayrıca tırnakların, priz mekanizmasını duvara montajını yapacak kişilerin güvenliğini sağlamak için keskin ve sivri köşelerden de arındırılması gerekmektedir.



Şekil 1.4. Farklı firmalara ait tırnaklar

1.1.3. Gerilim Kontakları

Gerilim kontakları, şebekedeki elektrik enerjisinin fişe aktarılmasını sağlayan prizdeki en önemli elemanlardır. Gerilim kontakları yeterince rijit ve uzun yıllar özelliğini kaybetmeden çalışması gereken dinamik yapılardır. Gerilim kontaklarında tercih edilecek olan malzeme, standartta belirtilen oranda bakır ihtiva etmelidir. Fiş takıldığında plastik deformasyona uğramamalı ve fiş çıkartıldığında ise bir önceki geometrisine geri dönebilmelidir. Gerilim kontakları, beyan ve test akımını iletebilecek kesitte olmalıdır. Beyan ve test akımlarında standartta bahsedilen sıcaklık değerlerini geçmemeli ve kontak basıncı değerlerini sağlamalıdır¹.

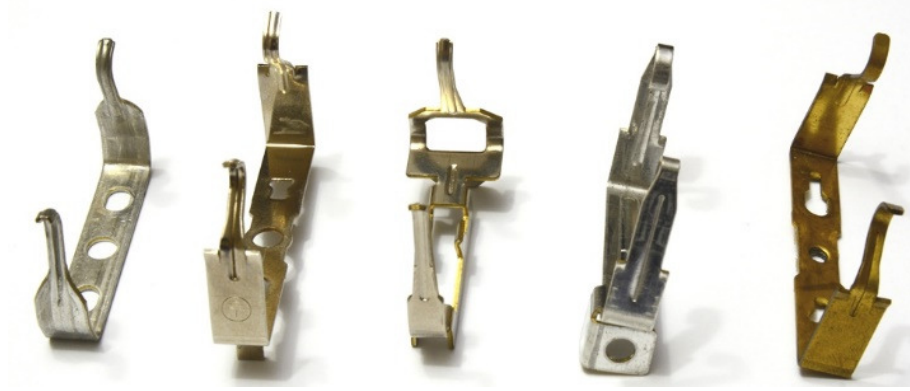


Şekil 1.5. Farklı firmalara ait gerilim kontakları

1.1.4. Topraklama Konağı

Topraklama konağı, kullanmış olduğumuz cihazlarımızda herhangi bir elektrik kaçağı olması durumunda hayat kurtaran elemandır. Topraklama konağı standartta bahsedilen boyutsal ölçüleri sağlamalıdır. Topraklama kontaklarında tercih edilecek olan malzeme standartta belirtilen oranda bakır ihtiva etmelidir. Fiş üzerinde bulunan topraklama konağı ile yeterince sıkı temas sağlayabilmesi için topraklama kontak basıncının yeterli olması gerekmektedir.

¹ TS 60884-1 standardında belirtilen test akımları ile gerilim kontaklarının taşıması gereken kuvvet değerleri esas alınmalıdır.



Şekil 1.6. Farklı firmalara ait topraklama kontakları

1.1.5. Karkas

Karkas, mekanizmanın duvara tespitini sağlayan yapı elemanıdır. Karkas, mekanizmada bulunan elemanların duvarın üst yüzünde bulunan çerçeve ve kapak gibi üst gurup ile arasında olması gereken boyutsal standardı sağlamaktadır. Karkas, çoklu çerçeve uygulamalarında birden fazla mekanizma yan yana geleceğinden mekanizmalar arasındaki eksen ölçüsünün tespitinde de yarar sağlamalıdır.



Şekil 1.7. Farklı firmalara ait karkaslar

1.2. Tasarım Alanında TRIZ'in Uygulanma Amacı

TRIZ alternatif alanı farklı ölçeklerde farklı kavramlardan oluşur. Ölçekler kişiselden başlar, şirketsel, sektörel, toplumsal ve evrensele uzanır. Temel kavramlar ise kimyasal, elektrik ve manyetik, mekanik ve termo-dinamiktir. TRIZ probleme karşı farklı alanlardan çözüm önerileri sunarak problem ile uğraşmanın psikolojik atalet vektörünün tesirinden kurtulmasını sağlar.

TRIZ, tasarımcının alternatif çözüm alanını genişlettiğinden dolayı, artan ürün karmaşıklığı, ürün tasarımında sektörel geçişler ve yeni malzemeler açısından ürün tasarımı için etkin bir araçtır. Sonuca deneme yanılma yerine metot ve yöntem temelli yaklaşımı; rekabetçi üstünlük açısından Ar-Ge, tasarım ve dolayısı ile üretim maliyetlerini ve sürelerini düşürme potansiyeline de sahiptir. Çünkü TRIZ'in sahip olduğu düşünmenin kalitesi (fonksiyonel eksiksizlik, yapısallık, hız ve kararlarda istikrar) kaliteli ürünlerin ortaya çıkmasını sağlamaktadır. Ancak TRIZ'i yenilikçilik için sihirli bir reçete olarak algılamak bir hata olur. Her tekniğin etkinliğinde olduğu gibi bu tekniğin temel felsefesinin iyice benimsenmesi, sürekli pratikle geliştirilmesi gerekmektedir.

TRIZ ulusal sanayinin küresel pazarda daha etkin bir yer edinmesi için yardım edecek araçlara sahiptir. TRIZ, gelişmekte olan sanayilerde, yeni kuşak ürün ve tüketici taleplerinin belirlenmesinde Trend Analizi, yeni malzeme ve üretim tekniklerinin ürünlere uygulanmasında IFR, kaynaklar ve fonksiyon analizi ve mevcut mühendislik sorunları ve yeni teknolojilerin geliştirilmesinde (nano-teknoloji, genetik vb.) Su-Field analizi etkin olarak kullanılabilir. Ulusal anlamda bilinirliği az olan bu etkin metoda dönük akademik ilgi de nispeten azdır. Bu tekniğin potansiyellerinin anlaşılması ile beraber işletmelerimizin BP, HP, Xerox, Boeing, GM, Ford, Chrysler, Lockheed Martin, Motorola vb. gibi küresel devler gibi TRIZ'e hak ettiği ilgiyi göstereceği düşünülmektedir.

2. İNOVASYON VE YENİLİKÇİLİK NEDİR?

İnovasyon, fikirleri ticari değerlere dönüştürme süreci olarak, yenilikçilik ise büyük fikirler ortaya çıkarma süreci olarak kısaca özetlenebilir[1].

Yenilikçilik, literatürde problem çözme becerisi olarak görülmekle beraber; gerçekte yenilik performansı, problemi fark etmeyi, farklı düşünmeyi ve çözüm geliştirmeyi gerektirmektedir. Özellikle de problemi fark edebilme, yenilikçi süreçte son derece önemli rol oynamaktadır.

Edward de Bono’a göre yenilikçilik, var olan değerlerden katma değer elde etmenin en ucuz ve en iyi yoludur. Ona göre insan her değerli fikrin mutlaka mantıklı olması gerektiğine koşullandığı için, bazen ilk bakışta mantığı anlaşılamayan yenilikçiliğe hiçbir zaman yeterince değer vermez. Yenilikçilik kullanılamazsa, bilinenlerde deneyimlerde ve değerlerde var olan potansiyelin büyük bölümü kullanılamaz hale gelir[2].

İnovasyon, dünya iş liderlerinin gündeminin en üst sırasında yer almaktadır. IBM’in dünya çapında yürüttüğü araştırmada 765 CEO “inovasyon”un en önemli konu olduğunu belirtmiştir[3].

2.1. İnovasyon Türleri

Her alanda ve türde inovasyon yapılması mümkün olduğundan, inovasyon türleri ayrılırken kesin bir sınıflandırmaya tabi tutulamamaktadır. Literatürde ise genel olarak dört tür inovasyon ayrımı yapılmaktadır[4].

2.1.1. Ürün\Hizmet inovasyonu

Farklı ve yeni bir ürünün geliştirilmesi veya var olan bir üründe değişiklik, farklılık ve yenilik yapılması amacıyla gerçekleştirilen inovasyondur[1].

Başarılı bir ürün/hizmet inovasyonu gerçekleştiren firmanın, rakipleri bunu fark edene ve taklit edene kadar pazarda tek başına olması ve bu süreçte yaptığı masrafları da çıkardığı gibi büyük miktarlarda da kâr elde etmesi işletmeleri bu tür inovasyonlara özendirebilmektedir. Fakat bu tür inovasyonlar, başarılı olup olunmayacağının garantisi verilmeksizin, şirketin pek çok kaynağını çektiği için, bu süreç her aşamada baştan sona

kadar firma tarafından dikkatlice izlenilmeli, pazar durumu, müşteri ve rakiplerin faaliyetleri sürekli takip edilerek oluşabilecek her ani değişim değerlendirilmelidir[4].

Ürün/hizmet inovasyonuna örnekler:

- Cep telefonlarında görüntülü konuşma, televizyon izleyebilme, aynı anda farklı 2 SIM kart kullanabilmesi,
- Yeni işlevsel özellikleri olan gıda ürünleri (ör: Ballı tereyağları,)
- Otomobillerde mesafe uyarı sistemleri, ısıtılmalı deri koltuk, otomatik çalışan far ve silecekler
- Nano-teknoloji ile üretilen boyalar
- Su geçirmeyen kumaşlar
- Otomatik sıkmalı, fiber başlıklı anti bakteriyel paspaslar, mikro fiber mutfak bezleri
- Bankamatiklerden 7/24 nakit çekebilme olanağı, internet bankacılığı
- Kredi kartı ekstrelerinin cep telefonları veya e-posta adreslerine gönderilebilmesi
- İnternet üzerinden, ürün bilgileri ve çeşitli destek işlevleri gibi yeni hizmetlerin ücretsiz olarak müşterilere sunulması
- Bir hastanenin hastalarına elden vermekte olduğu tahlil sonuçlarını internetten veriyor olması.

2.1.2. Süreç inovasyonu

Farklı yeni bir üretim veya dağıtım yönteminin geliştirilmesi veya var olan yöntemlerin iyileştirilip daha gelişkin hale getirilmesidir. Süreç inovasyonları yeni ekipmanların, yazılımların, belirli tekniklerin ve prosedürlerin uygulanmasıyla ilgilenir. Eğer inovasyon; birim maliyetleri düşürmeye, kaliteyi artırmaya, yeni ya da önemli derecede iyileştirilmiş ürünleri üretmek ve teslim etmeye yönelik üretim ya da tedarik metotlarını kapsıyorsa, bu süreç inovasyonudur[5].

Süreç inovasyonuna örnekler:

- Organik tarım
- Otomatik ambalajlama
- Otomatik kalite kontrol sistemleri
- Toyota tarafından 1950’lerde gerçekleştirilen “Tam Zamanında Üretim”

- Bilgisayar destekli tasarım ve üretim sistemleri
- GPS teknolojisi ile araç takip sistemleri

2.1.3. Pazarlama inovasyonu

Pazarlama inovasyonu, firmanın satışlarını arttırmak, müşteri ihtiyaçlarına daha iyi bir şekilde cevap vermek ve müşterileri yeni pazarlara ya da yeni pozisyonlara kaydırmak amacıyla "ürün tasarımında veya paketinde, ürün pozisyonlanmasında, ürün promosyonunda ya da fiyatlandırılmasında farklı, değişik ve yeni tasarımların, ambalajların ve pazarlama yöntemlerinin geliştirilip kullanılması ya da var olanların iyileştirilerek daha gelişkin hale getirilmesi " olarak tanımlanır.

Yeni pazarlama yöntemlerinin ve yeni pazarlama kanallarının geliştirilmesi, yeni ambalaj ve boyutlama gibi yeniliklerin geliştirilip uygulanması olarak özetlenebilir[1].

Pazarlama inovasyonuna örnekler:

- Filmlerde sanal reklam uygulaması
- Üyelik kartına indirimli fiyatlar
- Yeni showroom konseptleri
- İnternette yemek sipariş hizmeti

2.1.4. Organizasyonel inovasyon

Yeni çalışma ve iş yapış yöntemlerinin geliştirilmesi ya da var olan sistemlerin firma şartlarına uyarlanarak kullanılmasıdır[1].

Organizasyonel inovasyon ile süreç inovasyonu birbirlerine benzemesi açısından inovasyon taramalarında bazı belirsiz durumlara yol açabilmektedir. Bu nedenle, eğer inovasyon, birim maliyetleri düşürmesi ya da ürün kalitesini arttırması öngörülen yeni veya önemli derecede iyileştirilmiş üretim ya da arz yöntemlerini kapsıyorsa bu bir süreç inovasyonudur. Fakat firmanın ticari uygulamaları, işyeri organizasyonları veya dış ilişkilerinde yeni organizasyonel yöntemlerin ilk kez kullanımını kapsıyorsa bu bir organizasyonel inovasyondur. Eğer ki inovasyon; hem yeni veya önemli derecede iyileştirilmiş üretim ya da tedarik yöntemlerini hem de organizasyonel yöntemlerin ilk kez kullanımını içeriyorsa bu durumda bu hem süreç inovasyonu hem de organizasyonel inovasyondur[5].

Organizasyonel inovasyona örnekler:

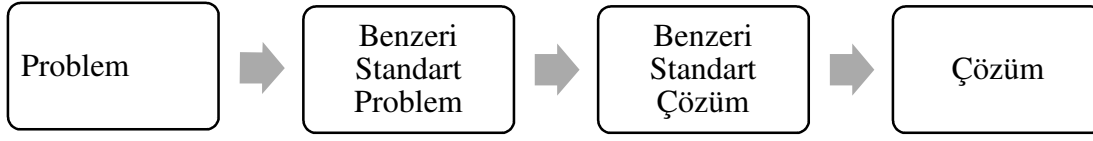
- Şirket süreçlerini izleme için sistem kurulması,
- Dell'in sipariş üzerine üretim modeli,
- MEB e-okul sistemini uygulamaya koyması,
- Farklı departmanlar tarafından bilgiye erişim ve bilgi paylaşımının iyileştirilmesi amacıyla ilk kez çalışma ekiplerinin oluşturulması,
- İlk kez üniversiteler ve diğer araştırma kurumları ile işbirliğine girmek,
- Alım ve yardımcı hizmetlerdeki ticari faaliyetlerin ilk kez dışarıdan sağlanması veya taşeronla verilmesi.

2.2. Yenilikçi Düşünce ve Yenilikçi Problemler

Altshuller'e göre yenilikçilik ve yenilik gerektiren problemler içeriğinde çelişki içeren ve çözümü bilinmeyen problemlerdir. İcatlar bu çelişkilerin ortadan kaldırılmasına dönük tasarlanır. Sistemlerin karakterleri ve parametrelerinde iyileştirme diğer karakter ve parametrelerde kötüleşmelere yol açıyorsa sistem çözümünde çelişkiler barındırıyor demektir. TRIZ'in temel amacı, sistemdeki çelişkilerin keşfi ve ortadan kaldırılmasıdır. Çünkü çelişki seviyesi bir çözümü yenilikçi çözümden ayıran durumdur. Çelişki seviyesi ne kadar düşükse sistem mükemmelliğe o kadar yaklaşıyor başlamıştır.

Tüm sistemler bir fonksiyon (öncül fonksiyon) için geliştirilir ve hayat döngüleri boyunca faydalarını sürdürmek için gayret ederler. Sistem ne kadar güvenilir, ne kadar basit ve etkin ve ne kadar mevcut kaynaklardan azami oranda faydalaniyorsa mükemmelliğe (Ideality) yaklaşır.

İnsanların karşılaştığı iki grup problem vardır. Bunlar genellikle çözümleri bilinenler ve çözümleri bilinmeyenler olarak isimlendirilebilir. Bunlarda çözümü bilinenler genellikle kitaplarda, teknik bültenlerdeki bilgilerle veya konusunda uzmanların bilgileriyle çözüle bilinenlerdir. Bu tür çözümler Şekil 2.1'de gösterilen problem çözme yolunu izlerler. Burada özel bir problem standart bir probleme veya benzerine dönüştürülür. Standart problemin çözümü bilinmektedir ve bu çözüm özel problemin çözümü olarak alınır.



Şekil 2.1. Genel problem çözme modeli.

Diğer bir problem tipi de çözümü bilinmeyen problemdir. Bu tip problem yenilikçilik gerektiren ve çelişki içeren bir problemdir. Dolayısıyla bu tür problemlerin çözümü başka bir probleme de yol açmaktadır. Yenilikçi problem çözümü; beyin, bilgi kavrama ve buluş yeteneği arasındaki bağlantılarının ortaya çıkarılması çalışmaları psikoloji alanına girmektedir.

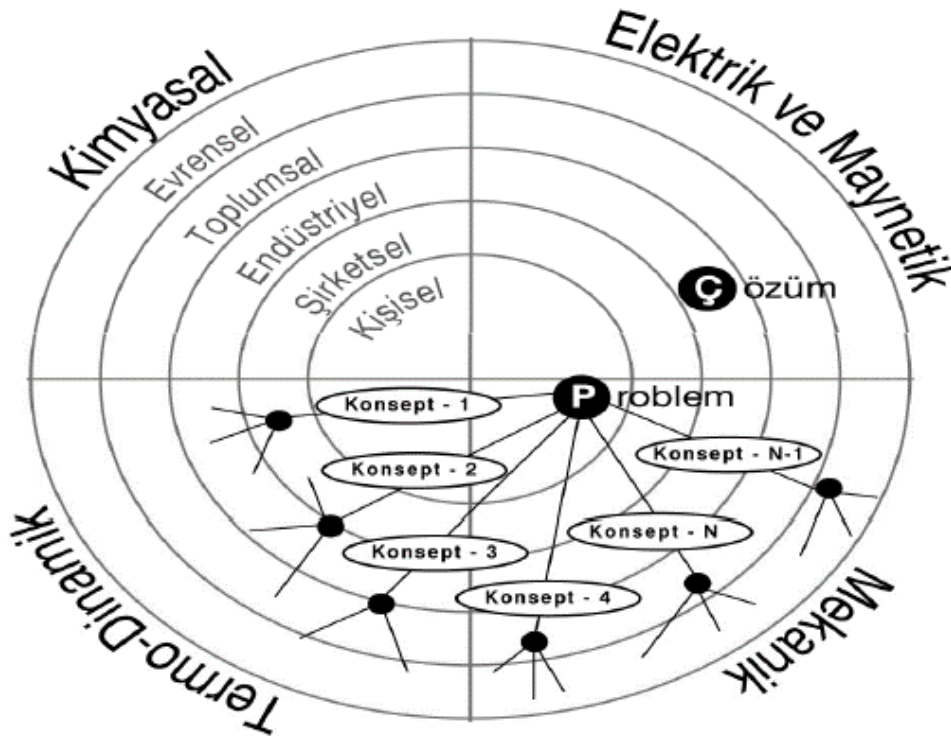
2.3. Yenilikçi Problem Çözme Yaklaşımları

Genellikle problemlerin çözümüne yönelik olarak beyin fırtınası ve deneme yanılma gibi metotlar önerilmektedir. Problemin zorluğu ve karmaşıklığına göre deneme sayıları artacaktır. Eğer çözüm makine mühendisliği gibi kişinin uzmanlığı veya alanında ise deneme sayısında biraz azalma olabilir. Bu durumda da eğer çözüme erişilemezse o zaman araştırmacı kendisinin uzmanlık veya bilgi alanının ötesindeki kimya, elektronik gibi yeni alanlara yönelecektir. Ancak burada da araştırmacının beyin fırtınası, sezgi ve yenilikçilik gibi psikolojik araçlarda ne kadar usta olduğuna bağlı olarak deneme sayısı artacaktır. Bu, aranan çözümün yenilikçi kişinin kendi deneyimi doğrultusunda aranmasına ve yeni kavramlar geliştirmek üzere alternatif teknolojilere bakılmamasına, yani “*Psikolojik atalet*” yol açmaktadır.

Psikolojik atalet, kişisel yenilikçilik ve problem çözme yeteneğinin önünde, kaynağı “alışılan biçimde yapma yöntemi” olan birçok engeli temsil eder. Kişiye bazen herhangi bir eylemi yasaklayan, bazen de elindeki ya da kendisine öğretilen bilginin tek doğru olduğunu fısıldayan bir tür iç sestir. Dolayısıyla, psikolojik atalet bir yaklaşımı benimseyenlerin o yaklaşımdan sapamamalarına yol açar. Ancak bu durum, kullanılan yaklaşımı güvenli kılsa da yeniliğin ve gelişimin engelleyicisi olur. Glenn Mazur, psikolojik ataletin, rastgeleliği yenerek kişiyi sadece kişisel deneyimin olduğu yerlere bakmaya yönlendirdiğini belirtmiştir. Bu bağlamda psikolojik ataletin bilimsel gelişimi yavaşlatan bir unsur olduğu ortaya çıkmaktadır.

Kişisel gözlem tarafından fark edilemeyecek değişik biçimlerde ortaya çıkabilen psikolojik atalet problem çözme sırasında gizlenmiş olsa da, basit problemlerde tanınabilir. Güncel teknik problemlerde, bu biçimleri gözlemleyebilmenin zorluğu, ataletin bilinçaltından ortaya çıkan kişisel programlamanın güçlü bir parçası olmasından ileri gelmektedir. Psikolojik atalet, uzun ve maksatlı çabalar sonucu ortaya çıkarılabilir.

Psikolojik Atalet, kişinin problemin çözümünün kendi deneyim ve uzmanlık alanında olacağını düşünmesine ve yeni kavramlar geliştirmek için alternatif teknolojilere yönelmemesine neden olur. Şekil 2.2.'de gösterildiği gibi problemin çözümü çözüm uzayının herhangi bir yerinde olabilir ama psikolojik atalet kişiyi sadece uzman olduğu alana yönlendirir.



Şekil 2.2. Psikolojik atalet

Problemin çözümünün kişinin kendi deneyim ve uzmanlık alanında olacağını düşünmesi ve yeni kavramlar geliştirmek için alternatif teknolojilere yönelmemesi "*psikolojik atalet*" olarak tanımlanmaktadır. Şekil 2.2'de de gösterildiği üzere problemin ideal çözümü bir makine mühendisinin uzmanlık alanının dışında elektromekanik olabilir. Bir problemin çözümü *Çözüm Uzayında* her hangi bir yerde olabilir. Psikolojik atalet, bizi sadece uzman olduğumuz alana yönlendirir.

Tasarım sürecinin merkezinde bulunan tasarımcı var olan alternatifler arasında karar verici pozisyonundadır. Problemi tanımlama, eğilimlerini görme, problemin çözümüne dönük alternatiflere ulaşmada, görselleştirmede, benzeşimler oluşturmada ve değerlendirmede kullanılan birçok yenilikçi teknik vardır.

2.3.1. Beyin fırtınası

Beyin fırtınası tekniği, 1940’larda reklamcı Alex Osborn tarafından geliştirildi. Bu yöntemde önceden belirlenmiş kurallar dâhilinde düşüncelere engel koymaksızın fikir üretme egzersizleri yapıyordu. Daha sonra üretilen tüm fikirler sınıflandırılıp aşamalı olarak tartışılıyordu. Bu yöntem daha sonra 1990’larda Toplam Kalite Süreçlerinin ayrılmaz bir yöntemi haline geldi[7].

Beyin fırtınası yenilikçiliği arttırmak için bir tekniktir. Bu yöntem bir ürün için tasarım konseptinin geliştirildiği, projenin ilk aşamalarında çok yararlıdır. Bu yöntemin en büyük faydası klasik tasarım yaklaşımında tek başına bir tasarımcının bulamayacağı yüksek derecede yenilikçiliğe sahip çözümlerin bulunmasında yatmaktadır. Yöntem proje ile direkt ilgili ve ilgisiz bir grup insanın bir araya gelmesini gerektirir.

Beyin fırtınası 5 adımda oluşur; hazırlık, ısınma, problemi tanımlama, özgürce fikir beyan etme, değerlendirme ve geliştirmedir[1].

Beyin fırtınasının ana kuralları aşağıda yer almaktadır;

1. Değişik alanlardan gelen insanlardan oluşan fikir üretici bir ekip oluşturulur.
2. Fikirler, hatalar, fanteziler de dahil olmak üzere her şey herkesin bir dakikalık bir sürede ifade ettiği şekilde üretilir. Kanıt sağlanmadan söylenebilen bütün fikirler kaydedilir.
3. Bu fikirlerin üretimi süresince sözcüklerle, sessizlikle ya da şüpheci gülümsemelerle bile eleştiri yapmak yasaktır. Grup üyeleri “fırtına” sırasında serbest ve arkadaşça ilişkilerini korumalıdır. Genellikle bir fikrin bir üye tarafından ifade edilmesi ve diğer üyelerin bu fikri geliştirmeleri yolu tercih edilir.
4. Bütün fikirlerin, en uçuk ya da yanlış görünen fikirlerin bile, analizi özenle yapılmalıdır.

Genellikle beyin fırtınası takımları 6–9 üyeden oluşur ve harcanan süre yaklaşık 20 dakikadır. Beyin fırtınası açık bir soru ile başlar ve olgunlaşmamış iyi ve kötü özellikteki

fikirlerin listesinin oluşturulmasıyla biter. Beyin fırtınası sürecinde bu fikirleri analiz etmeye kalkmak sürecin bozulmasına yol açar. Süreç bittikten sonra diğer kalite geliştirme araçları ile fikirler analiz edilebilir[8].

İnsan anatomisi açısından bakıldığında beyin fırtınası, beynin sağ tarafının bir faaliyetidir. Tablo 2.1'de gösterilen sağ ve sol beyin özellikleriyle beraber değerlendirildiğinde, beyin fırtınasının kurallarının katılımcılara resim çizmeyi, bütün fikirleri bir duvara yazmayı, diğer katılımcıların fikirlerini eleştirmemeyi ve fikirlerin sürekli akışını sağlamayı önermesi beynin sağ tarafıyla olan ilişkisini ortaya koyar. Sürecin sonunda fikirler sıralanır, tekrarlamalar yok edilir ve üzerinde durulan süreci geliştirebilecek fikirlerin tipleri için ölçütler uygulanır. Fikirlerin çok olması durumunda fikir kalıplarını görebilmek ve sınıflandırmak için yakınlık diyagramı kullanılır[17].

Tablo 2.1. Beynin sağ ve sol tarafı için düşünme kalıpları

Beynin Sağ Tarafı	Beynin Sol Tarafı
Kalıpları tanıma	Doğrusal düşünme
Resimsel düşünme	Mantıksal düşünme
Oyunsal düşünme	Sayısal düşünme
Teklifsiz düşünme	Yargılayıcı düşünme

Beyin fırtınası oturumuna katılanların farklı uzmanlık alanlarından gelmeleri psikolojik ataleti engelleyen bir unsurdur. Beyin fırtınası oturumunun katılımcıları uzmanlıklarının dar sınırlarından kurtularak yenilikçi düşüncelerin olduğu bölgeye ilerleyebilmektedirler.

Beyin fırtınası sürecinde takımın bir üyesi bir fikir ortaya atınca, başka bir üye hemen bu fikir üzerinde değişiklikler yaparak yeni bir fikir üretmeye veya fikri geliştirmeye başlar. Bu noktada ilk üye de kendi fikrine başka bir bakış açısı ile bakabilmektedir. Her üyenin katılımıyla fikir gelişimi bir zincir haline gelecek şekilde devam eder. Ancak fikirlerin başarılı bir şekilde gelişmesini sağlayan bu mekanizma bazen çözümün zıt yönünde ilerleyebilir.

Başarılı bir beyin fırtınasını yönetmek için:

1. Fikirlerle açılmadan önce katılımcı herkesin merkezdeki soruyu anlaması ve bu sorudan tatmin olması gerekir.
2. Başlamadan önce herkese birkaç saniye zaman vererek bazı fikirleri kâğıda karalamalarına izin verilebilir.
3. Masanın ya da odanın etrafında dolaşarak ve herkese fikrini söyleme ya da pas geçme olanağı tanımak gerekir.
4. Fikirlerin çok olmasını engellemek, radikal fikirleri desteklemek gerekir.
5. Fikirler hakkında yargılamayı engellemek gerekir.
6. Söylenenleri tam olarak kaydetmek ve herkesin fikirleri bittikten sonra açıklığa kavuşturmak gerekir.
7. Fikir üretimi seyrekleşene kadar durmamak ve geç fikirleri reddetmemek gerekir.
8. Tekrarlamaları ve konu dışı fikirleri engellemek gerekir.

Beyin fırtınasının birkaç çeşidi bulunmaktadır. Bunlar;

- Karşıt Beyin Fırtınası: Makinalardaki ve teknolojik süreçlerdeki eksiklikleri ortaya çıkaran hatalar aranır. Bu, yeni yenilikçi düşüncelerin yaratılmasını sağlayabilir.
- Bireysel Beyin Fırtınası
- Çiftli Beyin Fırtınası
- İki Aşamalı Beyin Fırtınası: Yarım saat süren her bir aşama problem hakkında serbest tartışmaların yapıldığı araları içerir.
- Sıralı Beyin Fırtınası: Problemin ilk hali için beyin fırtınası yapılır, ardından çözümler için beyin fırtınası yapılır, sonra her fikrin tasarıma dönüştürülmesi hakkında beyin fırtınası yapılır. Son olarak üretimin nasıl yapılacağı beyin fırtınasının konusu olur[8].

Beyin fırtınası oturumlarında, fikirlerin mantıksal gelişimlerini tamamlaması için fikir zincirlerinin oluşumunu durdurmak yasaklanmış ve fikir üretim etkinliği artırılmaya çalışılmıştır. Fakat etkinlik ile beraber geçen sürenin artması söz konusu olur. Bu noktada yöntem, niceliğin kaliteyi doğurduğu söylemiyle katılımcı sayısını yüksek tutarak süreyi azaltma yoluna gider. Oturum için yapılan hazırlıklar da hesap edildiğinde beyin fırtınası önemli bir süre gerektiren bir yöntem olup elde edilen kazanç psikolojik atalet yönündeki etkisiz girişimleri azaltmak olmaktadır.

Beyin fırtınasının dezavantajları arasında serbest konuşma ortamını sağlamanın zorluğu, bir üyenin diğerlerini baskı altında tutması, problemi bilen kişinin gerekliliği, özellikle kolay problemler için uygun olması yer almaktadır. Beyin fırtınası sırasında eleştiri yapmak yasaktır. Ancak neredeyse kaçınılmaz olarak, gizlenmiş eleştiri, tartışılan fikrin gelişmesini engelleyecek şekilde yeni fikirlerin ortaya atılması biçiminde tezahür eder.

Beyin fırtınası yeni ürün geliştirme, reklamcılık, süreç yönetimi gibi alanlarda sıkça kullanılan bir problem çözme yöntemidir. Beyin fırtınası sürecinin, yeni pazarlama yolları bulunması sırasında yararlı etkileri olmuştur. Ancak yüksek seviyede yenilikçilik gerektiren problemlerle uğraşırken kayda değer sonuçlar üretemez. Beyin fırtınası problemlerin nedenlerini pozitif bir şekilde tanımlamak, fikirleri anlamlı bir sıraya sokmak ve sonuçları kontrol etmek konularında yardımcı olamaz. Beyin fırtınasının başarısı sağladığı avantajlarla değil deneme yanılma yönteminden kalan eksikliklerin giderilmesini nasıl sağladığıyla açıklanmıştır.

