

***YARATICI PROBLEM ÇÖZME
METODOLOJİSİ
TRIZ***

Konferans Notları

Prof. Dr. Sadettin KAPUCU

Gaziantep Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü
14 Mart 2013

ÖNSÖZ

Bu seminerin amacı, mühendislerin karşılaştıkları teknik problemlerin yaratıcı bir yaklaşımla çözüm geliştirebilmelerinin yeni bir yolu olan Yaratıcı Problem Çözme Teorisi (TRIZ) hakkında bilgilendirmedir. Rus mühendis ve Bilim adamı olan Henry Altshuller tarafından ortaya atılan ve geliştirilen TRIZ' in, karşılaşılan problemlerin yaratıcı çözümlerini elde etmek için kullanılan teknik ve yöntemlerinden bahsedilmektedir.

Yaratıcılık ve problem çözme ile ilgili kaynak taraması yapıldığında bu konularda oldukça fazla miktarda teknik bulabilmek mümkün olacaktır. Ancak bu tekniklerin hemen hemen tamamı problem çözüme ve yaratıcılıkta insanın soyut kapasitesine dayandırılan ve genellikle yöneticilik üzerine geliştirilmiş tekniklerdir. TRIZ ise bu tekniklerden tamamen farklıdır. Teknolojik problemlerin çözümü için geliştirilmiş bir metodoloji' dir

Elinizdeki bu seminer notları İnternet ortamından derlenerek yaklaşık on yıl kadar önce oluşturulmuştur. İlgili internet sayfalarının adresleri kaynaklar kısmında verilmiştir. O yıllarda az sayıda olan konu ile ilgili kaynaklar günümüzde oldukça fazladır. İngilizce olan bu sayfalardan derlenerek Türkçe' ye çevirisi sırasında doğal olarak bazı yanlışlıklar söz konusu olabilir. Ancak bunlar konuyu özüne yönelik hatalar olmaktan uzaktır.

Dr. Sadettin Kapucu

İÇİNDEKİLER

Yaratıcı (Yenilikçi) Problem Çözme Teorisi (TRIZ)	4
TRIZ Nedir?	4
Problem Çözümüne Genel Yaklaşım	5
Yaratıcılık/Yenilikçilik gerektirmeyen Problemler	5
Yaratıcılık/Yenilikçilik Gerektiren Problemler	6
TRIZ' in Doğuşu ve Gelişimi	7
Çözüm Seviyeleri	7
TRIZ Yaratıcı/Yenilikçi Problem Çözme Teorisi	8
Teknik sistemler	9
İdeal (Mükemmel) Nihai Sonuç	10
Problemin tanımlanması ve formülasyonu	11
Çelişkiler	12
40 yenilikçi prensip	14
Teknik Sistemlerin Gelişimi (TSG)	15
Standart Çözümler	17
ARIZ Yaratıcı/Yenilikçi Problem Çözme Algoritması	18
Kaynaklar	19

Yaratıcı (Yenilikçi) Problem Çözme Teorisi (TRIZ)

Teknolojiye ve çağımız teknolojisinin kaynağı olan bilime egemen ülkeler, sanayi başta olmak üzere, bütün ekonomik etkinlik alanlarında mutlak bir üstünlük elde etme yolundadırlar. Kısacası, teknoloji, ulusların rekabet üstünlüğünün tek anahtarı haline gelmiştir. Dolayısıyla da dünya nimetlerinin yeniden paylaşılmasında ve toplumsal refahın yükseltilmesinde bilim ve teknoloji alanındaki üstünlük belirleyici olmaktadır.

Uluslar arası hizmet ve teknolojik alanlarındaki rekabet gittikçe daha çetin olmaktadır. Bu durum bir krizler devri olduğu kadar bir fırsatlar devridir de. Gümrük duvarlarının ve geleneksel korumacılığın giderek kalktığı bir dünyada rekabet edebilmek için belirleyici olan faktör, pazarlanabilir yeni ürün ve üretim yöntemleri, yeni yönetim teknikleri ve yeni teknolojiler geliştirmeye yönelik, bütünsel bir yeteneğin kazanılmış olmasıdır.

Ancak, bireylerin yaratıcılık yeteneğinin ve kuruluşların problem çözme kabiliyetlerinin, esas temeli insan beyninin soyut kapasitesine dayanmaktadır. İyi bir eğitim görmüş olmalarına rağmen konularında uzman teknik elemanlar ve araştırmacılar her zaman yeterince yaratıcı değildirlere.

Yaratıcılık için esin gerekli olmakla beraber sınırlarının ötesini düşünebilmek esas gerekliliktir. "Teknik elemanlar ve araştırmacılar kimya, makine, bilgisayar vb. gibi konularında kendi bilgi ve deneyimlerini artırırılar ancak aynı zamanda da yaratıcılık yeteneklerini kaybetmektedirler" denilmektedir. O halde "yaratıcılık/yenilik yeteneği" mizi nasıl geliştirebiliriz veya artırabiliriz. Yıllardan beri bu sorunun cevabı aranmış ve tamamen insan beyninin soyut kapasitesine bağlı yöntemler geliştirilmiştir. Bu durumun değiştirilmesi olasılığı taşıması konusunda son zamanlarda TRIZ' e dikkat çekilmektedir.

TRIZ Nedir?

- TRIZ Yaratıcı Problem Çözme Teorisidir.
Rusça'daki orijinal isminin kısaltılmışıdır.
- Metodoloji, 1946 yılında ilk kez G. Altshuller tarafından eski Sovyetler Birliğinde geliştirilmiştir.
Rusya'da ve son zamanlarda ABD' de yüksek okullar ve enstitülerde ders olarak okutulmaktadır.
- Soğuk savaşın sona ermesiyle birlikte, ABD, Japonya ve Avrupa'da tanınmaya ve kullanılmaya başlanmıştır.
Teknoloji yenilikler için yeni dalga hareketi oluşturmuş ve hemen kabul görmüştür.
- Teknolojik Ar-Ge' de yaratıcılığını destekler.

Teknik problemlerinizi belirlemenizi sağlar ve bunların çözümü için bir çok yaratıcı ip uçları verir.

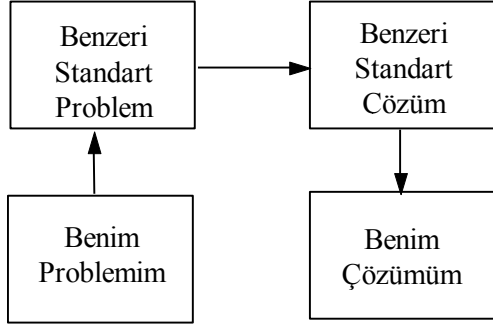
- Yenilikçi teknolojilerin incelenmesinden çıkarılan “Buluş Prensipleri” ni temel almaktadır. Dünyadaki 2.5 milyon patent analiz edilerek bu Buluş prensipleri oluşturulmuştur.
- Probleminizi çözerken, tüm dünya bilim ve teknolojisinin girdilerini kullanabilme imkanı sağlar.
Teknik hedefinize erişmek için geometri, kimya ve fizik prensiplerinden hangisinin gerektiğini belirleyebileceksiniz.
- Ticari değeri olan yenilikler yapmaya yönlendirir.
Teknik çelişkileri çözerken gerçekçi ve ticari değeri olan buluşlar ve patentler elde edebilirsiniz.
- Mekanik, kimya, elektrik ve diğer alanlarda yenilikler için kullanılabilir. Temel bilgi alanları ve uygulamaları günümüzde oldukça genişlemiştir.

Problem Çözümüne Genel Yaklaşım

Yaratıcılık/Yenilikçilik gerektirmeyen Problemler

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 çözülebilenlerdir. Bu tür çözümler şekil 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.

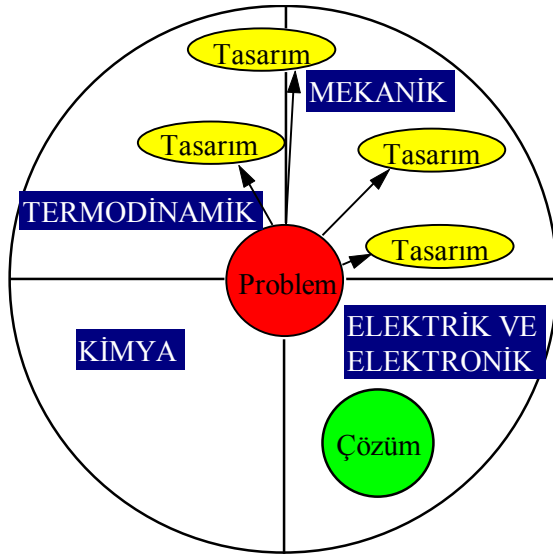
Örneğin, *diskli kesme makinası tasarımı benim problemim olsun. Güçlü ancak düşük devirli motora gereksinimim olacak. Mademki AC motorlarının bir çoğu 3600 rpm de dönmektedir o zaman benim benzer standart problemim motorun hızını nasıl azaltabileceğimdir. Benzer standart çözüm bir dişli kutusunun kullanılmasıdır. Böylece uygun boyutta, ağırlıkta, torkta ve rpm de bir dişli kutusu tasarlayabilirim.*



Şekil 1. Genel Problem Çözme Modeli.

