

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YARATICI PROBLEM ÇÖZME TEKNİĞİ YARDIMIYLA
KONSTRÜKTİF BİR PROBLEMİN ELE ALINMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Hüseyin Caner DURAN**

Anabilim Dalı : Makina Mühendisliği

Programı : Konstrüksiyon

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Vedat TEMİZ

HAZİRAN 2011

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YARATICI PROBLEM ÇÖZME TEKNİĞİ YARDIMIYLA
KONSTRÜKTİF BİR PROBLEMİN ELE ALINMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Hüseyin Caner DURAN
(503091230)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 06 Mayıs 2011
Tezin Savunulduğu Tarih : Haziran 2011**

**Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Vedat TEMİZ (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri : Doç. Dr. Ad SOYAD (ODTÜ)
Yrd. Doç. Dr. Ad SOYAD (BÜ)**

HAZİRAN 2011

Aileme,

ÖNSÖZ

Yaratıcı problem çözme tekniğinin konstrüktif problemlerin çözümü esnasında nasıl yardımcı olabileceğini ve örnek bir konstrüktif problemin bu şekilde çözülmesini ele alan bu tez kapsamında, araştırmalarımda bana sabırla yol gösteren, benden değerli birikimlerini, düşüncelerini ve zamanını esirgemeyen ve lisans eğitimimden itibaren yaptığım çalışmalarda destek olan değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Vedat TEMİZ' e teşekkür ederim.

Bu tez çalışması esnasında bana sunulan eğitim imkanları için BSH Ev Aletleri San. Ve Tic. A.Ş. ' ye, tez kapsamında çözüme ulaştırılan örnek problem ve teknik desteklerinden dolayı BSH Fırın Fabrikası geliştirme bölümü yönetici ve çalışanlarına, sağladıkları destek için BSH Fikri Haklar bölümü yönetici ve çalışanlarına, tez çalışması kapsamında bana gösterdikleri anlayış ve sabır için İnovasyon ve Teknoloji Yönetimi departmanı yöneticisi ve çalışanlarına teşekkür ederim.

Son olarak, dünden bugüne benden hiçbir şekilde desteklerini esirgemeyen, tez çalışması esnasında da beni maddi manevi destekleyen, değerli ve sevgili anne ve babama ve ailemize yeni katılacak olan sevgili Gaye Özkan'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Mayıs 2011

Hüseyin Caner Duran
(Makina Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	xv
SUMMARY	xvii
1. KONSTRÜKSİYON SİSTEMATİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	1
2. YARATICI PROBLEM ÇÖZME TEKNİĞİ ve KONSTRÜKSİYON SİSTEMATİĞİNE ADAPTE EDİLMESİ.....	15
2.1 TRİZ Nedir?	15
2.2 TRİZ Neden & Nasıl Doğmuştur?	15
2.3 Yaratıcılık seviyesi	18
2.4 TRİZ'in Kullanım Alanları Nelerdir?	19
2.4.1 Teknik sistem geliştirme aşaması	19
2.4.2 Mükemmellik	20
2.5 TRİZ Araç ve Metodları Nelerdir?.....	21
2.5.1 40 Prensipte nedir?.....	21
2.5.2 Çelişkiler matrisi nedir?	34
2.6 TRİZ' in Konstrüksiyon Sistematiğine Adapte Edilmesi	37
3. ÖRNEK KONSTRÜKTİF PROBLEM	43
3.1 Problemin Tanımı.....	43
3.1.1 20.101 nolu madde	43
3.1.2 20.102 nolu madde	44
3.2 Temel Çözümün Geliştirilmesi	44
3.2.1 Yaratıcı problem çözme tekniğinin probleme uygulanması	44
3.2.2 Diğer kapı-menteşe çözümü örnekleri:	47
3.2.3 Mevcut durumun analizi	48
3.2.3.1 Mentese	48
3.2.3.2 Mentese karşılığı	49
3.2.3.3 Gövde flanşı	50
3.2.3.4 Sistemin çalışması	50
3.3 Matematik Modelin Oluşturulması	53
3.3.1 G kuvvetinin tespit edilmesi	53
3.3.1.1 Fırın ağırlık merkezinin bulunması	53
3.3.1.2 Fırın devrilme testinin yapılması	54
3.3.1.3 Moment denklemleri yardımıyla G kuvvetinin bulunması	55
3.3.2 Tepsilerin dahil edilmesi	55
3.3.3 Kuvvet dağılımlarının tespit edilmesi	56
3.4 Çözüm Alternatifleri ve Seçimi.....	59

3.5 2 nolu Çözüm Önerisinin Detaylandırılması	60
4. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	85
KAYNAKLAR.....	89
EKLER.....	91

KISALTMALAR

TRİZ	: Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch
TIPS	: Theory of Inventive Problem Solving
IEC	: International Electrotechnical Commission
PROSIT	: Product development and systematic innovation

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1.1 : 1950 – 1980 Kronolojik tasarım metodolojileri [2].	6
Çizelge 1.2 : 1980 – 1990 Kronolojik tasarım metodolojileri [2].	7
Çizelge 1.3 : 1990 – 2005 Kronolojik tasarım metodolojileri [2].	9
Çizelge 2.1 : Problem kategorileri.	19
Çizelge 2.2 : Genel çelişki parametreleri.....	35
Çizelge 3.1 : Çözüm alternatifleri.....	59
Çizelge 3.2 : Alternatif değer tablosu.	71
Çizelge 3.3 : Yeni alternatiflerin test sonuçları.	72
Çizelge 3.4 : PS 168N Mekanik özellikler [9].....	78
Çizelge A.1 : Çelişkiler matrisi.	92

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Tasarım ödevlerinin sınıflandırılması [1].....	1
Şekil 1.2 : Ürün yaşam döngüsü [2].	2
Şekil 1.3 : Genel tasarım yaklaşımı [2].	4
Şekil 1.4 : Bölümler arası bilgi akışı [2].....	5
Şekil 1.5 : Seri üretime uygun, üretime dair adımlar [2].....	5
Şekil 1.6 : TRİZ'in uygulanacağı alanlar.	11
Şekil 1.7 : TRİZ ile problem çözme [3].....	12
Şekil 1.8 : TRİZ kullanım adımları.....	13
Şekil 2.1 : Avantaj birimleri.	16
Şekil 2.2 : Yaratıcılık periyodu [5].	17
Şekil 2.3 : Problem çözme teknikleri [5].	18
Şekil 2.4 : Ürün hayat seyirleri [5].	20
Şekil 2.5 : Çelişki matrisi (bir bölümü).	37
Şekil 2.6 : TRİZ kullanım adımları.....	38
Şekil 2.7 : TRİZ kullanım alanları.	38
Şekil 2.8 : TRİZ kullanım adımları, geri bildirimler.	39
Şekil 2.9 : TRİZ kullanım adımları, geri bildirimler.	40
Şekil 2.10 : TRİZ kullanım adımları, orta - uzun vade.....	41
Şekil 3.1 : Çelişkiler matrisinden problemin çözümüne dair alınan kesit.	45
Şekil 3.2 : 1 nolu prensibe dair örnek.	46
Şekil 3.3 : Bölümleme prensibinin fırına uygulanması 47	47
Şekil 3.4 : Bölümleme prensibinin fırına uygulanması,şematik gösterim..... 47	47
Şekil 3.5 : Menteşe örnekleri [8].	48
Şekil 3.6 : Menteşe.	49
Şekil 3.7 : Menteşe karşılığı.	50
Şekil 3.8 : Gövde flanşı.	50
Şekil 3.9 : Fırın genel görünüm.	50
Şekil 3.10 : Sistem görünümü.....	51
Şekil 3.11 : Mevcut durumdaki kuvvet akış şeması 51	51
Şekil 3.12 : Mevcut durum.	52
Şekil 3.13 : Menteşe dili ile menteşe karşılığının montajı.	52
Şekil 3.14 : Fırın model konsepti.....	53
Şekil 3.15 : Ağırlık merkezi için ölçümlerin yapılması.....	54
Şekil 3.16 : Fırın devrilme testleri.	54
Şekil 3.17 : Örnek tepsi 55	55
Şekil 3.18 : Sadeleştirilmiş kuvvet dağılımı.	57
Şekil 3.19 : Tasarım sınırlandırıcı.	57
Şekil 3.20 : Tasarım sınırlandırıcı.	57
Şekil 3.21 : Etkiyen kuvvetlerin detaylı gösterimi.	58
Şekil 3.22 : Tasarıma ait matematik model 61	61
Şekil 3.23 : Mevcut menteşe dili 62	62
Şekil 3.24 : Fırın kapısının normalden fazla açılması durumu..... 63	63