Beyin fırtınası sürecini, profesyonelce yaparak ve sürecin kendisinin etkinliğini artırarak geliştirmek mümkündür. Süreç etkinliğini artırma üzerine yapılan araştırmalar beyin fırtınası yönteminde bazı kavramsal hatalar olduğunu ortaya koymuştur. Beyin fırtınası ataleti yenmeyi sağlarken düşünme sürecinin kontrolünü reddetmektedir. Düşünce bir noktadan harekete başlar, hız kazanır, ancak sıklıkla durması gereken noktayı kaçırmaz. Yapılan deneylerde birçok kez bir üyenin doğru yönde ilerleyen bir düşüncüyü ortaya attığı; bir diğerinin bu düşüncüyü geliştirdiği ve sonuca varmaya çok az kaldığında başka birinin tamamen yeni bir fikir ortaya atarak düşünce zincirini kırılmasına, takımın başlangıç noktasına geri dönmesine neden olduğu görülmüştür[8].

2.3.2. Biyomimikri

Biyomimikri, doğadaki modelleri inceleyen, sonra da bu tasarımları taklit ederek veya bunlardan ilham alarak insanların problemlerine çözüm getirmeyi amaçlayan yeni bir bilim dalıdır.

Biyomimikri, ilk defa Montanalı bir yazar ve bilim gözlemcisi olan Janine M. Benyus tarafından ortaya atılmış bir kavramdır. Biyomimikrinin ana teması doğadan model, ölçü ve akıl olarak öğrenecek çok şeyimiz olduğudur. Araştırmacıların ortak noktası, doğadaki

tasarıma saygı göstermeleri ve insanların karşılaştıkları problemlerin çözümünde bunları kullanarak ilham almalarıdır. Doğanın taklidi ona olan saygının ifadesidir[10].

Bu tür inovasyon metodolojisinde ana husus insanların yaşayan diğer organizmaları incelemesi yatar. Problemi çözmek için canlıların özelliklerinden yararlanılarak yapay teknolojiler oluşturulur. Çok yüksek seviyede inovasyonel fikirler çıkartılabilir. Doğadaki tasarımlar en az malzeme ve enerji ile en fazla verim almaları, kendi kendilerini onarma özellikleri, geri-dönüşümlü ve doğa-dostu olmaları, sessiz çalışmaları, estetik, dayanıklı ve uzun ömürlü olmaları bakımından teknolojik çalışmalara örnek teşkil ederler.

Janine M. Benyus, doğada gördüğü mükemmellikler üzerinde düşünerek, doğadaki modellerin taklit edilmesi gerektiğine inanmıştır. Onu böyle bir yaklaşımı savunmaya yönelten örneklerden bazıları şunlardır:

- Arı kuşlarının 10 gramdan daha az bir yakıtla Meksika Körfezi'ni geçebilmeleri,
- Yusufçukların en iyi helikopterlerden bile daha iyi manevra yapabilmeleri,
- Termit kulelerinde bulunan iklimlendirme ve havalandırma sistemlerinin, donanım ve enerji sarfiyatı bakımından insanların yaptıklarından çok daha üstün olmaları,
- Yarasanın çok-frekanslı ileticisinin, insanların yaptığı radarlardan daha verimli ve duyarlı çalışması,
- Işık saçan alglerin vücut fenerlerini aydınlatmak için çeşitli kimyasalları bir araya getirmeleri,
- Kutup balıkları ve kurbağaların donduktan sonra yeniden hayata dönmeleri ve organlarının buz nedeniyle hasara uğramaması,
- Bukalemunun ve mürekkep balığının, bulundukları ortamla tam bir uyum içinde olacakları şekilde derilerinin renklerini, desenlerini anında değiştirmeleri,
- Arıların, kaplumbağaların ve kuşların haritaları olmadan uzun mesafeli uçuşlar yapabilmeleri,
- Balinaların ve penguenlerin oksijen tüpü kullanmadan dalmaları,
- DNA sarmalının bilgi depolama kapasitesi,
- Yaprakların fotosentez işlemi ile yılda 300 milyar ton şeker üretimi yaparak dünyanın en büyük kimyasal işlemini gerçekleştirmesi...

Biyomimikri ile problem çözmeye, aşağıdaki adımlara ayrılabilir:

- Organizmanın davranışlarını çok detaylı ve ayrıntılı olarak inceleyin,
- Hedeflediğiniz özelliğe odaklanın,
- Organizmadan odaklanan sürecin mekanizmasını inceleyin,
- Pratik problemi inceleyin,
- Problemi çözmek ve ürünü elde etmek için biyonomik inovasyonu gerçekleştirin[1].

2.3.3. Morfolojik analiz

Bazı yenilikçi kişiler, karşılaşılan her bir problem için bütün alternatiflerin listesinin oluşturulmasının olanaklı olup olmadığını araştırmıştır. Böyle bir listeye sahip olmak herhangi bir olasılığı kaçırma riskini ortadan kaldıracaktır. Bir problemin tüm alternatiflerinin listesini oluşturmak için gereken özel bir yöntem 1942 yılında Amerikalı astronomi bilgini F. Zwicky tarafından geliştirilmiş ve “Morfolojik Analiz” olarak adlandırılmıştır

Bu yöntem en etkili olarak, genel bir tasarım problemi çözümünde veya yeni bir kavramsal çözümün araştırmasında kullanılmaktadır. Değişkenlerin daha yönetilebilir olmasını sağlamak için soruların ve önerilerin bir listesi oluşturulabilir. Buna “Pilot Sorular” adı verilmiştir. Ancak aslında her soru bir deneme ya da bir deneme serisidir. Listeler yapılırken yenilikçi deneyime bağlı olarak nispeten en güçlü sorular seçilir. Ancak bu sorular, yenilikçi sürecin iç mekanizması düşünülmeden seçildiği için, listelerde neyin yapılacağı yer alırken nasıl yapılacağından bahsedilmez. Pilot Sorular psikolojik ataletin bir dereceye kadar azaltılmasını sağlarlar[8].

2.3.4. Sinektik

1961 yılında U.Gordon (İmamaliyev,1978) tarafından önerilen bir yaklaşım metodudur. Bu temelde çalışmak için artık profesyonel yenilikçi grubun oluşması gerekir.

Grubun çalışma usulü aşağıdaki gibi yürütülür;

- Gruba çözülmesi gereken problem sunulur.
- Rehber ve 5–10 kişiden oluşan grup önce problemin şartlarını görüşür.

- Sonra ise beyin fırtınasında olduğu gibi bir süreç başlar, farklı yönü ise yöntemde rehberin çözümü yönlendirmesidir. Rehber çözüm yolunu seçer ve işlemlerin takibini yapar. Grupta çok sayıda düşünceler yerine orijinal düşünceler üretilip sonradan onları geliştirme çabası gösterilir.

“Sinektik” metodu yenilikçiliği birçok yönlerde beyin fırtınası metodundaki problem çözme şemasını mükemmelleştirerek ve sürece yeni bir kademe ilave ederek gerçekleştirmiştir. Problemin çözümü, şartların düzenlenmesi, düşüncelerin üretilmesi, birleştirilmesi ve sonuçta düşüncelerin seçilmesi şeklindedir. Grubun başkanı orkestra şefi gibi çözüm sürecini idare eder, çözüm metotlarını seçer ve mantığa uygunluğunu sağlar[11].

2.3.5. Pareto analizi

Pareto analizi, verileri tasnif ederek karar alma işini kolaylaştırır. Söz konusu tasnif için pareto grafikleri kullanılır. 19. yüzyılda yaşamış olan İtalyan iktisatçı ve sosyolog Vilfredo Pareto, daha sonra kendi adıyla anılmaya başlayacak olan prensibini ilk kez ekonomik içerikli olarak ortaya koymuştur. Pareto işletmelerde çeşitli incelemeler yapmış ve aldığı sonuçları şu şekilde genelleştirmiştir.

Normal dağılımda sebeplerin en önemli %20'si, sonuçların %80'ini sonra gelen %30'u, sonuçların %15'ini ve geri kalan %50'si ise sonuçların sadece %5'ini oluşturmaktadır. Maliyetin yaklaşık %80'ninin elemanların sadece %20'sinden kaynaklandığı veya servetin yaklaşık %80'ninin nüfusun %20'sinin elinde olduğu gibi durumlarda bu konuya birer örnektir. Bu oranlar sebebiyle Pareto prensibine literatürde "80-20", "90-10 " kuralı veya "70-30 " kuralı da denir. ABC analizi olarak da isimlendirilen Pareto grafiği, alışılmış temel ayırım metodu veya önceliklerin belirlenmesi olarak kullanılmaktadır.

Bir mamulde bulunması mümkün tüm hataların aynı önem derecesine sahip olduğu söylenemez. Pareto analizi değişik sayıdaki önemli sebepleri, daha az önemde olan sebeplerden ayırmak için kullanılan bir tekniktir. Bu teknik bir olayın grafik yardımıyla gösterilmesi ve karşılaşılan problemin veya konunun en önemli sebebi üzerinde dikkati yoğunlaştırdığından ve önceliklerin belirlenmesine yardımcı olduğundan ekonominin dışında da her alanda kullanılabilir niteliktedir. Özellikle kalite kontrol ve kalite geliştirme programlarında problemin sebepleri tespit edilirken hangi hataların daha büyük

bir yüzdeye sahip olduğu bu teknik vasıtasıyla kolayca tespit edilebilmektedir. Pareto Analizi, hata çeşitlerine değer biçmek veya tanımlamak için kullanılır[12].

Pareto grafiğinin gayesi, hatalı parçaların ve hata çeşitlerinin tespit edilmesinde kalite kontrol elemanlarına yol göstererek emeklerinin en verimli sahalarda yoğunlaştırılmasını ve isabetli kararlar verilerek gerekli tedbirlerin alınmasını sağlamaktır. Çok sayıda parçadan oluşan karmaşık mamullerde tolerans limitlerini düşürmek için, Pareto grafiğinin çizimi bu konuda uygulanabilecek basit fakat etkili bir analiz vasıtasıdır. Pareto analizi maliyet ve hataları tespit etmek için kullanılabilen bir metottur. Bu metot ile değişik parçalar için üretim hatalarının, direk işçilik giderlerinin veya maliyetin yüzde ne kadarını oluşturduğu gösterilebilmektedir. Bu grafikten faydalanılarak hangi parçaların maliyet bakımından önemli olduğu tespit edilir ve kontrol çalışmaları daha çok bu parçalar üzerinde yapılır. Diğer parçalar için kritik parça olmadığı sürece çok sık olmayan kontrollerle yetinilir. Hata oranlarına göre yapılan bir Pareto grafiğinde önemli olarak ayrılan bir kaç çeşit hatanın toplam ıskartanın büyük miktarını meydana getirdiği görülür. Iskarta sebep olan hataların bir listesi yapılır ve daha sonra hata adedi 5'e indirilir. Bunların maliyetleri tespit edilir. Hata sebeplerinin küçük bir miktarının ıskarta maliyetlerinin büyük bir kısmını oluşturduğu görülür. Iskarta çeşitlerinin maliyetlerine göre Pareto diyagramında analiz edilmesi kuruluşlar açısından daha faydalı olmaktadır. Bu şekilde kurum için en önemli kalite faktörü tespit edilecektir. Maliyetler ile yapılan Pareto analizi, hataların sayısına göre yapılabilecek tercih edilir.

2.3.5.1. Pareto diyagramının oluşturulması

Bir Pareto diyagramı eksiklikler, maliyet ve hata modları gibi farklı kategorileri ihtiva eden bir prosesteki bu kategorilerin nisbî önemini göstermek için teşkil edilir.

Pareto diyagramının oluşturulmasını altı adımda inceleyebiliriz:

1. Adım: Bütün Elemanların Listelenmesi: Önce hataların tespiti gerekmektedir. Daha sonra her bir hataya sebep olan bütün elemanların toplanması ve listelenmesi ilk safhayı oluşturmaktadır. Bunun için veriler toplanırken şu esaslara dikkat etmek gerekir:

Önce prosesteki problemler tespit edilmeli: Tespit edilen problemin sebepleri araştırılır. Problemin sebeplerini bulmak için; problem iyi tanınmalı, problemin ne zaman ortaya çıktığı, nerede olduğu, nasıl olduğu, problemin önemi, boyutu, ciddiyeti, kimleri

ilgilendirdiği ve diğer faktörlerin neler olduğu belirlenir. Bu safhadaki dikkatli çalışmalar daha sonra çok az mesele çıkmasına sebep olacaktır.

2. Adım: Elemanların Ölçümü: Belirli bir zaman aralığında (bir kaç saat, bir kaç hafta veya daha uzun sürede olabilir) ve düzenli bir şekilde analiz edilebilecek verilerin toplanmasında kullanılabilecek bir form tanzim edilir.

Tespit edilen sebepler kontrol kartına kaydedilir ve analiz edilecek problem (ürün veya süreçler) hakkındaki sayısal veriler toplanıp kontrol kartına işlenir.

Bir cıvata somunu ile ilgili delme hatasının olduğu ve bu delme hatalarının, azaltılması hedeflendiğini düşünelim. Burada yapılacak ilk iş olarak delme hataların azaltılmasına yardımcı olacak sebeplerin belirlenmesi ve verilerin toplanması işidir. Çeşitli hata kaynaklarına göre tespit edilen hatalar çetele usulü ile aşağıdaki gibi bir kontrol kartına işlenir.

Tablo 2.2. Delme hatası dağılımını gösteren kontrol kartı.

Delme Hatası	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta
Kötü Numaralandırma	/	//	/	///
Okunaksız	//// ////	////	//// ////	///
Yerini değiştirme	/		//	
Eksik	//	///	////	//
Diğer	//	////		
Toplam	11	14	17	8

3. Adım: Elemanların Sınıflandırılması: Bu safhada elde edilen veriler en büyük değerden (bu değer sayı olabileceği gibi maliyette olabilir) en küçük değere doğru sınıflandırılır.

4. Adım: Kümülatif Dağılımları Hesaplanması: Yukarıdaki tasnif yapıldıktan sonra toplam alınır. Her bir değer toplam içindeki yüzde değeri hesap edilir. Daha sonra bu yüzdelerin kümülatif toplamı hesap edilir. Tasnif edilen veriler kullanılarak pareto grafiği çizilir. Bir önceki vida delme hatalarının, en büyük değerden en küçüğe verilerin tasnif edilmesini şöyle gösterebiliriz.

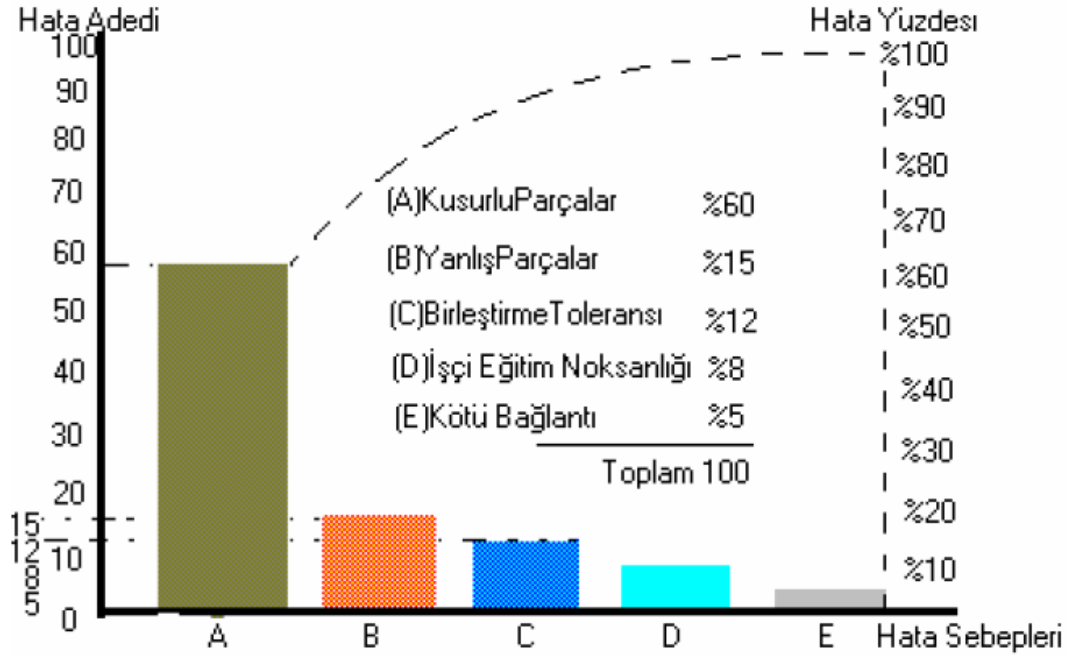
Tablo 2.3. En büyük değerden en küçüğe doğru verilerin tasnifi.

Delme Hatası Kaynakları	Hata Adedi (Sıklık)	%	Kümülatif %
Okunaksız	23	46	46
Eksik	11	22	68
Kötü	7	14	82
Numaralandırma	3	6	88
Yerini Değiştirme	6	7	100
Diğer			
Toplam	50	100	

5. Adım: Pareto Grafiğinin Çizimi: İlgilenilen problem için belirlenen sebepler yatay eksene eşit aralıklarla ve önem derecelerine göre sütunlar halinde yerleştirilir. Problemin en önemli sebebini temsil eden sütun en sola yerleştirilir. Sağa doğru ise problemde önem dereceleri gittikçe azalan sebepleri temsil eden sütunlar yer almaktadır. Bazı durumlarda pareto analizinde çok fazla sayıda kolon bulunabilir. Genellikle önemsiz kolonlar üst üste getirilerek, en sağda önemsiz ve kısa sütunlar bir grup altında toplanarak "diğerleri" şeklinde ifade edilmekte ve tek sütun halinde yerleştirilmektedir. Bu noktada dikkatli olunmalıdır. Çünkü küçük görünen fakat son derece önemli bir kolon bu yolla gözden kaçabilir. Ayrıca hata sınıf sayısı arttıkça sağlanacak fayda giderek azalır. Muayene işlemlerinin yürütülmesi güçleşir. Çok sayıda hata sınıfına ayrı kriterlerin uygulanması muayenecilerin hata yapmasına yol açar. Normal şartlarda belirli bir mamul için 3-6 hata adedi tespiti kafi gelebilir. Hata adedi ve yüzde gibi değerler dik eksen üzerinde gösterilmektedir. Problemin sebeplerinin toplam frekans içindeki değerleri sütunların boylarını belirlemektedir. Dikey eksen boyunca sayısal bir ölçüt gerçek büyüklükleri belirler. Pareto grafiğinde çizgi ile gösterilen bir toplam eğri yer alır. Toplam eğri grafiğin sol alt köşesinden başlar ve bütün sütun boylarının toplamı olan bir yükseklikte sağ üst köşede bulunan %100 seviyesine ulaştığı zaman tamamlanmış olur. Toplam eğri esas olarak öncesi ve sonrası karşılaştırmalarında yardımcı olması için kullanılır, Fakat her

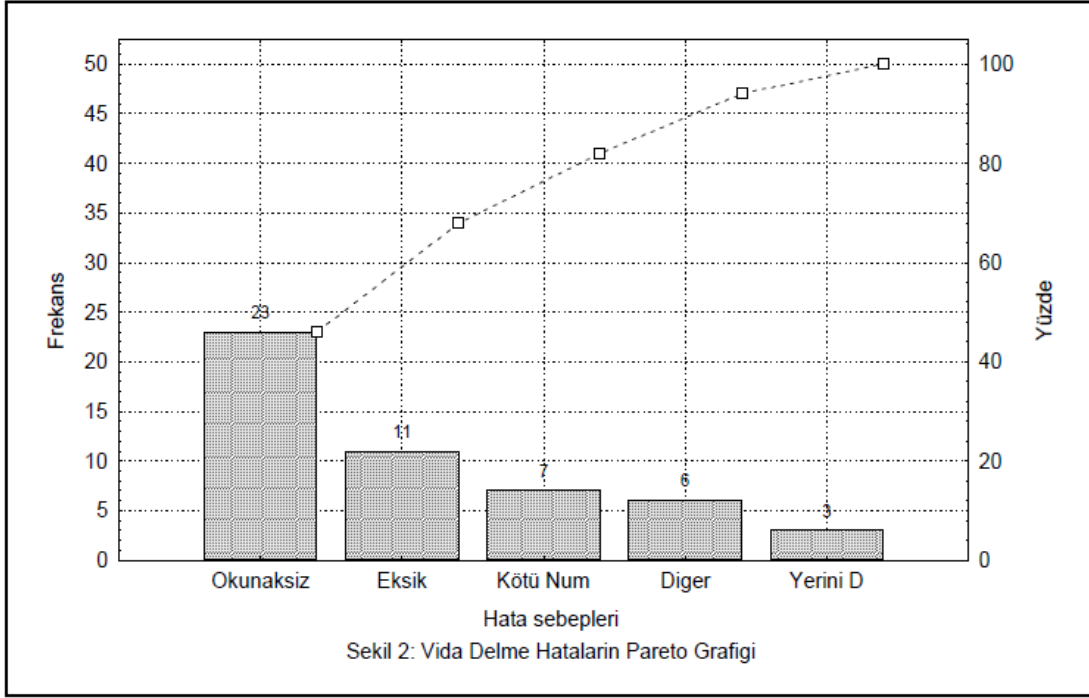
pareto grafiğinde çizmek gerekemeyebilir. Grafiğin sağ tarafında 0'dan 100'e kadar işaretli başka bir dikey eksen yer alır. Bu dikey eksen hata yüzdeleri gösterir. Yüzdeyi aşağıdaki formülü kullanarak bulmak oldukça basittir.

$$Hata\ Yüzdesi = \frac{Kolondaki\ Hata\ Miktarı}{Toplam\ Hata\ Miktarı} \times 100 \text{ ile hata yüzdesi hesap edilir.}$$



Şekil 2.3. Pareto grafiği örneği.

Pareto analizinde hatalar, probleme olan katkılarının derecesine göre tasnif edilir. Bu tasnif kümülatif frekans dağılımına göre çubuk diyagramları şeklinde olur. Pareto analizi dört farklı şekilde de (maliyete, bölümlere, mamullere ve diğer gruplara göre) gösterilebilir. Bu analiz sayesinde hatalar sınıflandırılarak, maliyetteki payı yüksek olanlar üzerinde çalışmalara ağırlık verilir. Hataların sınıflandırılması, muayene işlemlerini kolaylaştırdığı gibi zaman ve maddi tasarruf sağlar. Şimdi bir önceki vida delme hataları probleminin pareto grafiğini çizerek aşağıdaki şekli elde ederiz.



Şekil 2.4. Vida delme hatalarının pareto grafiği

6. Adım: Pareto Grafiğinin Yorumu: Pareto grafiği bize dikkat ve çabalarımızı gerçekten önemli problemler üzerine yöneltmemizde yardımcı olur. En uzun sütun üzerinde çalışmakla genelde daha küçük sütun üzerinde çalışmaktan daha fazla kazanç elde ederiz. Fakat her zaman en büyük sütun en büyük maliyeti göstermez. Hata oranı esas alındığında önemsiz görülen bir mesele, grafik "maliyet" faktörüne göre yeniden düzenlendiğinde bir numaralı problem olarak görülebilir. Ayrıca o problemin çözümündeki en büyük hatanın maliyeti en uzun sütundan sonraki sütun olabilir.

En uzun çubuktaki hatanın çözümü için ayrılacak zaman çok uzun olabilir. Pareto grafiğinde en büyük sütun için de ayrı bir grafik çizilmeli, onun sebepleri araştırılmalıdır. Pareto grafiği proses kontrol tekniklerinin en fazla kullanışlı olanlarından olduğu halde, grafiği analiz eden kalite kontrol elemanın mahareti ile sınırlı kalmaktadır. Bazen analizi yapanın kendi özel bilgisini kullanarak karar alması gerekir. Örneğin hata bilgileri taşıyan kontrol tablosuna bakarak bazılarını öncelik verebilir. Bunu yapmak için tablonun sağ tarafına iki kolon eklenir. Bunlar ağırlık faktörü ve ağırlık toplamıdır. Böylece verilmesi gereken önem artıka ağırlık faktörü büyür. Her hata kategorisi ağırlık faktörleriyle çarpılarak, yeni ağırlık toplamı elde edilir. Bu yolla bazen öncelik sıralaması değiştiği görülür. Ağırlık faktörlerinin kullanılması karar verilmesinde yardımcı olabilir. Pareto

analizi ile temel hata tespit edilir, gerekirse çözüm olarak temel hata (ilk sütundaki) için sebep-sonuç analizi uygulanarak gerçek sebepler ayrıntılı olarak gösterilebilir.

Şimdi bir önceki vida delme hatalarını yorumlarsak, orada en büyük hatanın "okunaksız" olmasından kaynaklandığı görülür. Vida delme hatasının %46'sını teşkil eden bu hatanın ortadan kaldırılması için hemen harekete geçilir. Fakat bu okunaksız oluşun sebepleri araştırılıp ayrı bir grafik çizildiğinde belki de bu hatanın ortadan kaldırılma maliyetinin ve gerekli zamanın çok fazla olduğu, ikinci önemli hatanın çözümünün ise daha kısa ve daha az maliyette olduğu görülebilir.

2.3.5.2. Pareto diyagramının kullanım alanları

Bu basit tekniği uygulamak için ekonomist olmak gerekmez. Antik çağ veya günümüzdeki zeki ve sıradan bir insan bile bu tekniği rahatlıkla uygulayabilir

İstatistiksel proses kontrolünün babası sayılan Kaoru Ishikawa'ya göre; Pareto analizi en çok zarar veren hatayı veya hataları kolayca tespit etmenin yanında, bir iyileştirme programının vermekte olduğu sonuçların izlenmesinde de kullanılabilir. Mesela ilk Pareto da tespit edilen hatalara çözüm getirildikçe Pareto diyagramındaki hata sıralaması değişmeye başlar. Böylece kalite kontrol elemanı hataları tespit etmek için oluşturduğu grafiğe bakarak iyileşmenin etkilerini gözleme fırsatı bulur.

Fabrikada meydana gelen duruşların sebeplerini araştırmada, stok kontrolünde, enerji tasarrufunda, güvenlik, verimlilik, pazarlama, satın alma, dağıtım, satış analizi, atık azaltma, mamul çeşidi, malzeme tedariki ve başarıyı izlemek gibi çok çeşitli alanlarda kullanılarak çok faydalı sonuçlar vermektedir[12].

2.3.6. Kombinasyon metodolojileri

Kombinasyon inovasyonu, 2'den fazla teknolojik elementi bir araya getirerek yeni bir ürün elde etmektir. Bu teknolojik elementler; malzeme, teknikler, prensipler, yapılar, değişik fonksiyonlar ve diğer elementler olabilir.

Seçilen teknolojik elementler tek tek daha önceden kullanıldığı için, bir araya getirilmesi daha fazla inovasyon olasılığına dönüşebilecektir. Kombinasyon fikri daha fizibil olacaktır.

Kombinasyon inovasyonu karakteristiklerine göre 6 tip olarak sınıflandırılabilir.

1. Teknoloji Kombinasyonu: Değişik teknolojik elementleri birleştirerek yeni ve güçlü performansı olan bir ürün ortaya çıkarmaktır.
2. Malzeme Kombinasyonu: Değişik malzemeler bir araya getirilerek yeni bir malzeme ve yeni bir kullanım karakteristiği oluşturulur. Yeni malzemeler müşteri gereksinimlerine ve mühendislik ihtiyaçlarına iyi bir cevap oluşturur.
3. Ürün Kombinasyonu: İki farklı ürün bir araya getirilerek daha fazla fonksiyonu olan yeni bir ürün oluşturulur.
4. Fonksiyon Kombinasyonu: Değişik fonksiyonlar bir araya getirilerek çoklu fonksiyonları olacak yeni bir ürün çıkartmak için kullanılır
5. Yapısal Kombinasyon: Yapısal kombinasyonla birleşik yapısal çoklu fonksiyonel ürünler elde edilir.
6. Uyumlandırma Kombinasyonu: Yeni ve daha portatif bir ürün için değişik standartlardaki ürünler birbirleri ile uyumlandırılarak yeni bir ürün inovasyon sağlanır[1,13].

2.3.7. Ters inovasyon

Hali hazırda bir ürünün analiz edilerek özellikleri geliştirilmiş yeni bir ürün tasarlanır. Bu tür inovasyona “ters inovasyon” denir.

Japonya ve Kore’de kullanılan bir yaklaşımdır. Bazı zamanlar çok etkin bir yöntem olabilmektedir[1,13].

2.3.8. Teknoloji transferi

Teknoloji transferi, bir sektör için geliştirilen bir teknolojinin daha sonra tamamıyla farklı bir alanda, farklı bir şirket tarafından, farklı bir ülkede, farklı bir hedef için olabileceği gibi bir araştırma birimi tarafından geliştirilen bir teknolojinin bir başka kurum tarafından kullanımıdır[14].

Teknoloji transferi genellikle teknoloji üretimine öncülük eden, gelişmiş ülkelere (ve/veya firmalardan), gelişmekte olan ülkelere (ve/veya firmalara) doğru işleyen bir sistem olarak algılanmaktadır. İhtiyacı olan teknolojiyi üretebilecek kapasiteye sahip ol(a)mayan gelişmekte olan ülkelerin teknolojiye ancak -legal veya illegal yollardan- transfer etmek yoluyla sahip olabildikleri gerçeği bu algının temel sebebidir. Oysaki teknoloji transferi tek yönlü işleyen bir süreç değildir. Bir diğer ifade ile gelişmiş ülkeler

arasında da göz ardı edilemeyecek ölçüde teknoloji ticareti ve transferi gerçekleşmektedir. Freeman ve Soete (1997) yeni teknolojilerin tamamına yakınının temelde ileri ülkelerde doğacağı beklentisinin doğruluğunu vurgulamakta ancak yeni teknolojinin, eskisini bilmeyen, buna yatırım yapmamış ve üretmemiş (muhtemelen az gelişmiş) bir ülkede daha hızlı yayılabileceğini savunmaktadır. Sadece teknoloji üretemeyen az gelişmiş veya gelişmekte olan ülkeler için değil, gelişmiş ülkeler için de söz konusu olan teknoloji transferi, “verimlilik artışı sağlamak ve ekonomik büyüme ve kalkınmayı sağlamak için ihtiyaç duyulan teknolojinin, teknoloji üreten ülkelere ithalini” ifade etmektedir.