Yaratıcılık/Yenilikçilik Gerektiren Problemler

Diğer bir problem tipi de çözümü bilinmeyen problemdir. Bu tip problem yaratıcılık/yenilikçilik gerektiren ve çelişki içeren bir problemdir. Yaratıcı/yenilikçi problem çözümü beyin, bilgi kavrama ve buluş yeteneği arasındaki bağlantılarının ortaya çıkarılması çalışmaları psikoloji alanına girmektedir. Genellikle bu tür 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 yaratıcılık gibi psikolojik araçlarda ne kadar usta olduğuna bağlı olarak deneme sayısı artacaktır. Diğer bir problem ise sezgi ve deneyimin kuruluşdaki bir başka kişiye aktarılamamasıdır.



Şekil 2. İdeal Çözüm Sizin Uzmanlık Alanınız Dışında Olabilir.

Problemin çözümünün kişinin kendi deneyim ve uzmanlık alanında olacağını düşünmesi ve yeni kavramlar geliştirmek için alternatif teknolojilere yönelmemesi "psikolojik atalet" olarak tanımlanmaktadır. Şekil 2 de de gösterildiği üzere problemin ideal çözümü bir makina mühendisinin uzmanlık alanının dışında elektromekanik olabilir. Bir problemin çözümü "Çözüm Uzayı"nda her hangi bir yerde olabilir. Psikolojik Atalet bizi sadece uzman olduğumuz alana yönlendirir.

TRIZ' in Doğuşu ve Gelişimi

Teknolojiye dayanan fakat psikolojiye dayanmayan iyi bir yaklaşım Eski Sovyetler Birliğinde 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 kendisinde yardım istiyordu. Problem çözmeye olan merakı standart metotları araştırmaya itti. Bulabildiği psikolojik araçları ve bunların ihtiyaca cevap veremediğini tespit etti. En azından yenilikçilik/yaratıcılık teorisinin aşağıda belirtilenleri sağlaması gerektiğine karar verdi.

1. sistematik olmalı, adım-adım prosedürü
2. geniş bir çözüm uzayında ideal çözüme yönlendirebilmeli
3. psikolojik araçlara bağlı olmayan ve tekrarlanabilen ve güvenilir olmalı
4. yaratıcı/yenilikçi bilgiye erişebilir olmalı
5. Yaratıcı/yenilikçi bilgiye ekleme yapılabilir olmalı
6. Şekil 1'de bahsedilen problem çözmeye gibi kolay olmalı.

Daha sonraki bir kaç yıl içinde yaklaşık 200 000 patent inceleyerek yaratıcı/yenilikçi problemlerin nasıl çözüldüğünü belirlemeye çalıştı. Bugün bu rakam 1 500 000 patentin üzerindedir. Bunların sadece 40 000 bir şekilde yaratıcı/yenilikçi çözümlerdir. Diğerleri basit geliştirmelerdir. Altshuller yaratıcı/yenilikçi problemi, çözümün diğer bir problemin ortaya çıkmasını sağlaması olarak tanımlamıştır. Örneğin bir metal plakanın dayanımını artırmak ağırlığının artmasına sebep olması gibi. Patentler üzerine de yaptığı çalışmasında çelişkileri çözen veya yok eden çözümlerin tanımlandığını bulmuştur.

Altshuller bu patentleri farklı bir şekilde sınıflandırmıştır. Bu sınıflandırmayı otomotiv, tekstil vb gibi endüstrileri yerine problem çözmeye işlemini göz önüne alarak yapmıştır. Aynı problemlerin kırk ana yaratıcı/yenilikçi prensiplerin kullanılarak tekrar tekrar çözüldüğünü belirlemiştir. Eğer buluşçular bu prensipleri daha önceden biliyor olsalardı çözümlere daha kolay ve kısa zamanda ulaşabilecekleri sonucuna varmıştı.

Çözüm 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. Yaratıcılık gerektirmeyen, kişisel bilgilerle ve metotlarla çözümün kolayca bulunabilen problemlerin çözümü. Çözümlerin yaklaşık % 32 bu sınıfa girmektedir.

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

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

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

Seviye yükseldikçe gerekli olan bilginin miktarıda çoğalmaktadır. Aşağıda tabloda özet olarak verilmiştir.

Tablo 1. Buluşların seviyesi

Seviye	Buluş yüzdesi	Çözümlerin Gerekli Bilgiler	Düşünülmesi gereken yaklaşık çözüm sayısı
1 Görünen Çözüm	32%	Kişisel Bilgi	10
2 Küçük Geliştirmeler	45%	Firma Bilgileri	100
3 Büyük Geliştirmeler	18%	Endüstri Bilgileri	1000
4 Yeni Kavram	4%	Endüstri Dışı Bilgiler	100,000
5 Yeni bir fenomen	1%	Tüm Bilgiler	1,000,000

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

Örneğin Alet yapımında kullanılan suni elmaslardaki görülemeyen çatlakların problemi. Geleneksel yöntemlerle yapılan elmas kesme işleminde kullanılıncaya kadar görülemeyen yeni çatlak oluşur. Buradaki problem elmas kristallerini yeni çatlaklar oluşturmadan doğal çatlaklarından ayırmaktır.

Yeşil biberleri konserve yapmak için tohumlarından ayırmada kullanılan metot kullanılabilir. Bu metot da biberler kapalı bir kaba yerleştirilir ve kaptaki basınç 8 atmosfer basıncına kadar artırılır. Biberler büzülür ve tohumlarının olduğu sap kısımdan kırılır. Daha sonra basınç aniden düşürülerek zayıf bölgelerinden ayrılarak tohumlu kısım dışarıya fırlar. Benzer teknik elmasların doğal çatlaklarından başka çatlaklara sebebiyet vermeden ayrılmasını sağlamak için kullanılabilir.

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

TRIZ Yaratıcı/Yenilikçi Problem Çözme Teorisi

Geçmiş 40 yıldan beri, TRIZ, çeşitli karmaşık teknik problemlerin çözümü ve yenilikçiliği için bir takım pratik aletler olması geliştirilmiştir. Bugün bir kaç TRIZ aletleri(yöntemleri) ve hatta diğer metot ve yöntemlerin birleştirilerek, “sistematik yaratıcılık” problem çözümü ve yenilikçilik (yaratıcılık) için kullanılmaktadır. Altshuller’i izleyenler ve öğrenciler 15 yılı aşkın bir süredir de bu mevcut tekniklere yenilerini eklemektedir. Bu bölümde bazı temel TRIZ kavramlarının tanıtımı yapılacaktır.

Teknik sistemler

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. Teknik sistemdeki hiyerarşi az karmaşıklıktan (iki elemanlılıktan), daha karmaşıklığa (bir çok, birbirleriyle ilişkili, elemanlığa) doğrudur.

Taşıma sistemi için teknik sistem hiyerarşisi aşağıdaki tabloda görülmektedir. Sol kolonda teknik sistemlerin isimleri yer almaktadır. Bunla azalan bir sıralamada yapılmıştır. Yatay kolonlarda, sol tarafta belirtilen teknik sistemlerin alt sistemlerinin isimleri yer almaktadır. Örneğin, Fren teknik sistemi otomobilin alt sistemidir aynı zamanda Fren balatasının bir üst sistemidir.

Tablo 1: Taşıma sistemindeki alt ve üst sistemler

Teknik Sistem	Teknik Sistemin Alt Sistemleri
Transportation	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

Bir sistem yetersiz veya zararlı bir fonksiyon üretiyorsa (yapıyorsa) iyileştirilmelidir. Bunun için sistemin en basit 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 (zerrecikli) 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 sistemlerini ve üst sistemlerini göz önünde bulundurulmalıdır.

İdeal (Mükemmel) 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 idealliği aşağıdaki denklemle ifade edilebilir.

$$Ideality = I = \frac{\sum U_i}{\sum H_j}$$

Burada U_i , sistemin yararlı etkilerinin toplamı,

H_j , sistemin zararlı etkilerinin toplamıdır.

Yararlı etkiler sistem fonksiyonlarının tüm değerli sonuçlarını kapsamaktadır. Zararlı etkiler ise kirletme, 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.

Örneğin: Güney Amerika'daki bir et ürünleri fabrikası ürünlerini Amerika Birleşik Devletleri'ne göndermektedir. Donmuş etlerin taşınması için soğutucu gerekmektedir. Etler ABD'ye soğutucu monte edilmiş uçaklarla taşınmaktadır. Rekabetin artmasıyla firma sahibi taşıma ücretinin azaltılmasını istemektedir. Uçaklara daha fazla et yüklemeyi düşünür ve bunu gerçekleştirir. Eğer uçaklar 15000-25000 ayak yükseklikte uçarlarsa sıcaklık 32 F altına düşmektedir. Dolayısıyla, soğutucu sisteme gereksinim yoktur. Bu sistem yerine daha fazla et uçağa yüklenebilecektir. **Sonuç:** Herhangi bir ücret ödemeksizin mevcut kaynakların kullanılmasıyla sistem ideale (mükemmeliyete) yaklaşmıştır.