Şekil 3.25 : Menteşe dilinin hareket hali.	64
Şekil 3.26 : Menteşe dilinin hareket birimleri.	65
Şekil 3.27 : Yeni tasarıma ait çizimler.	66
Şekil 3.28 : Kuvvet – Moment dağılımları	67
Şekil 3.29 : St 37 malzemeye sahip tasarımın ağ yapısı örülmüş hali.	68
Şekil 3.30 : St 37 malzemeye sahip tasarımın gerilme analizi.	68
Şekil 3.31 : St 37 malzemeli pimin gerilme değerleri.	69
Şekil 3.32 : St 37 malzemeye sahip tasarımın birim şekil değiştirme analizi.	69
Şekil 3.33 : St 37 malzemeli pimin birim uzama değerleri.	70
Şekil 3.34 : 3 nolu alternatifin test sonrası görüntüsü.	71
Şekil 3.35 : Test sonuçları.	72
Şekil 3.36 : Çelişkiler matrisinden problemin çözümüne dair alınan kesit.	73
Şekil 3.37 : PS 168 N malzemeye sahip tasarımın ağ yapısı örülmüş hali.	75
Şekil 3.38 : PS 168 N malzemeye sahip tasarımın gerilme analizi.	75
Şekil 3.39 : PS 168 N malzemeli pimin gerilme değerleri.	76
Şekil 3.40 : PS 168 N malzemeye sahip tasarımın birim şekil değiştirme analizi. ...	76
Şekil 3.41 : PS 168 N malzemeli pimin birim uzama değerleri.	77
Şekil 3.42 : PS malzemeli prototip.	78
Şekil 3.43 : Secant modülü-uzama eğrisi [9].	79
Şekil 3.44 : Ayak kesiti.	79
Şekil 3.45 : Gerilme – uzama eğrisi [9].	81
Şekil 3.46 : Çentikli tasarım, orijinal boyut.	81
Şekil 3.47 : Tasarım çizimleri.	82
Şekil 3.48 : Tasarım çizimleri, kapı sistemi.	82
Şekil 4.1 : TRİZ’in gelişim evreleri [3].	86
Şekil 4.2 : TRİZ’in adapte edilmesi.	87

YARATICI PROBLEM ÇÖZME TEKNİĞİ YARDIMIYLA KONSTRÜKTİF BİR PROBLEMİN ELE ALINMASI

ÖZET

İşletmelerde karşılaşılan problemlerin çözümünde ya da yürütülen projelerde belli başlı konstrüksiyon sistematiği ve teknikler kullanılmaktadır. Bu tez kapsamında, özellikle seri üretime uygun ve problem odaklı olarak gelen teknik ödevlerin yaratıcı problem çözme tekniği yardımıyla nasıl ele alınabileceğine dair çalışmalar yapılmıştır.

İlk bölümde bu çalışmanın hangi sebeplerden dolayı ele alındığı detaylandırıldıktan sonra konstrüksiyon sistematiği hakkındaki çalışmalar aktarılmış ve yaratıcı problem çözme tekniğinin hangi adımlarda uygulanabileceği tespit edilmeye çalışılmıştır. İkinci bölümde yaratıcı problem çözme tekniğine dair detaylı bilgiler verilmiş, bu tekniğinin nasıl doğduğu ve araç ve metodlarının ne olduğu detaylandırılmıştır. Ek olarak TRİZ'in ilk bölümde belirlenen alanlarda nasıl uygulanabileceğine dair modeller oluşturulmuş ve uygulanabileceği türler ve şekiller detaylandırılmıştır.

Üçüncü bölümde ise, IEC/EN 60335 standardına uyum sağlamayı hedefleyen bir problem örnek olarak ele alınmıştır. Problem kapsamında fırın kapısının açık ve yüklü olması halinde belli yükleme değerleri altında fırının devrilmemesi istenmektedir. Yaratıcı problem çözme tekniği yardımıyla, ikinci bölümde oluşturulan modeller ile çözüm alternatifleri üretilmiş ve uygun olan çözüm seçilerek detaylandırılmıştır.

Son bölümde ise tez kapsamında önerilen bu yöntemler değerlendirilmiş ve firmalara sağlayıcı katma değerden bahsedilmiştir. Ek olarak bu ve benzer yöntemlerin gelişimini sürdürerek bilgisayar destekli inovasyonu oluşturacağı ve gelecekte standart bir ürün olarak mühendislerin kullanımında olan bir ürün olacağına dair bilgiler verilmiştir.

EVALUATION of an ENGINEERING PROBLEM with THEORY of INVENTIVE PROBLEM SOLVING METHOD

SUMMARY

Different engineering systematics and methods are in use at the companies for solving problem and managing project. In the context of this thesis, creating new approaches with the the adaptation of theory of inventive problem solving (TIPS) to the engineering design systematic is aimed to take more efficient solutions for technical tasks which are problem oriented and appropriable to mass production.

At first chapter, the reason of handling this topic shared and studies shared about engineering design systematics. Later, the adaptation points' of theory of inventive problem solving method determined.

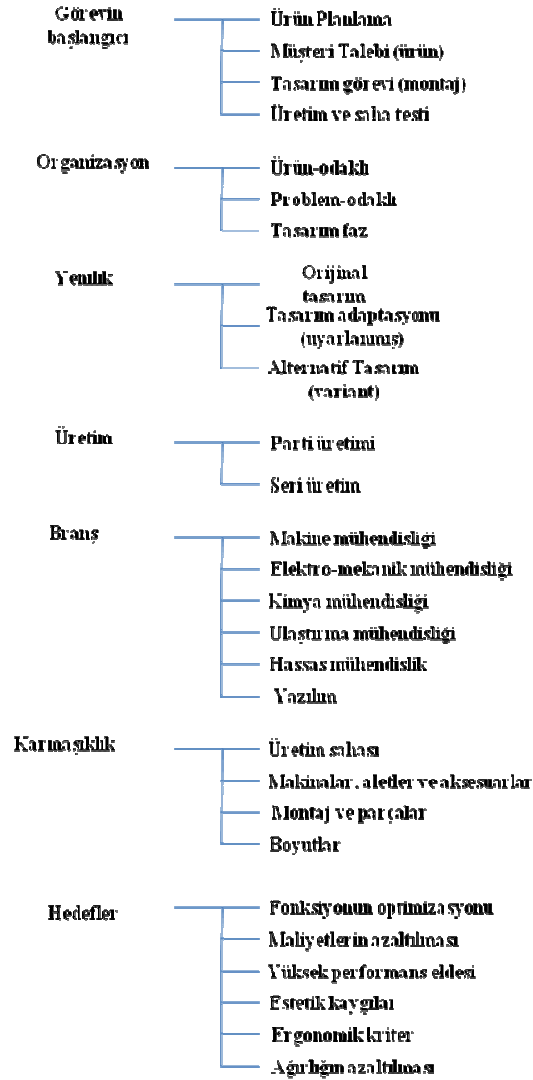
At second chapter, there is some useful informations about TIPS such as how is it created and what is its tools and methods. In addition, there is an information and new models with detail kinds and figures about the application of TIPS to the points which were determined at the first chapter.

At third chapter, a problem which is about adaptation to IEC/EN 60335 standart was handled as an example. Problem is about the oven doors and the stability of oven, as a detail ovens shall have adequate stability when the open door is subjected to a load. With appropriate new model solutşon alternatives created and proper one was elaborated as an engineering solution.

At final chapter, new approaches and models were evaluated and their additives to the companies was mentioned. Moreover, development of this and similar technics will continue and form the formation of computer aided innovation which may be a standart tool for an engineers.