Teknoloji transferinin gerekçeleri transfer eden taraflar açısından birbirinden farklılaşmaktadır. Gelişmekte olan ülkeleri teknoloji transferine iten sebepler, teknoloji üretmek için yeterli sermaye birikimine ve işgücüne sahip ol(a)mamak, gelişmiş ülkelere karşı uluslararası rekabet gücü kazanmak ve gelişmiş ülkeler tarafından icat edilmiş teknikleri kullanmanın avantajlı olduğu yönündeki ideolojik etki olarak sıralanmaktadır. Bunun yanı sıra mevcut tesislerin modernizasyonu, kârlılık artışı sağlamak gibi sebeplerden de bahsetmek mümkündür. Teknoloji ihracında etkili olan sebepler ise, teknoloji üretimi esas olan firmaların geliştirdikleri teknolojileri satmak suretiyle giderlerini karşılamaları ve kâr elde etmeleri, üretilen bir yatırım malı veya yarı mamulün satışını yaygınlaştırmak için bunları kullanan teknolojilerin satışı, yeni teknolojileri kullanmaya başlayan firmaların eskiyen teknolojilerini satarak kâr sağlamaları, mal satışı zorlaşan pazarlara yarı mamul satışını sağlayacak şekilde teknoloji (veya lisans, know-how ve patent) satışı, yaygınlaşan teknolojileri satmak suretiyle ek kâr sağlanması olarak ifade edilebilir. Teknoloji ihracını yapan taraflar için temel amacın ‘kârlılık’, ithali yapan taraf için ise temel hedefin ‘kalkınma ve rekabet gücü kazanma’ olduğu görülmektedir[15].

Günümüzde firmalar arası her türlü ticari anlaşmayı kapsayan ve know-how transferi ile eşanlamlı olarak kullanılan teknoloji transferi tabiri, konu üniversiteler olduğunda aslında son derece spesifik bir hizmeti tarif etmektedir. Üniversitelerde Teknoloji Transferi, bilimsel araştırmalar neticesinde ortaya çıkan buluş ve yenilikçi ürünlerin ticarileşme sürecini baştan sona kapsayan destek hizmetleri bütünüdür.

Bu süreç temelde şu aşamalardan oluşur:

- 1) Buluşun/ Yenilikçi ürünün tespiti ve değerlendirmesi (Diagnostics & Evaluation).
- 2) Buluşun / ürünün koruma altına alınması (Protection).
- 3) Buluş sahibi ile ticarileşme planı yapılması (Commercialization Strategy).
- 4) Ticarileşme: Spin off firma, lisanslama, tümüyle devir (Commercialization).
- 5) Gelir Paylaşımı: Üniversite, buluş sahibi, aracı kurumlar (Revenue Sharing)[16].

2.3.9. Kalite fonksiyon yayılımı (QFD)

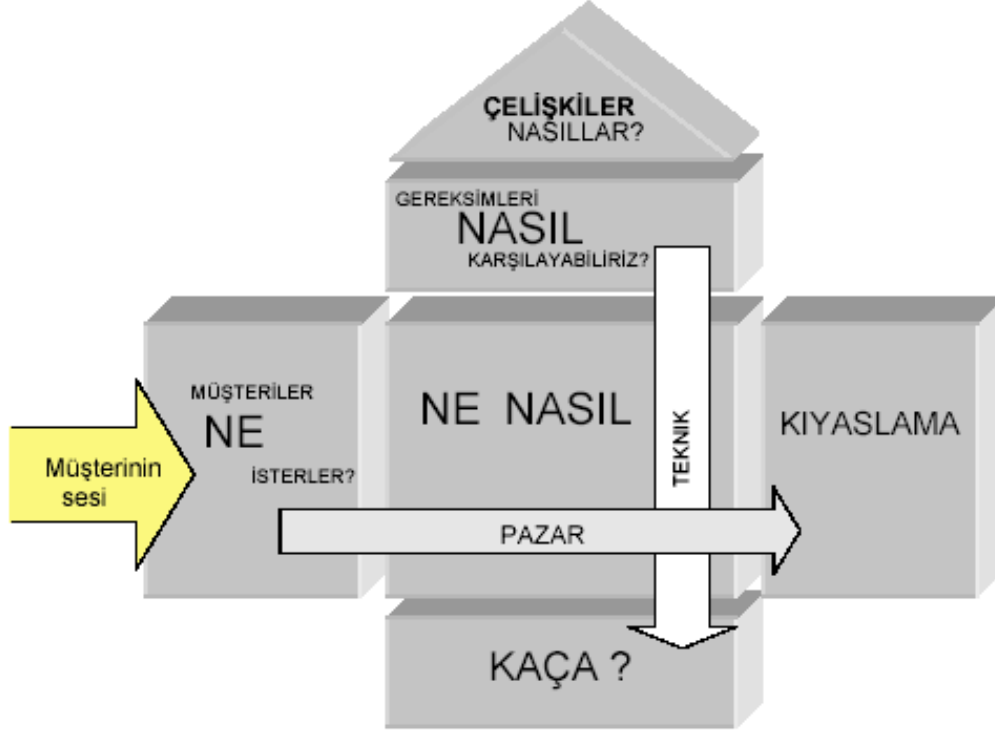
Kalite Fonksiyon Yayılımı (QFD) ilk olarak 1972 yılında Japon Mitsubishi firması ile başlayıp, 1984'den sonra da ABD'de incelenen ve kullanılan ve bugün tüm dünyada kabul gören bir kalite tekniğidir. QFD, esas olarak müşteri isteklerini ölçülebilen performans değişikliklerine dönüştürüp, optimize edilmiş bir süreç ve iyi bir dağıtım/satış kanalı elde edilmesine yardımcı olan müşteri odaklı ve takım çalışmasını gerektiren bir kalite metodolojisidir.

QFD'de kullanılan ve kalite evi olarak bilinen grafiksel gösterim zengin ve kolay ulaşılabilen bir bilgi bankasıdır. Bu net iletişim mekanizması, geleneksel geliştirme dokümanlarına kıyasla temel gerçeklerin daha zamanında ve daha doğru oluşmasını sağlar[17].

Kalite evinde (Şekil 2.5) müşterilerin beğenileri ve seçimlerini yansıtarak ürünlerin tasarlanmaları gereğine olan inanç yatar. Bu nedenle pazarlama elemanları, tasarım mühendisleri ve üretim personeli, ürün fikrinin doğusundan başlayarak birbirleriyle işbirliği içinde çalışmalıdır. Kalite evi fonksiyonlar arası planlama ve haberleşmeyi sağlayan bir tür kavramsal haritadır: Değişik problemleri ve sorumlulukları olan insanlar “evin” çatısı altındaki bilgileri motiflerinden tasarım önceliklerini kolayca belirleyebilirler.

Kalite evinin esası müşterinin istek ve beklentilerini karşılayan ürünlerin tasarlanma düşüncesi olduğundan, kalite evinin temelinde de müşterilerin beğeni ve seçimlerini yansıtarak tasarlanması gerekliliği yatar. Bu nedenle pazarlama personeli, tasarım mühendisleri ve üretim personeli ürünün daha fikir aşamasından başlayarak birbirleriyle çok yakın olarak işbirliği içinde çalışmak zorundadırlar.

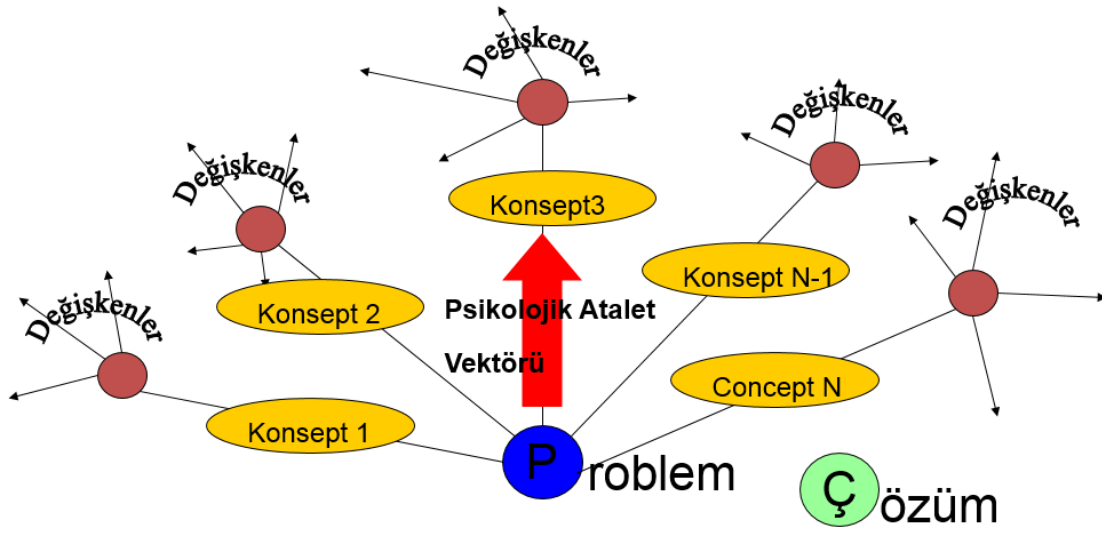
Kalite evi (Şekil 2.5) fonksiyonlar arası planlama ve iletişimi sağlayan bir tür kavramsal haritadır. Değişik problemleri ve sorumlulukları olan insanlar evin çatısı altındaki bilgi motiflerinden tasarım önceliklerini kolayca belirleyebilirler[18].



Şekil 2.5. Kalite evi.

3. TRIZ: YENİLİKÇİ PROBLEM ÇÖZME TEORİSİ

Altshuller'e göre yenilik üretmedeki temel çıkmazlardan birisi deneme-yanılma yöntemidir. Problem karmaşıklığının artması, deneme ve çalışan insan sayısını arttırmaktadır. Problemle karşılaşan bireyler çözümü farklı alanlarda deneme-yanılma ile arıyor, bu alanlar daha çok Psikolojik Atalet Vektörü etrafında yoğunlaşıyordu(Şekil 3.1). Çünkü bireyler çözümün kişisel deneyim ve uzmanlık alanı dışında olmadığını düşünme eğilimindedirler. Temel TRIZ mantığı ise deneme yanılmadan farklı olarak sistem düşüncesine ve görevden çözüme doğrudan gitmeye dayanır.



Şekil 3.1. Yenilikçi problemlerin deneme yanılma yönetimi ile çözümü.

TRIZ inovasyon teknolojisi bugün insanoğluna; endüstriyel uygulamalarda en kapsamlı, sistematik metodolojisi ile icat getirebilecek, yenilikçi düşünme metodolojisi içeren, yenilikçi problem çözme yaklaşımı ile işletme ortamındaki her türlü problem çözümü için kullanılabilecek bir araçtır.

TRIZ klasik ve geleneksel inovasyon destekleme araçlarının yanı sıra; yenilikçi üretkenliği destekleyen, inovatif ve icatçı araştırmayı ivmelendiren, teknolojik sistemlerin, ürünlerin ve süreçlerin evrimini tahmin edip öngörebilen bir metodolojidir.

TRIZ, Ar-Ge uygulamalarında, imalat alanında, ürün geliştirmede, kalite yönetiminde, inovasyon kültürü oluşturmada, pazarlamada, yönetsel süreçlerde kullanılır.

TRIZ'in şirket inovasyon yönetimine doğru entegrasyonu ile TRIZ potansiyel aşağıdaki alanlarda kullanılabilir.

- Firmada yeni ürün, süreç ve stratejilerin geliştirilmesinde,
- Teknolojik sistemlerin, ürünlerin ve süreçlerin evrimlerinin öngörümü ve geleceğe yolculukta,
- İcatal ve teknik problem çözümünde,
- Firma fikri mülkiyetinin korunması için çözüm yöntemleri oluşturmada,
- Yeni ve/veya hali hazırdaki ürün problemlerinin önceden tespitinde,
- Bilgi yönetimi için ileri çözümler sağlamakta,
- Müşteri sistemlerine uygun sistemleri değerlendirmekte kullanılabilir[1].

3.1. TRIZ'in Doğuşu ve Gelişimi

3.1.1. Genrich Saulovich Altshuller

Teknolojiye dayanan fakat psikolojiye dayanmayan iyi bir yaklaşım, Eski Sovyetler Birliği'nde 1926 da doğan Genrich S. Altshuller tarafından geliştirilmiştir. İlk buluşunu 14 yaşında su altı dalma ile ilgili aldı. Onun bu hobisi meslek olarak makina mühendisliğine yöneltti. 1940'larda Rus ordusunda patent uzmanı olarak, buluşçuların patentlerini doldurmalarına yardımcı oluyordu. Ancak buluşçular sık sık problemlerin çözümü için de kendisinden yardım istiyordu. Problem çözmeye olan merakı standart metotları araştırmaya itti. Bulabildiği psikolojik araçları ve bunların ihtiyaca cevap veremediğini tespit etti.

3.1.2. TRIZ'in doğuşu ve gelişimi

Psikolojik tabanlı teknikler bazı psikolojik kısıtları da barındırıyordu. Bunlar, değişimin getirdiği riskler ve alışkanlıklardan dolayı çalışanlarda değişime karşı dirençler ve rekabetin çözümlere hızlı ihtiyacının getirdiği baskı ve deneme yanılmanın getirdiği zaman kayıplarıydı. Bu sırada Sovyetler Birliği'nde patent uzmanı Genrich Altshuller psikolojik tabandan uzaklaşan, daha somut kavramlar üzerinden yeniliği üretmeyi amaçlayan bir metot üzerinde çalışıyordu. Daha sonraları TRIZ adını alacak bu teknik Batılı emsalleri gibi düşünmeyi değiştirmeyi değil onu desteklemeyi amaçlıyordu.

Altshuller mevcut 200.000 patent üzerine yaptığı incelemelerde bu patentlerin sadece 40.000'inin bir yenilik içerdiğini fark etti. Yenilikçi patentler üzerine yaptığı çalışmalarda yenilik kavramını 5 seviyede tanımladı. Basit Çözümler mevcut çözümlerin %32'sini, Teknik İyileştirmeler %45'ini oluştuyordu. Çalışılan Alanın İçindeki Yenilik %18'lik bir paya sahipken, Çalışılan Alanın Dışındaki Yenilikler sadece %4 idi. Gerçek anlamda keşifler sadece %1'lik bir paya sahipti.

TRIZ'in sanat dalları dâhil teknik olmayan alanlarda da uygulanabilirliği sınandı ve başarılı sonuçlar elde edildi. 40 yenilikçi prensibin kolay anlaşılabilir olması için verilen örneklere yönetsel örnekler de dâhil edildi [Ör. Arabulucu: İşletmedeki ana faaliyet konularının dışındaki işleri (temizlik, ulaşım vb.) taşıyon firmalara yaptırın, Ürünün satışını kendiniz yapmaktansa yetkili bayiler görevlendirin vb]. 1986'da Altshuller'in hastalanması ile beraber Boris Zlotin ve Alla Zusman'ın Kishinev, Moldovya'da ki TRIZ okulu çalışmaları ile ön plana çıkmaya başladı. Perestroyka ile beraber özel Rusya'da teşebbüsün oluşması TRIZ'in ticari olarak uygulanmasına imkân verdi. Zlotin ve Zumsan dâhil olmak üzere birçok TRIZ uzmanının yurtdışına yerleşmesi ile beraber özellikle ABD ve İsraile TRIZ çalışmaları devam etti.

Bilgisayarın etkin bir araç haline gelmesi ile beraber TRIZ konusunda etkin yazılım paketleri hazırlandı. Klasik TRIZ kendi başına etkin bir araç olmasına rağmen TRIZ birçok etkin yönetsel metodun (TKY ve 6 sigma vb.) temel araçlarından biri haline geldi. Problemin yapısına göre farklı araçlarla beraber kullanılmasına başlandı.

TRIZ, alternatif alanların her yerinde çözümü aramak için bugüne kadar 2.000.000 adet patent incelenmiş, çok farklı alanlarda mevcut çözümleri inceleyip, uygulanabilir 40 adet yenilikçi prensip geliştirilmiştir. Çünkü TRIZ mantığında karşılaşılan sorun, farklı endüstrilerde ve kişiler tarafından hâlihazırda yaşanmaktadır, ona dair çözüm geliştirilmiştir ve geliştirilmektedir.

Dolayısı ile TRIZ, günümüzde, klasik döneminden farklı olarak her türlü yenilikçi probleme karşı etkin ve yenilikçi cevaplar verebilecek bir araç haline geldi. TRIZ konusundaki temel yanlışlardan birisi bu yöntemin sadece Klasik TRIZ ile kısıtlı olduğunu düşünmektir. TRIZ'in tüm potansiyelini görebilmek için sahip olduğu tüm araçların anlaşılması gerekmektedir.

Altshuller; patentlerdeki problemleri, çelişkileri ve çözümleri inceleyerek ve yorumlayarak TRIZ olarak isimlendirilen yenilikçi problem çözme teorisini geliştirmiştir.

3.2. TRIZ'in Temel Kavramları

3.2.1. Teknik sistemler ve teknik sistemlerin evrim kalıpları

Bir işlev sergileyen her şey teknik sistemdir. Arabalar, kalemler, kitaplar, bıçaklar, teknik sisteme örnek olarak verilebilir. Her bir teknik sistem bir veya birkaç alt sistemden oluşur. Bir arabanın motoru, direksiyon mekanizması, frenleri vb. alt sistemlerini oluşturur. Bunların her biri de kendi içinde bir teknik sistemi oluştururlar ve kendi fonksiyonlarını yerine getirirler(Tablo 3.1). Teknik sistemdeki hiyerarşi az karmaşıklıktan(iki elemanlıktan), daha karmaşıklığa (birçok, birbirleriyle ilişkili, elemanlığa) doğrudur.

Bir sistem yetersiz veya zararlı bir fonksiyon üretiyorsa (yapıyorsa) iyileştirilmelidir. Bunun için sistemin en b

asit haline hayali olarak indirgenebilmesi gereklidir. TRIZ' de basit, sistem birbirine enerji aktaran iki elemandan oluşan bir sistem demektir.

Tebeşir ve tahtanın ikisi birden birbirleriyle temas halinde ve aralarında enerji transferleri olmadıkça bir sistem değildir. Teknik sistem olması için tebeşir, tahta ve kuvvet uygulaması olmalıdır. İşte o zaman bir teknik sistem olur. Tebeşir ve tahta birbirinden ayrı elemanlar olarak her biri bağımsız birer teknik elemandır.

Tebeşir zerrecikleri bir yapıya sahiptir. Farklı kimyasal elemanların birbirleriyle etkileşimi nedeniyle zerrecikler birbirlerine bağlanarak tebeşir olarak isimlendirilen malzemeyi oluşturur. Eğer bu bağlanmanın iyileştirilmesi isteniliyorsa o zaman tanecikli yapı teknik sistemin analizi yapılmalıdır.

Tüm alt sistemler üst sistemin sınırları içerisinde birbirleriyle ilişkili şekilde birleşirler. Herhangi bir alt sistemdeki değişiklikler üst sistemde değişikliğe neden olur. Teknik bir problemi çözerken daima teknik sistemin alt sistemleri ve üst sistemleri göz önünde bulundurulmalıdır[19].

Tablo 3.1. Taşıma sistemindeki alt ve üst sistemler.

Teknik Sistem	Teknik Sistemin Alt Sistemleri
Ulaşım	Otomobil, Yollar, Haritalar, Sürücüler, Servis istasyonları
Otomobil	Güç aktarımı, Frenler, Isıtma, Direksiyon, Elektrik aksamı
Frenler	Fren pedalı, Hidrolik silindir, Akışkan, Fren balata sistemi
Fren balata sistemi	Balata Bağlantı parçası, Perçinler
Balata	A parçacıkları, B parçacıkları, Kimyasal bağlar
Kimyasal bağ	A molekülleri, B molekülleri

3.2.2. Buluş seviyeleri

Altshuller, 1960 ve 1970'li yıllarda çok miktarda patentlerin analizi sonucunda buluşların değerlerinin aynı olmadığı sonucuna varmış ve buluşlar için beş seviye önermiştir.

Seviye 1. Yenilikçilik gerektirmeyen, kişisel bilgilerle ve metotlarla çözümün kolayca bulunabildiği problemlerin çözümü. Çözümlerin yaklaşık %32'si bu sınıfa girmektedir.

Seviye 2. Endüstrideki bilinen metotları kullanarak mevcut sistemin üzerinde küçük değişikliklerin yapılması. Çözümlerin yaklaşık %45'i bu sınıfa girmektedir.

Seviye 3. Endüstri dışı bilinen metotları kullanarak mevcut sistem üzerinde yapılan önemli değişiklikler. Çelişkiler çözülmüştür. Çözümlerin yaklaşık %18'i bu sınıfa girmektedir.

Seviye 4. Sistemin fonksiyonunu yerine getiren yeni bir prensip kullanan yeni jenerasyon teknoloji kullanılması. Çözüm teknolojiden çok bilim içerir. Çözümlerin yaklaşık %4'ü bu sınıfa girmektedir.

Seviye 5. Öncü bir sistemin veya tamamen bilimsel bir buluş. Çözümlerin yaklaşık %1'i bu sınıfa girmektedir.

Seviye yükseldikçe gerekli olan bilginin miktarı da çoğalmaktadır. Tablo 3.2.'de özet olarak verilmiştir.

Tablo 3.2. Buluş seviyeleri.

Seviye	Yenilikçilik Seviyesi	Çözümlerin Yüzdesi	Bilgi Kaynağı	İncelenmesi Gereken Yaklaşık Çözüm Sayısı
1	Bilinen çözüm	%32	Kişisel bilgi birikimi	10
2	Küçük iyileştirmeler	%45	Şirketin bilgi birikimi	100
3	Büyük iyileştirmeler	%18	Sektör içerisindeki bilgi birikimi	1000
4	Yeni bir konsept	%4	Sektör dışındaki bilgi birikimi	100.000
5	Buluş (İcat)	%1	Bilinmeyen her şey	1.000.000

Tablodan da anlaşılacağı gibi mühendislerin karşı karşıya oldukları problemlerin %90'ının çözümü bir yerde çözülmüş olarak mevcuttur. Eğer mühendis ideal çözüme giden yolu izlerse ve çalışmasını kişisel bilgisinden ve tecrübesinden daha üst seviyede ararsa, çözümlerin birçoğunun şirketinde, endüstrisinde veya diğer bir endüstrideki bilgilerle hali hazırda çözümün olduğunu belirleyecektir.

3.2.3. Çelişkiler

Altshuller'e göre problemlerin cevabı için gerekli olan taktik ve metotlar önemli keşifleri inceleyerek bulunabilir. Bu çözümlere dönük stratejiler teknik sistemlerin gelişim yasaları ile desteklenmelidir. Sorunlar ve bunlara karşı geliştirilen çözüm yolları mükemmellik durumu yoksa daima çelişkileri yaratır. Başka bir deyişle her aksiyon bir reaksiyonu tetiklemektedir. Altshuller'in patent incelemelerinde fark ettiği temel noktalardan birisi de sorunlara dair önerilen çözümlerin yeni sorunları yarattığı olmuştur. Örneğin mukavemet için bir parçayı daha kalın yapmak sistemde ağırlık gibi bir çelişkiyi ortaya çıkarmaktadır.

Altshuller çelişkiyi, bir sistemin bir niteliğinin ilerletilmesi ya da değerinin artırılması için yapılan bir girişimin, bir diğer sistem niteliğinin değerini düşürmesi olarak tanımlamıştır. TRIZ'in asıl uğraştığı konu çelişkilerin çözülmesi, dolayısıyla tasarım

güçlüklerinin yenilmesidir. Geliştirme takımları her zaman aşılması gereken bu türlü zıtlıklarla karşı karşıyadırlar[1].

Çelişkiler teknik çelişki ve fiziksel çelişki olmak üzere iki çeşittir. Teknik çelişkiler, fiziksel çelişkilerden türer. Başka bir deyişle, her teknik çelişkinin özünde gizli bir fiziksel çelişki vardır. Durum şöyle görülebilir: bir teknik sistemin herhangi bir parçasının belirli bir eylemi gerçekleştirebilmesi için A özelliğini taşıması ve aynı zamanda bu eylemi tersini yapabilmesi için de “anti-A” özelliğine sahip olması gerekir. Fiziksel çelişkide ürün, aynı anda birbirinin tersi iki durumda olabilir. Ürünün aynı zamanda hem sıcak hem de soğuk olması gerektiği gibi.

Teknik çelişkide ise A özelliği iyileşirken B özelliği kötüleşmektedir. Otomobillerin çok daha hızlı ivmelenmesi ve aynı zamanda düşük yakıt tüketimine sahip olması gibi.

Fiziksel çelişkileri çözmek için aşağıdaki ayırma prensipleri kullanılmaktadır.

- Zamanda ayırma
- Mekânda ayırma
- Parçalar ve bütün arasında ayırma
- Duruma göre ayırma

Teknik çelişki genellikle tüm sistemle veya sistemin birden fazla parçasıyla ilgilidir. Fiziksel çelişki ise sistemin yalnızca tek bir parçasıyla ilgilidir.

Problemin analizi sırasında teknik çelişkilerden fiziksel çelişkilere geçiş yapmamızı sağlayan bazı kurallar vardır. Çoğu durumda fiziksel çelişkiler, problemin kendi tanımından çıkarılabilir[20].

Aşağıdaki durumlardan her biri bir fiziksel çelişkiyi gösterir:

- Bir sistem özelliği iki zıt durumda bulunmak zorunda ise,
- Bir özellik, bileşen, eleman vb. hem olmalı hem de olmamalı ise

Altshuller; tasarımcıların bilgilerini artırmak amacıyla, daha önce karşılaşılmış binlerce mühendislik problemini ve bunlar için geliştirilen çözümleri inceleyerek belirlediği 39 mühendislik parametresini, kendi aralarında ikili çiftler haline dönüştürmüş ve her çiftin çözümü için geliştirdiği 40 temel prensipten uygun olanlarını belirlemiş ve böylece çelişkiler matrisi ortaya çıkmıştır.

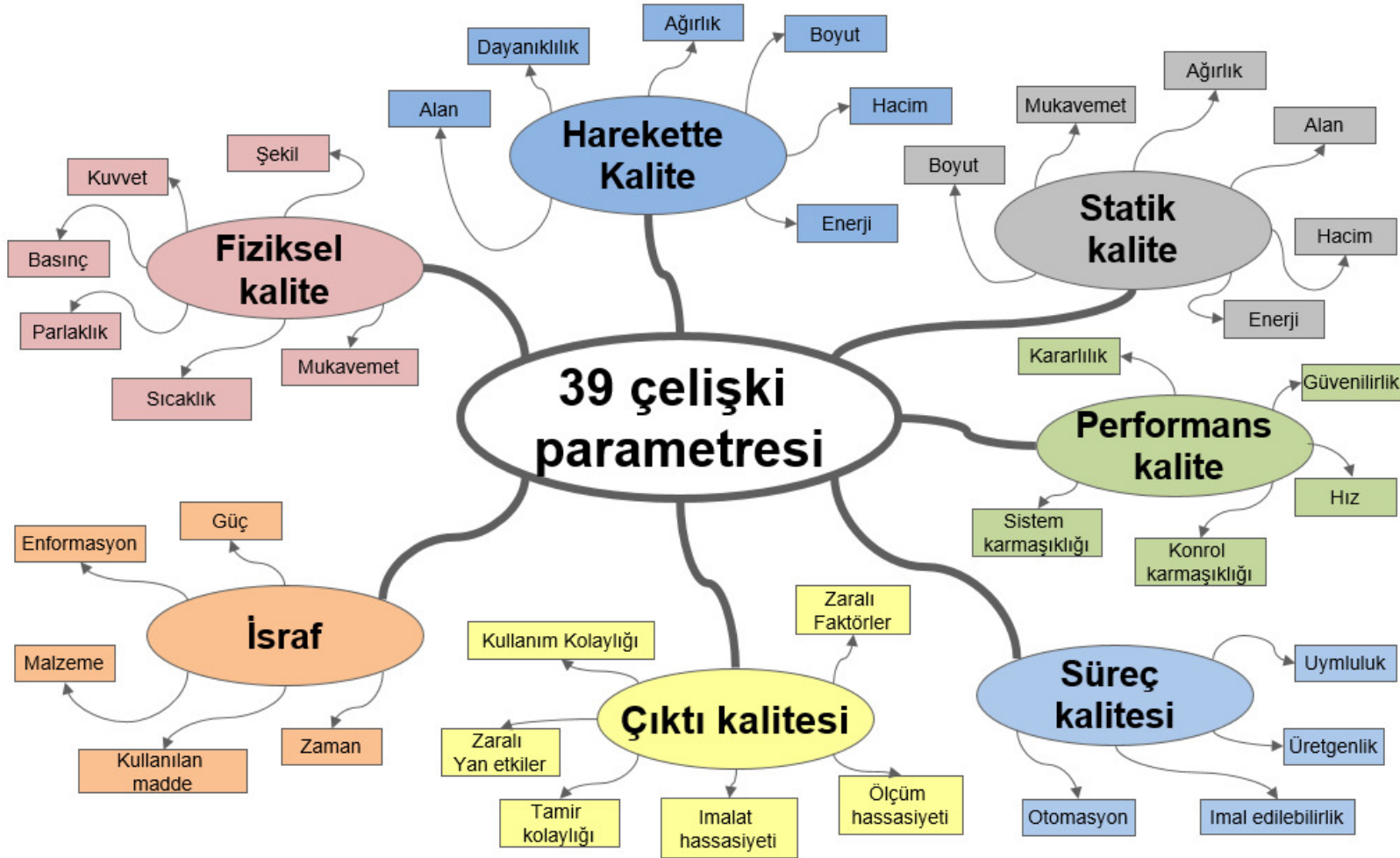
Altshuller yaklaşık 1.500.000 patenti inceleyerek çelişkiye sebebiyet veren 39 teknik çelişki belirlemiştir. Bunlar 39 standart mühendislik parametresi olarak isimlendirilmektedir(Ek 1- Tablo 1). Problemin teknik çelişkisi; iyileştirilmesi gereken mühendislik parametresi ile kötüleşen mühendislik parametresi olarak tanımlamalıdır.

Çelişkiler teknik bir sistemin bir karakteristiğini veya parametresinin iyileştirilmesi arzulanırken diğer bir karakteristiğinin veya parametresinin kötüleşmesiyle ortaya çıkar.

Diğer tip çelişki de fiziksel çelişkidir. Bunlar da teknik sistemin kendisinden veya teknik sistemdeki bir elemandan farklı iki özelliğe sahip olması gerektiğinde ortaya çıkarlar. Fiziksel çelişkilerin çözümleri için farklı metotlar vardır (çelişkili gereksinimlerin zamanda ve/veya uzayda ayrıştırılmasıyla, bir maddenin fiziksel halini değiştirmek gibi).

Örneğin: Uçak iniş kalkış takımları sadece iniş ve kalkışla kullanılacaktır ve uçuş sırasında sürtünmeden dolayı uçağa daha fazla güç kullandırması nedeniyle olmaması gerekmektedir. Buradaki fiziksel çelişki iniş kalkış takımlarının hem mevcut olması hem de olmamasıdır. Bu çelişki gereksinimlerin zamanda ayrılmasıyla çözülmüştür şöyle ki: İniş-kalkış takımlarının gövde içerisine geri çekilebilmesiyle.