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, sıyırır 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)

Problemin tanımlanması ve formülasyonu

Bir hikaye; Bir profesör ve öğrencisi araştırma için kutuplara gitmiştir. Buzlar üzerinde gezinirken, arkalarına baktıklarında bir kutup ayısının hızla kendilerine doğru gelmekte olduğunu görürler. Koşabildikleri kadar hızla kaçmaya başlarlar. Bir süre sonra öğrenci durur ve sırt çantasından koşu ayakkabılarını çıkarır ve giymeye başlar. Bu sırada profesör öğrenciye dönüp ' aptal, ayıdan kaçmaktan başka yapılacak bir şey yok, o bizden daha hızlı koşuyor' der. Öğrenci ise gülerek ' Profesör bu çözülmesi gereken problem değil. Sadece bir ayı var. Gerçek problem kimin daha hızlı koşacağıdır, sizin mi yoksa benim mi' der. Bu hikaye gerçek probleme yaklaşımı yansıtır. Genellikle çözümü için üzerinde çalışılan problem gerçek problem değildir. Dolayısıyla, üzerinde çalışılması gereken gerçek problemin tanımlanabilmesi için çalışma çevresi, kaynak gereksinimleri, zararlı etkiler, ana yararlı işlevi ve ideal sonucun belirtilmesi gerekmektedir.

Örnek: Gazlı içecek kutusu. Gazlı içecek içerecek bir sistem. Çalışma çevresi, depolanmak amacıyla gazlı içecek içeren kutuların üst üste konulması. Kaynaklar; dolu kutuların ağırlıkları, kutu iç basıncı ve kutunun sağlamlığıdır. Ana yararlı işlev, kutuların gazlı içecek içermesidir. Zararlı etkiler; kutu malzemesinin fiyatı ve kutu üretimi ve boşa depolama alanı kullanmaktır. İdeal sonuç ise kutuların üst üste depolamada bir insan boyunu geçmeyecek şekilde olmasına dayanmasıdır.

Sistemdeki çelişkiler ile problemi tekrar tanımlanarak Problemin Formülasyonu gerçekleştirilir. Oluşabilecek problemleri belirlenir. Problemi çözmek için bir teknik karakteristiğini iyileştirirken bir diğeri kötüleşiyor mu? İkinci bir probleme sebebiyet veriyor mu? Problemin çözümünün ticarileşmesini engelleyecek teknik zıtlıklar var mı? gibi sorulara yanıt aranır.

Örnek: Üst üste ne kadar kutu konulacağını kontrol etmemiz mümkün değildir. Kutu ham maddesinin fiyatı bizi kutuyu ucuzla imal etmeye zorlar. Kutunun yan yüzeyleri ince olmalı ki ucuzla mal edelim, eğer yan yüzeyleri ince yaparsak o zamanda üst üste konularak depolanmak istendiğinde bu yükü taşıyamaz. O halde, Kutunun duvarları kutuyu ucuzla mal etmek için ince olmalı ve üst üste konulduğunda da oluşan ağırlığı taşıyabilmeli. Bu bir fiziksel çelişkidir. Eğer bu çelişkiyi çözersek, ideal bir mühendislik sistemini elde ederiz.

Çelişkiler

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

Örneğin, Uçağın hızını artırmak için yeni ve daha güçlü motor takılsın. Bu uçağın ağırlığını artırır böylece kanatlar kalkışta bu ağırlığı taşıyamaz. Kanatların boyutlarının büyütülmesi kaldırma kuvvetlerini artırır fakat daha fazla ağırlık olması nedeniyle uçağın hızı düşer. **Teknik Çelişki:** Hızı artırmak için güçlü motor kullanmak uçağın ağırlığını artırır.

Altshuller yaklaşık 1,500,000 patenti inceleyerek çelişkiye sebebiyet veren 39 teknik çelişki belirlemiştir. Bunlar 39 standart mühendislik parametresi olarak isimlendirilmektedir. Problemin teknik çelişkisi; iyileştirilmesi gereken mühendislik parametresi ile kötüleşen mühendislik parametresi olarak tanımlanmalıdır.

Örnek: Kutunun yan yüzeylerini ince yapmanın standart mühendislik parametresi **4 numaralı hareketsiz bir nesnenin boyutu** parametresidir. TRIZ'de bu standart mühendislik parametreleri oldukça geneldir. Burada boyut olarak ifade edilen uzunluk, genişlik, yükseklik, çap vb. olarak anlaşılmalıdır. Eğer biz kutu duvarlarını ince yaparsak, üst üste depolama ağırlığına dayanımı azalacaktır. Bu çelişkiadaki standart mühendislik parametresi ise **11 numaralı basınç veya gerilim'** dir.

Standart teknik çelişki: "biz ne kadar hareketsiz bir nesnenin boyutu (standart mühendislik parametresini) iyileştirirsek o kadar da basınç veya gerilimi (standart mühendislik parametresini) kötüleştiriyoruz" dur.

Tablo 2. 39 Mühendislik parametreleri

1. Hareketli nesnenin ağırlığı
2. Statik nesnenin ağırlığı
3. Hareketli nesnenin boyu
4. Statik nesnenin boyu
5. Hareketli nesnenin alanı
6. Statik nesnenin alanı
7. Hareketli nesnenin hacmi
8. Statik nesnenin hacmi
9. Hız
10. Kuvvet (şiddeti)
11. Gerilim veya basınç
12. Şekil

13. Nesnenin yapısal kararlılığı
14. Dayanım
15. Hareketli nesnenin etki süresi
16. Sabit nesnenin etki süresi
17. Sıcaklık
18. Aydınlatma şiddeti
19. Hareketli nesnenin enerjiyi kullanması
20. Durgun nesnenin enerjiyi kullanması
21. Güç
22. Enerji Kaybı
23. Madde kaybı
24. Bilgi kaybı
25. Zaman kaybı
26. Madde miktarı
27. Güvenilir olma
28. Ölçüm doğruluğu
29. Üretim hassaslığı
30. Nesnenin etkilendiği zararlı faktörler
31. Nesnenin Ürettiği zararlı faktörler
32. Üretim kolaylığı
33. Operasyon kolaylığı
34. Tamir kolaylığı
35. İntibakı veya çok yönlülüğü
36. Aletin karmaşıklığı
37. Ortaya çıkarma ve ölçme zorluğu
38. Otomasyon kapsamı
39. Verimlilik

Bir parametrenin iyileştirilmesi sırasında diğer bir parametrenin bozulduğunu yani çelişkinin oluştuğunu

göstermektedir. İyileştirme hedefine ulaşamamıştır. Çünkü teknik çelişki kökten çözüme kavuşamamıştır. Teknik çelişkilerin çözümü için 40 yenilikçi prensip kullanılmaktadır.

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 (alanda) ayrılmasıyla çözülmüştür. Suyu hava kabarcıklarıyla doyurmak. Havuz hava ve suyun her ikisini de kapsamaktadır.

40 yenilikçi prensip

Altshuller incelediği patentlerden aynı zamanda 40 yenilikçi (yaratıcı) prensip çıkarmıştır. Bu prensipler problemin çözümüne yönelik mühendise oldukça yaratıcı (patentlenebilir) çözüm elde etmek için ip uçları verecektir. Bu 40 yenilikçi prensip EK A' da verilmiştir. Problemi çözmek için hangi yenilikçi prensibin kullanılacağını belirlemek için Altshuller çelişkiler matrisini (EK B) oluşturmuştur. Bu çelişkiler matrisindeki x eksenini (sütunlar) 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.