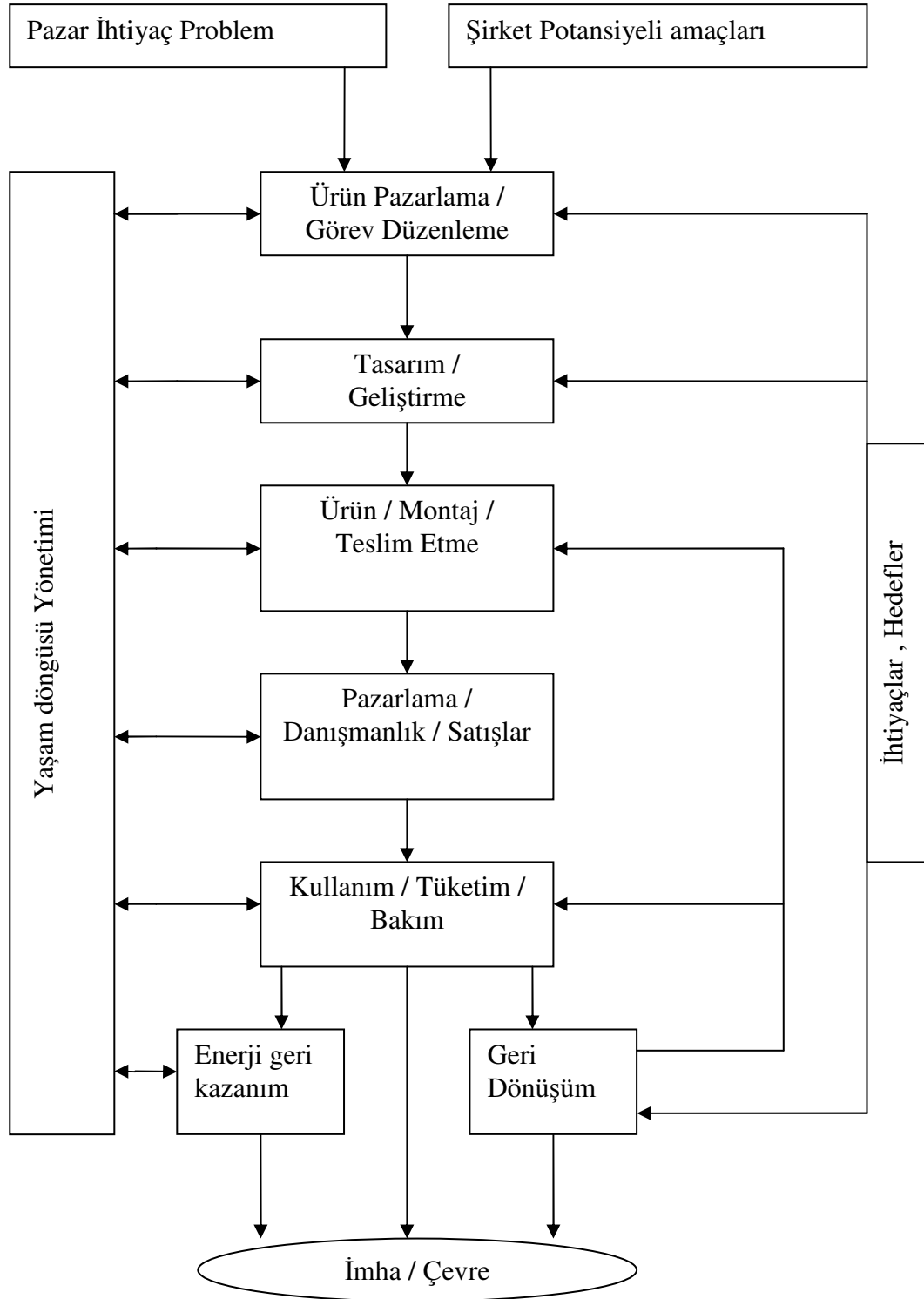
1. KONSTRÜKSİYON SİSTEMATİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Mevcut problemlerin çözümünde kullanılan değişik konstrüksiyon sistematiikleri bulunmaktadır. Konstrüksiyon sistematiğini kullanılmasındaki amaç sistemli bir şekilde gelen isteklere yanıt verecek olan ürünü oluşturmaktır. Tasarım istekleri aşağıdaki tabloda da görüleceği üzere değişik karakterlere sahiptirler. Bu çalışma kapsamında, problem odaklı ve seri üretime uygun olarak gelen tasarım ödevleri öncelikli olmak üzere, bu ödevlerin çözümüne ait konstrüksiyon sistematiikleri üzerinde durulmuştur.



Şekil 1.1 : Tasarım ödevlerinin sınıflandırılması [1].

Bir ürüne ait olan yaşam döngüsü genel hatlarıyla şekil 1.2’ de görüldüğü gibidir. Bu çalışma kapsamında daha önce de belirtildiği üzere ve aynı zamanda aşağıda yer alan ürün döngüsünün başında da bulunan ilk girdi olan “problem/ihtiyaç/pazar” özelindeki sistematikler ele alınıp detaylandırılacaktır.



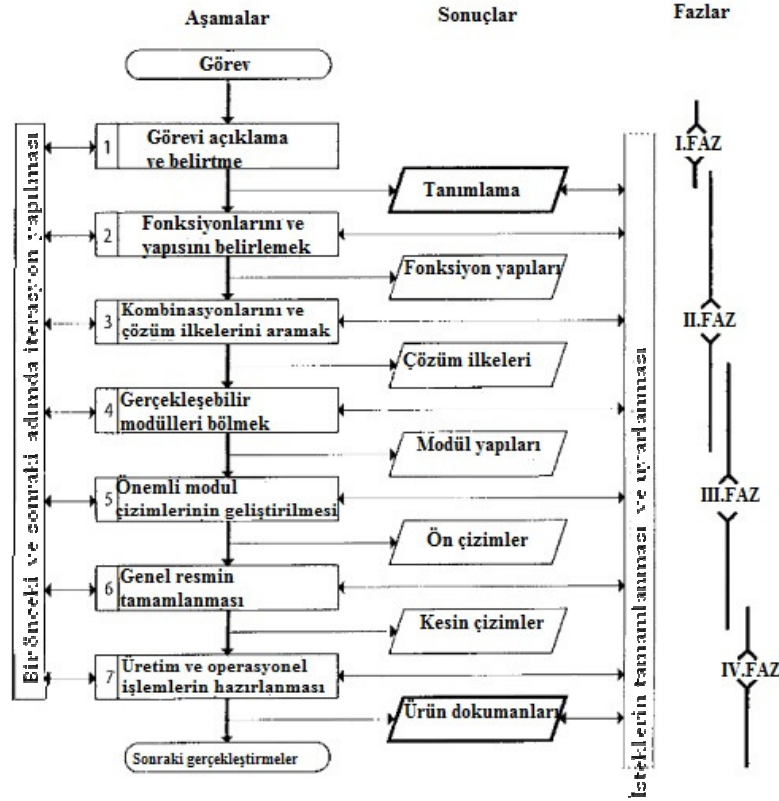
Şekil 1.2 : Ürün yaşam döngüsü [2].

Ürün yaşam döngüsü genel olarak yukarıda yer aldığı gibidir, sanayinin ihtiyaçları göz önüne alındığında devamlı yeni bir ürün tasarımının yapılmadığı aynı zamanda mevcut ürünleri geliştirmeye yönelik olarak çalışmaların yapıldığı da gözlemlenmektedir. Problem odaklı ürün geliştirme sürecinde esnek ve hızlı çözümlere olanak tanıyan ve aynı zamanda seri üretime yatkın olan sistematik üzerine çalışmalar yapılmıştır. Aşağıda yer alan maddeler bu çalışmanın ele alınma sebeplerini sıralamaktadır:

- Pazarın son derece dinamikleşmesi ve pazara uyum sağlayabilmek için yeni teknolojilerin/tasarımların/müşteri taleplerinin çabuk adapte edilmesi gerekliliği,
- Mevcut ürünler hakkında gelen müşteri şikayetlerinin tasarım değişikliğini zorunlu kılması,
- Karşılaşılan anlık problemler,
- Bütün organizasyon içinde tasarım kısmına daha az zaman kalabilmesi,

Mevcut yöntemler oldukça başarılı sonuçlar verebilmektedirler, ama küçük ve kısa sürede yanıt bekleyen problemlerin çözümünde etkin olamamaktadırlar. Bu tarz kısa vadeli problemlerde sistematik uygulanmadığı takdirde başarısızlık gözlemlenebilmektedir, sistematik uygulandığında ise zaman sıkıntısı ile karşılaşmaktadır.

Tüm bunlara ek olarak yapılan çalışmanın fayda edeceği bir diğer nokta da uzun vadeli geliştirme projeleridir. Bu tarz projelerde birçok birim birlikte çalışmaktadır. Aynı zamanda projenin ilerlemesinin kontrol edildiği belli adımlar ve fazlar bulunmaktadır. şekil 1.3 de görüleceği üzere her fazı tamamlamak için belirli kriterleri yerine getirmiş olmak gerekmektedir. Bu da her faz geçişinde yeni problemler ile karşılaşmak demektir.

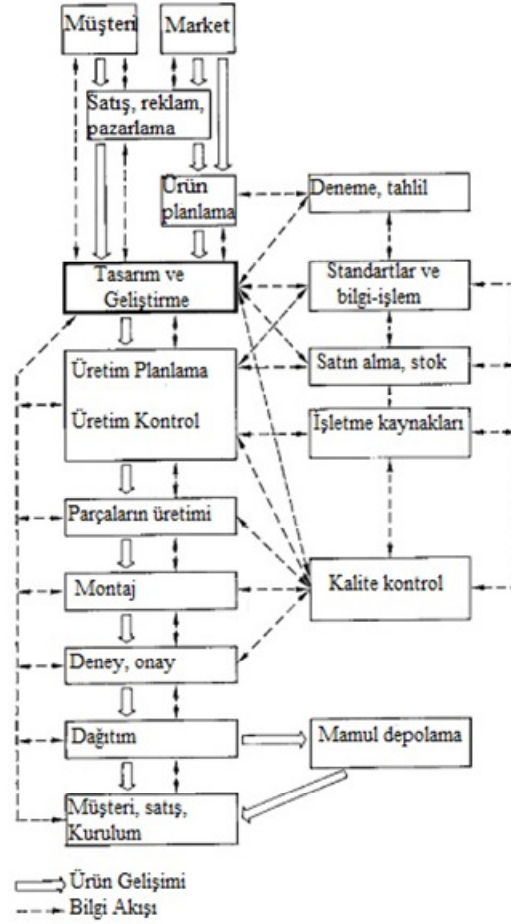


Şekil 1.3 : Genel tasarım yaklaşımı [2].