Kuleden suya dalma (atlama) için, suyun yüzücüyü taşıması için yoğun (katı) olması ve onu incitmemesi içinde yumuşak olması gerekmektedir. Fiziksel çelişki: Su aynı anda hem katı hem de yumuşak olmalı. Bu fiziksel çelişki gereksinimlerin uzayda (alandan) ayrılmasıyla çözülmüştür. Suyu hava kabarcıklarıyla doldurmak. Havuz; hava ve suyun her ikisini de kapsamaktadır.



Şekil 3.2. Çelişkilerin zihin haritası

Tablo 3.3. Çelişkiler matrisi detayı.

		Hareketli nesnenin ağırlığı	Sabit nesnenin ağırlığı	Hareketli nesnenin uzunluğu	Sabit nesnenin uzunluğu	Hareketli nesnenin alanı	Sabit nesnenin alanı	Hareketli nesnenin hacmi	Sabit nesnenin hacmi
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Hareketli nesnenin ağırlığı	—		15, 8, 29, 34		29, 17, 38, 34		29, 2, 40, 28	
2	Sabit nesnenin ağırlığı		—		10, 1, 29, 35		35, 30, 13, 2		5, 35, 14, 2
3	Hareketli nesnenin uzunluğu	8, 15, 29, 34		—		15, 17, 4		4, 7, 17, 35	
4	Sabit nesnenin uzunluğu		35, 28, 40, 29		—		17, 7, 10, 40		35, 8, 2,14
5	Hareketli nesnenin alanı	2, 17, 29, 4		14, 15, 18, 4		—		7, 14, 17, 4	
6	Sabit nesnenin alanı		30, 2, 14, 18		26, 7, 9, 39		—		

3.2.4. İdeal nihai sonuç

Herhangi bir sistemin amacı bazı fonksiyonları yerine getirebilmesidir. Genel mühendislik düşüncesi şöyledir; “Böyle ve böyle bir fonksiyonu yerine getirmelidir. Dolayısıyla biz böyle ve böyle bir mekanizma veya alet imal etmeliyiz.” TRIZ ise; “Böyle ve böyle bir fonksiyonu sisteme yeni bir mekanizma ve alet eklemeksizin yerine getirmesi gereklidir” düşüncesindedir.

İdeallik (Mükemmellik) kanunu herhangi bir teknik sistemin çalışma ömrü boyunca basit, etkili ve güvenli olması gerektiğini ifade eder. Bir teknik sistem her zaman yeniliğe açıktır. Sistemi mükemmelliğe maliyetini düşürerek, daha az yer kaplamasını sağlayarak, enerji kullanımını azaltarak vb. gibi taşıyabiliriz.

İdeallik daima, sistemin içinde ve dışındaki mevcut kaynakların maksimum kullanılmasını yansıtır. Ne kadar mevcut kaynaklar iyi bir şekilde kullanılırsa sistem o kadar mükemmelliğe yakındır. O halde sistemin ideallığı aşağıdaki denklemle ifade edilebilir.

$$\text{Mükemmellik Seviyesi} = \frac{\sum F_i}{\sum H_i}$$

F_i = Faydalı Fonksiyonlar (Etkiler)

H_i = Zararlı Fonksiyonlar (Etkiler)

Yararlı etkiler sistem fonksiyonlarının tüm değerli sonuçlarını kapsamaktadır. Zararlı etkiler ise kirlenme, tehlikeli, enerji tüketimi, fiyatı gibi istenilmeyen girdileri içermektedir. İdeal durum zararlı etkilerin olmadığı sadece faydaların olduğu bir sistemi tanımlar. Sistemin geliştirilmesi gereken nihai durumu ifade eder. Tasarım açısından bu duruma bakıldığında, mühendisler en çok faydayı sağlayacak bununla birlikte işçilik masrafları, malzeme, enerji ve zararlı etkileri azaltacak şekilde sistemi geliştirmeye devam etmelidirler. Normalde yararlı etkiyi artırırken zararlı etkiler de artar fakat ideallik kuralı tasarımcıyı tasarım çelişkilerini çözülmesine veya yok edilmesine yönlendirir. İdeal Nihai Sonuç bir ürünün yararlı fonksiyonları yerine getiriliyor olmasına rağmen sistemin kendisinin olmamasıdır.

Bir sistemi daha ideal (mükemmel) yapmanın birçok yolu vardır;

A. Sistemin fonksiyonlarının miktarını artırmak.

Örneğin: Eğlence merkezinin radyo, teyp, CD çalıcı ve amplifikatörle donatılması

B. Sistemin işlevini yapan kısmına mümkün olduğu kadar fazla fonksiyon eklemek.

Örneğin: Elektrikçi pensesi teli keser, sıyrır ve bağlantı için bükür.

C. Sistemin bazı fonksiyonlarını bir üst sisteme veya çevre dışına nakletmek.

Örneğin: Güneş ısıtılmalı sistemlerde pencereler (camlar) elle açılıp kapatılmaktadır. Bunun yerine camların (pencerelerin) daha ideal olan otomatik olarak açılıp kapatılması mümkün olabilir. Bu da sıcaklığa duyarlı bir bimetalik spiral sistemiyle yapılabilir.

D. Halen mevcut ve elde edilebilir kaynakların iç veya dış kaynakların kullanılması

Örneğin: Evin mevcut elektrik şebekesini anten olarak kullanmak (Comrad Industries Spectrum Antenna)

3.3. TRIZ Araçları

3.3.1. Problem ISQ'su hazırlama

ISQ (Innovation Situation Questionnaire), yenilikçi problem hakkında bilgi toplanması, toplanan bilgilerin dokümantasyonu ve anlaşılması için kullanılır. ISQ, problemin sade dil kullanarak herkesin anlayacağı şekilde tanımlanmasıyla başlar. Problemin ön analizi için şablon niteliği taşıyan, probleme farklı bir açıdan bakmaya yardımcı olan bir dizi sorular içermektedir. Bu sorular, mühendislik veya yönetim odaklı olmayan fakat yenilikçi problemlerin çözümünde TRIZ tabanlı yöntem ve araçları kullanarak yıllarca tecrübe edilmiş ve üzerinde detaylı araştırmalar yapılarak elde edinilmiş sorulardır.

1. Problemin özet tanımı: Problem, profesyonel terminoloji yerine basit günlük dil kullanılarak tek bir paragrafta açıklanır.
2. Sistemin hakkında bilgi:
 - 2.1. Sistem adı: Problemin sistematik seviyesini belirler.
 - 2.2. Sistematik yapısı: Sistem yapısının çizimler ile desteklenmiş tanımı. Sistem yapısını aktif olarak çalışır durumda olmadığı, statik durumu tarif edilmelidir.

- 2.3. Sistemin fonksiyonu: Sistemin asıl birinci faydalı fonksiyonu tanımlanır. Ve bu fonksiyonun amacı (super sistemin birinci faydalı fonksiyonu) anlatılır.
- 2.4. Sistem çevresi: Sistemin etrafındaki diğer sistemlerle olan etkileşimi anlatılır.
3. Problemin durumu hakkında bilgi:
- 3.1. Çözülecek problem: Karşılaşılan problemin tanımı
- 3.2. Probleme sebep olan mekanizma: Neden-sonuç ilişkisi kurarak bilinen tüm hipotezler tanımlanır.
- 3.3. Problemin çözülmemesi durumunda: Problem şayet çözülemezse karşılaşılabilecek istenmeyen durumlar tanımlanır.
- 3.4. Problemin tarihçesi: Problemin gelişimi, ilk ortaya çıkışından gelinen son duruma kadar tarif edilir. Sistemin problemden önceki ve problemden sonraki durumları açıklanır. Problemi ortadan kaldırmak, indirgemek veya önlemek için uygulanan ve başarısız olanlar başta olmak üzere tüm girişimler sıralanır. Ve bu yöntemlerin niçin başarısız oldukları açıklanır.
- 3.5. Benzer problemi barındıran diğer sistemler: Benzer problemi barındıran diğer sistemler sıralanır. Şu sorulara cevap aranır: Diğer sistemlerdeki problemler çözülebildi mi? Çözüldü ise nasıl? Şu an karşılaşılan problemin çözümünde niçin faydalı olmuyor?
- 3.6. Çözülmesi gereken diğer problemler: Çözülmemiş ve henüz tespit edilmemiş başka ne tür problemler olabilir? Çözülmesi halinde asıl problemin çözümüne katkı sağlayacak başka ne tür problemler olabilir?
4. İdeal çözüm: Aşağıdaki şablonu kullanarak ideal çözümü tanımlayın.
- Sistemde her şey (gerekli fonksiyonları tanımlayın) görüldüğünde veya (zararlı fonksiyonları tanımlayın) kaybolduğunda değişmeden kalır veya daha az karmaşık hale gelir.
5. Mevcut kaynaklar: Sistem ve çevresindeki kaynakları tanımlayın. (Kaynaklar: maddeler, enerji, kullanışlı fonksiyonlar, sistem ve çevresindeki diğer nitelikler)
6. Sistemde müsaade edilen değişiklikler: Sistemde müsaade edilen değişiklikleri ve değiştirilmesine engel olan limitleri tanımlayın.
7. Çözüm seçme kriterleri: Proseslerin başarısı için bir ölçü olması gerekir. Bazı kriterler dile getirilmeye gerek duyulmayacak kadar çok açıktır. Zaman ve işgücü kaybını önlemek için çözüm konseptleri ve başarı kriterleri nelerdir?

8. Şirketin durumu: Şirketin problem ile ilişkili ürünleri, pazarı, rakipleri, müşterileri, tedarikçileri, tesisleri, proses sistemleri...vb tanımlayın.
9. Proje bilgileri: Proje termini ve ilgili kişinin iletişim bilgilerini belirtin.

3.3.2. Problem formülasyonu

Problemde bilinenler formülasyona yüklenir ve büyük problem küçük problemlere bölünerek çözülür.

Fonksiyonlar iki tipte oluşur:

- Faydalı fonksiyonlar (useful functions) - yeşil kutuda belirtilir.
- Zararlı fonksiyonlar (harmful functions) - kırmızı ve köşeleri yuvarlanmış kutuda belirtilir.

Problem formülasyonu sürecinde fonksiyonlar, bir kutu ile gösterilir. Kutunun içerisi, incelenen problemle veya araştırılan sistemle ilgili bir önermeyi taşır.



Şekil 3.4. Faydalı ve zararlı fonksiyon gösterimi.

3.3.2.1. Problem formülasyonunda linkler

Linkler, iki fonksiyon arasındaki ilişkileri tanımlar. İki kutuyu birleştiren bir okla gösterilir.

- Problem formülasyonunda iki tip Link vardır.
- Bir fonksiyon başka bir fonksiyon üretir (produces)
- Bir fonksiyon diğer fonksiyonu engeller (counteract)

Linkler, fonksiyonlar faydalı veya zararlı olmasına göre renklendirilir. Fonksiyon faydalı veya zararı engelliyor ise yeşil, zararlı veya faydayı engelliyor ise kırmızı renkte belirtilir.

Fayda Üretir	Zararı Engeller	Zarar Üretir	Faydayı Engeller
→	→	→	→

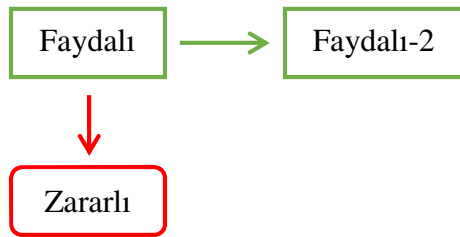
Şekil 3.5. Faydalı ve zararlı fonksiyon linklerinin gösterimi.

Problem formülasyonunun en önemli ve güçlü karakteristiği, problemin görsel gösterimidir.

Çelişkileri tanımlamanın en önemli anahtarı ise bir fonksiyon faydalı bir fonksiyon (kutudan uzaklaşan yeşil ok) oluştururken aynı zamanda zararlı fonksiyon (kutudan uzaklaşan kırmızı ok) da oluşturduğunun görülebilmesidir.

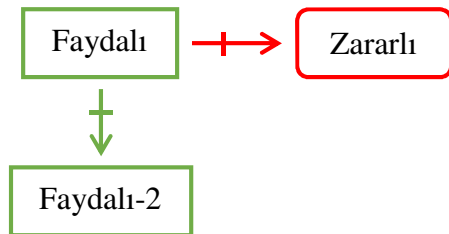
3 önemli çelişki tipi mevcuttur. Bütün formülasyonlar Faydalı Fonksiyon kutusundan oluşmaktadır.

- 1- Faydalı fonksiyon bir faydalı fonksiyon daha üretirken başka bir zararlı fonksiyona da sebep olmaktadır.



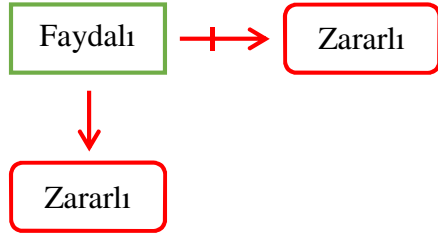
Şekil 3.6. Fonksiyonun faydalı ve zararlı fonksiyon üretmesi.

- 2- Faydalı fonksiyon bir zararlı fonksiyonu engellerken başka bir faydalı fonksiyonu da engellemektedir.



Şekil 3.7. Fonksiyonun faydalı ve zararlı fonksiyonları engellemesi üretmesi.

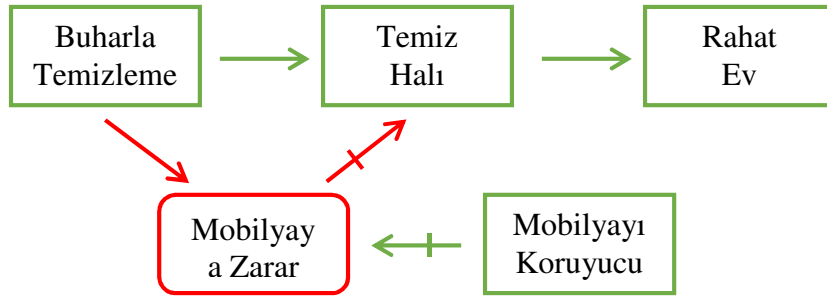
- 3- Faydalı fonksiyon bir faydalı fonksiyonu engellerken aynı zamanda başka bir zararlı fonksiyona da sebep olmaktadır.



Şekil 3.8. Fonksiyonun faydalıyı engellemesi ve zararlı fonksiyonları üretmesi.

Faydalı fonksiyon, faydalı fonksiyon üretmek için olmalıdır. Zararlı fonksiyon oluşturmamalıdır ve ayrıca zararlı fonksiyonları engellemelidir.

Zararlı fonksiyon, zararlı fonksiyon üretmemelidir ve faydalı fonksiyonu engellememelidir.



Şekil 3.9. Bağlantı örnekleri ile halı temizleme servisi.

Faydalı fonksiyonlar aşağıdaki inovasyon yollarına kılavuzluk yapmalıdır:

1. Faydalı fonksiyonun etkinliği daha çok nasıl artırılır,
2. Faydalı fonksiyonlardan yeni başka faydalı fonksiyonlar nasıl elde edilir,
3. Faydalı fonksiyonun yaratacağı faydalı sonuçları faydalı fonksiyonun kendisini kullanmadan elde edebileceğiniz yeni yollar bulun,
4. Faydalı fonksiyonların sebep olabileceği aşağıdaki koşullara uygun başka seçenekler bulun;
 - Faydalı fonksiyonlar üretilmeli
 - Zararlı fonksiyonlar engellenmeli

- Zararlı fonksiyonlar üretilmemeli
- Zararlı fonksiyon engelleyerek başka faydalı fonksiyonunun oluşumuna imkân verilmeli
- Zararlı fonksiyonlardan etkilenmemeli

Problem formülasyonunda dikkat edilmesi gerekenler:

- Kutucuk Sayıları: Kutucukların sayısı 15-25 üzerine çıkarsa yeniden kutucukları çizmekte yarar vardır.
- Güçlü Odaklanma: Gerçek probleme odaklanın
- Kontrol edilemeyen elemanlar: Kontrol edemeyeceğiniz fonksiyonel kutucuklardan uzak durun.
- Anlamlı linkler- Kutucuklar arasındaki linklerin anlamlı olmasını sağlayın
- Sebep (neden odaklı olun) sadece probleme odaklanın sonuç ve zaman akışına takılmayın[1].

Faydalı fonksiyon için sorulması gereken 4 soru:

- 1- Bu faydalı fonksiyon, başka bir faydalı fonksiyon için □erekli midir?
- 2- Bu faydalı fonksiyon, zararlı bir fonksiyon oluşturur mu?
- 3- Bu faydalı fonksiyon, zararlı bir fonksiyonu yok etmek için mi kullanılmıştır?
- 4- Bu faydalı fonksiyona, başka bir faydalı fonksiyona faydalı olması için ihtiyaç var mıdır?

Zararlı fonksiyon için sorulması gereken 4 soru:

- 1- Bu zararlı fonksiyon başka bir zararlı fonksiyon tarafından mı oluşturulmuştur.
- 2- Bu zararlı fonksiyon başka zararlı fonksiyon oluşturur mu?
- 3- Bu zararlı fonksiyon faydalı bir fonksiyon tarafından mı oluşturulmuştur?
- 4- Bu zararlı fonksiyon faydalı fonksiyonu yok etmek için mi oluşturulmuştur?

3.3.3. 40 Yenilikçi buluş prensibi

Altshuller incelediği patentlerden aynı zamanda 40 yenilikçi prensip çıkarmıştır. Bu prensipler problemin çözümüne yönelik mühendise oldukça yenilikçi (patentlenebilir) çözüm elde etmek için ipuçları vermektedir. Bu 40 yenilikçi prensip, Tablo 3.4'de başlıklar halinde ve Ek 3- Tablo 3'de detaylı açıklamalarıyla verilmiştir. Problemi

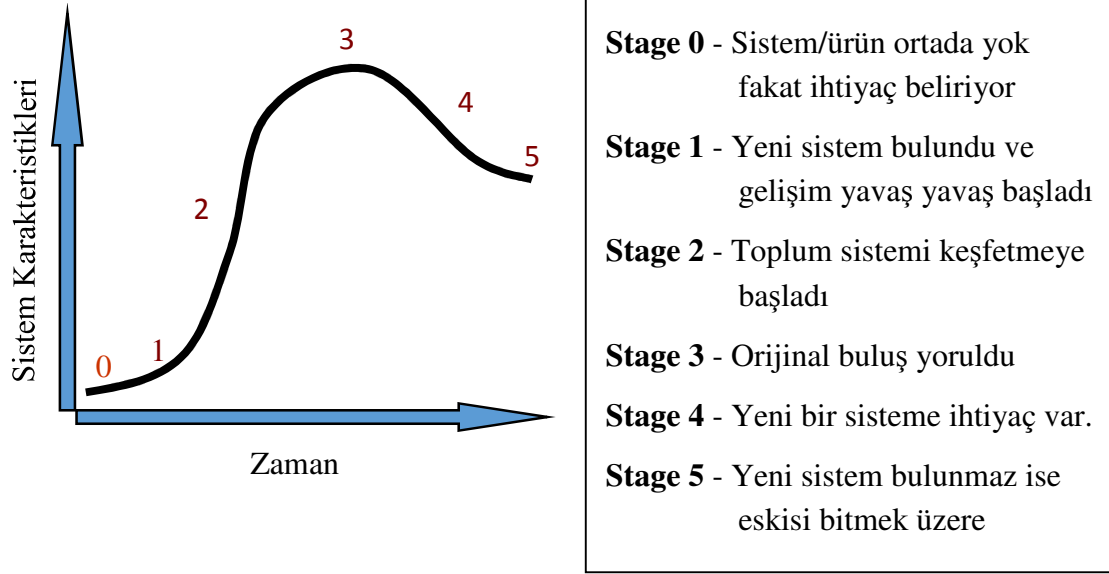
çözmek için hangi yenilikçi prensibin kullanılacağını belirlemek için Altshuller çelişkiler matrisini(EK 2-Tablo 2) oluşturmuştur. Bu çelişkiler matrisindeki x eksenini (satırlar) istenilmeyen etkileri gösteren 39 mühendislik parametresini, y eksenini (kolonlar) ise iyileştirilmesi istenilen 39 mühendislik parametresini gösterir. Kolon ve sütunun keşişimi de problemin çözümü için uygun yenilikçi prensibi listeler.

Tablo 3.4. 40 Yenilikçi prensip parametreleri.

1	Bölme, parçalama	21	Hızlı hareket etme
2	Çekip çıkarma	22	Zararı faydaya dönüştürme
3	Lokal kalite	23	Geribildirim
4	Asimetri	24	Arabulucu
5	Birleştirme	25	Selfservis
6	Evrensellik	26	Kopyalama
7	Yuvalama	27	Kısa ömürlü ucuz nesne kullanma
8	Karşıt ağırlık	28	Mekanik sistemin değiştirilmesi
9	Önceden karşı hareket	29	Gaz ve sıvı kullanma
10	Önceki hareket	30	Esnek film ve ince zarlar kullanma
11	Önceden yastıklama	31	Gözenekli malzeme kullanma
12	Eş mümkün olay	32	Renk değiştirme
13	Tersine çevirme	33	Türdeşlik
14	Küremsi hale getirme	34	Parçaları reddetme yada yenileme
15	Dinamiklik	35	Parametre değiştirme
16	Kısmi veya gereğinden fazla hareket	36	Faz geçişi
17	Yeni boyuta geçme	37	Isıl Genleşme
18	Mekanik titreşim	38	Güçlü oksitleyiciler kullanma
19	Periyodik hareket	39	Atıl ortam
20	Faydalı hareketin devamlılığı	40	Kompozit Malzeme

3.3.4. S-Eğrisi analizi

Altshuller, patent veri tabanlarını çalışırken, teknolojinin lineer gelişmediğini S-eğrisi mantığı ile ilerlediğini fark etti.



Şekil 3.10. S-Eğrisi analizi

Teknoloji 0 noktasında doğarken ilk safhalarda yavaş yavaş gelişirken daha sonra hızlı bir gelişim evresine girmekte daha sonrada 3 noktasında olgunlaşma düzeyine erişmektedir. 3 noktasını takip ettiğimiz teknoloji için ideal son sonuç noktası olarak da tanımlayabiliriz. 3 noktasına erişmiş bir şirket teknolojisinin daha da geliştirilmesi için yeni bir yaklaşım ve inovasyon gerekecektir. Firmaların ürünlerine ve kullandıkları teknolojilere S-Eğrisi metaforu ile yaklaşmaları onları inovasyon yapmaya itecektir.

İlk ürün geliştirme sürecinde geliştirilen prototipler de aynı S-eğrisi mantığı ile gelişecektir. Prototip gelişerek olgunlaşacak ve sonunda imalat aşamasına getirilecektir. İmalat süreci ideal prototipi daha da geliştirecek ve imalat ve ürün geliştirme süreci de kendi S-eğrisini çizecektir. İmalat ve ürün geliştirme sürecinde yok edilen zararlı fonksiyonlar ve maliyetler sonucu ideal hale gelen ürün pazarlanacaktır.

Hiçbir şey sürekli gelişim göstermemektedir. En iyi ürünler, pazarlar ve iş modelleri genellikle S-eğrisi olarak tasvir edilen, ilerleme ve gelişim dönemi geçirirler.

S-eğrisi aşağıdaki durumların tespiti için kullanılır:

- Ana sistem parametrelerinin zaman içinde gelişimini analiz etme,

- Zaman içinde alt sistemlerin gelişimini analiz etme,
- Patent sayısına göre S-eğrisinde sistemin konumunu inceleme,
- Pazar durumuna göre S-eğrisinde sistemin konumunu tahmin etme,
- Hataları tahmin ederek, gelişimin doğasını anlayarak, gelişimin yönünü tanımlamak,
- Gelişimin dar boğazlarını görmek ve tedbir almak[1].

3.3.5. 9 Pencere

İnovasyon önündeki en temel engel, çözüm için gereken problem tanımının yetersizliğidir. Durumun karmaşıklığı tanımın yapılmamasına katkı sağlamaktadır. 9 pencere olarak adlandırılan bu operatör karmaşıklığı azaltarak çözülmesi gereken problemin anlaşılır olmasını sağlamaktadır.

9 pencere kavramı çok basit ve sade bir şekilde zaman ve mekan içinde düşünmeye yardımcı olur. Ayrıca bu teknik kullanıcı ihtiyaçları ile ilişkili çeşitli unsurları, piyasa, teknoloji, kullanıcı kısıtlamaları ve aynı zamanda sistem etrafında çeşitli kaynakları belirlemek ve tanımlamak için yardımcı olur.

9 pencere diyagramı tic-tac-toe çizimi gibi görünür. 3x3 matris basit bir çizim ile başlanır ve Tablo 3.5'de görüldüğü gibi orta hücrelerine problem yazılır. Düne problemin tarihçesi, geleceğe ise ne yapılmaya çalışıldığı, ne tür bir çözüm istediğimiz yazılır. Gelecek sütununa yazılacak bilgiler tamamen ön görüden ibaret olacaktır.

Tablo 3.5. 9 pencere diyagramı.

	Dün	Bugün	Gelecek
Alt Sistem			
Sistem	Problem tarihçesi	Problem Tanımı	İstenen çözüm
Süper Sistem			

Aşağıdaki sorulara bulunacak cevaplar; dün, bugün ve gelecek sütunlarını doldurmak için yardımcı olacak bir yöntemdir.

Geçmiş: Bu sorunu önlemek için geçmişe gitme imkânı olsaydı ne yapılabilirdi?

Bugün: Bu problemin çıkmaması için şu anda yapılabilecek farklı şeyler olsaydı ne olurdu?

Gelecek: Sorun devam ediyor ve önlenemiyorsa neler yapılabilir?

Şayet hazırlanan 8 adet soru, problemin çözümüne yönelik fayda sağlamaz ise sorular değiştirilerek çözüm için farklı cevaplar aranabilir[22].

Alt sistem, Sistem ve Süper Sistem arasındaki ilişkinin daha iyi anlaşılabilmesi için Tablo 3.6'da örnekler verilmiştir.

Tablo 3.6. Alt sistem, sistem ve süper sistem örnekleri.

	Örnek 1	Örnek 2	Örnek 3	Örnek 4	Örnek 5
Alt Sistem	Ekipmanlar Doktor Hemşire Evraklar	Sayfalar Kelimeler Resimler	Kağıt Mürekkep	Motor Fren sistemi Koltuklar Boya Şasi	Otomobiller Kamyonlar Otobüsler Yollar
Sistem	Muayenehane	Kitap	Kitap Sayfası	Otobüs	Taşımacılık
Süper Sistem	Sağlık Hizmeti	Kütüphane	Kitap	Taşımacılık	Toplum

Tablo 3.6.'da görüldüğü gibi kitap, 2. ve 3. örnekte farklı sistem seviyelerinde, otobüs ise 4. ve 5. örnekte farklı sistem seviyelerinde yer almaktadır. Hangi fiziksel parça incelenecek ise sisteme yerleştirilerek alt sistem ve sistemleri çıkartılabilir.

3.3.6. Su-Field (Madde-Alan) analizi

TRIZ araçlarından bir diğeri de “madde-alan analizi” ve “76 standart çözüm” dür. Madde-alan analizi TRIZ’in mevcut teknik sistemlerle ilgili problemlerinin modellenmesinde kullanılan analitik bir araç ve simgesel bir gösterim dilidir. 76 standart çözüm 1975-1985 tarihleri arasında G. S. Altshuller ve diğer TRIZ uzmanları tarafından derlenen TRIZ standart çözümleri madde-alan analizi yöntemiyle önceden modeli belirlenen özgün tipte bir problemin çözümünde sıkça kullanılan çözümlere erişmemizi sağlayan bir bilgi-tabanı aracı ve yöntemidir.

3.3.7. ARIZ yaklaşımı

İdeallik kavramının, araştırma yönünü belirlemeye yardımcı olması ve teknik ve fiziksel çelişki analizinin, yok edilmesi gereken engeli göstermesiyle, yenilikçi problem çözme sürecini kontrol etmek olanaklıdır.

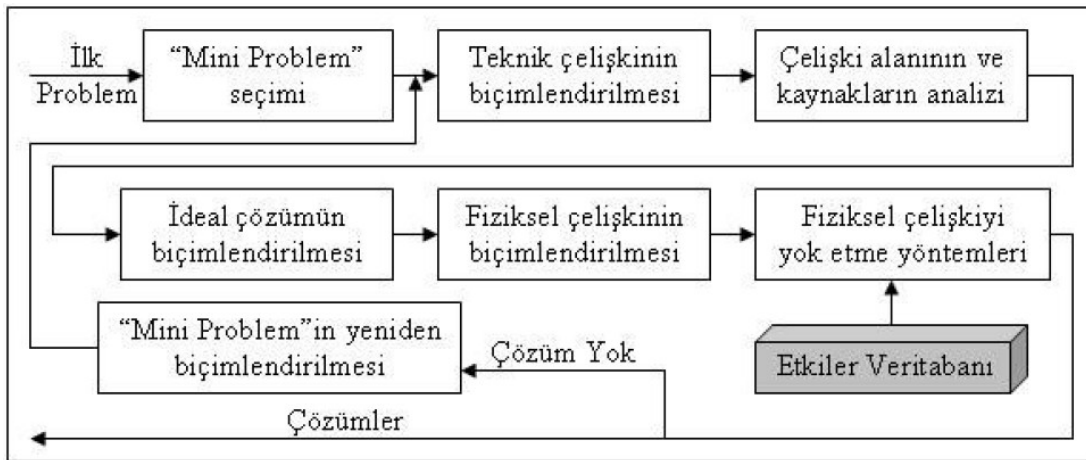
Ancak bazen, bir çelişkinin problem ifadesine gizlenmesi ve hatta izole bir halde kendiliğinden ortaya çıkmaması gibi durumlar söz konusu olabilir. Böyle zamanlarda, problem ifadesinden çözüme gidiş kolay olmadığı için çözüme adım adım yaklaşmayı

sağlayan akılcı taktikler kullanmak gerekir. Yenilikçi Problem Çözme Algoritması ifadesinin Rus dilindeki kısaltması olan ARIZ, bu taktikleri uygulamak için bir yöntem olarak sunulmuştur.

ARIZ, görünen çelişkiler olmadan problemlere çözüm tanımlamak için kullanılan sistematik bir yöntemdir. Problemin doğasına göre, bu yöntemde bitirilmesi gereken aşamaların sayısı değişir. ARIZ sayesinde açık olmayan teknik bir problemde temeldeki teknik problem çıkarılabilir. ARIZ, buluş seviyelerine göre özellikle ikinci, üçüncü ve dördüncü seviye problemler için kullanılabilir.

ARIZ, 1956 yılından itibaren geliştirilmeye başlanmış ve sırasıyla ARIZ-56, ARIZ-59, ARIZ-61, ARIZ-64, ARIZ-65, ARIZ-68, ARIZ-71, ARIZ-75, ARIZ-77, ARIZ-82 (A, B, C, D sürümleri) ve ARIZ-85 (A, B, C sürümleri) olmak üzere yıllar boyu yapılan araştırmalarla geliştirilen sürümleri ortaya çıkmıştır. Altshuller'in de doğrudan katkısının bulunduğu son ARIZ sürümü ARIZ-85C'dir. Bunun ardından geçen 20 yıllık sürede de çeşitli TRIZ uzmanları ARIZ üzerindeki çalışmalarına devam etmiştir.