Örnek: *Problemizdeki kutu için çelişkili mühendislik parametreleri 4 numaralı hareketsiz bir nesnenin boyutu ve 11 numaralı dayanım dır. İyileştirilmesi istenilen özellik (y eksenini) kutunun yüzey inceliği veya diğer bir deyişle 4 numaralı hareketsiz bir nesnenin boyutu dur ve istenilmeyen etki ise (x eksenini) yük taşıma kapasitesinin azalması yani 11 numaralı dayanım dır. Bu çelişkiler matrisine baktığımızda bu iki eksenin keşiştiği hücrede 1, 14 ve 35 numaralı yenilikçi prensipleri buluruz.*

Yenilikçi Prensip 1. Dilimlemek, bölmek, parçalamak

- A.** Bir nesneyi bir birinden bağımsız parçalara böl.
 - 1. Ana bilgisayarların kişisel bilgisayarlarla değiştirilmesi.
 - 2. Büyük bir kamyonun bir çekici ve römorkla değiştirilmesi (TIR)
 - 3. Büyük projenin parçalanarak dağıtılması.
- B.** Bir nesnenin kolayca parçalarına ayrılmasını sağla.
 - 1. Modüler mobilyalar.
 - 2. Boru tesisatçılığında kullanılan geçme eklemeler.
- C.** Bölme veya dilimlenin derecesini (adedini) artırma.
 - 1. Toz kaynak teknolojisinin kaynak teli yerine kullanılması

Yenilikçi Prensip 14. Küresellik- bükümlü

- A.** Düz parçalar, yüzeyler veya formlar kullanmak yerine, eğimli kullanmak; düz yüzeyden küresel yüzeye geçmek; küp şekilli nesneyi top şekilli bir nesneye dönüştürmek.
 - 1. Mimarideki dayanımı artırmak için kullanılan eğimli kemerler ve kubbeler kullanmak.
- B.** Silindir, bilye, spiral, kubbe şekillerini kullanmak.
 - 1. Spiral dişli (Nautilus) yük kaldırmak için devamlı rezistans üretir.
 - 2. Tükenmez kalemlerde düzgün mürekkep dağıtımı için bilye ve silindir kullanma.
- C.** Düz hareketi dönel harekete çevirmek, merkezkaç kuvvetlerini kullanmak.
 - 1. Bilgisayar faresinin hareketini sadece yatay ve dikey yapacak şekilde düzenlemek.

2. amaşırın suyunu sıkmak için merkezkaç kuvvetinin çamaşır makinesi merdanelerinin yerine kullanılması.
3. Mobilyaları daha kolay taşımak için silindirik teker yerine küresel tekerlerin kullanılması

Yenilikçi Prensip 35. Parametre değişikliği.

A. Nesnenin fiziksel halini değiştirmek (katı, sıvı, gaz gibi).

1. Sıvı doldurulmuş sakızların sıvısını önce dondurup sonra sakızla kaplanması.
2. Oksijen veya nitrojen gibi gazları sıvı olarak taşımak

B. Konsantrasyonunu veya yoğunluğunu değiştirmek.

1. Sıvı sabunlar diğer sabunlardan daha akışkan olup kullanımını oldukça kolay ve çoklu kullanıcıların olduğu yerde hijyenik açıdan daha sağlıklıdır.

C. Esneklik derecesini değiştirme.

1. Bir konteynere düşen parçanın sesini azaltmak için konteynerin duvarlarının hareketini kısıtlayarak ayarlanabilir sönümleyiciler kullanmak.
2. Esnekliğini ve dayaklılığını değiştirmek için ebonitleştirilmiş lastik kullanma

D. Sıcaklık değiştirmek.

1. Sıcaklığı Cruie noktasının üzerine çıkararak bir maddenin ferromagnetik yapıdan paramatik yapıya dönüştürmek.
2. Yiyecekleri pişirmek için sıcaklığı artırmak (Tadını, aromasını, kimyasal yapısını değiştirmek).

Örneğin yenilikçi prensip 1.C' yi (Bölme veya dilimlenin derecesini (adedini) artırma) kullanarak kutunun duvarlarını düz yapmak yerini dalgalı birçok küçük yüzeylerden oluşacak şekilde yapmamız mümkün olacaktır. Bu aynı zamanda ince malzeme kullanarak yüzeyin yük taşıma kapasitesini artıracaktır.

Yenilikçi prensip 14 A' yı kullanarak kutu kenarlarına kaynatılan kapakların birleşim yerlerinin dik açıda yapmak yerine şekil 6 da görüldüğü biçimde kavisli yapılabilir.

Yenilikçi prensip 35.B ' yi kullanarak daha dayanıklı malzeme için alaşımli metal kullanarak kutunun yük taşıma kapasitesini artırabiliriz.

Teknik Sistemlerin Gelişimi (TSG)

Geleneksel teknolojik öngörü metotları "makinaların, yöntemlerin, veya tekniklerin gelecek karakteristikleri" diye bir kestirimde bulunmaya çalışır. Bu yaklaşım incelemelerin, benzetimlerin ve eğilimlerin gelecekteki gelişmelerinin olası bir modelini çıkarmaya yöneliktir. Bir öngörü verir ancak öngörüdeki teknolojiyi belirleyemez.

Altshuller, yüz binlerce patent üzerinde yaptığı çalışması sonucunda zamanla teknolojik sistemlerin nasıl değiştirdiğine örnek olarak alınabilecek 8 kalıp belirlemiştir. Bu kalıplar

insanların ne düşündüklerinden çok nasıl düşündüklerine dayandırılmıştır. TSG gelecek için bir yol haritası gibidir. Gelecek teknolojilerinin kestirimi yerine bir kişiye TSG kullanarak gelecek teknolojilerinin sistematik olarak yaratılmasını/bulunmasını sağlar. Bu sekiz kalıp ve örnekleri aşağıdaki tabloda verilmektedir.

Tablo 5. Teknolojik Sistemlerin Evrim Kalıpları

Kalıp	Örnek
1. Teknolojinin bir ömrü vardır; doğar, büyür, doğar, büyür, gelişir ve ölür.	<p>1. Safha Bir sistem henüz mevcut değildir, ancak gerekliliği için önemli ip uçları oluşmaya başlamıştır.</p> <p>2. Safha Yüksek seviyede yeni bir buluş olarak ortaya çıkmıştır, fakat gelişimi yavaştır.</p> <p>3. Safha Toplu yeni sistemin değerini kavrar.</p> <p>4.Safha Orijinal sistem gelişimi için kaynakların sona ermesi.</p> <p>5. Safha Orijinal sistemin yerine geçecek yeni jenerasyon sistemin ortaya çıkması.</p> <p>6. Safha Orijinal sistemin bazı kısıtlı yararlılıkları yeni sistemde de kullanılmaktadır.</p>
2. Mükemmelliğin Artırılması.	<p>1946 da yapılan ENIAC bilgisayarı bir kaç ton ağırlığında, bir oda büyüklüğünde, basit fonksiyonların hesaplanmasında kullanılmaktaydı. Günümüzde, bilgisayarlar birkaç kilo ve masa üstü yayıncılık, matematik fonksiyonlarının hesaplanması, haberleşme, grafik, video, ses vb özelliklere sahip.</p>
3. Çelişkiler sonucu alt sistemlerin orantısız gelişimi.	<p>Alt sistemler tüm sistemden farklı yaşam döngüsüne sahiptirler. Basit alt sistemler tüm sistemin gelişimini engeller. Yapılan ortak hata yanlış alt sistemin iyileştirilmesine odaklanmaktır. Eski uçakların kötü aerodinamiğini iyileştirmek yerine araştırmacıların uçak motorunun gücünü arttırmaya yönelmeleri gibi.</p>
4. Dinamikliğin ve kontrol edilebilirliğin artırılması	<p>Eski otomobillerin hızı motorun hızı ile kontrol edilmekteydi. Daha sonra vites kutusuyla daha sonra otomatik vites ve bunu da devamlı değişken aktarım ile hız kontrolü izlemiştir.</p>
5. Karmaşıklığın basit sistemlerin bir araya getirilerek artırılması.	<p>Bir gövdeye radyo, çift hoparlör, kaset çalıcı, CD çalıcı vb. eklenerek stereo müzik sistemlerinin geliştirilmesi.</p>
6. Parçaların uyuşması veya uyuşturulmaması	<p>1. Eski otomobillerde titreşimi sönmölemek için yaprak yaylar kullanıldı. Bu yaylar at arabalarından alınmış ilgisiz veya uyuşmayan parçalardan oluşmaktaydı.</p> <p>2. Daha sonra ayarlı parçalarla ince ayarlamalara imkan sağlamasıyla uygun bir sistem oluşturulmuştur Şok emiciler (Amortisör)</p> <p>3. Amaca yönelik olarak uyuşmayan parçaların farklarını kullanarak ek bir fonksiyon elde edilmesi. Bunun bir örneği bimetalik yay verilebilir. Bir elektrik akımı verildiğinde yaylanma oranının değişmesi gibi.</p> <p>4. Otomatik olarak parçaların isteğe göre uyuşturulması veya uyuşturulmaması. Örneğin: bilgisayar kontrollü aktif amortisör sistemi.</p>

7.	Makro sistemden micro sisteme enerji alanlarının daha iyi kullanılarak performans veya kontrol için geçişi	Yiyecek pişirme sisteminin odundan yakan fırından gaz, gazdan elektrige, elektrikten de mikro dalga fırınlara dönüştürülmesi.
8.	Otomasyonun artırılmasıyla insan katkısının azaltılması	Elbise yıkamanın gelişimi; çamaşır tahtasından merdaneli makinaya merdaneli makinadan otomatik çamaşır makinasına, otomatik çamaşır makinasından tam otomatik çamaşır makinasına yönelme.