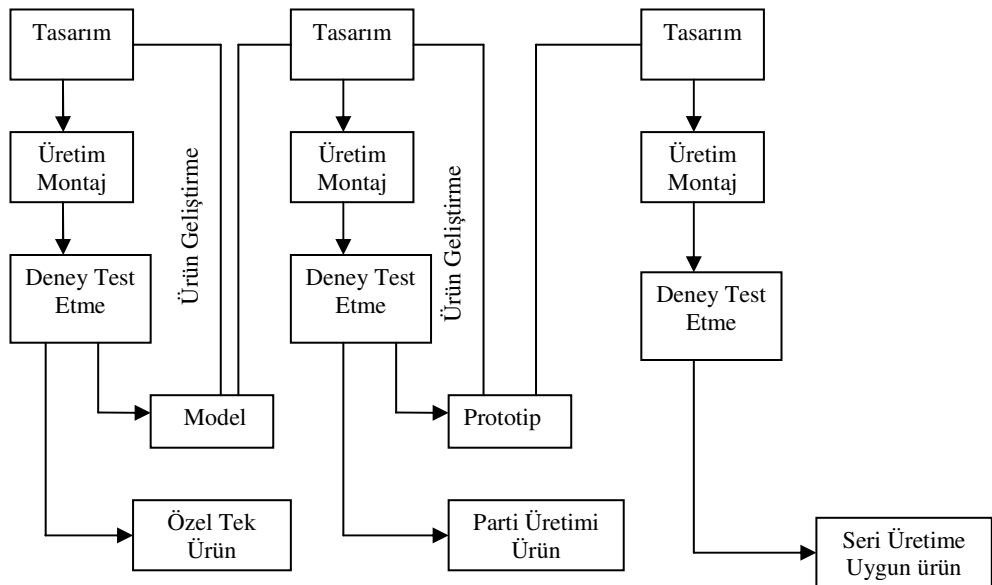
Şekil 1.4 olarak yer alan iş akış şemasında gözlemlenebileceği üzere tez kapsamında odaklanılmış olan “Tasarım ve Geliştirme” birimi birçok birimle direkt haberleşme halindedir. Bu kapsamda da birçok birimden yaptığı çalışmalara dair olumlu ya da olumsuz geri dönüşler almaktadır. Yaptığı işi geliştirmesine yönelik aldığı geri dönüşlere tepki vermesi zorunluluğu yeni bir problemle karşılaştığı anlamına gelebilmektedir.

Tüm bunlara ek olarak fazlar arası geçişteki problemlere ilave olarak Şekil 1.5’de görülen seri üretim adımları arası geçişlerde de problemler gözlemlenmektedir. Problemin detayına göre bu adımlar için ayrılmış olan zaman değişmektedir. İlgili adımlarda çalışan birimler ise bir sonraki resimde görülmektedir. Tüm birimler arasında bir etkileşim ve geri dönüşüm bulunmaktadır. Problem bazlı ödevlerde zaman genellikle kısa olduğundan dolayı bu prosesler arasındaki iletişim hızlanmalı ve aynı zamanda bazıları da aradan çekilmelidir. Fakat genel organizasyon ele alındığında bazı birimlerin aradan çekilmesi başarısızlığa neden olabilir, bundan dolayı bu çalışmada tasarım geliştirme sürecinin nasıl daha kısa ve efektif

olabileceğine dair detaylar “Yaratıcı problem çözme tekniğinin” konstrüksiyon sistematığına adapte edilmesi ile yer alacaktır.



Şekil 1.4 : Bölümler arası bilgi akışı [2].



Şekil 1.5 : Seri üretime uygun, üretime dair adımlar [2].

1950 li yıllarda başlayan ve kronolojik olarak aşağıda listelenmiş olan tasarım metodolojilerinden özellikle Altshuller ve Pahl, Betz tarafından geliştirilen metodolojiler problem odaklı ödevler için sentez edilmeye çalışılmıştır.

Çizelge 1.1 : 1950 – 1980 Kronolojik tasarım metodolojileri [2].

Yıl	Yazar	Tema / Başlık
1953	Bischoff Harsen	Rationelles Konstruieren
1955	Bock	Konstruktions systematik- die Methode der ordnenden geskhtspunkte
1956	Hansen	Konstruktions systematik
1963	Pahl	Konstruktions technik im thermischen Maschinenbou
1966	Dixon	Design Engineering Inventivenss Analysis and Dedsiong Making
1967	Harrispergen	Engineermanship
1968	Roth	Systematik der Maxhinen und ihrer mechanischen elementaren Funktionen
1969	Gregg	The Design Of the Design, The Development Of design the Science of Design
	Tribus	Rational Descriptions, Decisions and Design
1970	Beitz	Systemtechnik im Ingenieurbereich
	Gregory	Creativity in Engineering
	Pahl	Wege zur Lösungslindung
	Rodenacber	Methodisches Konstruieren[4th Edition 1991)
1971	French	Conceptual Deisgn for Enginees, 1 st Edition (3rd Edition 1999)
1972	Pahl, Beitz	Series of anides _Für de Konstruktionspratis (1972-1974)
1973	Altshuller	Erfindenc Anleitung für Neues und Erfinder
	VDI	VDI-Richtinie 2222,Blatt I (Enswurt) Konsipieren techinscher Produkte
1974	Adams	Conceptual Blockbusting A Guide to Better Ideas
1976	Hennig	Methodik der Verarbeitungsmaschinen
1977	Flursheim	Engineering Design Intendsces
	Ostrosky	Design, Plannig and Development Methodology
	Pahl, Beitz	Konstruktionslehre, Ist Edition (6ch Edition 2005)

	VDI	VDI-Richtlinie 2222, Blatt I ;Korigieren technischer Produkte
1978	Ruenstein	Arbeitsblätter Konstruktionstechnik
1979	Frick	Integration der industriellen Formgestaltung in den Erzeugnis-Entwicklungsprozess, Arbeiten zum Industrial Design
	Klose	Zur Entwicklung einer speicherunterstützten Konstruktion von Maschinen unter Wieder-verwendung von Baugruppen
	Polovnicin	Untersuchung und Entwicklung von Konstruktionsmethoden

Yukarıda bulunan çizelgede 1950 ile 1980 yıllarında ait kronolojik tasarım metodolojileri yer almaktadır. Burada özellikle Altshuller ve Pahl, Beitz tarafından yapılan çalışmalar dikkat çekmektedir.

Çizelge 1.2 : 1980 – 1990 Kronolojik tasarım metodolojileri [2].

Yıl	Yazar	Tema / Başlık
1981	Gierse	Wertanalyse und Konstruktionsmethodik in der Produktentwicklung
	Koima, Straub	Hungarian translation of Pahl/Beitz Engineering Design The Planning and Design Approach
	Proceedings of KED by Hubka	WDK Series biannually from 1981 to 2001; Design Society Series from 2003
	Schregenberger	Methodenbewusstes Problemlösen
1982	Dietrich	Einführung in die Konstruktions-
	Rugenstein	wissenschaft
	Roth	Konstruieren mit Konstruktions-
		katalogen 1st Edition (3rd Edition 2001)
	VDI	VDI-Richtlinie 2222 Blatt 2: Erstellung und Anwendung von Konstruktionskatalogen
1983	Andreassen et al.	Design for Assembly
	Höhne	Struktursynthese und Variationstechnik beim Konstruieren
1984	Hawkes, Abinett	The Engineering Design Process
	Altshuller	Erfinden - Wege zur Lösung technischer Probleme
	Hubka	Theorie technischer Systeme
	Walczack	Polish translation of Pahl / Beitz

	(Palh/ Beitz)	Engineering Design
	Wallace	English translation of Palh / Beitz Engineering
	(Palh/ Beitz)	Design 1st Edition (3rd Edition 2006)
	Yoshikawa	Automation in Thinking in Design
1985	Archer	The Implications for the Study for Design Methods of Recent Development in Neighbouring Disciplines
	Ehrlenspiel, Lindemann	Kostengünstig Entwickeln und Konstruieren
	Franke	Konstruktions methodik und Konstruktions-praxis - eine kritische Betrachtung
	Koller	Konstruktionslehre für den Maschinenbau. Grundlagen, Arbeitsschritte, Prinziplösungen (3rd Edition 1994)
	van den	Design Methodology as a Condition for
	Kroonenberg	Computer - Aided Design
1986	Odrin	Morphologische Synthese von Systemen
	Altshuller	Theory of Inventive Problem Solving
	Taguchi	Introduction of Quality Engineering
1987	Andreassen, Hein	Integrated Product Development
	Ehrlenspiel, Figel	Application of expert Systems in Machine Design
	Gasparski	On Design Differently
	Hales	Analysis of the Engineering Design Process in an Industrial Context, Managing Engineering Design
	Schlottmann	Konstruktionslehre
	VDI / Wallace	VDI Design Handbook 2221 : Systematic Approach to the Design of Technical Systems and Products. English translation
	Wallace, Hales	Detailed Analysis of an Engineering Design Project
1988	Dixon	On Research Methodology - Towards A Scientific Theory of Engineering Design
	French	Form, Structure and Mechanism, Invention and Evolution
	Hubka, Eder	Theory of Technical Systems - A Total Concept Theory for Engineering Design
	Jakobsen	Functional Requirements in the Design Process
	Suh	The Principles of Design, Axiomatic Design
	Ulmann	A Model of the Mechanical Design Process

	Stauffer	Based on Empirical Data
	Dietterich	
	Winner, Pennell, et al.	The Role of Concurrent Engineering in Weapon Acquisition

Yukarıda bulunan çizelgede 1980 ile 1990 yıllarında ait kronolojik tasarım metodolojileri yer almaktadır. Burada özellikle Altshuller tarafından 1986 yılında yapılan çalışmalar dikkat çekmektedir. Aşağıda 1990 ile 2005 yılları arasında yapılan çalışmalarda Pahl, Beitz tarafından yapılan çalışmaların 2000 yılında güncellendiği dikkat çekmektedir.