Verilen bir problemin yeniden tercüme edilmesi için kullanılan bir dizi mantıksal yöntemden oluşan ARIZ, problem üzerinde çalışan kişinin güçlü olduğu özel karakteristiklerini harekete geçirerek problem çözücüsünün yaklaşımına adapte olabilen bir yöntemdir. Yenilikçi kişi, deneyimlerine, bilgi birikimine ve yenilikçi yeteneklerine dayanarak problemde çözüme gidiş için yolu çizirken ARIZ onun yanlış yönlere sapmasını veya yanlış adımlar atmasını engeller. Çalışanı, verilen problem için bulunabilecek en güçlü çözüme doğru yönlendirir[1].



Şekil 3.11. ARIZ yapısı

ARIZ;

- Verilen problemin tekrar biçimlendirilmesi sürecidir.
- Mantıksal ve disipline edilmiş bir süreçtir.
- Problemin sürekli olarak yeniden yorumlanmasını sağlar.
- Çelişkilerin çözümünde kullanılan ana TRIZ aracıdır.

ARIZ ile problem çözümünde, TRIZ'in kapsamındaki şu araçları kullanır;

- Problemin ideal çözümünü anlamak için ideallik kanunu,
- Önce teknik sonra fiziksel çelişkiler,
- Sistemin kaynakları,
- Bilimsel etkiler,
- Madde-Alan modellemesi ve Standart çözümler,
- 40 buluş prensibi.

Karmaşık problemler yeniden biçimlendirilerek çözülebildiği için ARIZ'in önemi, bu yeniden biçimlendirme sürecinin yarısından fazlasını içermesidir. ARIZ süreci, 3 ana gruba ayrılabilir toplam 9 temel aşamadan oluşur. Alt aşamaların sayısı sürümlere değişmektedir.

A) Orijinal problemin yeniden yapılandırılması

- 1) Sistemin/problemin analizi
- 2) Kaynakların/problem modelinin analizi
- 3) İdeal nihai sonucun ve fiziksel çelişkinin tanımlanması

B) Fiziksel çelişkinin ortadan kaldırılması

- 1) Fiziksel çelişkinin ayrılması, kaynakların hareketlendirilmesi ve kullanılması
- 2) Bilgi veritabanının kullanılması: Etkiler, Standartlar ve Prensipler
- 3) “Mini-Problem”in değiştirilmesi veya yeniden biçimlendirilmesi

C) Çözümün analizi

- 1) Çözümün yeniden incelenmesi ve fiziksel çelişkiyi yok eden yöntemin analizi

- 2) Çözümün maksimum kullanımının geliştirilmesi
- 3) Gerçek zamanlı uygulamada çözüme ulaştıran tüm aşamaların yeniden incelenmesi

Problemin çözümünde yol gösteren basamaklar ve sorular dizisi olan ARIZ, çok tekrarlı bir süreç olduğu için 1. ile 4. adımlar arasındakiler sıralı olduğu halde, basamaklar ve sorular her zaman doğrusal olarak ilerlemez.

A. Orijinal problemin yeniden yapılandırılması: ARIZ'ın ilk üç aşamasında problemin analizi ve dönüşümü gerçekleştirilir. Mevcut sistem, basit şemalar çizilerek bilinen şeklinde gösterilir. İki çelişkinin biçimlendirilip yoğunlaştırılması ve mevcut kaynaklara daha hassas bir anlayışla yaklaşılması olan “mini problem”e yönelim, teknik fonksiyona yapılan vurguyla sağlanır. İdeal Nihai Sonucun ve fiziksel çelişkinin geliştirilmesi, ikinci ana aşama olan “Fiziksel Çelişkilerin Ortadan Kaldırılması” noktası için çözüm kavramları üretmeyi sağlar.

A.1. - Sistemin/problemin analizi: Bu bölümde, “mini problem” ve teknik çelişki analizi kullanılarak orijinal problem daha yenilikçi hale getirilir. Sistemdeki çelişkinin basit şeması, modelin problemini, teknik çelişki ve temel fonksiyon açısından oluşturmaya yardımcı olur. Bu aşamanın alt adımları Tablo 3.7.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.7. ARIZ'ın 1. aşama adımları.

No	Adımlar	Notlar
1.1	– İlk analizin aşağıdakiler belirlenerek gerçekleştirilmesi. Bilinen şekliyle orijinal problem Sistemin “temel fonksiyonu” – Sistem ve bileşenleri (alt sistemler) – Her süper sistem – Çevre – Sistemin faydalı fonksiyonları Sistemin zararlı/fazla/yetersiz fonksiyonları – Basit bir şema çizilir ve ana parçalar etiketlenir.	– Analizin erken safhasında, sistemin esas amacı ve kararlar için esas olan “temel fonksiyon”un belirlenmesi, problem ifadesinin sonradan buna dayanması nedeniyle önemlidir. – Temel fonksiyon ve fiziksel sistem belirlenerek Fonksiyonel ve Fiziksel Alanlar tanımlanır. – Fonksiyonel Alan ve Fiziksel Alan terimleri ARIZ'e ait olmasa da, bu belirleme ARIZ'in stratejisini ortaya koyar. – Basit şema, fiziksel alanın oluşturulması için gereklidir.

Tablo 3.7. Devam.

No	Adımlar	Notlar
1.2	– “Mini Problem”in tanımlanması – Sistemdeki her şey aynı kaldığından ve gerekli fonksiyon en az değişiklikle gerçekleştirildiğinden bu aşamadaki çalışmalar idealliğe yaklaşmadaki ilk adıma doğru yönlendirir.	ARIZ, orijinal problemin sisteme en az değişikliği getirecek şekilde tanımlanmasını sağlar.
1.3	Sistem Çelişkisinin birbirine zıt iki şekilde ifade edilmesi: – Çelişki 1: Zararlı eylem ortadan kaldırılmaya/azaltılmaya çalışılırken yararlı eylem de azaltılır. – Çelişki 2: Faydalı eylem arttırılmaya çalışılırken, zararlı eylem arttırılır.	Hangi çelişkinin temel fonksiyon için daha iyi olacağı bilinmediği için iki çelişki oluşturulur.
1.4	Çelişkinin yoğunlaştırılması: – Yoğunlaştırılmış Çelişki 1: Zararlı eylem tamamen yok edilir; fakat faydalı eylem tam olarak görevini yerine getiremez. – Yoğunlaştırılmış Çelişki 2: Faydalı eylem tam olarak yerine getirilir; fakat zararlı eylem olabilecek en kötü halindedir.	Çelişkiyi yoğunlaştırmanın faydası, problem çözücüyeye daha iyi kalitede bir çözüm vermesi ve çözümün, problem uç noktalarda tam olarak çözüldüğünden, problemin farklı sürümlerine uygulanabilmesini sağlamasıdır.
1.5	– Temel fonksiyon için en iyi olan yoğunlaştırılmış çelişkinin seçilmesi. – Karar vermek için tekrar “temel fonksiyona” dönülür. – Temel fonksiyon açısından problemi çözmek için daha yüksek derecede idealliği garantilemek amacıyla çelişki seçilmeden önce yoğunlaştırılır.	Her ne kadar iki çelişkiden biri seçilse de diğerinin sonradan tekrar incelenmesi olasılığı nedeniyle her iki sürüm de saklanmalıdır.
1.6	– Yoğunlaştırılmış çelişkinin modelinin çizilmesi	Bu çizim büyük ihtimalle çelişkinin orijinal model veya çiziminden daha basit olacaktır.

A.2. - Kaynakların Analizi: Seçilen çelişkinin nerede gerçekleştiği (etki bölgesi), çelişkinin gerçekleştiği zaman (etki zamanı) ve sistemin nesneleri ve enerjisi (madde ve alanlar) bu bölümde incelemektedir. Yer, zaman, madde ve alan kaynaklarını inceleyerek problem, ortaya çıkan fiziksel çelişki uğraşmaya ve sistemin kaynaklarını, bileşenlerini, süper sistemi ve çevreyi kullanmaya hazır olur. Tablo 3.8.’de bu aşamanın alt adımları yer almaktadır[8].

Tablo 3.8. ARIZ’ın 2. aşama adımları.

No	Adımlar	Notlar
2.1	– Etki Bölgelerinin tanımlanması – Aşağıdaki bilgilere göre diyagramlar çizilir. – Bölge 1 faydalı eylemin bölgesidir. Bölge belirlenir, bileşenler veya alt sistemler tanımlanır ve bunları içeren bir diyagram çizilir. – Bölge 2, zararlı eylemin bölgesidir. Bölge 2 ve bu bölgede neler olacağı belirlenerek bu unsurları içeren bir diyagram çizilir.	
2.2	– Etki süresinin tanımlanması. – Aşağıdaki bilgilere göre diyagramlar çizilir. – Periyot 1, çelişen gerekliliklerden birinin süresidir. – Periyot 2, çelişen diğer gerekliliğin süresidir.	Zaman periyotları “önce” (T1), “sırasında” (T2) ve “sonra” (T3) olarak tanımlanır.
2.3	– Sistemin ve çevresinin iç ve dış kaynaklarının listelenmesi. – Aşağıdaki liste ile bağlantılı Madde ve Alanları içerir. – İç kaynaklar – Araç, zararlı eylemin amacı, faydalı eylemin amacı, diğer sistem araçları – Dış kaynaklar – Çevre, süper sistem, yan ürünler, atık ürünler	İlk şema çizilirken eklenmeyen kaynaklar, bu adımda kontrol edilir. Zaman ve yer (bölge) önceki adımlarda tanımlanmıştır. Özet olarak madde kaynakları, alan kaynakları, zaman kaynakları ve yer kaynakları vardır.

A.3 - İdeal Nihai Sonucun ve fiziksel çelişkinin tanımlanması: Bu bölüm, çelişkiyi aynı parametrenin çelişen gereksinimlerine göre ifade ederek, çözülecek problemi en yüksek seviyesine getirir. Bu, fiziksel çelişki ve ayrıca bu bölümde belirlendiği üzere İdeal Nihai Sonuçtur. Böylece problem alanını yönlendirilip daraltılarak kaynakların kesin olarak kullanılması ve tüm sistemin hedef alınması sağlanır. Tablo 3.9’da bu aşamanın alt adımları yer almaktadır.

Tablo 3.9. ARIZ’ın 3. aşama adımları.

No	Adımlar	Notlar
3.1	İlk İdeal Nihai Sonucun ifade edilmesi ilk ifade aşağıdaki gibidir; “Kaynak”, etki bölgesinde, etki zamanında, ...(olumlu etkiyi) yerine getirirken(olumsuz etkiyi) sistemi karmaşıktırmadan yok edecektir.	Bu ifadeyi kurarken “kaynak”, “olumsuz etki”, “olumlu etki” kavramları tanımlanmalıdır.
3.2	İdeal nihai sonucun farklı ifadeleri kullanılarak ideal nihai sonucun güçlendirilmesi Araç, Nesne, Sistem, Çevre, Süper Sistemden herhangi biri “kaynak” yerine kullanılır.	
3.3	Fiziksel çelişkinin makro seviyede tanımlanması, Fiziksel çelişki, etki zamanında ve etki bölgesinde gerçekleşmelidir.	Makro seviyede, Çelişki 1 ve Çelişki 2 olmak üzere iki fiziksel çelişki vardır. Normalde makro seviye yüksek seviye madde veya alandadır.
3.4	Fiziksel Çelişkinin mikro seviyede tanımlanması Parçacık koşulları/eylemleriyle ifade edilmiş, birbirine zıt fiziksel koşul/eyleme sahip olan fiziksel çelişki, etki zamanında ve etki bölgesi içerisinde gerçekleşmelidir. Bazen problemi makro seviyeye taşımak zordur. Problemi mikro seviyede incelerken ortaya çıkan “buluşsal güç”, fiziksel çelişkinin üstesinden gelmek için çok etkindir. Kaynak, atom, molekül gibi “parçacıklar” şeklinde ifade edildiğinden bu seviyeye mikro denir.	Mikro seviyede fiziksel çelişki yoksa problem makro seviyede çözülmelidir. Bu aşamada da mikro seviyede iki çelişki vardır. Bileşenler çok küçültüldüğünde moleküller arası etkileşim bileşenler arasındakinden farklı olur ve alışılmış çözümlere bağlayan kelimeler kalmadığı için psikolojik atalet yok olur.
3.5	İdeal Nihai Sonucun geliştirilmesi Makro ve mikro seviyedeki fiziksel çelişkilere göre İdeal Nihai Sonuç şu şekilde ifade edilir; Etki zamanında, kaynak, (araç, nesne, ürün, sistem, çevre, süper sistem) kendi başına (fiziksel durum veya parçacıkların eylemini) sağlamalı ve (zıt fiziksel durum veya parçacıkların eylemini) sağlamalıdır.	İdeal Nihai Sonucun en az altı tane sürümü biçimlendirilmelidir.

Tablo 3.9. Devam.

No	Adımlar	Notlar
3.6	Madde-Alan analizi ve Standart Çözümlerin uygulanması Bu bölümün sonunda, İdeal Nihai Sonucun problemi ve çözümünü açığa çıkarmasıyla genelde bir çözüm bulunur. Daha sonra 7. aşamadan devam edilir. Ters olursa 4. aşamaya geçilir.	3. adımda iyi bir çözüm kavramı elde edilse de 4. adıma geçilebilir ve çözümde ne elde edildiği daha iyi anlaşılabilir. Madde-Alan analizi ve Standart Çözümler, ARIZ'de birçok defa uygulanarak problem yeniden biçimlendirilir ve çözüm kavramı geliştirilir.

B. Fiziksel Çelişkinin Ortadan Kaldırılması: Bu gruptaki 3 aşama, problem için çözüm kavramlarına ulaşmak üzere seçenekler sunmaktadır. Fiziksel çelişkinin ortadan kaldırılması, uzlaşının olmadığı bir çözüme ulaşılmasını sağlar. Bununla birlikte, 4. adımdan sonra fiziksel çelişki ortadan kaldırılamazsa, 5. aşamaya, bu adımda da yapılamazsa 6. aşamaya geçilir.

B.1 - Fiziksel çelişkinin ayrılması, kaynakların hareketlendirilmesi ve kullanılması: Bu bölümde, fiziksel çelişki ayrılarak yok edilir. “Küçük akıllı insanlar” tekniği, sistemdeki değişiklikleri ve bunların maliyetini en aza indirmek için kaynakları kullanmaya farklı bir bakış açısı getirir. Bu adımda bir çözüm bulunursa, 7. adıma, bulunamazsa, 5. adıma geçilir. Tablo 3.10.’da bu aşamanın alt adımları yer almaktadır.

Tablo 3.10. ARIZ’ın 4. aşama adımları.

No	Adımlar	Notlar
4.1	Fiziksel çelişkileri ortadan kaldırmak için 4 prensibin uygulanması – Zıt fiziksel durumları zamanda ayırmak – Zıt fiziksel durumları uzayda ayırmak – Zıt fiziksel durumları sistemler ve bileşenleri arasında ayırmak	
4.2	Madde-Alan analizi ve Standart Çözümlerin uygulanması	ARIZ ile “yönlendirilmiş” ve Madde-Alan analizi yapılır.

Tablo 3.10. Devam.

No	Adımlar	Notlar
4.3	Probleme "Küçük Akıllı İnsanlar" tekniğinin uygulanması Mikro seviyede kullanılan parçacıkların, dinamik ve hareket edebilir oldukları düşünülür. Kişi, kendini problemin bir parçası olarak görürse çözümleri sınırlıyor olabilir. Fakat sonsuz sayıda zıt fiziksel durumlara ve hareketlere tepki gösteren "parçacıklar" olabilen, görebilen, anlayabilen, gerekli eylemi yerine getiren "Akıllı Küçük İnsanlara" sahip olunursa, "küçük parçacıklara" sahip olunur. Aslında, "Akıllı küçük insanlar" empatinin gücünü mikro seviyede kullanan bir tekniktir.	
4.4	Geliştirilmiş İdeal Nihai Sonuçtan geri adım atılması Zaman zaman çözüme ulaşmak için sistemi biraz bozmak, bir şekilde değiştirmek ve demonte etmek gerekir.	

B.2. - Bilgi veritabanının kullanılması: Bu bölümde, benzer problemlere uygulanan geçmiş çözümler ve veritabanındaki prensipler, etkiler ve standart çözümlerle probleme çözüm aranır. Tablo 3.11.'de bu aşamanın alt adımları yer almaktadır[8].

Tablo 3.11. ARIZ'ın 5. aşama adımları.

No	Adımlar	Notlar
5.1	3. aşamadaki ideal nihai sonuca benzer, daha önce başarıyla çözülmüş problemlerin çözümlerinin uygulanması	
5.2	Bilimsel etkilerin uygulanması	
5.3	40 yenilikçi prensibin uygulanması	
5.4	Madde-Alan analizinin uygulanması	
5.5	Standart çözümlerin uygulanması	

B.3. - "Mini-Problemin" değiştirilmesi veya yeniden biçimlendirilmesi: Psikolojik Ataletin sınırlamaları, bazen yeniden biçimlendirilen problem ve çelişkiden kaybolmaz. Bu sınırlamalar, yapılan kabullerin bir parçası olup fark edilemezler. Bu bölümde,

probleme ve çelişkiye geri dönülerek bu sınırlamalar yok edilmeye çalışılır. Tablo 3.12’de bu aşamanın alt adımları yer almaktadır[8].

Tablo 3.12. ARIZ’ın 6. aşama adımları.

No	Adımlar	Notlar
6.1	Çelişkinin tekrar gözden geçirilmesi (Adım 1, çelişkiyi analiz etmek)	
6.2	Çelişkinin diğer sürümünün seçilmesi	
6.3	”Mini problem”den sonra başka bir çelişkinin yeniden biçimlendirilmesi	
6.4	Eğer problem hala çözülmemişse “mini problem”in yeniden biçimlendirilmesi	
6.5	Eğer hala bir çözüm yoksa problemin süper sistem seviyesinde yeniden biçimlendirilmesi	

C. Çözümün Analizi: 7. aşamada, esasen gerçekten problemin çözülüp çözülmediği ve fiziksel çelişkinin ortadan kaldırılıp kaldırılmadığı sorgulanır. Son iki aşama, ARIZ sürecindeki anahtar bilgilerin “uygulaması”dır.

C.1. - Çözümün yeniden incelenmesi ve fiziksel çelişkinin yok eden yöntemin analizi: Bu bölüm, fiziksel çelişkinin, ideal olarak giderilip giderilmediğini incelemektedir. Yeni madde ve alanlar eklenmez. Çözümün kendisi, çözümün sistemin gereksinimlerine nasıl uyduğunu görmek üzere değerlendirilir. Tablo 3.13.'de bu aşamanın alt adımları yer almaktadır.

Tablo 3.13. ARIZ’ın 7. aşama adımları.

No	Adımlar	Notlar
7.1	Sisteme dahil edilen madde ve alanların gözden geçirilmesi	
7.2	Elde edilen sonucun yeniden incelenmesi Aşağıdaki soruların cevabı aranarak sonuç incelenir: Çözüm, ideal nihai sonucu tatmin ediyor mu? Çözüm, fiziksel çelişkiyi ortadan kaldırıyor mu? Çözüm, gerçek hayatta uygulanabilir mi? Eğer çözüm, problemin tümünü tatmin etmek için kullanılamıyorsa, çözüm sistemin bir parçası için kullanılabilir mi?	

C.2. Çözümün maksimum kullanımının geliştirilmesi: Bu bölüm, yeni geliştirilen kavramdan kazanılan bilginin artırılmasını sağlar. Tablo 3.14.'de bu aşamanın alt adımları yer almaktadır.

Tablo 3.14. ARIZ'ın 8. aşama adımları.

No	Adımlar
8.1	Bu çözüm için süper sistemde değiştirilmesi gerekenlerin belirlenmesi
8.2	Çözümünden dolayı değişen sistemin yeni ve farklı uygulamalara sahip olup olmadığının araştırılması
8.3	Bu çözümle başka problemlerin çözülüp çözülemeyeceğinin araştırılması Çözümü bir yöntemle genelleştirmek Bu yeni yöntemi başka problemlere uygulamak Bu yöntemi zıt şekilde ifade edip başka problemlere uygulamak Eğer sistem büyüklüğü sifıra veya sonsuzluğa doğru giderse yöntemin nasıl değişeceğini araştırmak

C.3 - Gerçek zamanlı uygulamada çözüme ulaştıran tüm aşamaların incelenmesi:

9.bölüm, ARIZ'i uygulamada, problemi çözenler için “anahtar bilgileri” belirginleştirir. Tablo 3.15’de bu aşamanın alt adımları yer almaktadır.

ARIZ, TRIZ'in tümü olmasa da ayrıcalıklı bir parçası ve gelişmiş bir tekniği sayılmaktadır. Problemin tüm parçalarının açıkça tanımlanmasını ve süper sistem ve alt sistem seviyelerinde fonksiyonel ve fiziksel alandan ileri geri hareket etmeyi sağladığından, TRIZ problem çözme yöntemlerinin tekrarlanan kullanımını gerektirir. Böylece, yol gösteren problemin yeniden biçimlendirilmesi, çözüm kavramlarının fonksiyonel gereksinimlerini ve gerekli fiziksel parametrelerini tanımlamaktadır.

Tablo 3.15. ARIZ'ın 9. aşama adımları.

No	Adımlar	Notlar
9.1	ARIZ'i uygularken atılan adımların gözden geçirilmesi; ARIZ'in adımları ile adımların gerçek sıralaması arasındaki fark yazılır.	
9.2	Çözümün, diğer bilimsel etkilerden ve standart çözümlerden nasıl farklı olduğunun tespit edilmesi	
9.3	Çözümün Bilgi Veritabanı'na eklenmesi Çözümü diğer etkilere veya belirli bir etkinin örnekleri arasına eklemek Diğer standart çözümlere eklemek	

3.3.8. Kaynaklar

TRIZ'in problem çözümünde kullandığı bir araç da “kaynaklar” aracıdır. TRIZ’de kaynak denildiğinde, sistemin kendisinde ya da çevresinde kullanılabilir durumda olan herhangi bir madde, enerji rezervleri, herhangi bir işlevin yerine getirilmesinde kullanılmayan atıl zaman, işgal edilmemiş uzay ya da hacim, enformasyon anlamlarına gelebilmektedir. Bu araç sistemin kendisine ya da çalıştığı ortamda var olan bütün olanakların sistem sorunlarının çözülmesi için kullanıma alınması yaklaşımına dayanmaktadır[6].

Kaynaklar, maliyet veya farklılık avantajı sağlamaya uygun ve çok az rakibin ulaşabileceği özelliklerdir[1].

- Patent ve marka,
- Ar-Ge Yapılanması,
- Bilgi birikimi,
- Düzenlen iş müşteri ilişkisi,
- İşletmenin bilinirliği,
- Marka değer.

3.3.9. TOP (Tool, object, product) analizi

Royzen, TRIZ'in yeni nesil teknoloji ve ürünlerin geliştirilmesindeki kullanımları üzerine araştırmalar yapmıştır. TRIZ'in teknik problemlerin teşhisi aşamasında eksik kaldığını düşünmüş ve fonksiyon analizi (VE – Value Engineering) yöntemlerinin bu aşamada yararlı olabileceğini öne sürmüştür. Bu amaçla madde-alan analizinin gelişmiş bir hali olan TOP (Tool- Object-Product) analizi yaklaşımını geliştirmiştir[6].

4. UYGULAMA PROBLEMİ

Elektriğin transferinde kullanılan prizlerde kullanıcı güvenliği ön planda tutulmak zorundadır. Yeteri kontak basıncının sağlanamadığı durumlarda elektrik iletim direncin fazla olması, elektriğin transferi esnasında ısı oluşmasına neden olacaktır. Isı kaynağının ortadan kaldırılmaması halinde ise sonu yangına ve hatta can kayıplarına kadar giden tehlikeli durumlar ortaya çıkacaktır. Ters durumda ise; aşırı kontak basıncı sağlandığında elektrik iletim direnci düşecek ve beyan akımlarının üzerine çıkılmaması halinde ısı oluşmayacaktır. Fakat kontak basınçlarının gereğinden fazla olması, nihai kullanıcıların fişi prize takmalarında ve prizden çıkartmalarında zorlanmalarına sebep olacaktır.

Duvardaki sabit prize takılı olan fişlerin prizden çıkartılması esnasında prizin duvardan çıkması da yaşanan başka bir problemidir. Bu problemin çözümü de priz mekanizmasındaki tırnakların buata tutunabilmesi fazla açılmasını gerektirirken üst grup ile yaşanan teknik çelişkilerin ortadan kaldırılması ile mümkün olacaktır.

Çoklu çerçeve uygulamalarında birden fazla mekanizmanın yan yana belirli bir eksen aralığında ve yatayda aynı hizada duvara montajının yapılması gerekmektedir. Bu eksen aralığının ve hizalamanın tutturulamaması montajı yapan kişilerin sıklıkla yaşamış oldukları bir problemidir. Bu tür problem yaşanması halinde üst grup montajı yapılamamakta ve tekrar mekanizmaların sökülerek hizalanmaya ve eksen aralıklarının düzeltilmesine uğraşılmaktadır.

TRIZ ile topraklı elektrik prizi tasarlanmasında yukarıda bahsi geçen problemlerin çözümünde TRIZ araçları kullanılacaktır.

4.1. Problemlerin TRIZ ile Çözümü

Sonucunda bir inovasyonla sonuçlandıracağımız problemin çözümünü sağlarken kullandığımız TRIZ analiz araçlarından seçtiğimiz, s-eğrisi, çelişkiler, idealite, kaynaklar ve dokuz pencere araçlarının kullanımı için ayrıntılı bir çalışma hazırlanmıştır.

TRIZ yaklaşımı ile problem çözmek isteyen firmalardaki TRIZ kullanıcılarının en önemli sorunlarının başında hangi TRIZ araçlarını kullanabilirim sorusu sık sık dile getirilmiştir. Temel TRIZ eğitimini alan firma çalışanlarının tercih edeceği ve firma problemleri ile

çakıştırılacak yöntemlerin sıralamasında bu yaklaşımda aşağıdaki sırada çözümler aranmaktadır.

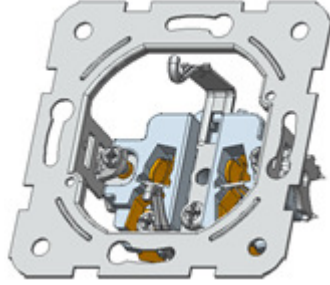
- **Adım 1** İdealite ve S-Eğrileri
- **Adım 2** Çelişki Analizi
- **Adım 3** Dokuz Pencere Yaklaşımı ve Kaynaklar
- **Adım 4** Çelişki Matrisi ve 40 Buluş Prensibi
- **Adım 5** Gelişim Trendleri

Aşağıda bu yaklaşımlarla ilgili açıklamalar ve tablolar yer almaktadır.

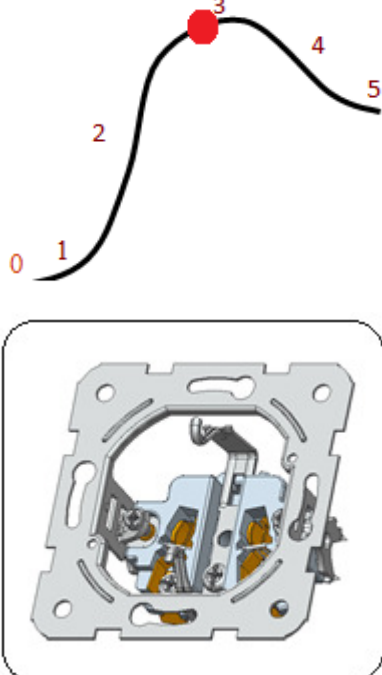
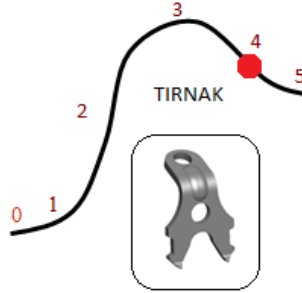
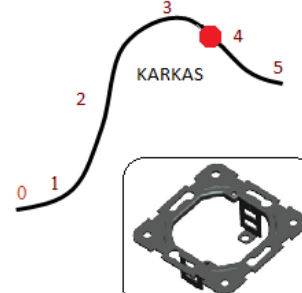
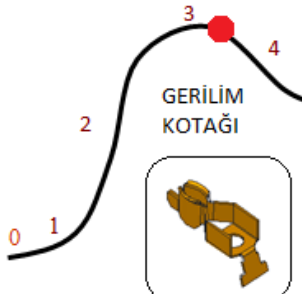
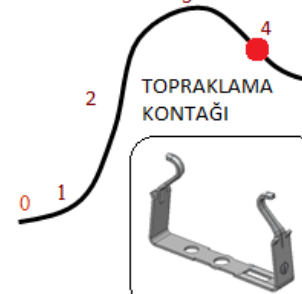
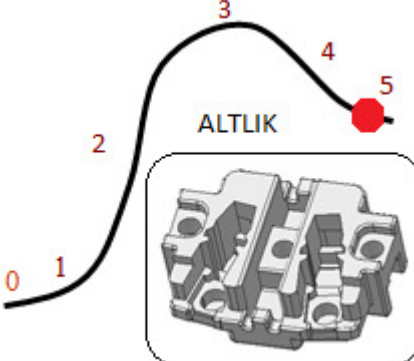
4.1.1. Adım 1 idealite ve S-eğrileri

Tablo 4.1. gösterimini kullanarak problemin ana sistemi ele alındı. İdealite ve S-Eğrisi yaklaşımları kullanarak analiz gerçekleştirildi.

Tablo 4.1. İdealite ve S-eğrisi analizi.

Açıklamalar	Katkılar
İnovasyonu gerçekleştirilecek ve seçilen ana sistemin adı	Vida bağlantılı Topraklı Priz 
Seçilen ana sistem, basitleştirilerek ve herkesin anlayacağı şekilde tanımlanır.	Prizler duvarlardaki plastik kasaların içerisine monte edilerek elektrik taşıyan kablolarla bağlanır. Kasa içerisindeki faz, nötr ve toprak kabloları priz üzerindeki bağlantı yerlerine vidalanır. Prizler, elektrik ile çalışan cihazların fişleri takılarak kullanılır.
Ana sistemde erişmek istenen Birincil Faydalı Fonksiyon Nedir?	Piyasadaki muadil vidalı topraklı prizlere nazaran müşteri tarafından inovatif ve kullanışlı olarak algılanmasının sağlanması.