Ürünlerimizde şimdiki teknoloji seviyesini ve çelişkilerini analiz ederek, geliştirme prosesini ve gelecek nesil ürünler yaratabiliriz. **Örneğin** *Altshuller plaka cam üretme tekniğini tahmin edebilmiştir. Önceki proses sıcak camın rollerler üzerinde hareket ederken dalgalı oluştuğunu gözlemlemiştir. Kalıp 7 yi (makro sistemden mikro sisteme geçiş) kullanarak rollerların ta ki atomik yapıya kadar küçültülmesi gerektiğini belirlemiştir. Bir kaç yıl sonra bir İngiliz firması eriyik kalay yüzeyi üzerinde düz çam elde etme yöntemini bulmuştur.*

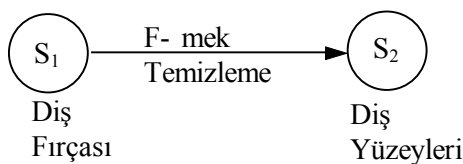
Standart Çözümler

Standartlar teknik sistemin formülasyonun oluşturulması ve sentezi için kullanılan yapısal kurallardır. Standartlar yeterince anlaşılmalı ve uygulanmasında biraz deneyimle çok karmaşık problemlerin üstesinden gelmenize yardımcı olurlar.

Standartların iki önemli fonksiyonu vardır.

- 1- Standartlar mevcut bir sistemin veya yeni bir problemin sentezinin geliştirilmesine yardım eder.
- 2- Standartlar bir problemin grafik bir modelini sağlamaya yönelik oldukça çok etkili bir metottur. Bu grafik S-Alan modelleme olarak isimlendirilmektedir.

Bir teknik problemin S- Alan modellenmesi operasyon bölgesinde gerçekleştirilir. Bu bölge, gerçek çelişkinin bulunduğu, problemin özünü içeren alanı oluşturur. Bu bölgede iki madde (eleman) ve bir alan (enerji) olmalıdır. S- Alan modellemenin analizi teknik sistemin iyileştirilmesindeki gerekli değişikliklerin belirlenmesinde yardımcı olur. S- Alan modellemesini bir örnekle açıklamak gerekirse ; Diş fırçalamayı ele alalım. Dişlerin temizlenmesi bir fonksiyondur o halde S- Alanıyla ifade edilebilir. Her hangi bir S- Alanındaki maddelerden birisi 'üzerinde çalışılacak nesne' yada S_1 olarak isimlendirilir. Burada S_1 dişler (yada diş yüzeyleri) dir. Diğer madde ise 'iş yapan nesne' veya 'alet' veya 'enstruman' yada S_2 'dir. Bu örnekte de S_2 diş fırçasıdır. Diş fırçalama eylemi göz önüne alındığında bu iki nesnenin bir araya getirilmesi ve diş fırçasının dişlere temasının sağlanması gereklidir. Burada alan 'mekanik' bir eylemdir. Kısaca F-mek denilebilir. S-Alan grafiği diş temizleme işlemi için aşağıdaki gibi olacaktır.



Bu grafik diş temizleme fonksiyonu için elde edilen S-Alan modelidir. S1 ile S2 arasındaki çizgi birbirleriyle etkileşim içinde olduklarını bu etkileşiminde mekanik olduğunu ve ayrıca temizlemenin yararlı bir fonksiyon olduğunu belirtmektedir. Bu grafik üzerine diş fırçasının diş etlerini kanatması gibi zararlı ve hatta varsa gereksiz fonksiyonlar konularak sembolik bir modelleme yapılabilir. Aşağıda belirtilen standart çözümler kullanılarak yaratıcı çözümler geliştirilebilir.

Altshuller ve Arkadaşları 5 sınıfa ayrılmış 76 standart önermiştir.

Sınıf # 1: Sistemde küçük bir değişiklik veya değişiklik yapmaksızın iyileştirme Çözüm	13	Standart
Sınıf # 2: Sistemi değiştirerek iyileştirme Çözüm	23	Standart
Sınıf # 3: Ana sistemden bir üst sisteme ya da mikro seviyeye geçiş Çözüm	6	Standart
Sınıf # 4: Teknik sistemdeki herhangi bir şeyi ortaya çıkar veya ölçümünü yap Çözüm	17	Standart
Sınıf # 5: Teknik sisteme madde veya alanları nasıl konulacağını tanımla Çözüm	17	Standart
	Toplam	76 Standart
Çözüm		

ARIZ Yaratıcı/Yenilikçi Problem Çözme Algoritması

ARIZ, TRIZ'in analitik metodudur. Karmaşık problemlerin bir çözümlü için geliştirilen bir algoritmadır.

ARIZ'in ilk yorumu 1968'de geliştirildi ve daha sonraki yirmi yılda birçok değişiklikler yapıldı. Oldukça değişik problemlerin çözümlü için hassas bir alet oldu. ARIZ'in en son yorumu ARIZ-85C, 1985 yayınlandı ve 9 adımı içermektedir. Aşağıda 9 adımın kısa tanımlarını bulacaksınız.

Adım # 1 : Problemin analizi

Problemin anlaşılmaş cümlelerinden (Problemi tanımlarken anlaşılmaş dil veya özel endüstriye ait terminoloji kullanılmaksızın) basit bir problem tanımlamasına dönüştürülerek başlanılması.

Örnek: A, B ve C elemanlarından oluşan ve (çelişki belirlenecek) teknik çelişkiye sahip bir teknik sistem. Sistemi çok küçük değişikliklere maruz kalırken E fonksiyonunun yerine getirmesi gereklidir.

Böyle bir sonucun elde edilebilir olup olmaması önemli değildir. Ancak problem tanımının bazen aynı veya daha basit olması önemlidir. Adım 1 çelişki durumlarını yani teknik

çelişkilerin analizini de sağlar. İlerideki çözümlerde kullanılacak olan çelişkinin burada karar verilmesini gerektirir. Buna karar verilmiş problemin formülasyonu artık yapılmıştır.

Adım # 2 : Problem modelinin analizi

Operasyon alanındaki çelişki basitleştirilmiş grafik modellemesi çizilir. (Operasyon alanı çelişkinin belirli dar bir alanıdır) Daha sonra tüm mevcut erişilebilir kaynaklar belirlenir.

Adım # 3 : “İdeal son sonucun” formülasyonu (IFR)

Genellikle, IFR cümlesi operasyon alanındaki sistemin teknik kısmının çelişkili gereksinimini ortaya koyar. Bu Fiziksel çelişkidir. Bu üç adımın sonucunda, belirsiz problem spesifik fiziksel probleme yani Fiziksel çelişkiye geçişi yapılır. Bazı problemlerde Adım 3'te problemin çözümü bulunabilir. Eğer böyle bir durum söz konusuysa adım 7, 8 ve 9'a gidebilirsiniz. ARIZ'de bir çelişkinin daha fazla çözümünün sağlanması için bir çok adım daha vardır.

Adım # 4 : Dışarıdan madde ve alan kaynaklarının kullanımı (yararlanma)

Eğer problem hala açık anlaşılabilir değilse, “Küçük Boyutlu İnsanlar” modeli problemi daha iyi anlamak için kullanılabilir.(Sanal olarak uygulanarak)

Adım # 5 : Bilgi data bankasının kullanımı(yararlanma)

Fiziksel etkiler bilgi tabanı ile bağlantılı standartlar uygulanarak problemin çözümünü düşünün.

Adım # 6 : Problemin tekrar formülasyonu veya değiştirilmesi

Eğer hala problem çözülmediyse, ARIZ başlangıç noktasına geri dönülmesini ve problemin üst sisteme göre tekrar formülasyon yapılmasını önerir. Bu döngü birkaç kere yapılabilir.

Aşağıdaki adımlar bir çözüm bulunduktan sonra uygulanır.

Adım # 7 : Fiziksel çelişkinin giderilmesinde kullanılan metodun analizi

Bu adımın ana hedefi çözümün kalitesini kontrol etmektir. Fiziksel çelişki en ideal şekilde çözüme kavuşturuldu mu?

Adım # 8 : Bulunan çözümün kullanılması

Bu adım yeni sistemin veya yan sistemlerin yerindeki etkilerinin analizine yardımcı olur. Hatta bulunan çözümü diğer teknik problemlerin çözümünde kullanılmasını da zorlar.

Adım # 9 : Çözüme götüren adımların analizi

Bu adım problemin çözümünde nerede gerçek işlevi kullanıldığının ARIZ'in önerdiğiyle karşılaştırılmasıdır. Sonuçların gerçek kullanımı için analizlerin içerir.