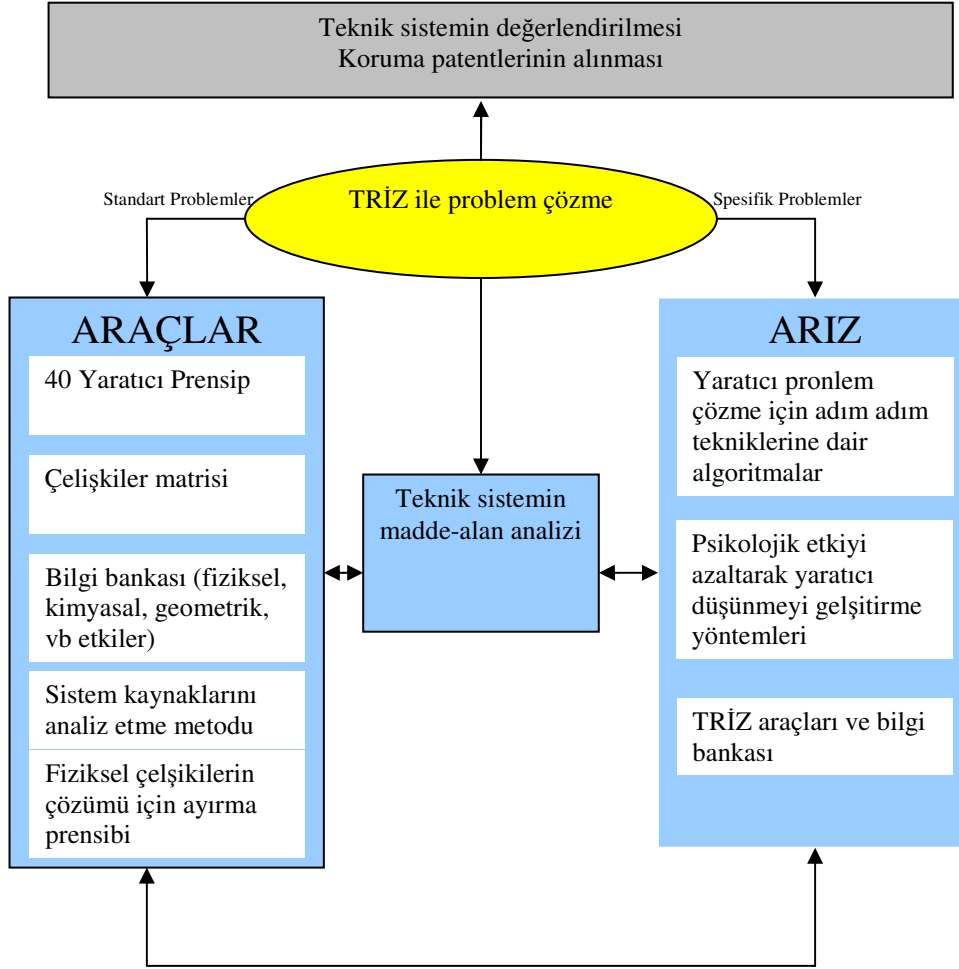
Çizelge 1.3 : 1990 – 2005 Kronolojik tasarım metodolojileri [2].

Yıl	Yazar	Tema / Başlık
1990	Birkhofer	Von der Produktidee zum Produkt - Eine kritische Betrachtung zur Auswahl und Bewertung in der Konstruktion
	Konttinen (Pahl / Beitz)	Finnish translation of Pahl / Beitz Engineering Design
	Kostelic	Design for Quality
	Müller	Arbeits methoden der Technikwissenschaften - Systematik, heuristik, Kreativität
	Pighini	Methodological Design of Machine Elements
	Pugh	Total Design ; Integrated Methods for Successful Product Engineering
	Rinderle	Design Theory and Methodology
	Roozenburg , Eekels	Evaluation and Decision in Design
1992	O'Grady, Young	Constraint Nets for Life Cycle: Concurrent Engineering
	Seeger	Integration von Industrial Design in das methodische Konstruieren
	Ulmann	The Mechanical Design Process
1993	Breiting, Flemming	Theorie und Methoden des Konstruierens
	Linde, Hill	erfolgreich Erfinden , Widerspruchsorientierte Innovationsstrategie
	Miller	Concurrent Engineering Design
	VDI	VDI-Richtlinie 2221:Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte
1994	Clausing	Total Quality Development

	Blessing	A Process - Based Approach to Computer - Supported Engineering Design
	Pahl (Editor)	Psychologische und pädagogische Fragen beim methodischen Konstruieren
1995	Ehrlenspiel	Integrierte Produktentwicklung
	Pahl / Beitz	Japanese translation of Pahl / Beitz Engineering Design
	Wallace, Blessing ; Bauert (Pahl/Beitz)	English translation of Pahl/Beitz Engineering Design, 2nd Edition
1996	Bralla	Design for Excellence
	Cross, Christiaans, Doist	Analysing Design Activity
	Hazerling	Systems Engineering: An Approach to Information Based Design
	Woldron, Woldron	Mechanical Design: Theory and Methodology
1997	Frey, Rivin, Hatamura	Introduction of TRIZ in Japan
	Magrab	Integrated Product and Process Design and Development
1998	Frankenberger, Badke - Schaub, Birkhofer	Konstrukteure als wichtigster Faktor einer erfolgreichen Produktentwicklung
	Hyman	Fundamentals of Engineering Design
	Pahl/Beitz	Korean translation of Pahl/Beitz Engineering Design
	Terninko, Zusman, Zlotin, Herb (ed)	Systematic Innovation: An Introduction to TRIZ
1999	Pahl	Denk - und Handlungsweisen beim Konstruieren
	Samuel, Weir	Introduction to Engineering Design
	VDI	VDI-Richtlinie 2223 (Entwurf): Methodisches Entwurfstechnischer Produkte
2000	Pahl/Beitz	Portuguese translation of Pahl/Beitz Engineering Design
2001	Antonsson, Cagan	Formal Engineering Design Synthesis
	Gausemeyer, Ebbesmeyer, Kallmeyer	Produktinnovation mit strategischer Planung
	Kroll, Condoor, Jansson	Innovative Conceptual Design: Parameter Analysis
2002	Sachse	Entwurfsdenken und Darstellungshandeln, Verfestigung von Gedanken beim Konzipieren
	Eigner, Stelzer	Produktdatenmanagement-Systeme
	Neudörfer	Konstruieren sicherheitsgerechter Produkte
	Orloff	Grundlagen der klassischen TRIZ

Ürünün tasarım geliştirme fazına odaklanarak;

- TRİZ' in kullanılması fayda sağlamaktadır.



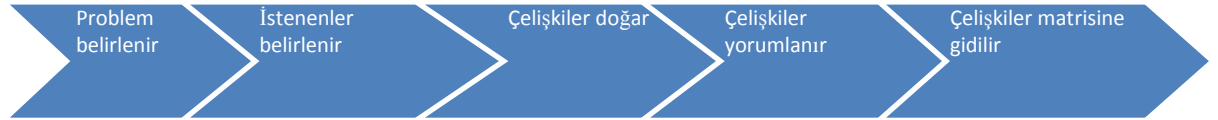
Şekil 1.7 : TRİZ ile problem çözme [3].

Tez kapsamında kullanılan ve Altshuller tarafından geliştirilmiş olan Yaratıcı Problem Çözme Tekniği (TRIZ: Theory of Inventive Problem Solving) sistematığının temelleri 1940 yılında Genrikh Altshuller adlı Moldovyalı bir patent uzmanı tarafından atılmış ve gelişimini bu güne kadar sürdürmüştür. Altshuller Baku’ deki patent bürosunda 200.000 den fazla patent başvurusunda yenilik olarak öne sürülen fikirlerin aslında bazı ana temaların değişik isimlerde tekrarından başka bir şey olmadığını fark etmiştir. Altshuller’ in dikkatini çeken bir başka konu ise, sorunların çözümü için önerilen yöntemlerin yeni sorunları yarattığı ve bu durumun ise bir çelişki zinciri yaratması olmuştur. Teknik sistemlerin TRİZ ile değerlendirilmesi için Şekil 1.7’ de görüleceği üzere basit bir şekil oluşturulmuştur.

Sonuçta Altshuller TRIZ yöntemini, karşılaştığınız her hangi bir soruna karşılık geliştirdiğiniz çözümün gerçekten çözüm olmadığını, çünkü her çözümün kendi sorununu yarattığını ve bu durumun sorunu fasit bir dairenin içine sokup çözümsüzlüğe götüreceğini belirtmiştir. Ek olarak aksiyon sorun karşısındaki

reaksiyon sorunu tahmin edebilip çözümünü ona göre hazırlamanın önemli olduğunu vurgulamıştır [6].