Tablo 4.1. Devam

Açıklamalar	Katkılar
Son Nihai Sonuç (IFR) Nedir? (minimum maliyet, zararlı fonksiyonlar yok edilmiş, maksimum fayda)	Müşteri tarafından inovatif olarak algılanan, inovatif, montajı kolay, düşük maliyeti ile daha rekabetçi ve güvenli bir vidalı topraklı priz tasarlanması.
Ana Sistemin S-Eğrisi Analizi ile nerede olduğunun gösterimi	Alt Sistemlerin S-Eğrisi Analizi ile sistemin alt adımlarında nerede olduğunun gösterimi
MEKANİZMA 	 TIRNAK  KARKAS  GERİLİM KOTAĞI  TOPRAKLAMA KONTAĞI  ALTLIK

Tablo 4.1. Devam

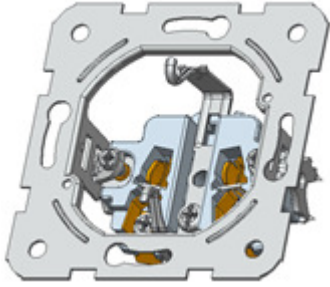
Açıklamalar	Katkılar
Son Nihai Sonucun (İdeal sonuç) elde edilmesinde engelleyen faktörler nelerdir?	Mevcut serilerin çerçeve ve kapak tasarımlarının değiştirilememesi, Maliyet baskısı,
Bu faktörler niçin engel oluşturmaktadır?	Mevcut serilerin çerçeve ve kapak tasarımlarının değiştirilememesinden dolayı standart ölçüler mekanizmada çok fazla değişiklik yapılmasını olanaksız kılmaktadır. Rekabet avantajı sağlayabilmesi için ürün maliyetinin düşük olması gerektiğinden maliyetli inovatif fikirlerin uygulanamaması,
Bu faktörler ne şekilde bertaraf edilebilir?	Yeni mekanizma ile birlikte üst grubun da yeniden tasarlanması ile, Ürün segmentinin yükseltilerek maliyet kaygılarının azaltılması ile,
Problem çözümünde kullanılacak kaynaklar neler?	Knowhow, CAD ve FEA yazılımları, FDM hızlı prototipleme,
İdeal Nihai Sonucu bulunmaz ise hangi seviye tatmin edecektir?	Örtücülü altlık, asansörlü tip gerilim vidası, 70mm açıklığa sahip tırnaklar, lastiksiz tırnak toparlama fonksiyonu, tırnak gizleme özelliklerine sahip vidalı topraklı priz altlık.

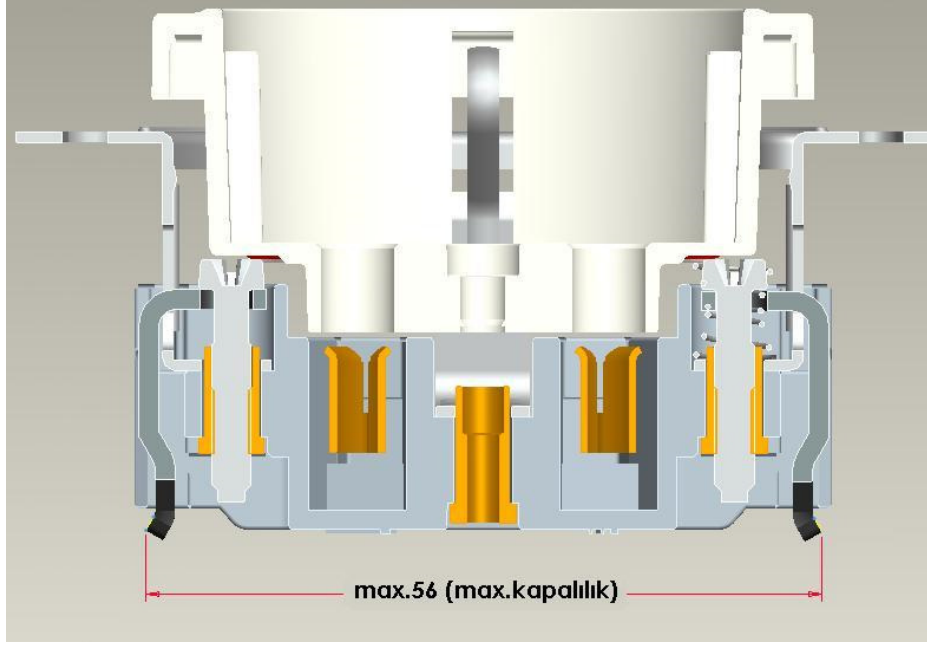
4.1.2. Adım 2: Çelişki analizi

TRIZ analiz araçlarından bir tanesi de sistemdeki çelişkilere dönük yürütülen analizlerdir. Çelişki taşıyan sistemde çelişkinin yok edilmesi ile buluş yapmaya giden yolda önemli bir hamle gerçekleştirilir. Burada en önemlisi, sorun tespit etmiş olunan ve inovasyon gerçekleştirme yolundaki sistemde çelişkilerin tespit edilmesi ve bunların daha önce tanıtılan 39 teknik çelişki tablosu ile ilişkilendirilmesidir. Bir önceki adımda gerçekleştirilen İdealite ve S-Eğrisi analizi ayrıca çelişkileri de verecektir. İdealiteyi

yakalamak için çaba sarf ederken çelişkiler de çıkacaktır. S-eğrisinde ilerlemek için çelişkilerin ortadan kaldırılması gerekmektedir. Tablo 4.2. ile teknik çelişkiler dokümanite edilmiştir.

Tablo 4.2. Ana sistem ile ilgili teknik çelişkilerin hazırlanması.

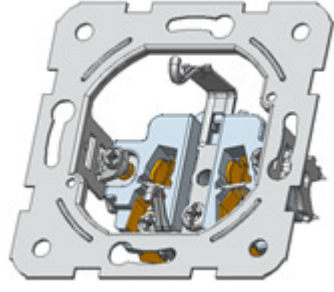
İnovasyonun gerçekleştirileceği ana sistemin adı		<i>Vida bağlantılı Topraklı Priz</i> 	
Sistemin neresinde çelişki aranmaktadır.		Teknik Çelişki parametreleri	
		Sitemin hangi parametresini iyileştiriyorsunuz?	Sistemde seçtiğiniz parametre iyileşirken ne kötüleşmekte
1	Altlık	Tırnağın altlık tarafından gizlenmesi	Altlık ve tırnağın en uç noktaları arasındaki ölçünün 56 mm'yi aşmaması (Şekil 4.1)
2	Karkas	Karkasın tırnaktan bağımsız olarak direk altlığa bağlanması, böylece olası tırnak deformasyonlarında karkasın eğilmemesi	Tırnak ve karkasın altlığa farklı noktalardan bağlanması, altlık boyutlarını ve dolayısı ile hammadde miktarını arttırmakta. Ayrıca altlık ve tırnağın en uç noktaları arasındaki ölçünün 56 mm'yi geçmemesi gerekmektedir.
3	Gerilim Kontaklarında	Gerilim kontaklarında “M Yay” kullanılmamalıdır.	Gerilim kontak basınçları düşmemelidir.



Şekil 4.1. Tırnaklar kapalı konumda iken maksimum açıklık ölçüsü

Teknik çelişkiler 39 parametre içinden çekilerek tespit edilerek çözümler 40 buluş prensibi içinden çözümlen dirilebilir. Ancak eğer çelişkilerin her ikisi de aynı anda olması gerekiyor ise bu durumda fiziksel çelişkilerin tanımlanması gerekecektir. Fiziksel çelişkiler sistem parametresinin aynı anda iki kritik fonksiyonu yerine getirmesi olarak tanımlanmaktadır. Yani sistem; hem küçük hem büyük, hem sıcak hem soğuk, hem güçlü hem zayıf, hem var hem yok olacaktır. Fiziksel çelişkileri de ayırıklaştırma prensipleri olan; Mekan, zaman, koşullar ve başka bir sisteme dönüştürerek aynı anda olmaları sağlanabilir ve sistem iyileştirilebilir. Tablo 4.3. bu sürecin takibi için hazırlanmıştır. Sisteminizdeki fiziksel çelişkiler göz önünde bulundurularak tablo doldurulur.

Tablo 4.3. Ana sistem ilgili fiziksel çelişkilerin hazırlanması.

İnovasyonun gerçekleştirileceği ana sistemin adı		<i>Vida bağlantılı Topraklı Priz</i> 	
Sistemin neresinde çelişki arıyoruz		Aynı anda olma parametreleri	
		Parametre 1	Parametre 2
1	Tırnak Açısında (Tırnak açısı hem fazla, hem de az olsun)	Tırnak açısı fazla olduğunda tırnağı sabitleyen vida kapağa çarpmakta	Tırnak açısı az olduğunda tırnakların minimum olması gereken 65 mm açıklığını sağlamıyor.
2	Topraklama kontağında (Topraklama kontağında hem altlığa sabitleyici hem de kablo bağlantı vidası bulunması)	Kontağın her iki ucunda da altlığa temas eden noktalardan sabitlensin	Kontağı sabitleyecek elemanlar ile topraklama kontak vidası çakışmasın
3	Tırnak geometrisinde (Tırnak hem kaburgalı olsun hem de yay ekseninden sapmasın)	Tırnak mukavim olması için kaburgalı olsun	Kaburga tırnağın yay ekseninden sapmasına neden olmasın

4.1.3. Adım 3 dokuz pencere yaklaşımı ve kaynakların kullanımı

İnovasyon probleminin zaman ve mekân boyutunda anlaşılmasını amaçlayan bu analiz aracı ile çelişkilerin çözümü ve ideallığe erişilmesi amaçlanır. Diğer taraftan faydalı ve zararlı kaynaklar ile de problem çözümü için avantaj sağlanır.

Tablo 4.4. Uygulama problemindeki sistemlerin 9 pencerede gösterimi.

SUPERSİSTEM	Topraklama hattı bulunmayan tesisatlar	Binalardaki elektrik tesisatları	Elektriğin kablosuz iletimi
SİSTEM	Topraklama bağlantısı bulunmayan mekanizmalar	Vidalı topraklı priz mekanizma	Elektriği kablosuz ileten mekanizmalar
ALTSİSTEM	Lastik ile tırnak kapama sistemi	Yaylı tırnak kapama sistemi	Tırnaksız manyetik sabitleme aparatları
	DÜN	BUGÜN	GELECEK

Tablo 4.4.'de sunulan Dokuz Pencere sistemindeki sol sütun pencereler incelemekte olduğumuz sistemin dünkü durumunu, orta sütun pencereler bugünkü durumunu ve sağ sütun gelecekteki durumunu ilgilendirirken, üst sıra sisteme ait süper sistemdeki durumu ve alt sıra da alt sistemlerin durumunu gözler önüne getirmektedir.

Diğer taraftan bu pencereleri doldurduktan sonra sistemde bulunan kaynaklar da Tablo 4.5. içine yerleştirilir.

Tablo 4.5. Ana sistemin kaynakları.

Kaynak Türü	Kaynak Listeniz
Zamansal	Montaj öncesi ve montaj sonrası
Mekansal	Sıva altı ve sıva üstü kasalar
Maddesel	Yüksek mukavemette galvanizli sac, ABS, PC, MS70, ...
Enformasyon	Mevcut standartlar, tasarım kriterleri ve knowhow
Fonksiyonel	Hammadde ve üretim maliyetleri, ağırlık, hacim
Kuvvet Alanları	Mekanik alanlar

4.1.4. Adım 4 39x39 çelişki matrisi ve 40 buluş şifresi

Ana sistemde tespit ettiğimiz teknik çelişkileri daha önce yaptığımız gibi aşağıdaki Tablo 4.6.'i kullanarak çözümleriz.

Tablo 4.6. Çelişki analizi ve buluş prensipleri.

PROBLEM Problem ile ilgili çelişkiler aşağıya yazılarak çözüm önerileri geliştirilir. Yan tarafa da problem yazılır.	Sistem/Süreç Problemi Vidalı topraklı priz mekanizma satışları iyi olsa dahi alt sistemler ömürlerini doldurmak üzere. Dolayısı ile tasarım mevcut teknolojinin gerisinde kalmaktadır. Yeni tasarımda standartlara uyumlu, yüksek mukavemette, montajı kolay, estetik ve uzun ömürlü bir mekanizma istenmektedir. TRIZ yaklaşımı ile sonuçların üretilmesi için aşağıdaki çalışma yapılmıştır.		
1. Çelişki Sistemde geliştirilmesi düşünülen taraf	2. Çelişki Sistemde geliştirilmesi düşünülen taraf gelişirken bozulan taraf	39x39 Çelişki matrisinden okunan prensipler ve çözüm fikirleri	40 Prensipten seçilen şifrelere göre önerilen çözümler
Mekanizmanın şekli Çelişki parametresi #12	Hareketli cismin (mekanizmanın) hacmi Çelişki parametresi #7	14. Yuvarlama 15. Dinamiklik	14. Mekanizmada dik köşeler yerine yuvarlak köşeler ile yapı dayanımının arttırılması 15. Mekanizmanın dış çevrenin ya da sürecin karakteristik özelliklerini sağlayacak şekilde tasarlanması

Tablo 4.6. Devam.

<u>1. Çelişki</u> Sistemde geliştirilmesi düşünülen taraf	<u>2.Çelişki</u> Sistemde geliştirilmesi düşünülen taraf gelişirken bozulan taraf	39x39 Çelişki matrisinden okunan prensipler ve çözüm fikirleri	40 Prensipten seçilen şifrelere göre önerilen çözümler
Mekanizmanın mukavemeti Çelişki parametresi #14	Mekanizmanın şekli Çelişki parametresi #12	35. Fiziksel veya kimyasal özellik 40. Kompozit malzeme	35. Mekanizmanın esnekliğini arttırarak deformasyonu minimize etmek. 40. Tek çeşit yerine daha hafif ve dayanımı yüksek kompozit malzeme kullanılabilir.

Tablo 4.6. daki ilk çelişkilerden 12. çelişki parametresi iyileşirken 7. Çelişki parametresi bozulmaktadır. Tablo 4.7.’deki çelişki matrisinden 12. satır ve 7. sütunun kesişiminde yer alan hücredeki 4, 14, 15 ve 22 numaralı çözümler, Ek-3’de yer alan yenilikçi prensip parametreleri tablosundan incelenerek 14 numaralı *Yuvarlama* ve 15 numaralı *Dinamiklik* şifreleri seçilmiştir.

Tablo 4.6. daki ikinci çelişkilerden ise, 14. parametre iyileşirken 12. parametre bozulmaktadır. Tablo 4.7.’deki çelişki matrisinden 14. satır ve 12. sütunun kesişiminde yer alan hücredeki 10, 30, 35 ve 40 numaralı çözümler, Ek-3’de yer alan yenilikçi prensip parametreleri tablosundan incelenerek 35 numaralı *Fiziksel veya Kimyasal Özellik* ve 40 numaralı *Kompozit malzeme* şifreleri seçilmiştir.

Tablo 4.7. Çelişki matrisi.

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		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 (şiddeti)	Gerilim veya basınç	Şekil	Nesnenin yapısal kararlılığı
1	Hareketli nesnenin ağırlığı	----	--	15,8, 29,34	--	29,17, 38,34	--	29,2, 40,28	--	2,8, 15,38	8,10, 18,37	10,36, 37,40	10,14, 35,40	1,35, 19,39
2	Sabit nesnenin ağırlığı	--	----	--	10,1, 29,35	--	35,30, 13,2	--	5,35, 14,2	--	8,10, 19,35	13,29, 10,18	13,10, 29,14	26,39, 1,40
3	Hareketli nesnenin uzunluğu	8,15, 29,34	--	----	--	15,17, 4	--	7,17, 4,35	--	13,4, 8	17,10, 4	1,8, 35	1,8, 10,29	1,8, 15,34
4	Sabit nesnenin uzunluğu	--	35,28, 40,29	--	----	--	17,7, 10,40	--	35,8, 2,14	--	28,1	1,14, 35	13,14, 15,7	39,37, 35
5	Hareketli nesnenin alanı	2,17, 29,4	--	14,15, 18,4	--	----	--	7,14, 17,4	--	29,30, 4,34	19,30, 35,2	10,15, 36,28	5,34, 29,4	11,2, 13,39
6	Sabit nesnenin alanı	--	30,2, 14,18	--	26,7, 9,39	--	----	--	--	--	1,18, 35,36	10,15, 36,37	--	2,38
7	Hareketli nesnenin hacmi	2,26, 29,40	--	1,7, 4,35	--	1,7, 4,17	--	----	--	29,4, 38,34	15,35, 36,37	6,35, 36,37	1,15, 29,4	28,10, 1,39
8	Sabit nesnenin hacmi	--	35,10, 19,14	19,14	35,8, 2,14	--	--	--	----	--	2,18, 37	24,35	7,2,35	34,28, 35,40
9	Hız	2,28, 13,38	--	13,14, 8	--	29,30, 34	--	7,29, 34	--	----	13,28, 15,19	6,18, 38,40	35,15, 18,34	28,33, 1,18
10	Kuvvet (şiddeti)	8,1, 37,18	18,13, 1,28	17,19, 9,38	28,1	19,10, 15	1,18, 38,37	15,9, 12,37	2,38, 18,37	13,28, 15,12	----	18,21, 11	10,35, 40,34	35,10, 21
11	Gerilim veya basınç	10,36, 37,40	13,29, 10,18	35,10, 36	35,1, 14,16	10,15, 36,28	10,15, 38,37	6,35, 10	35,24	6,35, 36	36,35, 21	----	35,4, 15,10	35,33, 2,40
12	Şekil	8,10, 29,40	15,10, 26,3	29,34, 5,4	13,14, 10,7	5,34, 4,10	--	4,14, 15,22	7,2,35	35,15, 34,18	35,10, 37,40	34,15, 10,14	----	33,1, 18,4
13	Nesnenin yapısal kararlılığı	21,35, 2,39	26,39, 1,40	13,15, 1,28	37	2,11, 13	39	28,10, 19,39	34,28, 35,40	33,15, 28,18	10,35, 21,16	2,35, 40	22,1, 18,4	----
14	Dayanım	1,8, 40,15	40,26, 27,1	1,15, 8,35	15,14, 28,26	3,34, 40,29	9,40, 28	10,15, 14,7	9,14, 17,15	8,13, 26,14	10,18, 3,14	10,3, 18,40	10,30, 35,40	13,17, 35
15	Hareketli nesnenin eylem süresi	19,5, 34,31	--	2,19, 9	--	3,17, 19	--	10,2, 19,30	--	3,35, 5	19,2, 16	19,3, 27	14,26, 28,25	13,3, 35

Tablo 4.7’de çelişki matrisinin, problemin çözümünde kullanılacak olan çelişkilerin bulunduğu satır ve sütunları içeren belirli bir bölümü gösterilmiştir. Çelişki matrisinin tamamı Ek-2’de verilmiştir.

4.1.5. Adım 5 yönlendirilmiş gelişim parametreleri ile analiz

Sistemin gelecekte erişeceği yeri aşağıdaki evrim parametrelerinden en uygun olanlarını kullanarak yorumlanır.

Tablo 4.8. Yönlendirilmiş gelişim parametreleri ve incelenen sistem.

8 Gelişim Parametresi ve kısa tanıtımı	Sisteme göre geliştirilen gelecek senaryoları
1. Gelişim Safhaları Her sistem; S-eğrisi mantığı ile gelişir, kuluçkalanır, doğar, emekler, yetişkin olur, ihtiyaçlar ve yok olur.	Vida bağlantılı topraklı priz üzerinde zaman içerisinde birçok iyileştirme yapılmış olsa da, mekanik ve fonksiyonel açıdan fazla gelişme göstermemiştir. Zamanla yerini başka teknolojiye bırakacak bu yapı şu an S-eğrisinde 3 nolu bölgededir (orijinal buluş yoruldu).
2. Artan İdeallığe Gelişim Her sistem artan ideallığe doğru gelişir	Vida bağlantılı topraklı priz alt sistemlerinde yapılabilecek iyileştirmelerle idealitesine ulaşabilir. Alt sistemdeki iyileştirmeler: örtücülü ve tırnakları gizleyebilecek bir altlık, asansörlü tip gerilim vidası, 70 mm'ye kadar açılabilen tırnaklar ve lastiksiz bir tırnak toparlama fonksiyonudur.
3. Sistem Elemanlarının Üniform Olmayan Gelişimi Sistemin çok sayıdaki alt sistemleri birbirleri ile aynı anda, aynı hızda gelişmez. Böylelikle çelişkiler ortaya çıkar.	Topraklama kontak basıncının sağlanması için bir dönem sadece yeni bir topraklama kontağı tasarımı, tırnağın mukavemetini artırmak için farklı bir dönemde yeni bir tırnak tasarımı ve karkasın mukavemet ve fonksiyonelliğini artırmak için ise tamamen daha farklı bir zamanda ise yeni bir karkas tasarımının yapılarak uygulamaya koyulması.

Tablo 5.1. Devam.

8 Gelişim Parametresi ve kısa tanıtımı	Sisteme göre geliştirilen gelecek senaryoları
4. Artan dinamiklik ve kontrol edilebilirliğe gelişim Sistemler artan dinamiklik ve fonksiyonalite ve kontrol edilebilirliğe doğru gelişmektedir.	Yapılan tüm iyileştirme çalışmaları sonucunda ürün daha mukavim ve daha fonksiyonel bir hale bürünmüştür.
5. Artan karmaşıklık ve azalan sadelik Sistemler ilk önce karmaşık daha sonra da sadeleşmeye doğru gelişir.	Yeni sistem yalın fakat fonksiyonel olmalıdır.
6. Uyan ve uymayan elemanlar ile gelişim Siteminizde birbirine uyan ve uymayan alt sistemler birbirlerine uyumlandırılır	Üst grup ile mekanizma arasındaki iyileşmeye açık yönler yeni tasarım ile uyumlandırılmalıdır.
7. Mikro seviyeye gelişim ve artan alan kullanımı Sistemler küçülmekte ve daha çok alan kullanımına doğru gelişmektedir	Mekanizma yapısı oldukça minimize edilerek duvardaki yuvada kablo ve rahat montaj için daha fazla alan bırakılmalıdır.
8. Azalan insan katkısına doğru gelişim Sistemlere olan insan katkısı sürekli azalmaktadır	Yeni sistem otomasyon hattında montajlanmaya uygun olacak şekilde tasarlanmalıdır.

4.2. Yapılan Çalışmanın Değerlendirilmesi

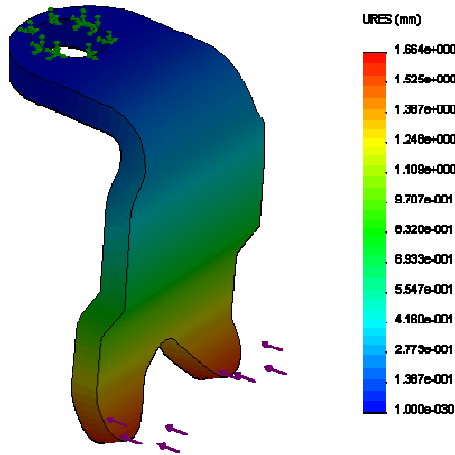
Geliştirilen ürünün TS 60884-1 standardını karşılayıp karşılamadığına dair testler, TSE'nin onaylı taşeron laboratuvarında yapılmıştır. TS 60884-1’de belirtilen; boyutların doğrulanması, elektrik çarpmasına karşı koruma, yalıtım direnci ve elektrik dayanımı, topraklama kontaklarının dayanımı, sıcaklık artışı, normal çalışma testlerinin tamamı yapılmış ve tüm testler uygun olarak sonuçlanmıştır.

4.2.1. Altlık

Tablo 4.6.'da özetlenen mekanizmanın şekline ait çelişkinin iyileştirilmesi için kompozit malzeme kullanımı önerilmiştir. Geri dönüşümü mümkün olmayan termoset malzemeler yerine standartlarda belirtilen yanmazlık özelliğini sağlayan kompozit malzeme kullanılacaktır.

4.2.2. Tırnaklar

Mekanizmanın duvar içerisindeki kasaya tırnaklar ile tutturulduğunda kasadan çıkarması için tırnak vidalarının yeterince sıkılması gerekmektedir. Vidaların sıkılması esnasında tırnaklarda plastik deformasyonun meydana gelmemesi için tırnak geometrisi oldukça önemlidir. Yapılan FEA analizleri ile tırnak geometrisine karar verilmiştir.



Şekil 4.2. Tırnak geometrisinin kararı için yapılan FEA sonucu

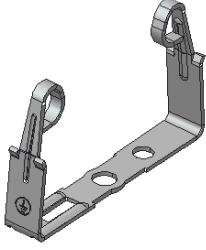
4.2.3. Gerilim kontakları

Gerilim konaklarının fiş ayaklarını yeterli kuvvette kavrayabilmeleri için yay vb. parçalar ile kontak basıncı artırılmaktadır. İlave olarak kullanılan malzemenin hem montaj hem de malzeme maliyetlerini artırmasından dolayı ilave malzeme olmaksızın yeterli kontak basıncını sağlayan kontak tasarımına gidilmiştir.

4.2.4. Topraklama kontağı

Topraklama kontağı, kullanmış olduğumuz cihazlarımızda herhangi bir elektrik kaçağı olması durumunda üzerlerinden yüksek akımlar geçeceğinden kontak basınçları standart

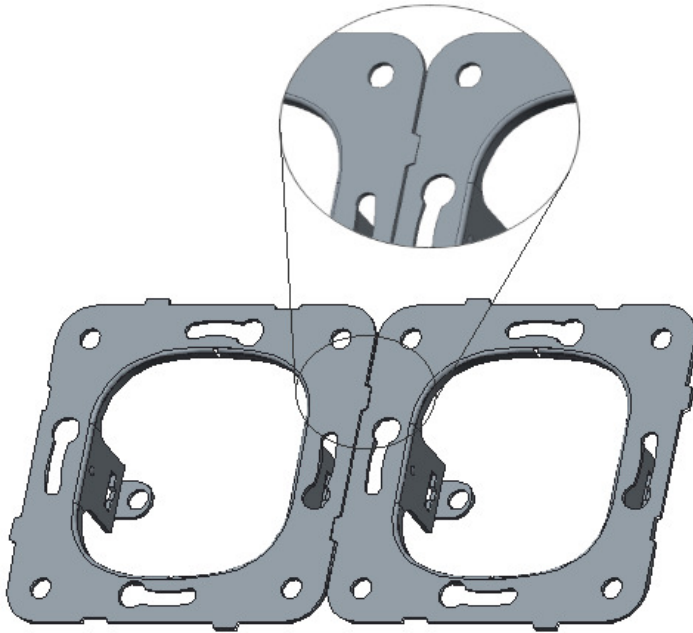
tarafından sağlaması gereken değerler belirlenmiştir. Standartta belirtilen boyutsal ve elektriksel özellikleri bünyesinde barındıran daha robust bir topraklama kontağı tasarımı gerçekleştirilmiştir.



şekil 4.3. Yapılan analizler sonucu karar verilen topraklama kontağı

4.2.5. Karkas

Birden fazla mekanizmanın yan yana kullanımını gerektiren durumlarda hizalama ve eksenler arası mesafenin tutturulması montajı yapan kişiler tarafından yaşanan zorluklardandır. Mekanizmanın hizalama ve eksenler arası mesafenin kolaylıkla sağlanması için birbirine geçme sistemli karkas tasarımı yapılmıştır.



şekil 4.4. Montaj kolaylığı sağlayan geçmeli karkas

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Problemlere yenilikçi çözümler bulmak ve bulurken yenilikçiliği tesadüflere ve zamanın belirsizliğine bırakmak ve gereksiz çabalar sarf etmek yerine bu çalışmada anlatılan TRIZ metotlarını uygulamaya koymak çok daha kolay, hızlı ve en önemlisi de sistematik olarak yenilenebilecek bir yoldur.

Priz tasarımındaki çelişkilerin çözümünde kullanılan matris, tasarım değişkenleri ve çözüm önerileri, tasarım alanında TRIZ'i kullanmak isteyenler için yol gösterici olacaktır. TRIZ gibi yenilikçi problem çözme teknikleri ile firmalar psikolojik ataletten kurtularak yenilikçi çözümler üretebilecektir.

Mevcut topraklı elektrik prizlerindeki karkas, çoklu çerçeve uygulamalarında mekanizmaların aynı hizada olmasını ve bir birleri arasında sabit bir boşluk kalmasını sağlamalıdır. Ayrıca mevcut prizlerdeki altlıkta kullanılan malzeme termoset olduğundan geri dönüşümü mümkün olamamaktadır. Üretim şartları daha zor ve özgül ağırlığı da fazla olduğundan üretim maliyetlerini arttırmaktadır. Mekanizmanın duvara montajının yapılması için tırnak vidaları aşırı sıkıldığında tırnaklar plastik deformasyona uğramaktadır. Gerilim kontakları, kontak basıncını sağlayabilmek için ilave parçaya, “M Yay”a ihtiyaç duymaktadır. Topraklama kontakları, uzun süre kullanım esnasında kalıcı deformasyona uğramaktadır.

Bu çalışmada elektrik prizlerindeki iyileştirilmesi gereken bu tür özellikler TRIZ araçlarından faydalanılarak gerçekleştirilmiştir. Çelişkiler matrisinin satır bölümündeki “**şekil**” ile sütun bölümündeki “**hareketli nesnenin hacmi**” eşlendirmesinden; asimetri, küremsi hale getirme, dinamiklik ve zararı faydaya dönüştürme gibi yenilikçi parametreler ile yine çelişkiler matrisinin satır bölümündeki “**dayanım**” ile sütun bölümündeki “**şekil**” eşlendirmesindeki; başlangıçta eylem, esnek film ve ince zarlar kullanma, parametre değiştirme ve kompozit malzeme gibi yenilikçi parametreler de dikkate alınarak yapılmıştır.

Prizde yapılan iyileştirme çalışmalarında; karkasa eklenen yan yüzeylerdeki kulakçıklar çoklu çerçeve uygulamalarında birbirine geçerek hem tüm mekanizmanın aynı hizada olmasını hem de mekanizmalar arasındaki mesafesinin sürekli sabit kalmasını sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Altlıkta termoplastik malzeme kullanıldığından hem geri dönüşümü mümkün olmuş hem de üretim şartları kolaylaşarak işçi sağlığı açısından daha güvenli hale getirilmiştir. Tırnaklar ise yapılan analizler ile tırnak vidalarının aşırı

sıkılması durumunda dahi deformasyona uğramayacak geometriye kavuşturulmuştur. Gerilim kontakları ilave bir malzemeye ihtiyaç duymaksızın yeteri kontak basıncını sağlayacak şekilde iyileştirilmiştir. Ayrıca topraklama kontakları uzun yıllar standart ölçülerin dışına çıkmayacak şekilde tasarlanmış ve hem daha mukavim hem de plastik deformasyona uğramayacak şekle getirilmiştir.

Geliştirilen yeni nesil elektrik prizi TS IEC 60884-1 “**Ev ve Benzeri Yerlerde Kullanılan Fiş ve Prizler - Bölüm 1: Genel Özellikler**” standardında belirtilen; boyutların doğrulanması, elektrik çarpmasına karşı koruma, yalıtım direnci ve elektrik dayanımı, topraklama kontaklarının dayanımı, sıcaklık artışı ve normal çalışma testlerinin gereklerini başarılı bir şekilde yerine getirmiştir.