Kaynaklar

1- TRIZ Journal <http://www.triz-journal.com>

2- TRIZ Home page in Japan <http://www.osaka-gu.ac.jp/php/nakagawa/TRIZ/eTRIZ/index.html>

3- TRIZ Empire Home Page <http://home.earthlink.net/~lenkaplan/index.htm>

- 4- Classical TRIZ <http://www.ideationtriz.com>
- 5- ENSAM Project TRIZ <http://www.angers.ensam.fr/Ensam/enseignement/Triz/0.htm>
- 6- TRIZ Links <http://students.soros.karelia.ru/~alexandr/triz.htm>
- 7- TRIZ Nobosibirsk http://triz.fis.nsk.su/index_en.html
- 8- Problem Solving <http://minyos.its.rmit.edu.au/~e05578/prsolving.htm>
- 9- TRIZ Contradiction Matrix <http://almond.kek.jp/~mejuev/Triz/index.html>
- 10- What is TRIZ http://www.class.umd.edu/enme/808f/Presentations/Slide_Shows/TRIZ_Design/pp/frame.htm
- 11-Altshuller Instude for TRIZ Studies <http://www.aitriz.org>
- 12- Creativity Web <http://www.ozemail.com.au/~caveman/Creative/index2.html>
- 13- The Official TRIZ WWW Site <http://www.jps.net/triz/triz0000.htm>
- 14- Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ) <http://akao.larc.nasa.gov/dtc/c&i/triz.html>
- 15- TRIZ Consulting Inc. <http://members.aol.com/zroyzen/triz.html>
- 16- TRIZ Engin <http://www-personal.engin.umich.edu/~gmazur/triz/>
- 17- TRIZ Discussions http://www.xtab.se/tips_innovation/discuss/index-ett.html
- 18- TRIZ Koti Kolumbus <http://www.kolumbus.fi/kalran/engpage1.htm>
- 19- TRIZ <http://www.mv.com/ipusers/rm/TRIZ.htm>

40 YARATICI PRENSİP

Prensip 1. Dilimlemek, bölmek, parçalamak

- A. Bir nesneyi bir birinden bağımsız parçalara böl.
 - Ana bilgisayarların kişisel bilgisayarlarla değiştirilmesi.
 - Büyük bir kamyonun bir çekici ve römorkla değiştirilmesi (TIR)
 - Büyük projenin parçalanarak dağıtılması.
- B. Bir nesnenin kolayca parçalarına ayrılmasını sağla.
 - Modüler mobilyalar.
 - Boru tesisatçılığında kullanılan geçme eklemeler.
- C. Bölme veya dilimlenin derecesini (adedini) artırma.
 - Toz kaynak teknolojisinin kaynak teli yerine kullanılması

Prensip 2. Çıkarma, Ayırma

- A. bir nesnenin birbirine giren parçasını veya özelliğın ayrıştırılması, veya bir nesnenin sadece gerekli parçasını tek başına bırakmak.
 - Sesli hava kompresörünü binanın dışına ve sıkıştırılmış hava nerede gerekiyorsa oraya yakın yerleştir.
 - Sıcak ışık kaynağından ışığı ayırmak için optik kablo yada ışık borusu kullanma.
 - Hırsız mülkiyetten uzak tutmak için köpek havlaması sesini veren elektronik cihaz kullan.

Prensip 3. Lokal kalite

- A. Bir nesnenin yapısını tekdüzelikten tekdüze olmayan yapıya değiştirme, bir dış çevrenin (veya dış etkinin) tekdüzelikten tekdüze olmayacak şekilde değiştirme.

- Sabit basıncın yerine basınç gradyeninin kullanılması veya Sabit sıcaklığın yerine sıcaklık gradyeninin kullanılması.
- B. Bir nesnenin her bir parçasına uygun fonksiyonlar ver.
- Yemek kabının Sıcak, soğuk ve içecekler için özel bölümlerinin olması gibi.
- C. Bir nesnenin her bir parçasına farklı ve yararlı bir fonksiyon ekle.
- Silgili kalem.
 - Çivi sökecekli çekiç.
 - Bir çok fonksiyonlu bıçak.

Prensip 4. Simetri

- A. Bir nesnenin şeklini simetriklikten asimetrikliğe çevir.
- Simetrik olmayan karıştırma kapları veya vanalar daha iyi karışım sağlarlar (Çimento kamyonları, kek mikserleri)
- B. Eğer bir nesne asimetrikse, asimetrikliğini artır.
- Daha iyi sızdırmazlık için dairesel kesitli O ringleri oval kesit alanına çevirme.
 - Renkleri kaynaştırmak için astigmat optikleri kullanma.

Prensip 5 Kaynaştırma, Birleştirme

- A. Benzer veya aynı nesnelere yan yana getirme, benzer veya aynı nesnelere paralel operasyon için bir araya getirme.
- Bilgisayar ağındaki kişisel bilgisayarlar.
 - Bir paralel işlemci içindeki binlerce mikro işlemci.
 - Havalandırma sistemindeki vanalar.
 - Elektrik devre kartının her iki yüzündeki çipler.
- B. Birbirini takip eden veya paralel operasyonları aynı anda yapmak veya bir araya getirme
- Kan parametrelerini eşzamanlı analiz eden tıbbi cihaz.
 - Çimleri biçip parçalayan çim biçme makinası.

Prensip 6. Genellik

- A. Bir parça veya nesneyi birden çok fonksiyonu yerine getirebilecek şekilde yapmak.
- Diş fırçası sapının diş macununun içermesi.
 - Araba çocuk emniyet koltuğunun çocuk arabasına çevrilebilmesi.
 - Çimleri biçip parçalayan çim biçme makinası.

Prensip 7. Birbirinin içine girebilme

- A. Bir objenin içine bir başkasının veya başkalarını iç içe yerleştirebilme
- Ölçü kapları veya kaşıkları
 - Rus oyuncakları
- B. Bir parçanın diğerindeki bir boşluğa girmesi
- Uzatılabilir anten
 - Emniyet kayışı geri çekme mekanizması.
 - Uçak iniş kalkış teker mekanizması (15. Prensibini de gösterir.)

Prensip 8. Ağırlığını azaltma, Ağırlık dengeleme

- A. bir nesnenin ağırlığını dengelemek, bir nesneyi kaldırmayı sağlamak için başka nesnelere birleştirme.
- Ağaç kütüklerinin daha iyi yüzmesini sağlamak için kütüklere köpük yapabilen katkı maddesi verilmesi.
 - Reklam flamalarını taşımak için helyum dolu balonların kullanılması.
- B. bir nesnenin ağırlığını dengeleme, çevre ile ilişkisini kullanarak (Örn. Aerodinamik, hidrodinamik, kaldırma kuvveti ve diğer kuvvetler)
- Uçakların kanat şekline dolayı kanatın üst kısmında hava yoğunluğu az alt kısmında ise çoktur. Bu da kaldırma kuvveti yaratır. (prensip 4 asimetri)
 - Hirofiller gemiyi havaya kaldırarak suyun rezistans kuvvetlerini azaltır.

Prensip 9. Başlangıçta hareketsizlik (eylemsizlik)

- A. Eğer yararlı ve yararsız etkiler sahip bir eylemin yapılması gerekiyorsa, bu eylem zararlı etkiyi kontrol altına almak için başlangıçta eylemsizlikle yer değiştirilebilir.
- B. Bir nesnede ön gerilim yaratma, daha sonra istenilmeyen çalışma gerilimlerini karşılamaya yönelik olarak.
- Çimento dökmeden önce tellerin ön gerilmesi.
 - Zararlı etkilere maruz kalmamak için maskeleme: vücudun her yerinin X-ışınlarına maruz kalmaması için kurşun kalkanların kullanılması. Boyanması istenilmeyen korumak için maske kullanılması.

Prensip 10. Başlangıçta eylemli

- A. Bir nesnenin gerekli değişikliklerini istenilmeden önce yapmak (ya tamamen ya da kısmı olarak)
- Ön tutturmalı duvar kağıdı.
 - Ameliyat için gerekebilecek olan tüm aletlerin tepsisinde sterilize edilmesi.
- B. Nesnelerin ön düzenlenmesi öyle ki, en uygun yere yerleştirilmeli ve dağıtımı zaman kaybetmeksizin yapılacak şekilde düzenlenmeli.
- Fabrikalardaki *tam zamanında* üretim için Kanban Düzenlemesi.
 - Esnek üretim hücresi.

Prensip 11. Önceden güvenciliği sağlama.

- A. Nispeten güvenciliği az olan bir nesnenin tehlikeden önce güvenciliğini sağlamak.
- Hidrolik silindirlerin yastıklanması.
 - Ön paraşüt.
 - Kötü film pozu iyileştirmeye yönelik olarak kimyasal maddeyi yönlendirecek manyetik bandın kullanılması.

Prensip 12. Eşit potansiyellik.

- A. Bir potansiyel alanında pozisyon değişimlerini sınırlamak(Örn. Bir nesnenin yeçekimi alanında kaldırma veya indirme gereksinimini azaltmak için çalışma durumunu değiştirmek).
- Bir fabrikadaki ön yüklemeli yaylı parça dağıtım sistemi.
 - Bir kanaldaki iki su kütlelerinin ayrılması (Panama kanalı)

Prensip 13. Diğer yoldan dolanma.