Unutmamak gerekir ki TRİZ karar verici yerine geçerek sorunlara mekanik ve detay çözümler yaratan bir teknik değildir. Diğer bir deyişle TRİZ' in kendisi bir karar verici ya da sorun çözücü değildir. Sadece mevcut durumun geçmiş deneyimlerin bir kombinasyonu olduğu varsayımından hareket eden ve karar vericiye bir düşünce sistematığı sunan bir yöntemdir. Bu yöntem kısa vadeli ve problem odaklı olarak gelen ödevin çözümünde konstrüksiyon sistematığının içine adapte edilerek kullanılmıştır. TRİZ'e ait temel yöntemler aşağıda bulunmaktadır.



Şekil 1.8 : TRİZ kullanım adımları.

Gelişmekte olan tasarım metodolojisi ile birlikte mühendislikte bilgisayar desteği de gelişmektedir. Bilgisayar destekli tasarım, imalat vb. nin yanı sıra bu tezin sonuç kısmında detaylıca bilgi bulunan bilgisayar destekli inovasyon da gelişim aşamasındadır ve birkaç yıl sonra yazılım olarak bilgisayarlardaki yerini alacaktır.

2. YARATICI PROBLEM ÇÖZME TEKNİĞİ ve KONSTRÜKSİYON SİSTEMATİĞİNE ADAPTE EDİLMESİ

2.1 TRİZ Nedir?

TRİZ, Rusça “**Yaratıcı Problem Çözme Teorisi**” anlamına gelen “**Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadach** (Теория Решения Изобретательских Задач)” kelimelerinin baş harflerinden oluşmaktadır. Ayrıca literatürde İngilizce “**Theory of Inventive Problems Solving**” kelimelerinin baş harflerinden oluşan TIPS kısaltması da kullanılmaktadır.

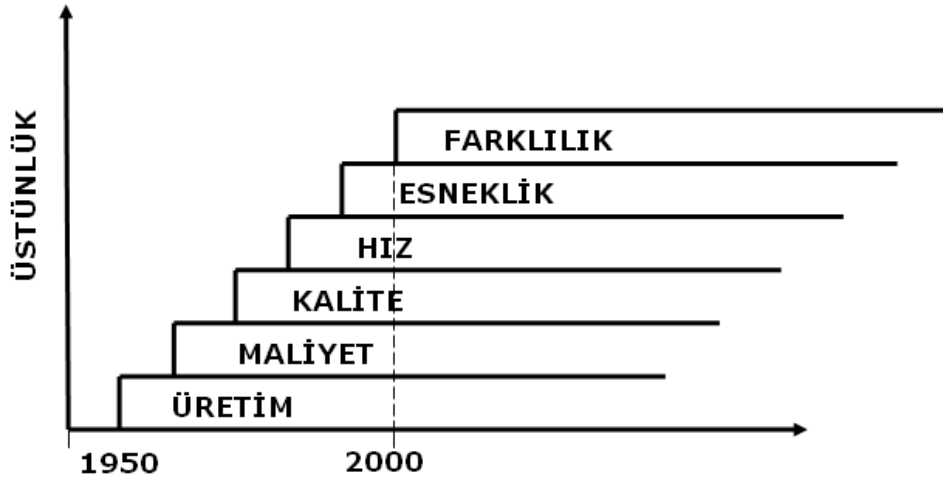
Bu yöntem, 1946 yılında Sovyetler Birliği Patent Ofisi’nde çalışmakta olan Genrich Saulovich Altshuller ve meslektaşları tarafından, dünya üzerinde var olan yaklaşık 200.000 patentin incelenmesi ve ortak özelliklerine göre sınıflandırılması ile geliştirilmiştir.

Yaratıcı problem çözme tekniği,

- insanların sistematik ya da analitik düşüncelerine yardımcı olmayı hedefleyen,
- günlük yaşamda karşılaşılan teknik ve teknik olmayan problemlerin çözümlerinin geçmiş deneyimlerin bir kombinasyonu olduğunu varsayıp düşünce sistematığı sunan,
- asla karar verici yerine geçerek sorunlara mekanik ve detay çözümler yaratmayan sadece yön gösteren bir yöntemdir.

2.2 TRİZ Neden & Nasıl Doğmuştur?

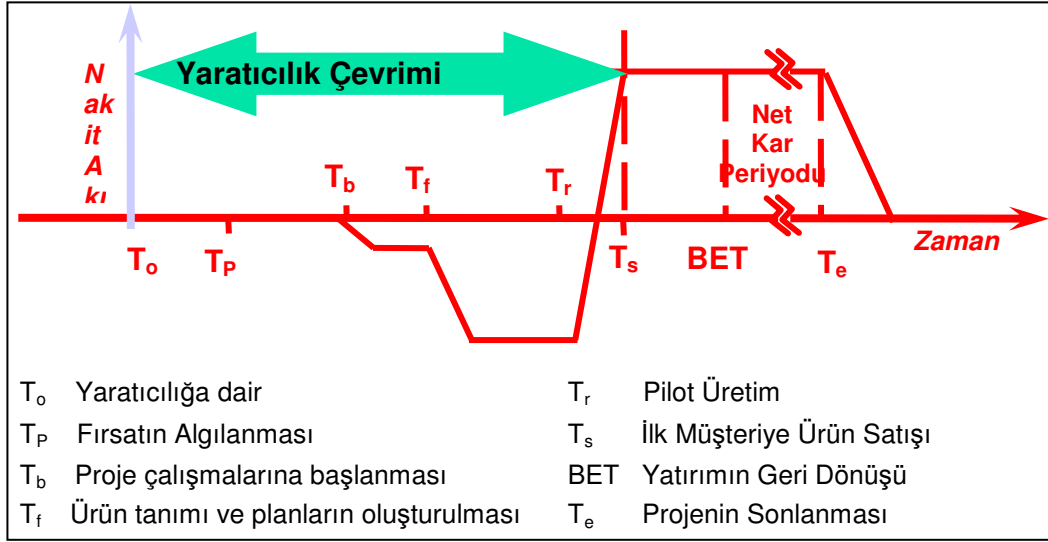
Günümüz iş dünyasının ana rekabet faktörleri; hızlı teknolojik gelişmelere uyum sağlayabilme, kısalan ürün ömürleri ve müşteri beklentilerindeki hızlı değişime aynı hızda cevap verebilmektir.



Şekil 2.1 : Avantaj birimleri.

Şirketler, bu rekabet faktörlerinin bulunduğu sektörde öne çıkmak için farklılık yaratmak zorundadır. Problemlere yaratıcı çözümler makineler tarafından değil şirket çalışanları tarafından üretileceğinden, rekabet için gerekli olan farklılık ancak şirket içindeki insan kaynakları ile sağlanabilir. Bu gerçeğin bilinmesine rağmen her şirkette uygulanamamasının nedeni ise yaratıcılığın önündeki engellerdir. Bunların başlıcaları:

- Anlık Cevap İhtiyacı
- Sabırsız Bir Dünya
- Değişime Karşı Direnç
- Değişimin Tehlike Yaratması
- Zayıf Tanımlanmış Problem ve Hedefler
- ‘Burada icat olmaz’ Sendromu
- Alışkanlıklar
- Geçmiş Tecrübeler
- Riski Göze Alamamak
- Geçmiş Tecrübelerden Ders Alınmaması’dır.



Şekil 2.2 : Yaratıcılık periyodu [5].

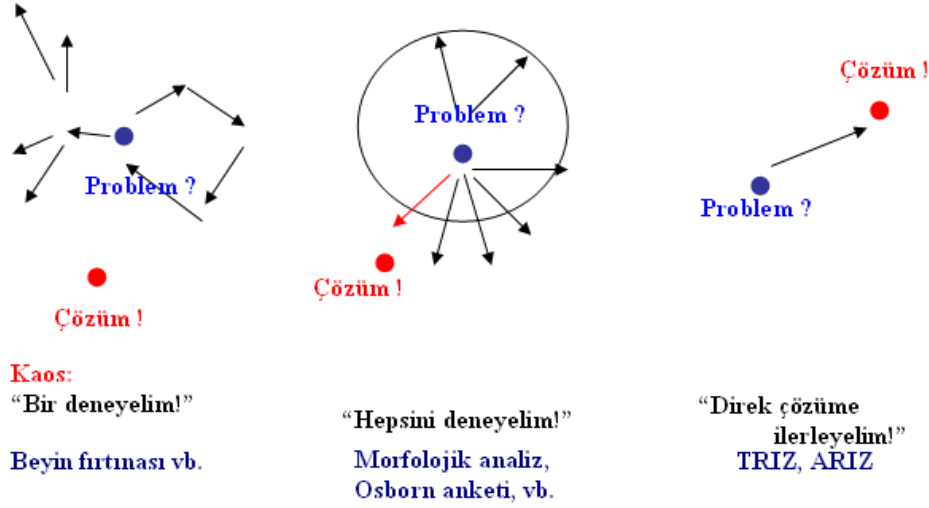
Yaratıcılığın sistematik bir şekilde ortaya çıkarılması için kullanılan tekniklerden biri de TRIZ'dir. TRIZ; gelişigüzel fikir toplanması üzerine kurulmuş beyin fırtınası gibi tekniklerin aksine; eski sistemlerin iyileştirilmesi ya da yeni sistemlerin tasarlanması için algoritmik yaklaşımları kullanır. Bu yüzden tahminden çok, eldeki verilerin değerlendirilmesine dayanır.