KAYNAKLAR

1. Kaykayoglu, C. Ruhi (2012) İNNOVİKO sertifika programı ders notları, Viko Elektrik ve Elektronik San.ve Tic. A.Ş., İstanbul.
2. Aksüzek, S. (2008) İşletmelerde Rekabet Avantajı Olarak Yaratıcı Düşünce Yaratılabilirliği Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
3. Palmisano, S. J. (2006)
<http://www-935.ibm.com/services/us/gbs/bus/pdf/ceostudy.pdf> (23.04.2013).
4. Kanber, S. (2010) İmalat Sanayinde İnovasyon. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
5. Oslo Kılavuzu Yenilik Verilerinin Toplanması ve Yorumlanması İçin İlkeler (2005)
http://www.tubitak.gov.tr/tubitak_content_files/BTYPD/kilavuzlar/Oslo_3_TR.pdf
(27.04.2013).
6. Ensarioglu C., Çakır, M. C., Çavdar K. (2006) Yenilikçi Problem Çözme Tekniğinin (TRIZ) Montaj için Tasarım Alanına Uygulanması. TİMAK-Tasarım İmalat Analiz Kongresi, 26-28 Nisan, Balıkesir.
7. Güneş, S. Ürün Tasarımı ve Triz
http://www.sanatvetasarim.gazi.edu.tr/web/makaleler/2_serkan.pdf (14.04.2013)
8. Şener, S. D. (2006) TRIZ: Yaratıcı Problem Çözme Teorisi ve Diğer Problem Çözme Yöntemleriyle Karşılaştırma. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
9. Benyus, J. (2009) Biomimicry in Action.
http://www.ted.com/talks/janine_benyus_biomimicry_in_action.html (27.04.2013).
10. What is Biomimicry? http://www.asknature.org/article/view/what_is_biomimicry
(27.04.2013).
11. Cemgil, S. (2006) Eğitim standartlarının oluşturulmasında ve geliştirilmesinde Yaratıcı problem Çözme Teorisi (TRIZ). Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
12. Özcan, S. (2001) İstatistiksel Proses Kontrol Tekniklerinden Pareto Analizi ve Çimento Sanayiinde Bir Uygulama. Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 2(2),

13. Changqing, G., Kezheng, H., Fei, M. (2005) Comparison of Innovation Methodologies and TRIZ. <http://www.triz-journal.com/archives/2005/09/07.pdf> (27.04.2013).
14. Teknoloji Transferinin Ticari Hedefleri, http://irc.ege.edu.tr/compobjectives_tr.asp (28.04.2013).
15. Tiryakioğlu, M. (2011) Teknoloji Transferi Teknoloji Yoksunluğu mu? Ankara Üniversitesi SBF Dergisi, 66(2), 169-199.
16. Teknoloji Transferi Ofisi, <http://www.metutech-tto.org> (28.04.2013)
17. Sevük, A., 1998. Kaynak Elektrotu Üretiminde Kalite Fonksiyon Açılımı (QFD) Yaklaşımına Bir Örnek. TÜSİAD-KALDER 7. Ulusal Kalite Kongresi, Tebliğler ve Özgeçmişler, İstanbul, 133-160.
18. Hauser, J.R., Clausing, D. (1998) The House of Quality, Harvard Business Review, 3, 63-73.
19. Kapucu, S. (2013) Yaratıcı Problem Çözme Metodolojisi TRIZ konferansı, 14 Mart, Amasya.
20. Althuller, G. (2007) Ve Birden Mucit Ortaya Çıkıverdi. 2. Baskı, Elma Yayınevi, Ankara.
21. Keeley, S. Innovative Problem Solving Composite Flywheel Structural Improvement http://www.ideationtriz.com/paper_Composite_Flywheel.asp (25.05.2013)
22. Domb, E. Evaluate -and Solve- Your Problem Through 9 Windows <http://www.triz-journal.com/content/c070730a.asp> (27.05.2013).
23. Yang, K., Zhang G. A Comparison of TRIZ and Axiomatic Design <http://www.triz-journal.com/archives/2000/08/d/> (01.06.2013).

EKLER

EK 1 - Tablo 1. Çelişkiler tablosu.

1	Hareketli Cismin Ağırlığı	Yer çekiminden dolayı oluşan ve ölçülebilen kuvvet, hareketli cismin hareketini engelleyen yüzey üzerine uygulanan kuvvet. Hareketli cisim, dış kuvvetler altında yer değiştiren cisimdir.
2	Hareketsiz Cismin Ağırlığı	Hareketsiz cismin yer çekimi altına üzerinde durduğu yüzeye uyguladığı kuvvetidir. Hareketsiz cisim, dış kuvvetler altında yer değiştirmeyen cisimdir.
3	Hareketli Cismin Uzunluğu	Cismin uzunluğunun, yüksekliğinin veya genişliğinin cismin hareketi doğrultusunda ölçülen değeridir. Hareket, iç ve dış kuvvetlerce sağlanır.
4	Hareketsiz Cismin Uzunluğu	Hareketsiz cismin uzunluğunun, yüksekliğinin veya genişliğinin cismin hareket olmayan doğrultusunda ölçülen değeridir.
5	Hareketli Cismin Alanı	İç ve dış kuvvetlerin etkisi ile uzayda konumunu değiştiren hareketli bir düzlemin tamamının veya bir parçasının ölçülen alanı.
6	Hareketsiz Cismin Alanı	İç ve dış kuvvetlerin etkisi ile uzayda konumunu değiştirmeyen bir düzlemin tamamının veya bir parçasının ölçülen alanı.
7	Hareketli Cismin Hacmi	İç ve dış kuvvetlerin etkisi ile uzayda konumunu değiştiren hareketli bir cismin hacmi.
8	Hareketsiz Cismin Hacmi	İç ve dış kuvvetlerin etkisi ile uzayda konumunu değiştirmeyen bir cismin hacmi
9	Hız	Bir hareketin veya sürecin zaman içinde tamamlanma oranı
10	Kuvvet	Cisim de veya sistemde fiziksel değişim oluşturma kapasite. Değişim tam, yarı, kalıcı veya geçici olabilir.

Ek 1 – Tablo 1. Devam.

11	Gerilme/Basınç	Cismin veya sistemin üzerine etki eden kuvvetin yoğunluğu, birim alanda basma veya çekme kuvveti olarak ölçüm.
12	Şekil	Bir cismin veya sistemin dış görünümü veya kontur yapısı. Cismin veya sistemin üzerine etki eden kuvvetin etkisi ile şekil tam veya kısmi, kalıcı veya geçici olabilir.
13	Cismin Kararlılığı	Tüm cismin veya sistemin ilişkide olduğu cisimler ve sisteme olan direnci.
14	Mukavemet	Tanımlanan koşullar ve sınırlar içinde bir cismin veya sistemin kuvvet, hız, gerilme gibi etkilere kırılmadan dayanma gücü.
15	Hareketli Cismin Dayanıklılığı	Fonksiyonunu başarılı bir şekilde yerine getirmek için uzayda yer değiştiren cismin bu hareketi yapma zamanı
16	Hareketsiz Cismin Dayanıklılığı	Fonksiyonunu başarılı bir şekilde yerine getirmek için uzayda yer değiştirmeyen cismin bu hareketi yapma zamanı
17	Sıcaklık	Bir cismin veya sistemine verilen fonksiyonu yerine getirmesi için verilen veya kaybedilen ısı. Isı bu süreç sonunda cisimde, sistemde ve üründe oluşabilecek istenmeyen sonuçlar yaratabilecektir.
18	Parlaklık	Işık enerjisinin aydınlattığı alana olan oranıdır. Parlaklık ışığın kalitesi, aydınlatma derecesi ve diğer ışık karakteristikleri ile ilgilidir.
19	Hareketli Cisim Tarafından Harcanan Enerji	Kendi kendine veya dış kuvvetler altında yer değiştiren cisim veya sistemin enerji gereksinimidir.
20	Hareketsiz Cisim Tarafından Harcanan Enerji	Kendi kendine veya dış kuvvetler altında yer değiştirmeyen cisim veya sistemin enerji gereksinimidir.

Ek 1 – Tablo 1. Devam.

21	Güç	Bir işi gerçekleştirmek için kullanılan işin zamana orandır. Verilen koşullar altında bir cismin veya sistemin istenmeyen değişimine sebep olan gücün ölçülmesidir.
22	Enerji İsrafi	Bir cismin veya sistemin kuvvet uygulayamayıp iş veya bir ürün çıkaramama kabiliyetsizliğidir.
23	Madde İsrafi	Bir cisimden veya sistemden malzeme azalması veya yol edilmesi sonucu iş veya bir ürün çıkaramama kabiliyetsizliğidir.
24	Enformasyon Kaybı	Bir sistemden veri ve girdinin eksilmesi veya yok edilmesidir.
25	Zaman İsrafi	Verilen aksiyonu gerçekleştirmek için gerekli olan zamanda artış
26	Madde Miktarı	Bir cismi veya sistemi oluşturan elemanların sayısı veya kullanılan elemanların miktarı
27	Güvenilirlik	Verilen bir zaman içinde veya döngüsünde bir cismin veya sistemin istenen fonksiyonu doğru şekilde yapabilme becerisi
28	Ölçüm Hassasiyet	Ölçüm sonucunun gerçek ölçüm miktarına yakınlık derecesi
29	İmalat Hassasiyeti	Bir cisimde veya sistemde verilen tasarım parametrelerinin ne ölçüde sağladığının derecesidir.
30	Cisme Etki Eden Zararlı Faktörler	Cismin veya sistemin verimliliğini ve kalitesini düşüren dışsal etkiler
31	Zararlı Yan Etkiler	Cismin veya sistemin verimliliğini ve kalitesini düşüren içsel etkiler
32	İmalat Kolaylığı	Bir cismin veya sistemin üretilmesine katkı sağlayan uygun koşullar ve alt yapı.

Ek 1 – Tablo 1. Devam.

33	Kullanım Kolaylığı	Bir cismin veya sistemin kullanım uygunluğudur.
34	Tamir Kolaylığı	Hasar ve uzun kullanım sonunda bir cismin veya sistemde oluşabilecek arızalar sonucu tekrar eski hale döndürülebilme uygunluğu ve alt yapısıdır
35	Uyumluluk	Bir cismin veya sistemin kendisini çevre veya diğer fonksiyonlara karşı kendinin değiştirmesi ve düzenlemesidir.
36	Cihazın Karmaşıklığı	Bir cismi veya sistemi oluşturan elementlerin sayısı ve çeşitliliği ile bunlar arasındaki ilişki derecesidir. Karmaşıklık, cismi veya sistemi kullanım zorluğu olarak da algılanabilir.
37	Kontrol Karmaşıklığı	Bir cismi veya sistemi ölçmek veya gözlemek için kullanılan cihazların miktarı veya çokluğu ile bu işi gerçekleştirirken tolere edilebilen hatanın ölçüm maliyetidir
38	Otomasyon Seviyesi	İnsan müdahalesi olmadan bir cismin veya sistemin bir operasyonu yapabilme becerisidir.
39	Üretkenlik	Bir operasyonun tamamlanma sayısı ile bu sürece gerekli olan zaman arasındaki ilişkidir.

EK 2 - Tablo 2. Çelişki matrisi.

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
		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 (şiddeti)	Gerilim veya basınç	Şekil	Nesnenin yapısal kararlılığı	Dayanım	Hareketli nesnenin eylem süresi	Sabit nesnenin eylem süresi	Sıcaklık	Aydınlatma şiddeti	Hareketli nesnenin enerjiyi kullanması	Durgun nesnenin enerjiyi kullanması	Güç	Enerji Kaybı	Madde kaybı	Bilgi kaybı	Zaman kaybı	Maddenin miktarı	Güvenilirlik	Ölçüm doğruluğu	Üretim hassaslığı	Nesnenin etkilendiği zararlı faktörler	Nesnenin ürettiği zararlı faktörler	Üretim kolaylığı	Operasyon kolaylığı	Tamir kolaylığı	Uyum sağlayabilirliği veya çok yönlülüğü	Aletin karmaşıklığı	Ortaya çıkarma ve ölçme zorluğu	Otomasyonun mertebesi	Üretkenlik
1	Hareketli nesnenin ağırlığı	----	--	15, 8, 29, 34	--	29, 17, 38, 34	--	29, 2, 40, 28	--	2, 8, 15, 38	8, 10, 18, 37	10, 36, 37, 40	10, 14, 35, 40	1, 35, 19, 39	28, 27, 18, 40	5, 34, 31, 35	--	6, 29, 4, 38	19, 1, 32	35, 12, 34, 31	--	12, 36, 18, 31	6, 2, 34, 19	5, 35, 3, 31	10, 24, 35	10, 35, 20, 28	3, 26, 18, 31	1, 3, 11, 27	28, 27, 35, 26	28, 35, 26, 18	22, 21, 18, 27	22, 35, 31, 39	27, 28, 1, 36	35, 3, 2, 24	2, 27, 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	--	----	--	10, 1, 29, 35	--	35, 30, 13, 2	--	5, 35, 14, 2	--	8, 10, 19, 35	13, 29, 10, 18	13, 10, 29, 14	26, 39, 1, 40	28, 2, 10, 27	--	2, 27, 19, 6	28, 19, 32, 22	19, 32, 35	--	18, 19, 28, 1	15, 9, 18, 22	18, 19, 28, 15	5, 8, 13, 30	10, 15, 35	10, 20, 35, 26	19, 6, 18, 26	10, 28, 8, 3	18, 26, 28	10, 1, 35, 17	2, 19, 22, 37	35, 22, 1, 39	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	8, 15, 29, 34	--	----	--	15, 17, 4	--	7, 17, 4, 35	--	13, 4, 8	17, 10, 4	1, 8, 35	1, 8, 10, 29	1, 8, 15, 34	8, 35, 29, 34	19	--	10, 15, 19	32	8, 35, 24	--	1, 35	7, 2, 35, 39	4, 29, 23, 10	1, 24	15, 2, 29	29, 35	10, 14, 29, 40	28, 32, 4	10, 28, 29, 37	1, 15, 17, 24	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	--	35, 28, 40, 29	--	----	--	17, 7, 10, 40	--	35, 8, 2, 14	--	28, 1	1, 14, 35	13, 14, 15, 7	39, 37, 35	15, 14, 28, 26	--	1, 10, 35	3, 35, 38, 18	3, 25	--	--	12, 8	6, 28	10, 28, 24, 35	24, 26	30, 29, 14	--	15, 29, 28	32, 28, 3	2, 32, 10	1, 18	--	15, 17, 27	2, 25	3	1, 35	1, 26	26	--	30, 14, 7, 26
5	Hareketli nesnenin alanı	2, 17, 29, 4	--	14, 15, 18, 4	--	----	--	7, 14, 17, 4	--	29, 30, 4, 34	19, 30, 35, 2	10, 15, 36, 28	5, 34, 29, 4	11, 2, 13, 39	3, 15, 40, 14	6, 3	--	2, 15, 16	15, 32, 19, 13	19, 32	--	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, 28, 1	17, 2, 18, 39	13, 1, 26, 24	15, 17, 13, 16	15, 13, 10, 1	15, 3	14, 1, 13	2, 36, 26, 18	14, 30, 28, 23	10, 26, 34, 2
6	Sabit nesnenin alanı	--	30, 2, 14, 18	--	26, 7, 9, 39	--	----	--	--	--	1, 18, 35, 36	10, 15, 36, 37	--	2, 38	40	--	2, 10, 19, 30	35, 39, 38	--	--	--	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, 32, 3	2, 29, 18, 36	27, 2, 39, 35	22, 1, 40	40, 16	16, 4	16	15, 16	1, 18, 38	2, 35, 30, 18	23	10, 15, 17, 7
7	Hareketli nesnenin hacmi	2, 26, 29, 40	--	1, 7, 4, 35	--	1, 7, 4, 17	--	----	--	29, 4, 38, 34	15, 35, 36, 37	6, 35, 36, 37	1, 15, 29, 4	28, 10, 1, 39	9, 14, 15, 7	6, 35, 4	--	34, 39, 10, 18	2, 13, 10	35	--	35, 6, 13, 18	7, 15, 13, 16	38, 39, 34, 10	2, 22	2, 6, 34, 10	29, 30, 7	14, 1, 40, 11	25, 26, 28	25, 28, 2, 16	22, 21, 27, 35	17, 2, 40, 1	29, 1, 40	15, 13, 30, 12	10	15, 29	26, 1	29, 26, 4	35, 34, 16, 24	10, 6, 2, 34
8	Sabit nesnenin hacmi	--	35, 10, 19, 14	19, 14	35, 8, 2, 14	--	--	--	----	--	2, 18, 37	24, 35	7, 2, 35	34, 28, 35, 40	9, 14, 17, 15	--	35, 34, 38	35, 6, 4	--	--	--	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
9	Hız	2, 28, 13, 38	--	13, 14, 8	--	29, 30, 34	--	7, 29, 34	--	----	13, 28, 15, 19	6, 18, 38, 40	35, 15, 18, 34	28, 33, 1, 18	8, 3, 26, 14	3, 19, 35, 5	--	28, 30, 36, 2	10, 13, 19	8, 15, 35, 38	--	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, 28, 27	15, 10, 26	10, 28, 4, 34	3, 34, 27, 16	10, 18	--
10	Kuvvet (şiddeti)	8, 1, 37, 18	18, 13, 1, 28	17, 19, 9, 38	28, 1	19, 10, 15	1, 18, 38, 37	15, 9, 12, 37	2, 38, 18, 37	13, 28, 15, 12	----	18, 21, 11	10, 35, 40, 34	35, 10, 21	35, 10, 14, 27	19, 2	--	35, 10, 21	--	19, 17, 10	1, 16, 36, 37	19, 35, 18, 37	14, 15	8, 35, 40, 5	--	10, 37, 36	14, 29, 18, 36	3, 35, 13, 21	35, 10, 23, 24	28, 29, 37, 36	1, 35, 40, 18	13, 3, 36, 24	15, 37, 18, 1	1, 28, 3, 25	15, 1, 11	15, 17, 18, 20	26, 35, 10, 18	36, 37, 10, 19	2, 35	3, 28, 35, 37
11	Gerilim veya basınç	10, 36, 37, 40	13, 29, 10, 18	35, 10, 36	35, 1, 14, 16	10, 15, 36, 28	10, 15, 38, 37	6, 35, 10	35, 24	6, 35, 36	36, 35, 21	----	35, 4, 15, 10	35, 33, 2, 40	9, 18, 3, 40	19, 3, 27	--	35, 39, 19, 2	--	14, 24, 10, 37	--	10, 35, 14	2, 36, 25	10, 36, 3, 37	--	37, 36, 4	10, 14, 36	10, 13, 19, 35	6, 28, 25	3, 35	22, 2, 37	2, 33, 27, 18	1, 35, 16	11	2	35	19, 1, 35	2, 36, 37	35, 24	10, 14, 35, 37
12	Şekil	8, 10, 29, 40	15, 10, 26, 3	29, 34, 5, 4	13, 14, 10, 7	5, 34, 4, 10	--	4, 14, 15, 22	7, 2, 35	35, 15, 34, 18	35, 10, 37, 40	34, 15, 10, 14	----	33, 1, 18, 4	30, 14, 10, 40	14, 26, 9, 25	--	22, 14, 19, 32	13, 15, 32	2, 6, 34, 14	--	4, 6, 2	14	35, 29, 3, 5	--	14, 10, 34, 17	36, 22	10, 40, 16	28, 32, 1	32, 30, 40	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	15, 1, 32	17, 26, 34, 10
13	Nesnenin yapısal kararlılığı	21, 35, 2, 39	26, 39, 1, 40	13, 15, 1, 28	37	2, 11, 13	39	28, 10, 19, 39	34, 28, 35, 40	33, 15, 28, 18	10, 35, 21, 16	2, 35, 40	22, 1, 18, 4	----	17, 9, 15	13, 27, 10, 35	39, 3, 35, 23	35, 1, 32	32, 3, 27, 16	13, 19	27, 4, 29, 18	32, 35, 27, 31	14, 2, 39, 6	2, 14, 30, 40	--	35, 27	15, 32, 35	--	13	18	35, 24, 30, 18	35, 40, 27, 39	35, 19	32, 35, 30	2, 35, 10, 16	35, 30, 34, 2	2, 35, 22, 26	35, 22, 39, 23	1, 8, 35	23, 35, 40, 3
14	Dayanım	1, 8, 40, 15	40, 26, 27, 1	1, 15, 8, 35																																				

EK 2 - Tablo 2. Devam.

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	
		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 (şiddeti)	Gerilim veya basınç	Şekil	Nesnenin yapısal kararlılığı	Dayanım	Hareketli nesnenin eylem süresi	Sabit nesnenin eylem süresi	Sıcaklık	Aydınlatma şiddeti	Hareketli nesnenin enerjiyi kullanması	Durgun nesnenin enerjiyi kullanması	Güç	Enerji Kaybı	Madde kaybı	Bilgi kaybı	Zaman kaybı	Maddenin miktarı	Güvenilirlik	Ölçüm doğruluğu	Üretim hassaslığı	Nesnenin etkilendiği zararlı faktörler	Nesnenin ürettiği zararlı faktörler	Üretim kolaylığı	Operasyon kolaylığı	Tamir kolaylığı	Uyum sağlayabilirliği veya çok yönlülüğü	Aletin karmaşıklığı	Ortaya çıkarma ve ölçme zorluğu	Otomasyonun mertebesi	Üretkenlik	
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, 2	26, 2, 36, 35	22, 10, 35	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	--	----	10, 35, 38	28, 27, 18, 38	10, 19	35, 20, 10, 6	4, 34, 19	19, 24, 26, 31	32, 15, 2	32, 2	19, 22, 32, 2	2, 35, 18	26, 10, 34	26, 35, 10	35, 2, 10, 34	19, 17, 34	20, 19, 30, 34	19, 35, 16	28, 2, 17	28, 35, 34	
22	Enerji Kaybı	15, 6, 19, 28	19, 5, 18, 9	7, 2, 6, 13	6, 38, 7	15, 26, 17, 30	17, 7, 30, 18	7, 18, 23	7	16, 35, 38	36, 38	--	--	14, 2, 39, 6	26	--	--	19, 38, 7	1, 13, 32, 15	--	--	3, 38	----	35, 27, 2, 37	19, 1	10, 18, 32, 7	7, 18, 25	11, 10, 35	32	--	21, 22, 35, 2	21, 35, 2, 22	--	35, 32, 1	2, 19	--	7, 23	35, 3, 15, 23	2	28, 10, 29, 35	
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	10, 13, 28, 38	14, 15, 18, 40	3, 36, 37, 10	29, 35, 3, 5	2, 14, 30, 40	35, 28, 31, 40	28, 27, 3, 18	27, 16, 18, 38	21, 36, 39, 31	1, 6, 13	35, 18, 24, 5	28, 27, 12, 31	28, 27, 18, 38	35, 27, 2, 31	----	--	15, 18, 35, 10	6, 3, 10, 24	10, 29, 39, 35	16, 34, 31, 28	35, 10, 24, 31	33, 22, 30, 40	10, 1, 34, 29	15, 34, 33	32, 28, 2, 24	2, 35, 34, 27	15, 10, 2	35, 10, 28, 24	35, 10, 18, 13	35, 10, 18	28, 35, 10, 23	
24	Bilgi kaybı	10, 24, 35	10, 35, 5	1, 26	26	10, 26	30, 16	--	2, 22	26, 32	--	--	--	--	--	10	10	--	19	--	--	10, 19	19, 1	--	----	24, 26, 28, 32	24, 28, 35	10, 28, 23	--	--	22, 10, 1	10, 21, 22	32	27, 22	--	--	--	35, 33	35	13, 23, 15	
25	Zaman kaybı	10, 20, 37, 35	10, 20, 26, 5	15, 2, 29	30, 24, 14, 5	26, 4, 5, 16	10, 35, 17, 4	2, 5, 34, 10	35, 16, 32, 18	--	10, 37, 36, 5	37, 36, 4	4, 10, 34, 17	35, 3, 22, 5	29, 3, 28, 18	20, 10, 28, 18	28, 20, 10, 16	35, 29, 21, 18	1, 19, 26, 17	35, 38, 19, 18	1	35, 20, 10, 6	10, 5, 18, 32	35, 18, 10, 39	24, 26, 28, 32	----	35, 38, 18, 16	10, 30, 4	24, 34, 28, 32	24, 26, 28, 18	35, 18, 34	35, 22, 18, 39	35, 28, 34, 4	4, 28, 10, 34	32, 1, 10	35, 28	6, 29	18, 28, 32, 10	24, 28, 35, 30	--	
26	Maddenin miktarı	35, 6, 18, 31	27, 26, 18, 35	29, 14, 35, 18	--	15, 14, 29	2, 18, 40, 4	15, 20, 29	--	35, 29, 34, 28	35, 14, 3	10, 36, 14, 3	35, 14	15, 2, 17, 40	14, 35, 34, 10	3, 35, 10, 40	3, 35, 31	3, 17, 39	--	34, 29, 16, 18	3, 35, 31	35	7, 18, 25	6, 3, 10, 24	24, 28, 35	35, 38, 18, 16	----	18, 3, 28, 40	13, 2, 28	33, 3	35, 33, 29, 31	3, 35, 40, 39	29, 1, 35, 27	35, 29, 25, 10	2, 32, 10, 25	15, 3, 29	3, 13, 27, 10	3, 27, 29, 18	8, 35	13, 29, 3, 27	
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	2, 35, 3, 25	34, 27, 6, 40	3, 35, 10	11, 32, 13	21, 11, 27, 19	36, 23	21, 11, 26, 31	10, 11, 35	10, 35, 29, 39	10, 28	10, 30, 4	21, 28, 40, 3	----	32, 3, 11, 23	11, 32, 1	27, 35, 2, 40	35, 2, 40, 26	--	27, 17, 40	1, 11	13, 35, 8, 24	13, 35, 1	27, 40, 28	11, 13, 27	1, 35, 29, 38	
28	Ölçüm doğruluğu	32, 35, 26, 28	28, 35, 25, 26	28, 26, 5, 16	32, 28, 3, 16	26, 28, 32, 3	26, 28, 32, 3	32, 13, 6	--	28, 13, 32, 24	32, 2	8, 28, 32	6, 28, 32	32, 35, 13	28, 6, 32	28, 6, 32	10, 26, 24	6, 19, 28, 24	6, 1, 32	3, 6, 32	--	3, 6, 32	26, 32, 27	10, 16, 31, 28	--	24, 34, 28, 32	2, 6, 32	5, 11, 1, 23	----	--	28, 24, 22, 26	3, 33, 39, 10	6, 35, 25, 18	1, 13, 17, 34	1, 32, 13, 11	13, 35, 2	27, 35, 10, 34	26, 24, 32, 28	28, 2, 10, 34	10, 34, 28, 32	
29	Üretim hassaslığı	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, 32	28, 19, 34, 36	3, 35	32, 30, 40	30, 18	3, 27	3, 27, 40	--	19, 26	3, 32	32, 2	--	32, 2	13, 32, 2	35, 31, 10, 24	--	32, 26, 28, 18	32, 3	11, 32, 1	--	----	26, 28, 10, 36	4, 17, 34, 26	--	1, 32, 35, 23	25, 1	--	26, 2, 18	--	26, 28, 18, 23	10, 18, 32, 39	
30	Nesnenin etkilendiği 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, 15, 39, 18	22, 2, 37	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	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, 2	35, 11, 22, 31	22, 19, 29, 40	22, 19, 29, 40	33, 3, 34	22, 35, 13, 24	
31	Nesnenin ürettiği zararlı faktörler	19, 22, 15, 39	35, 22, 1, 39	17, 15, 16, 22	--	17, 2, 18, 39	22, 1, 40	17, 2, 40	30, 18, 35, 4	35, 28, 3, 23	35, 28, 1, 40	2, 33, 27, 18	35, 1	35, 40, 27, 39	15, 35, 22, 2	15, 22, 33, 31	21, 39, 16, 22	22, 35, 2, 24	19, 24, 39, 32	2, 35, 6	19, 22, 10	2, 35, 18	21, 35, 2, 22	10, 1, 34	10, 21, 29	1, 22	3, 24, 39, 1	24, 2, 40, 39	3, 33, 26	4, 17, 34, 26	--	----	--	--	--	--	19, 1, 31	2, 21, 27, 1	2	22, 35, 18, 39	
32	Üretim kolaylığı	28, 29, 15, 16	1, 27, 36, 13	1, 29, 13, 17	15, 17, 27	13, 1, 26, 12	16, 4	13, 29, 1, 40	35	35, 13, 8, 1	35, 12	35, 19, 1, 37	1, 28, 13, 27	11, 13, 1	1, 3, 10, 32	27, 1, 4	35, 16	27, 26, 18	28, 24, 27, 1	28, 26, 27, 1	1, 4	27, 1, 12, 24	19, 35	15, 34, 33	32, 24, 18, 16	35, 28, 34, 4	35, 23, 1, 24	--	1, 35, 12, 18	--	24, 2	--	----	2, 5, 13, 16	35, 1, 11, 9	2, 13, 15	27, 26, 1	6, 28, 11, 1	8, 28, 1	35, 1, 10, 28	
33	Operasyon 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, 29, 28	32, 35, 40	32, 40, 3, 28	29, 3, 8, 25	1, 16, 25	26, 27, 13	13, 17, 1, 24	1, 13, 24	--	35, 34, 2, 10	2, 19, 13	28, 32, 2, 24	4, 10, 27, 22	4, 28, 10, 34	12, 35	17, 27, 8, 40	25, 13, 2, 34	1, 32, 35, 23	2, 25, 28, 39	--	2, 5, 12	----	12, 26, 1, 32	15, 34, 1, 16	32, 26, 12, 17	--	1, 34, 12, 3	15, 1, 28	
34	Tamir kolaylığı	2, 27, 35, 11	2, 27, 35, 11	1, 28, 10, 25	3, 18, 31	15, 13, 32	16, 25	25, 2, 35, 11	1	34, 9	1, 11, 10	13	1, 13, 2, 4	2, 35	11, 1, 2, 9	11, 29, 28, 27	1	4, 1	15, 1, 13	15, 1, 28, 16	--	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, 13	25, 1	35, 10, 2, 16	--	1, 35, 11, 10	1, 12, 26, 15	----	7, 1, 4, 16	35, 1, 13, 11	--	34, 35, 7, 13	1, 32, 10	
35	Uyum sağlayabilirliği veya çok yönlülüğü	1, 6, 15, 8	19, 15, 29, 16	35, 1, 29, 2	1, 35, 16	35, 30, 29, 7	15, 16	15, 35, 29	--	35, 10, 14	15, 17, 20	35, 16	15, 37, 1, 8	35, 30, 14	35, 3, 32, 6	13, 1, 35	2, 16	27, 2, 3, 35	6, 22, 26, 1	19, 35, 29, 13	--	19, 1, 29	18, 15, 1	15, 10, 2, 13	--	35, 28	3, 35, 15	35, 13, 8, 24	35, 5, 1, 10	--	35, 11, 32, 31	--	1, 13, 31	15, 34, 1, 16	1, 16, 7, 4	----	15, 29, 37, 28	1	27, 34, 35	35, 28, 6, 37	
36	Aletin karmaşıkhğı	26, 30, 34, 38	2, 26, 35, 39	1, 19, 26, 34	26	14, 1, 13, 16	6, 36	34, 26, 6	1, 16	34, 10, 28	26, 16	19, 1, 35	29, 13, 28, 15	2, 22, 17, 19	2, 13, 28	10, 4, 28, 15	--	2, 17, 13	24, 17, 13	27, 2, 29, 28	--	20, 19, 30, 34	10, 35, 13, 2	35, 10, 28, 29	--	6, 29	13, 3, 27, 10	13, 35, 1	2, 26, 10, 34	26, 24, 32	22, 19, 29, 40	19, 1	27, 26, 1, 13	27, 9, 26, 24	1, 13	29, 15, 28, 37	----	15, 10, 37, 28	15, 1, 24	12, 17, 28	
37	Ortaya çıkarma ve ölçme zorluğu	27, 26, 28, 13	6, 13, 28, 1	16, 17, 26, 24	26	2, 13, 18, 17	2, 39, 30, 16	29, 1, 4, 16	2, 18, 26, 31	3, 4, 16, 35	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	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	2, 5	12, 26	1, 15	15, 10, 37, 28	----	34, 21	35, 18	
38	Otomasyonun mertebesi	28, 26, 18, 35	28, 26, 35, 10	14, 13, 17, 28	23	17, 14, 13	--	35, 13, 16	--	28, 1	2, 35	13, 35	15, 32, 1, 13	18, 1	25, 13	6, 9	--	26, 2, 19	8, 32, 19	2, 32, 13	--	28, 2, 27	23, 28	35, 10, 18, 5	35, 33	24, 28, 35, 30	35, 13	11, 27, 32	28, 26, 10, 34	28, 26, 18, 23	2, 33	2	1, 26, 13	1, 12, 34, 3	1, 35, 13	27, 4, 1, 35	15, 24, 10	34, 27, 25	----	5, 12, 35, 26	----
39	Üretkenlik	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, 18	20, 10, 16, 38	36, 21, 28, 10	26, 17, 19, 1	36, 10, 38, 19	1	35, 20, 10	28, 10, 29, 35	28, 10, 35, 23	13, 15, 23	--	35, 38	1, 35, 10, 38	1, 10, 34, 28	18, 10, 32, 1	22, 35, 13, 24	35, 22,									

EK 3 – Tablo 3. 40 Yenilikçi Prensip Parametreleri[1].