- A. Problemi çözmek için eylemi (eylemleri) tersine çevirme (Örn. Bir nesneyi soğutma yerine ısıtma).
 - Sıkışmış parçaları ayırmak için dıştaki parçayı ısıtmak yerine içteki parçayı soğutmak.
- B. Hareketli parçaları (yada dış çevreyi) sabitle, sabit parçaları hareketlendir.
 - Kesici takımın yerine parçayı döndür.
 - Yürüyen merdivenler.
 - Yürüme bantları
- C. Nesneyi (ya da prosesi) alt üst yapmak.
 - Konteynerlardan yükü boşaltmak için ters çevirmek.

Prensip 14. Küresellik- bükümlü

- A. Düz parçalar, yüzeyler veya formlar kullanmak yerine, eğimli kullanmak; düz yüzeyden küresel yüzeye geçmek; küp şekilli nesneyi top şekilli bir nesneye dönüştürmek.
 - Mimarideki dayanımı artırmak için kullanılan eğimli kemerler ve kubbeler kullanmak.
- B. Silindir, bilye, spiral, kubbe kullanmak.
 - Spiral dişli (Nautilus) yük kaldırmak için devamlı rezistans üretir.
 - Tükenmez kalemlerde düzgün mürekkep dağıtımı için bilye ve silindir kullanma.
- C. Düz hareketi dönel harekete çevirmek, merkezkaç kuvvetlerini kullanmak.
 - Bilgisayar faresinin hareketini sadece yatay ve dikey yapacak şekilde düzenlemek.
 - Çamaşırın suyunu sıkmak için merkezkaç kuvvetinin çamaşır makinesi merdanelerinin yerine kullanılması.
 - Mobilyaları taşımak için silindirik teker yerine küresel tekerlerin kullanılması.

Prensip 15. Dinamik.

- A. bir nesnenin karakteristiğini, dış çevresini veya prosesi optimum olacak şekilde tasarlamak veya optimum çalışma durumunu bulma.
 - Ayarlanabilir direksiyon (veya koltuk, veya arkalık, veya aynalar)
- B. Bir nesneyi parçalayarak birbirlerine göre hareketli hale getirmek.
 - Kelebek bilgisayar klavyesi (prensip 7).
- C. Eğer bir nesne katı veya esnek değilse, onu hareketli veya ayarlanabilir yapmak.
 - Motorları incelemek için esnek boroskop
 - Tıbbi inceleme için esnek sigmoidoskop.

Prensip 16. Kısmi veya aşırı eylem

- A. Bulunan çözüm metoduyla bir nesnenin yüzde yüzünü elde etmek mümkün olmazsa o zaman bu metodu daha az veya daha fazla kullanılarak problemin çözümü oldukça kolay olabilir.
 - Boyama sırasında fazla boya atılıp daha sonra bu fazlalıklar geri alınabilir.

Prensip 17. Diğer boyut

- A. Bir nesneyi iki yada üç boyutlu geometriye taşımak.
 - İnfrared bilgisayar faresi gösteride iki boyut yerine üç boyutlu hareket eder.
 - Beş eksenli kesme takımı istenilen konuma göre yerleştirilebilir.
- B. Tek bir depolama düzeneği yerine çoklu depolama düzeneğinin kullanılması
 - Müzik zamanını ve çeşitliliğini sağlamak için 6 CD'li CD çalar.
 - Elektronik devre kartlarının her iki tarafına elektronik parçaların yerleştirilmesi.
- C. Nesneyi yana yatırmak, eğik yapmak
 - Damperli kamyon
- D. Verilen bir alanın diğer yanını kullanmak.
 - Yoğunluğu sağlamak için melez microelektronik devreler

Prensip 18. Mekanik titreşim.

- A. Bir nesnenin titreşmesine veya salınmasına sebep olmak.
 - Titreşen elektrikli oyma bıçağı.
- B. Frekansını artırmak (ultrasonik sese kadar)
 - Titreşimle toz dağıtımı.
- C. Bir nesnenin rezonans frekansını kullanma.
 - Ultrasonik kullanarak safra kesesi veya böbrek taşlarının kırılması.
- D. Mekanik titreştiriciler yerine fizoelektrik titreştiricilerin kullanılması.
 - Yüksek hassasiyetli saatler için quartz kristallerinin kullanılması.
- E. Ultrasonik ve elektromanyetik alan titreşimlerinin kullanılması.
 - Endüksiyon fırınında alışımların karışımları için kullanılması.

Prensip 19 Periyodik hareket.

- A. Sürekli hareket yerine periyodik veya pulse hareketini kullanmak.
 - Bir şeye çekiçle tekrar tekrar vurmak.
 - Devamlı siren yerine kesikli siren kullanmak.
- B. Eğer hareket halihazırda periyodik ise o zaman periyodik büyüklüğü veya frekansı değiştirmek
 - Bilgi iletmede Mors kodu yerine frekans modülasyon kullanmak.
 - Devamlı çalan sirenin sesinin büyüklüğünü ve frekansını değiştirin.
- C. Farklı bir hareket oluşturmak için ani itkilerin arasında boşluklar bırakın.
 - Süni teneffüs sırasında beş kez kalbe mesajdan sonra bir kez nefes vermek.

Prensip 20. Yararlı hareketin devamlılığı.

- A. Devamlı çalışmayı sağlamak, Bir nesnenin tüm parçalarının tam yükte tam zamanlı çalışması.
 - Volan (veya hidrolik sistemlerde akümülatör) enerjiyi depolar ve gerektiğinde sisteme geri verir.
- B. Tüm boş ve rölanti çalışma ve fasılalı işi yok etmek.
 - Bilgisayar yazıcılarındaki yazıcı kafalarının geri dönüşünde de yazma işini yapması.

Prensip 21. Acele etme

- A. Bir işlemi veya belirli adımları (zararlı veya tehlikeli işlemlerde) hızlı hareket etmek.
- Dokunun ısınmasını önlemek için dış deliçisini yüksek devirde kullanmak.
 - Plastik plasterlerde delikler kullanılarak dokunun ısısını buralardan dengelemesi ve deformasyonun önlenmesi.

Prensip 22. 'Limonları limonataya çevirmek'

- A. Pozitif bir etki elde etmek için zararlı faktörleri (özellikle, çevrenin veya çevresinin zararlı etkilerini)
- Elektrik enerjisi kullanmak için atık ısıyı kullanmak.
 - Bir prostedeki atıkların diğer bir işlem için hammadde olarak kullanılması.
- B. Problemin tekrar çözümü için zararlı bir eylemin içine diğer bir zararlıyı ekleyerek çözmek.
- Aşındırıcı solüsyonun içine hafifletici eklemek
 - Dalgıçlar için helyum-oksijen karışımını kullanmak, hava ve diğer nitroks karışımlarından nitrojen narkoz ve oksijen zehirlenmesini önlemek için
- Zararlı bir faktörü zararlı olamayınca kadar artırmak
- Orman yangınlarını önlemek için geri tepme yangını yapmak.

Prensip 23 Geri besleme

- A. Bir prosesi veya hareketi iyileştirmek için geri besleme kullanılması.
- Otomatik ses kontrolü.
 - Basit uçaklarda otopilot için jayrocompastan gelen sinyalleri kullanmak.
 - İstatistikal proses kontrolü – Bir prosesin ne zaman değiştirilmesi gerektiğine karar vermek için ölçümlerin kullanılması. (tüm geri besleme sistemleri otomasyon için değildir)
- B. Eğer halihazırda geri besleme kullanılıyorsa, onun büyüklüğü veya etkisini değiştirme.
- Bir hava alanının 5 millik alanı içerisinde otopilotun hassasiyetinin değiştirilmesi.

Prensip 24. Aracı kullanmak.

- A. Bir aracı nesne veya proses kullanmak.
- Ayakkabıcıların kullandığı çivi tutacağı.
 - Maşa
- B. Bir nesneyi bir diğeriyle kolayca ayrılabilir şekilde birleştirmek.
- Sıcak yemek kaplarını taşımak için kullanılan kap tutucuları.

Prensip 25. Self servis

- A. Bir nesnenin yan faydalı fonksiyon yaparak kendi kendine hizmet etmesini sağlamak.
- Bir soda pompasının içeceklerdeki fişirdama sesini veren karbondioksitin basıncıyla çalışması.
 - Halojen lambaların kullanım sırasında filamentini yenilemesi-buharlaştan materyalin depolanmasıyla.

- Çeliğin alüminyuma kaynatılması, aracı alternatif ince iki materyalin oluşturulmasıyla.
- B. Atık kaynakları, enerjiyi veya maddeleri kullanmak.
- Hayvan atıklarının gübre olarak kullanılması.
 - Yiyecek ve çimen artıklarını kullanarak organik gübreye çevirmek.

Prensip 26. Kopyalama.