TRIZ,

- Sistematik olup, adım adım gelişen bir prosedürdür.
- İdeal çözüme ulaşabilmek için, geniş çözüm önerileri içerisinde rehberlik eder.
- Psikolojik yaklaşımlara dayanmadığı için tekrarlanabilir ve güvenilirdir.
- Yaratıcı bilgi birikiminin tamamına erişebilir ve bu birikime yeni bilgiler ekleyebilir.

TRIZ teorisine göre, insanların karşılaştığı iki tip problem vardır; çözümü herkes tarafından bilinen problemler ve çözümü bilinmeyen problemler.

Çözümü bilinen problemler, kitaplar, teknik dergiler ya da konunun uzmanlarına danışılarak kolayca çözülebilir.



Şekil 2.3 : Problem çözme teknikleri [5].

Yaratıcı problem olarak da bilinen ikinci tip problemler ise, bilinen hiçbir çözümün olmadığı ve getirilen çözüm önerilerinin birbirleriyle çelişebildiği problemlerdir. Altshuller ise, yaratıcı problemi, çözümün başka bir probleme yol açtığı problemler olarak tanımlamıştır. Örneğin bir metal levhanın dayanıklılığını arttırmanın, ağırlığının artmasına neden olması bir yaratıcı problemdir.

2.3 Yaratıcılık seviyesi

Patentleri inceleyen Altshuller'in bulguları başlıca şu şekildedir:

- Gerçekten yaratıcı patentlerde, patent sahibi çelişkileri ortadan kaldıran ya da başka bir fırsatı feda etmeye neden olmayan bir çözüm önerisi geliştirmiştir.
- Patent sahiplerinin karşılaştığı problemlerin % 90'ı çeşitli teknik alanlarda, yalnızca 40 temel yaratıcı prensipten biri kullanılarak çözülmüştür.
- İncelenen 200.000'un üzerindeki patentte, yalnızca 40.000'i problemlere radikal ve yaratıcı bir çözüm getirmiştir; diğerleri sadece ürün veya sistem parametrelerinde yapılan küçük iyileştirmelerden ibarettir.

Altshuller problemleri Çizelge 2.1'de görülen 5 kategoriye ayırmıştır:

Çizelge 2.1 : Problem kategorileri.

Seviye	Yaratıcılık 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 (icat)	1%	Bilinen her şey	1,000,000

2.4 TRİZ'in Kullanım Alanları Nelerdir?

TRİZ özellikle aşağıdaki amaçlarla kullanılabilir.

- Teknik sistemlerin sentez ve dönüşümü,
- Teknik sistemin verimliliğin artırılması,
- Teknik sistem değerlendirmesinin sınıflandırılması,
- Teknik sistemlerde ölçüm ve tespit,
- Standartların uygulanmasında yol gösterilmesi.

2.4.1 Teknik sistem geliştirme aşaması

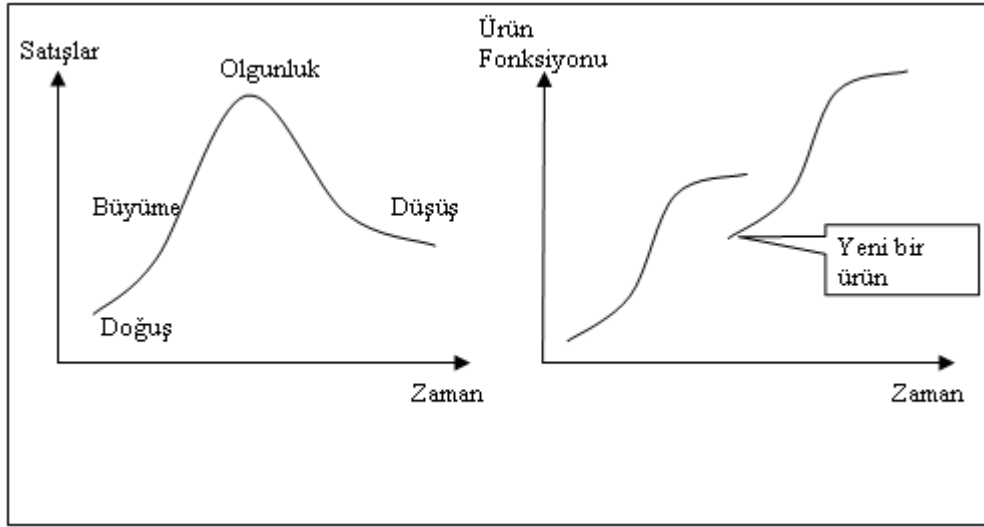
Teknolojik sistem evrimi, sistem kusursuzluk seviyesine gelişimi vb. Bu aşamada ürünün hayat seyri üzerinde durulur. Bunlar:

Doğuş: Bir ürüne ihtiyaç duyulmasıyla başlar.

Büyüme: Hızla gelişen rekabete uyum sağlanmaya çalışılır. Satışlarda hızlı bir artış, Pazar payında hızlı bir büyüme kaydedilir.

Olgunluk: Pazar büyüme hızının düşüşe geçtiği bu dönemde önemli olan mala bağlı hizmetlerdir.

Düşüş: Yenilik ihtiyacının olduğu bir aşamadır. Ürün yok olurken artık yeni bir ürünün doğuş aşaması başlar.



Şekil 2.4 : Ürün hayat seyirleri [5].

Ürün hayat seyirlerine uygun olacak şekilde;

- Yeni ürün, proses, strateji geliştirilmesi,
- Teknik problemlerin çözülmesi,
- Olası çözümlerin araştırılması ve şirket fikri haklarının korunması,
- Müşteri ihtiyaçlarının tespiti,
- Hata ayırımı,
- Fikir ve bilgi yönetimi
- İçin kullanılır.

2.4.2 Mükemmellik

Yukarıda yazan maddelere ek olarak TRİZ bir ürün veya prosesin mükemmellik seviyesini arttırmak içinde kullanılır.

Bir mühendislik sistemi **mükemmellik seviyesinin** arttırılması ile geliştirilir. Sistem kusursuzluğu bir sistemi oluşturan bölümlerin faydalı etkilerinin (F_i), zararlı etkilerine (Z_i) oranı ile hesaplanır.

Mükemmellik Seviyesi = Toplam faydalı etkiler / Toplam zararlı etkiler

Faydalı etkiler sistem çalışmasına değerli katkılar sağlayan etkilerin toplamını, **zararlı etkiler** ise, sistem maliyeti, alan, enerji tüketimi, zararlı atıkları gibi etkileri içerir. Bu eğilimin limiti alındığında, ***Ideal Final Result (IFR)*** teoremi elde edilir.

Teoremin sonsuza ulaştığı yerde, ortada olmayan bir makinenin, tüm fonksiyonlarını yerine getirmesi durumuna ulaşılmaktadır.

Örnek: Araba ve çevre kirliliği. Araba faydalı bir şeydir, çevre kirliliği ise zararlı. Arabadan sağlanan fayda arttırılırken çevreye olan zararı da azaltılmalıdır.

Örnek: Sağlık sektöründeki mükemmellik ise dünya üzerinde hiçbir hastanenin kalmamasıdır; çünkü kimse hasta olmayacağından hastaneye gereksinim de olmayacaktır.

Özetle, TRİZ özellikle ürün geliştirme ve kalite departmanları olmak üzere tüm mühendislik birimleri için oldukça yararlı bir araçtır.

2.5 TRİZ Araç ve Metodları Nelerdir?

2.5.1 40 Prensip nedir?

TRİZ aracı olarak kullanılan 40 prensip aşağıda belirtildiği şekilde derlenmiştir [5].

Prensip 1. Dilimlemek, Bölmek, Parçalamak

- 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

Prensip 2. 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

Prensip 3. Lokal kalite

- Muntazam nesnenin deęiřebilir hale getirilmesi ya da muntazam bir dış etkinin deęiřebilir 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
 - ivi skücülü eki
 - Çok iřlevli tornavidalar

Prensip 4. Asimetri

- Nesnenin řeklinin 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

Prensip 5. Kaynařtırma, Birleřtirme

- Paralel işlerin yapılması için özdeş ya da benzer nesne veya nesne parçalarının kaynaştırılması ya da birleştirilmesi
 - Aę içinde birleřtirilmiř kişisel bilgisayarlar
 - Paralel iřlemci bir bilgisayar içinde binlerce mikroiřlemci
- Bitiřik ya da paralel şekilde operasyonları düzenleme, iřlemleri bir araya getirme
 - Tıbbi ölçüm cihazlarında kan testiyle aynı anda farklı birçok ölçüm yapılması
 - Stor ve panjurlarda ıtalardan birbirlere bağlanması

Prensip 6. Genellik

- Nesnenin ya da nesnenin bir parçasının diğer parçaların işlevlerini yaparak onlara olan ihtiyacı ortadan kaldırması
 - Dış macunu içeren dış fırçasının kullanılması

- Arabalardaki çocuk koltuğunun çocuk arabası olarak da kullanılması
- Takım liderinin hem zaman tutup hem de kayıt tutması

Prensip 7. Birbirinin içine girebilme (İç 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 oyuğunun içine girebilmesi
 - Radyo antenleri
 - Sunum çubuğu
 - Yakınlaştırma mercekleri
 - Emniyet kemerlerindeki geri çekme mekanizmaları
 - Uçak gövdesine girebilen iniş takımları

Prensip 8. Ağırlığını azaltma, 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

Prensip 9. Başlangıçta hareketsizlik (eylemsizlik)

- Zararlı ya da yararlı etkileri olabilecek eylemler yerine zarara yol açmayacak eylemsizlik halinin seçilmesi

- Yüksek pH derecelerinin zararını önleyecek tampon çözeltilerin hazırlanması
- İleride oluşabilecek istenmeyen basıncı azaltmak için işlemden önce basıncı üstlenebilecek (azaltılabilecek) nesne kullanılması
 - Çimento dökülmeden önce inşaat demirlerinin yerleştirilmesi

Prensip 10. Başlangıçta eylemli

- 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

Prensip 11. Önceden güvenilirliği sağlama.