1	Bölme, parçalama	Nesnenin birbirinden bağımsız parçalara ayrılması: – Ana çatı bilgisayarların kişisel bilgisayarlarla değiştirilmesi – Tırların kamyon ve römork ile değiştirilmesi Nesnenin kolayca sökülebilir hale getirilmesi: – Modüler mobilyalar – Su tesisatında ayrılabilir eklem yerleri kullanılması Parça ya da bölüm sayısının arttırılması: – Bütün perde yerine jaluzi kullanılması
2	Çekip çıkarma, ayırma	Nesnedeki sorun çıkaran parçanın ayrılması ya da sadece iyi parçanın nesnede bırakılması: – Sıkıştırılmış hava kullanılan bir binada kompresörün bina dışına çıkarılması – Isı yayan ışık kaynakları yerine, sadece ışık veren ışık boruları ya da fiber optiklerin kullanılması – Köpek beslemek yerine hırsız alarmı olarak havlayan köpek sesinin kullanılması
3	Kısmi/Lokal Kalite	Muntazam nesnenin değişebilir hale getirilmesi ya da muntazam bir dış etkinin değişebilir hale getirilmesi – Sıcaklık, basınç ya da yoğunluk sabitleri yerine değişebilir ölçütün (eğimin) kullanılması Nesnenin her parçasının kullanım şekillerine göre ayrı ayrı tasarlanması – Yemek çantalarında sıcak-soğuk yemekler ve içecek haznelerinin ayrı ayrı hazırlanması Nesnenin her parçasını farklı ve yararlı kullanımlar için hazırlamak – Silgili kalem – Çivi sökücülü çekiç – Çok işlevli tornavidalar
4	Asimetri	Nesnenin şeklinin simetrik halden asimetrik duruma getirilmesi – Asimetrik karıştırma kapları (ya da simetrik kaplardaki asimetrik kesme pervaneleri) – Makasın tutma yerinin simetrik halden asimetrik hale getirilmesi Nesnenin asimetrilik derecesinin arttırılması Renklerin birleştirilmesi için astigmat optiklerin kullanılması

EK 3 – Tablo 3. Devam

5	Kaynaştırma, birleştirme	Paralel işlerin yapılması için özdeş ya da benzer nesne veya nesne parçalarının kaynaştırılması ya da birleştirilmesi – Ağ içinde birleştirilmiş kişisel bilgisayarlar – Paralel işlemci bir bilgisayar içinde binlerce mikroişlemci Bitişik ya da paralel şekilde operasyonları düzenleme, işlemleri bir araya getirme – Tıbbi ölçüm cihazlarında kan testiyle aynı anda farklı birçok ölçüm yapılması – Stor ve panjurlarda çıtaların birbirlerine bağlanması
6	Genellik, evrensellik	Nesnenin ya da nesnenin bir parçasının diğer parçaların işlevlerini yaparak onlara olan ihtiyacı ortadan kaldırması – Diş macunu içeren diş fırçasının kullanılması – Arabalardaki çocuk koltuğunun çocuk arabası olarak da kullanılması – Takım liderinin hem zaman tutup hem de kayıt tutması
7	Yuvalama, iç içe geçebilme	Nesnelerin birbirinin içine konması – Rus oyuncak bebekleri (matruşka) – Ölçüm kap ve kaşıkları – Dizüstü bilgisayar faresinin içine USB bağlantısının yerleştirilebilmesi – Birbirinin içine geçebilen tava setleri Nesnenin bir parçasının diğer bir parçanın oyğunun içine girebilmesi – Radyo antenleri – Sunum çubuğu – Yakınlaştırma mercekleri – Emniyet kemerlerindeki geri çekme mekanizmaları – Uçak gövdesine girebilen iniş takımları

EK 3 – Tablo 3. Devam

8	Karşıt ağırlık, ağırlık dengeleme	Nesnenin kaldırılabilmesi için ağırlığı sorun yaratmayacak başka parçalarla birleştirilmesi – Kütük yığınlarının su üzerinde rahat hareket edebilmesi için köpük tozları eklenmesi – Reklam panolarının sabit durması için helyum balonlarının kullanılması Nesnenin çevre ile ilişkisinin arttırılması için ağırlığı sorun yaratmayacak başka parçalarla birleştirilmesi – Uçak kanatlarının üstündeki havanın yoğunluğunu arttırarak ve kanat altındaki havanın yoğunluğunu azaltarak kalkışı kolaylaştırılması (Aynı zamanda 4. maddedeki asimetri için de bir örnek) – Uçak kanatlarının havalanması için fırtına bantlarının kullanılması – Gemilerin karaya çıkarılırken yere sürmesini önlemek için gemi kızaklarının kullanılması
9	Başlangıçta eylemsizlik	İleride oluşabilecek istenmeyen basıncı azaltmak için işlemde önce basıncı üstlenebilecek (azaltabilecek) nesne kullanılması – Çimento dökülmeden önce inşaat demirlerinin yerleştirilmesi Zararlı ya da yararlı etkileri olabilecek eylemler yerine zarara yol açmayacak eylemsizlik halinin seçilmesi – Yüksek pH derecelerinin zararını önleyecek tampon çözeltilerin hazırlanması
10	Başlangıçta eylem	Nesnede ileride gerekecek işlemin önceden yapılması – Yapışkanlı duvar kağıdı – Ameliyattan önce kullanılacak tüm araç gerecin sterilize edilmesi Nesnelerin gereken zamanda kullanıma alınması için bulunması gereken uygun yerlerin önceden belirlenmesi – Tam zamanında üretim yapan fabrikalardaki Kanban sistemleri Esnek üretim hücreleri
11	Önceden güvelik tedbirlerini alma	Nesnenin düşük düzeydeki güvenilirliğini önceden telafi edilmesi. – Yedek paraşüt – Fotoğraf filminde bulunan ve kötü poz çekilmesini önleyen manyetik şerit.

EK 3 – Tablo 3. Devam

12	Eş mümkün olay, eşit potansiyellik	Nesnenin potansiyel alandaki hareket ihtiyacının ortadan kaldırılması için işlem koşullarının değiştirilmesi – Panama Kanalı’nda gemi geçişlerinin sağlanması için basamak sisteminin kullanılması
13	Tersine çevirme, diğer yoldan dolanma	Bir problemin çözmek için kullanılan yöntemin tersine işletilmesi – İç içe geçmiş parçaları ayırırken, dışarıdakinin ısıtılması yerine içeridekinin soğutulması. Hareketli parçaların ya da dış çevrenin hareketsiz kılınması; sabit parçaların hareketli hale getirilmesi – Alet, çevirmek yerine parçanın çevrilmesi. – Havaalanları ve metrolardaki yürüyen bant. – Koşu bandı Nesnenin ya da sürecin ters düz edilmesi – Otomobil üretim bandında, otomobilin 180 veya 360 derece çevrilerek gerekli montaj, kaynak vb. işlemlerin yapılması. – Tahılın, konteynerlerin ters çevrilmesi yoluyla boşaltılması.
14	Küremsi hale getirme	Parçaların, yüzeylerin veya biçimlerin köşeli olması yerine yuvarlak olması; düz yüzeylerden küresel yüzeylere geçilmesi; kübik yapılar yerine küresel yapının kullanılması. – Mimaride, dayanıklılığı arttırmak için kemer ve kubbelerin kullanılması. Silindir, top, helezon ve kubbe şekillerinin kullanılması. – Kalemlerde, düzgün mürekkep akışının sağlanması amacıyla ball-point ucunun kullanılması. – Ağırlık çalışması yapılan aletlerde ağırlığın bir spiral yay ile bağlanarak sürekli dayanıklılığın sağlanması. Lineer hareketlerdense dönel hareketlerin kullanılması, merkezkaç kuvvetinden yararlanılması. – İmlecın bilgisayar ekranındaki lineer hareketlerinin, fare ve iz topu aracılığıyla yaratılması – Çamaşır makinelerinde, çamaşırın döndürülerek kurutulması – Mobilyalarda silindirik tekerlekler yerine küresel tekerleklerin kullanılması

EK 3 – Tablo 3. Devam

15	Dinamiklik	Bir nesnenin, dış çevrenin ya da sürecin karakteristik özelliklerinin; en uygun çalışma koşullarını sağlayacak şekilde tasarlanması ya da buna izin verilmesi – Ayarlanabilir direksiyon, sürücü koltuğu ve aynalar Bir bütünün, birbirine bağlı olarak hareket etme yeteneği olan alt parçalara bölünmesi. – Kelebek biçimli bilgisayar klavyesi Esnek olmayan ve kararlı bir özelliğe sahip nesne ya da süreçlerin, hareket edebilir ve ayarlanabilir hale getirilmesi. – Makinelerin analiz edilmesi için kullanılan boroskop – Tıpta kullanılan, endoskop ve sigmoidoskop aletleri.
16	Kısmi veya gereğinden fazla hareket	Bir sürecin yüzde yüzünün, verilen yöntemle başarılmasının mümkün olmadığı durumlarda; aynı yöntemin bir parça az veya bir parça fazlası kullanılarak, problemin çözümünün daha kolay elde edilmesi. – Boyama işleminin önce fazla bir şekilde yapılması ve sonra fazlalığın ortadan kaldırılması. (Ya da şablon kullanılması) – Tuzluğun doldurulması esnasında kaptan taşan kısmın kaldırılması
17	Yeni boyuta geçme	Bir nesnenin iki ya da üç boyutlu uzayda hareket ettirilmesi – Sunumlarda kullanılan kızılötesi farelerin hareketi sadece yüzeyde değil havada da algılayabilmesi – Beş eksenli kesme takımının istenilen yere konumlandırılması Tekli depoya sahip nesneler yerine çoklu depoya sahip nesnelerin tasarlanması – Altı CD’lik müzik çalarlar ile müzik zamanının ve çeşitliliğinin artırılması. – Devre tahtasının her iki yüzeyine de çiplerin yerleştirilmesi Bir nesnenin yeniden yönlendirilerek bir kenarı üzerinde konumlandırılması – Damperli kamyon Verilen bir alanın başka kenarının kullanılması – Mikroelektronik karışık devreleri birleştirerek yoğunluğunu arttırmak

EK 3 – Tablo 3. Devam

18	Mekanik titreşim	Bir nesnenin sallanmasının ya da titreşmesinin sağlanması – Titreşen ağza sahip elektrikli bıçak Titreşim frekansının arttırılması – Titreşim ile pudra dökülmesi Bir nesnenin titreşim frekansının kullanılması – Böbrek taşlarının manyetik rezonans yardımıyla yok edilmesi
19	Periyodik hareket	Bir nesnenin sallanmasının ya da titreşmesinin sağlanması – Titreşen ağza sahip elektrikli bıçak Sürekli eylemler yerine periyodik eylemlerin kullanılması – Bir şeye çekiç ile tekrarlı olarak vurulması Daimi bir sirenin kesikli bir siren ile değiştirilmesi Zaten periyodik olan bir eylemin büyüklüğünün ya da frekansının değiştirilmesi – Daimi bir sirenin genliğinin veya frekansının değiştirilmesi Daha farklı bir eylemin gerçekleştirilmesi için etki eden güçler arasında duraklamaların bulundurulması – Kalp masajı sırasında, beş göğüs baskısının ardından bir nefesin yer alması.
20	Faydalı hareketin devamlılığı	Bir nesnenin bütün alt parçalarının daimi olarak tam yükte çalışmasını sağlayarak sürekli çalışmanın sağlanması. – Araç durduğunda, volan ya da hidrolik sistemin, motorun optimum güçte çalışmasını sürdürmek amacıyla enerji depolaması. – Bir fabrikadaki darboğaz operasyonların sürekli yürütülmesi sağlanarak optimum ilerleme hızına erişilmesi Bütün atıl ya da kesikli eylemlerin ya da işlerin elenmesi. – Kartuşun geri gelmesi sırasında da yazması
21	Hızlı hareket etme	Bir prosesin ya da yok edilir, zararlı ve tehlikeli operasyonlar gibi belirli evrelerin hızla yürütülmesi – Dokuların ısınmasını önlemek amacıyla yüksek hızlı dişçi matkapları kullanılması – Biçim deformasyonlarını önlemek amacıyla; plastik malzemenin kesilme işleminin, ısının birikme hızından daha hızlı olarak gerçekleştirilmesi.

EK 3 – Tablo 3. Devam

22	Zararı faydaya dönüştürme	Zararlı etmenlerin (özellikle de çevre ve ortamın zararlı etkilerinin), olumlu bir etki yaratmak için kullanılması. – Atıkların ısısının elektrik üretmek için kullanılması – Bir süreçteki atığın, bir diğer süreçte hammadde olarak kullanılması Başlıca zararlı eylemin, bir diğer zararlı eyleme eklenerek problemin çözümünde kullanılması. – Aşındırıcı çözeltiye tampon malzeme eklenmesi – Dalgıç tüplerinde helyum-oksijen karışımının kullanılarak nitrojen ve oksijen zehirlenmesinin engellenmesi – Zararlı bir faktörün şiddetinin, artık zararlı olmayacağı bir dereceye yükseltilmesi – Orman yangınlarının büyümesinin engellenmesi için yangının ilerlediği yöndeki ağaçların yakılması ya da kesilmesi
23	Geribildirim	Zararlı etmenlerin (özellikle de çevre ve ortamın zararlı etkilerinin), olumlu bir etki yaratmak için kullanılması. – Atıkların ısısının elektrik üretmek için kullanılması – Bir süreçteki atığın, bir diğer süreçte hammadde olarak kullanılması Bir sürecin ya da eylemin geliştirilmesi için geri beslemenin kullanılması. – Ses sistemlerindeki otomatik ses kontrolü – İstatistiksel proses kontrolde ölçümlerin, sürecin ne zaman değiştirileceğine karar verilmesinde kullanılması (Bütün geri besleme sistemleri otomatikleştirilmiş değildir.) – Bütçeler Geri beslemenin mevcut durumda kullanılıyor olması durumunda büyüklüğünün ya da etkisinin artırılması – Havaalanına beş kilometre yaklaşıldığında otopilotun duyarlılığının artırılması.
24	Arabulucu, aracı kullanmak	Aracılık – -Bir işi sürdürmek veya başka bir noktaya taşımak için aracı kullan – -Geçici olarak bir cisim kullan sonra terke et

EK 3 – Tablo 3. Devam

25	Selfservis	Bir nesnenin, faydalı yardımcı fonksiyonları yerine getirerek kendisine hizmet etmesi Atık kaynakların, enerjinin ve maddelerin kullanılması – Bir süreçteki ısıнын enerji üretiminde kullanılması (Co-generation) – Hayvan dışkısının gübre olarak kullanılması – Yemek atıklarının ve çürümüş yaprakların gübre olarak kullanılması
26	Kopyalama	Zor bulunan, pahalı, kırılgan cisimlerin kendileri yerine kopyalarının kullanılması – Gerçek bir tatil yerine bilgisayarda sanal bir simülasyonu. – Seminere katılmak yerine konuşulanları kasetten dinlemek. Bir cisim ya da süreci görsel örneği ile değiştirmek – Gözlemleri, yerden yapmak yerine uydu görüntüleriyle yapmak. – Bir cismin ölçülerini resminden almak – Embriyo sağlığını direk testlerle ölçmek yerine sonogram kullanılması. Görsel kopyaların incelenmesi durumunda, kızılötesi ve ultraviyole kopyaların kullanılması – Bir tarladaki hastalıkların bulunması ya da bir güvenlik sisteminin görüntülenmesi için ısı duyarlı kızılötesi resimlerin kullanılması.
27	Kısa ömürlü ucuz nesne kullanma	Pahalı olmayan bir cismi, belirli özelliklerini (örn. Hizmet ömrü) kapsayan birkaç ucuz kopyası ile değiştirmek. – Otellerde kullanılan karton bardaklar, bebek bezleri, birçok tıbbi ilaç.

EK 3 – Tablo 3. Devam

28	Mekanik sistemin değiştirilmesi	Mekanik sistemler yerine duyuşsal sistemler kullanmak. – Fiziksel kafesler yerine ses çıkaran kafeslerle hayvanları uzak tutmak (örn. Hava alanlarından kuşları uzak tutmak için kullanılan sistem) – Gaz sızıntılarını algılayacak elektronik ve mekanik sistemler yerine gaza, kötü kokulu bir madde karıştırmak. Cisimlerle etkileşmek için manyetik, elektronik ve elektromanyetik dalgaların kullanılması. – İki tozun parçacıklarını elektrostatik kullanarak birini artı diğerini eksi yükle yüklemek. Bundan sonra da parçacıkların hareketlerini ya manyetik dalgalarla kontrol etmek, ya da parçacıkların manyetik yüklerinin birbirleriyle eşleşmesine bırakmak Statik dalgalar yerine hareketli dalgalar kullanmak ve içinde yapı bulunmayan sahalardan yapı bulunan sahalarla geçmek. – Eskiden omni radyo dalgaları ile yayın yapılıyordu. Artık çok detaylı radyasyon düzenleri kullanan antenler kullanılıyor. Manyetik dalgaları, manyetik dalgalarla etkilenen parçacıklar üzerinde kullanmak. – Demir mıknatıssal bir maddeyi manyetik alanlarla ısıtarak sıcaklığını Curie Noktasına kadar getirmek. Böylece malzeme, curie noktasından sonra paramanyetik bir malzemeye dönüşür ve manyetik olarak ısıtılmaz hale gelir.
29	Gaz ve sıvı kullanma	Cisimlerde sıvı ve gaz parçacıkların katı parçacıklar yerine kullanılması (örn. Şişirilebilir olması, sıvı ile dolu olması, hava yastıkları, hidrostatik) – Jel doldurulmuş rahat ayakkabı tabanları. – Bir arabanın yavaşlaması için kullandığı enerjiyi hidrolik bir sistemle depolamak ve daha sonra kalkışta kullanmak
30	Esnek film ve ince zarlar kullanma	Cisimlerde sıvı ve gaz parçacıkların katı parçacıklar yerine kullanılması (örn. Şişirilebilir olması, sıvı ile dolu olması, hava yastıkları, hidrostatik) – Jel doldurulmuş rahat ayakkabı tabanları. – Bir arabanın yavaşlaması için kullandığı enerjiyi hidrolik bir sistemle depolamak ve daha sonra kalkışta kullanmak Esnek kabukların ve ince şeritlerin üç boyutlu yapıların yerine kullanılması. – Kış aylarında tenis sahalarının örtülmesi için şişirilebilir bir yapının kullanılması. Dış etkenlere karşı cisimleri izole edilmesi için esnek kabukların ve ince şeritlerin kullanılması. – Su depolarında çift kutuplu ince bir filmin (bir ucu hidrofilic diğer ucu hidrofobik) kullanımı ile buharlaşmayı önlemek.

EK 3 – Tablo 3. Devam

31	Gözenekli malzeme kullanma	Gözenekli cisimler kullanmak ya da cisimlere gözenekli elemanlar eklemek. – Ağırlığını azaltmak için bir cisme delikler açma. Eğer bir cisim gözenekli ise, bu gözeneklerin bir işe yaramasının sağlanması. – Gözenekli bir metal fitilinin kullanılarak fazla lehimin uygulama yerinden uzaklaştırılmasını sağlamak. – Paladyumdan yapılmış gözenekli bir süngerin içinde hidrojen gazının depolanması (Hidrojen arabalarında bulunan hidrojen deposu yerine bu şekilde bir sistemin kullanılması daha güvenli.
32	Renk değiştirme	Gözenekli cisimler kullanmak ya da cisimlere Bir cismin kendi renginin ya da çevresinin renginin değiştirilmesi – Karanlık odada fotoğraf negatiflerine zarar vermeyecek güvenli ışıkların kullanılması Bir cismin ya da çevresinin, ışık geçirgenliğini arttırmak – Foto filografi kullanılarak saydam bir maddenin katı bir maske haline getirilerek yarı iletken işlemlerde kullanılması.
33	Türdeşlik	Cisimlerin aynı materyalden yapılmış başka cisimlerle ilişki içinde bulunmasını sağlamak (ya da aynı özelliklere sahip cisimlerle). – Kimyasal tepkimenin en az seviyede olması için kabın ve içinde bulunan cismin aynı maddeden yapılması. – Elmasları kesmek için elmastan yapılmış kesicilerin kullanılması
34	Parçaları reddetme ya da yenileme	Bir cismin, işlevini tamamlamış kısımlarının uzaklaştırılması (sıvıda çözerek, buharlaştırılarak, vs.) – İlaç kapsülünün suda çözünmesi. – Mısır nişastası içeren kaplara su serpildiğinde hacminde görülen büyük çaplı düşüş. – Buzdan yapılmış kaplar kullanarak bazı yapıları şekillendirdikten sonra, buzun eriyerek geriye istenen şekli bırakması. – Uzay mekiklerinin yakıt taşıyan birkaç bölümden oluşması. Yakıtı biten bölme uzay gemisinden ayrılır ve mekiğe daha fazla ağırlık yapmaz. Tüketilen parçaların gereksinim aşamasında sürece geri katılmasını sağlama. – Kendi kendini bileyen çim biçme bıçakları. – Jeneratörün motoru çalıştırmak için kullandığı enerjiyi, motor çalışıp tekerlekler dönmeye başladıktan sonra yeniden geri kazanması

EK 3 – Tablo 3. Devam

35	Parametre değiştirme	Bir cismin fiziksel durumunu değiştirmek (katı, sıvı, gaz, vs) – Şekerlerin normalde akışkan olan merkezlerini önce dondurup sonra çikolataya batırmak. – Oksijen ve nitrojen gazlarını sıvı halde taşıyarak daha az hacim kaplamalarını sağlamak. – Ayırıştırma yaparken maddelerden bir tanesinin fiziksel durumunu değiştirerek diğer maddelerden ayırmak. – Dökümün kendisi buna bir örnektir. Katı bir cismi büyük kuvvetler kullanarak şeklini değiştirmek yerine sıvı halde istenen şekle getirip öyle donmasını sağlamak. Cisimlerin yoğunluklarını ve kıvamını değiştirmek – Katı sabun yerine daha akışkan, daha hijyenik ve daha kullanışlı olan sıvı sabunun kullanılması. – Katı yağ yerine Becel’in ürettiği sıvı kıvamdaki margarin. – Ham balın daha sıvı hale getirilerek daha kullanışlı hale gelmesi Cismin esnekliğini değiştirmek – Sacdan kenarları olan büyük bir deponun içine parçalar bırakıldığında depo duvarlarının daha az titreşmesine sebep olan sönümleme yastıklarının kullanımı ile ortaya çıkan gürültünün engellenmesi. – Kauçuğun esnekliğini ve dayanıklılığını değiştirmek için kükürtle sertleştirilmesi. – İzolasyon malzemeleri kullanılarak bir yerdeki fiziksel değişimlerin başka bir yere gitmesini engellemek (ses, ısı, vs) – Genel olarak binaların esnekliğini arttırarak depreme karşı olan dayanıklılığını arttırmak. Cismin sıcaklığını değiştirmek – Demir mıknatıssal bir cismin sıcaklığını Curie noktasının üstüne çıkararak mıknatıs özelliğini yitirip sadece mıknatısla çekilebilen bir cisim haline getirilmesi. – Yemeğin sıcaklığını yükselterek pişirmek (kimyasal, tat, yapı özelliklerinin değişmesi) – Tıbbi örnekleri düşük sıcaklıklarda tutarak daha uzun süre saklanmalarını sağlamak. – Ameliyat yapılırken bölgesel uyuşmaya sebep olması için soğutucu spreylere kullanılması
----	-------------------------	--

EK 3 – Tablo 3. Devam

36	Faz geçişi	Hal değişimlerinde oluşan değişikliklerin kullanılması (hacim değişimi, ısı alışverişleri) – Eski ağlarda, dağlarda bulunan devasa taşların üstüne gece vakti su dökülerek donmasının sağlanması ve suyun genişleyen hacmi yüzünden bu taşlardan daha ufak parçaların kırılmasının sağlanması. – Isı pompaları hem buharlaşmanın hem de yoğunlaşmanın bulunduğu kapalı termodinamik sistemleri kullanarak faydalı işler yaparlar.
37	Isıl Genleşme	Maddelerin genleşme özelliklerini kullanmak. – Sıkı bir eklemi birleştirmek için dışını ısıtarak uzamasını sağlamak ve i tarafını soğutarak kısalmasını sağlamak ve sonuçta dengeyi oluşturmak. Genleşme kullanılıyorsa, genleşme katsayısı farklı olan maddelerin bir arada kullanılması. – Metal çiftlerinin kullanıldığı termostat sistemleri (ısınınca bir tarafa, soğuyunca diğer tarafa bükülen metal ifti) – Yangın alarmlarında kullanılan metal çiftleri (ısıyan metal çifti, bükülerek elektrik devresini tamamlar ve yangın alarımının almasına sebep olur)
38	Güçlü oksitleyiciler kullanma	Normal havayı, oksijenle zenginleştirilmiş hava ile değiştirmek. – Dalęıların tanklarında zenginleştirilmiş bir hava karışımı kullanılarak daha uzun süre su altında durulabilmesini sağlamak. Zenginleştirilmiş hava yerine saf oksijen kullanmak. – Kaynak yaparken oksi-asetilen kaynak kullanılarak daha yüksek derecede kaynak yapabilmek. – Anaerobik bakterilerle savaşırken saf oksijenli bezlerin kullanılması ve yaraların daha çabuk iyileşmesinin sağlanması Havayı ve oksijeni iyonikleştiren radyasyona maruz bırakmak ve iyonikleştirilmiş oksijen kullanmak. – Havayı iyonize ederek içinde bulunan kirletici maddelerin filtrelerde temizlenmesini sağlamak İyonize edilmiş oksijen yerine ozon kullanmak – Kullanmadan önce gazı iyonize ederek kimyasal tepkimeleri hızlandırmak

EK 3 – Tablo 3. Devam

39	Atıl ortam	Normal havayı, oksijenle zenginleştirilmiş hava ile değiştirmek. – Dalgıçların tanklarında zenginleştirilmiş bir hava karışımı kullanılarak daha uzun süre su altında durulabilmesini sağlamak. Normal atmosferi eylemsiz atmosfer ile değiştirmek. – Sıcak metal liflerinin bozulmasını engellemek için argon atmosferinin kullanılması. Bir cisme hareketsiz eklentiler yapmak ya da nötr parçalar eklemek. – Toz halindeki deterjanın hacmini, etkisiz malzemeler ekleyerek arttırmak ve böylece geleneksel ölçüm teknikleri ile ölçülmesini sağlamak
40	Kompozit Malzeme	Tek çeşit malzeme yerine birleşik malzemelerin kullanımı. – Epoksi reçine/fiber alaşımı metalden daha dayanıklı, daha esnek ve daha hafif özelliklere sahiptir. Golf sopalarında ve uçak parçalarında kullanılır. – Cam elyafından yapılmış sörf tahtaları daha kolay kontrol edilebilir, daha kolay şekillendirilebilir ve daha hafiftir. – Birçok yerde demir yerine çeşitli çelik alaşımlarının kullanılması (paslanmaz çelikten tencereler)

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Mehmet Akif Akbulut
Doğum Yeri ve Tarihi : İstanbul, 27.05.1980
Yabancı Dili : İngilizce
E-Posta : maakbulut@hotmail.com

Öğrenim Durumu

Derece	Bölüm/Program	Üniversite/Lise	Mezuniyet Yılı
Lise	–	Kütahya İmam Hatip Lisesi	1997
Üniversite	Metal Öğretmenliği	Marmara Üniversitesi	2001

İş Deneyimi

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2008- Devam Ediyor	Viko Elektrik ve Elektronik End. A.Ş.	Ar-Ge Yetkilisi (Priz)
2006-2008	Dimacom Otomotiv End. Ltd. Şti.	Proje Yöneticisi
2003-2006	Serapool Porselen A.Ş.	Proje Yöneticisi
2001-2002	Kayalar Pres Döküm San. Tic. Ltd. Şti.	Ar-Ge Uzmanı

Yayınlar:

- Demir, A., Akbulut, M. A. (2002) Dört Tekerden Tahrikli Taşıtlar, Kalıp Malzeme ve Yan Sanayii Teknolojisi Dergisi, Eylül-Ekim 2002.

Projelerde Yaptığı Görevler:

- “Yüzme Havuzu Suyunun Hazırlanmasında Kullanılan Filtrasyon Sisteminde, Ön Filtreli Pompa, Çok Yollu Vana ve Kum Filtresinin Hidrodinamik Tasarımı”
TÜBİTAK- TİDEB, 3030323, Proje Yöneticisi, 2004-2005.