- A. Mevcut olmayan, pahalı, kırılabilir bir nesne yerine basit ve ucuz kopyasının kullanılması.
- Pahalı bir tatil yerine bilgisayarda sanal gerçeklikte tatil yapmak.
 - Bir seminer katılma yerine teypten dinlemek.
- B. Bir nesneyi veya prosesi optik olanla değiştirmek.
- Yüzeyle araştırma yapmak yerine uzayda çekilmiş fotoğraflardan araştırma yapmak.
 - Bir nesnenin ölçümünü onun fotoğrafından yapmak.
 - Fetusun sağlığını kontrol etmek için direkt muayene yerine ultrason görüntülerini kullanmak.
- C. Eğer halihazırda görünür optik kopyalar kullanılıyorsa, kızıl ötesi veya mor ötesi kopyalarını kullan.
- Isı kaynaklarını tespit etmek için kızıl ötesi görüntülerini kullanmak, ürünlerdeki hastalıkları veya güvenlik bölgesini ihlal edenleri belirleme için.

Prensip 27. Ucuz kısa ömürlü nesnelere.

- A. Ucuz bir nesne yerine çoklu ucuz nesnelere değiştirme, belirli özellikleri içerecek şekilde (örneğin hizmet ömrü gibi).
- Kullanılıp atılabilen kağıt nesnelere yıkılarak tekrar tekrar kullanılan nesnelere yerine kullanmak.
 - Plastik bardaklar, bir çok tıbbi malzemeler gibi.

Prensip 28. Mekanik yerine koyma

- A. Mekanik olanların yerine duyarlı (optik, akustik, tatma veya koklama) olanlarla değiştirilmesi.
- Fiziksel parmaklıklar yerine bir köpek veya kediyi akustik parmaklıklar arasında tutmak (hayvanlar tarafından duyulabilecek sinyallerle).
 - Mekanik veya elektrik duyarlı yerine, gaz kaçağı alarmı için doğal gazların kötü kokan bileşiklerini kullanmak.
- B. Nesne ile birbirlerini etkilemek için elektrik, manyetik ve elektromanyetik alanların kullanılması.
- İki tozu birbirine karıştırmak için birisini elektrostatik olarak pozitif yükle diğerini negatif yükle yüklemek. Ya alanları bu tozları yönlendirmek için kullanın ya da onları mekanik olarak karıştırdıktan sonra tozların birbirleriyle uyuşması için kullanın.
- C. Sabit alanlardan hareketli alanlara geçiş, yapısal alanlardan yapısal olmayan alanlara geçiş.
- İletişim için tek yönlü yayınlar kullanılırken şimdi antenler aracılığıyla değişik şekillerde yayılmalar kullanıyoruz.

- D. Alanın etkisiyle hareketlendirilebilen parçacıklarla birlikte alanın kullanılması (mıknatıslanan).
- Mıknatıslanan malzeme içeren bir nesneyi değişken manyetik alan kullanarak ısıtılması. Eğer sıcaklık Curie noktasını aşarsa o zaman malzeme mıknatıslanma özelliğini kaybeder ve artık daha fazla ısı ememez.

Prensip 29. Pnömatik ve hidrolik

- A. Bir nesnenin katı parçalarının yerine gaz ve sıvı kullanılması.
- Jel ile doldurulmuş rahat ayakkabı tabanı.
 - Hidrolik bir sistemde bir aracın yavaşlamasındaki enerjiyi depolamak daha sonra bu depolanmış enerjiyi hızlandırmak için kullanmak.

Prensip 30. Esnek kabukların ve ince filmlerin kullanılması.

- A. Üç boyutlu yapılar yerine esnek kabuklar ve ince filmlerin kullanılması.
- Tenis kortlarını kışın üstünü kapamak için ince film balonlarını kullanmak.
- B. Dış çevreden nesneyi korumak için esnek kabuk ve ince filmlerin kullanılması.
- Buharlaşmayı önlemek için depolarda bipolar malzemelerin kullanılması.

Prensip 31. Gözenekli materyal

- A. Bir nesneyi gözenekli yapmak yada gözenekli elemanlar eklemek.
- Bir yapıdaki ağırlığı azaltmak için deliklerin delinmesi.
- B. Eğer bir nesne halihazırda gözenekli ise, bu gözeneklere yararlı madde veya işlev yükleyerek kullanmak.
- Gözenekli yapıyı gözeneklerine yağlayıcı emdirerek yatak elemanı olarak kullanmak.
 - Filtre olarak kullanmak.

Prensip 32. Renk değiştirme.

- A. Bir nesnenin yada dış çevresinin rengini değiştirme.
- Fotoğraf karanlık odasında kullanılan lambaların rengi
- B. Bir nesnenin yada dış çevresinin şeffaflığını değiştirme.

Prensip 33. Aynı cinsten olma.

- A. Birbiriyle ilişkili olanları aynı cins malzemedan (yada benzer malzemedan) yapma.
- Kabı da saklanacak materyal ile aynı cinsten yaparak kimyasal reaksiyonları önlemek.
 - Elmas kesicisi için elmas kullanmak.

Prensip 34. Atma ve yeniden ele alma.

- A. Bir nesnenin bir kısmını işlevini yerine getirirken atması (buharlaşması, çözünerek azalması gibi) veya bu azalmayı yapmasını sağlamak.
- İlaçlarda kullanılan çözünebilen kapsüller.
- B. Operasyon sırasında bir nesnede tükenen parçaların kullanılması.
- Kendi kendine bilene bilen çim biçme makinası bıçakları.

Prensip 35. Parametre değişikliği.

- A. Nesnenin fiziksel halini değiştirmek (katı, sıvı, gaz gibi).
 - Sıvı doldurulmuş sakızların sıvısını önce dondurup sonra sakızla kaplanması.
 - Oksijen veya nitrojen gibi gazları sıvı olarak taşımak
- B. Konsantrasyonunu veya yoğunluğunu değiştirmek.
 - Sıvı sabunlar diğer sabunlardan daha akışkan olup kullanımını oldukęa kolay ve çoklu kullanılıcılarının olduğu yerde hijyenik açıdan daha sağlıklıdır.
- C. Esneklik derecesini değiştirme.
 - Bir konteynere dūřen parçanın sesini azaltmak için konteynerin duvarlarının hareketini kısıtlayarak ayarlanabilir sönümleyiciler kullanmak.
 - Esnekliğini ve dayaklılığını değiştirmek için ebonitleştirilmiş lastik kullanma
- D. Sıcaklık değiştirmek.
 - Sıcaklığı Cruie noktasının üzerine çıkararak bir maddenin ferromagnetik yapıdan paramatik yapıya dönüştürmek.
 - Yiyecekleri pişirmek için sıcaklığı artırmak (Tadını, aromasını, kimyasal yapısını değiştirmek).

Prensip 37. Hal geçişleri

- A. Hal geçişleri sırasında oluşan olayları kullanmak.
 - Su soğutulduğu zaman hacmi genişler. Eski zamanlarda suyun bu özelliği kullanarak mermer ocaklarından mermer çıkarılmıştır.
 - Isı pompası buharlaşma ısısını kullanır ve yoğunlaşma ısısı kapalı bir termodinamik dōngüde faydalı içe çevrilir.

Prensip 37. Termal genleşme

- A. Malzemelerin termal genleşmesini (veya kasılmasını) kullanmak.
 - Sıkı geçme yapmak için i parçayı soğutulup dış parça ısıtılır ve birbirinin içine sokularak denge konumuna gelmeleri beklenir.
- B. Eğer termal genleşme kullanılıyorsa, farklı genleşme katsayılarına sahip malzemeleri kullanmak
 - Basit yaprak termostat (iki farklı genleşme katsayısına sahip malzeme birbirine yapıştırılarak oluşturulmuştur, ısıtıldığı zaman bir yana doğru eğilir).

Prensip 38. Kuvvetli oksitlendiriciler.

- A. Oksijenle zenginleştirilmiş havanın normal havayla değiştirilmesi
 - Dalęı tüplerindeki hava
- B. Saf oksijenle zenginleştirilmiş havanın değiştirilmesi
 - Oksiasetlen kaynağının kesme için kullanılması
 - Yüksek basınçlı oksijen ortamında yaradaki bakterilerin öldürölerek iyileşmesini sağlamal
- C. İyonize radyasyon için oksijen yada hava kullanmak.
- D. İyonlaştırılmış oksijen kullanmak.
 - Hava temizleyicisinde hava kirleticilerini yakalamak için iyonlaşmış hava kullanmak.
- E. Ozonu iyonize oksijenin yerine kullanmak.
 - Kullanmadan önce gazı iyonlaştırarak kimyasal reaksiyonları hızlandırmak

Prensip 39. Eylemsiz atmosfer

- A. Normal çevreyi eylemsiz (etkisiz) olanla değiştirmek.
 - Argon atmosfer kullanarak sıcak metalin pullanmasını önlemek.
- B. Bir nesneye doğal veya eylemsiz katkıların eklenmesi.
 - Toz deterjanların hacmini artırmak için içine etkisiz katkı maddelerinin katılması.

Prensip 40. Komposit malzemeler

- A. Tek düze malzemeyi komposit olanla değiştirmek
 - Bazı uçak parçaları
 - Sörf tahtaları