- Nesnenin düşük düzeydeki güvenilirliğini önceden telafi edilmesi.
 - Yedek paraşüt
 - Fotoğraf filminde bulunan ve kötü poz çekilmesini önleyen manyetik şerit.

Prensip 12. Eşit potansiyellik.

- Nesnenin potansiyel alandaki hareket ihtiyacının ortadan kaldırılması için işlem koşullarının değiştirilmesi
 - Panama Kanalı'nda gemi geçişlerinin sağlanması için basamak sisteminin kullanılması

Prensip 13. 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.

Prensip 14. Küresellik - bükümlülük

- 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.
- Silindirik, 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

Prensip 15. Dinamik.

- 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 uyarlanabilir hale getirilmesi.
 - Makinelerin analiz edilmesi için kullanılan boroskop
 - Tıpta kullanılan, endoskop ve sigmoidioskop aletleri.

Prensip 16. Kısmi veya aşırı eylem

- 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

Prensip 17. Diğer boyut

- 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

Prensip 18. Mekanik titreşim.

- Bir nesnenin sallanmasının ya da titreşmesinin sağlanması
 - Titreşen ağza sahip elektrikli bıçak
- Titreşim frekansının artırılması
 - Titreşim ile pudra dökülmesi
- Bir nesnenin titreşim frekansının kullanılması
 - Böbrek taşlarının manyetik rezonans yardımıyla yok edilmesi

Prensip 19. Periyodik eylem.

- 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.

Prensip 20. Yararlı 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 (Kısıtlar teorisi ya da takt süresi).
- Bütün atıl ya da kesikli eylemlerin ya da işlerin elenmesi.
 - Kartuşun geri gelmesi sırasında da yazması

Prensip 21. Acele 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.

Prensip 22. ‘Limonları limonataya çevirmek’

- 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

Prensip 23. Geri besleme

- 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.

Prensip 24. Aracı kullanmak.

- Bir aracı nesne ya da sürecin kullanılması
 - Çekiç ve çivi arasında kullanılan çivi tutucusu
- Bir nesnenin, geçici olarak ve kolayca ayrılabilir şekilde bir diğeri ile birleştirilmesi
 - Sıcak tencerenin tutulabilmesi için fırın eldiveninin kullanılması

Prensip 25. Self servis

- Bir nesnenin, faydalı yardımcı fonksiyonları yerine getirerek kendisine hizmet etmesi
- Atık kaynakların, enerjinin ve maddelerin kullanılması
 - Bir süreçteki ısınin enerji üretiminde kullanılması (Co-generation)
 - Hayvan dışkısının gübre olarak kullanılması
 - Yemek atıklarının ve çürümüş yaprakların gübre olarak kullanılması

Prensip 26. Kopyalama.

- Zor bulunan, pahalı, kırılabilir 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 resimlerim kullanılması.

Prensip 27. Ucuz kısa ömürlü nesneler.

- Pahalı olmayan bir cismi, belirli özelliklerini (örn. Hizmet ömrü) kapsayan birkaç ucuz kopyası ile değiştirmek.
 - Otellerde kullanılan karton bardaklar, bebek bezleri, birçok tıbbi ilaç.

Prensip 28. Mekanik yerine alternatifleri kullanma

- Mekanik sistemler yerine duyuumsal 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 sahalara geçmek.
 - Eskiden omni radyo dalgaları ile yayın yapılıyordu. Artık çok detaylı radyasyon düzenleri kullanan antenler kullanılıyor.
- Manyetik dalgaları, manyetik dalgalardan 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.

Prensip 29. Pnömatik ve hidrolik

- 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.

Prensip 30. Esnek kabukların ve ince şeritlerin kullanılması.

- 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.

Prensip 31. Gözenekli materyal

- 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)

Prensip 32. Renk değiştirme.

- 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
 - Fotofilografi kullanılarak saydam bir maddenin katı bir maske haline getirilerek yarı iletken işlemlerde kullanılması.

Prensip 33. Homojen olma.

- 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

Prensip 34. Atma ve yeniden ele alma.

- Bir cismin, işlevini tamamlamış kısımlarının uzaklaştırılması (sıvıda çözerek, buharlaştırılarak, vs.)
 - İlaç kapsülünün suda çözünmesi.
 - Mısır nişastası içeren kaplara su serpiildiğinde 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

Prensip 35. Parametre değişikliği.

- 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 spreylerin kullanılması

Prensip 36. Hal geçişleri

- Hal değişimlerinde oluşan değişikliklerin kullanılması (hacim değişimi, ısı alışverişleri)
 - Eski çağlarda, 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.

Prensip 37. Termal genleşme

- Maddelerin genleşme özelliklerini kullanmak.
 - Sıkı bir eklemi birleştirmek için dışını ısıtarak uzamasını sağlamak ve iç tarafını soğutarak kışılmasını 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 çifti)
 - Yangın alarmlarında kullanılan metal çiftleri (ısıyan metal çifti, bükülerek elektrik devresini tamamlar ve yangın alarmının çalmasına sebep olur)

Prensip 38. Kuvvetli oksitlendiriciler.

- Normal havayı, oksijenle zenginleştirilmiş hava ile değiştirmek.
 - Dalgıçların tanklarında zenginleştirilmiş bir hava karışımı kullanılarak daha uzun süre su altında durulabilmesini sağlamak.
- Zenginleştirilmiş hava yerine saf oksijen kullanmak.
 - Kaynak yaparken oksit-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

Prensip 39. Eylemsiz atmosfer

- 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

Prensip 40. Kompozit malzemeler

- Tek çeşit malzeme yerine birleşik malzemelerin kullanımı.
 - Epoksi resin/karbon 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)

2.5.2 Çelişkiler matrisi nedir?

Neredeyse bütün büyük buluşlar bir veya birkaç çelişkinin çözümüdür. Tasarım problemlerinin çözümünde çelişkiye neden olan 39 farklı parametre belirlenmiştir. Bu parametrelerin, tüm ikili birleşimlerine göre, çözüm için kullanılabilecek 39x39 çelişki matrisi oluşturulmuştur. Bu matrise Ek 1' den ulaşmak mümkündür. Genel çelişki parametreleri Çizelge 2.2'de gösterilmiştir.

Çelişkiler matrisi kullanılırken iyileştirilmek istenen özellik ile bu durum karşısında kötüleşmesi ön görülen özellik hassasiyetle tespit edilmelidir. Çelişkiler matrisinde iki özelliğin kesişmesi sağlanarak, uygun olan yaratıcı prensipler tespit edilir. Yaratıcı prensipler kendi içinde değerlendirildikten sonra, çözüme en uygun olan prensip seçilir ve problem çözümüne gidilir.

Aşağıdaki durumlardan herbiri bir fiziksel çelişkiyi gösterir:

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

Örnekler:

- Bir kalemin ucu çizgi çizebilmek için keskin olmalı, ama kağıda zarar vermemek için küt olmalı.
- Uçağın iniş takımları iniş yapabilmek için olmalı, fakat uçuş sırasında olmamalı.

Fiziksel çelişkileri çözmek için aşağıdaki ayırma prensipleri kullanılabilir:

- Zamanda ayırma (uçağın hareketli iniş takımları)
- Mekanda ayırma (yara bandının kısımlarının farklı etkileri)
- Parçalar ve bütün arasında ayırma (prizmaya gelen ışık ile geçen ışık)
- Duruma göre ayırma (fenerin aydınlatma alanının uzaklığa bağımlılığı)

Çizelge 2.2 : Genel çelişki parametreleri

1. Hareketli nesnenin ağırlığı	2. Sabit nesnenin ağırlığı	3. Hareketli nesnenin uzunluğu	4. Sabit nesnenin uzunluğu
5. Hareketli nesnenin alanı	6. Sabit nesnenin alanı	7. Hareketli nesnenin hacmi	8. Sabit nesnenin hacmi
9. Hız	10. Kuvvet	11. Gerilim ve basınç	12. Şekil
13. Nesnenin dengesi	14. Dayanıklılık, güç	15. Hareketli nesnenin dayanıklılığı	16. Sabit nesnenin dayanıklılığı
17. Sıcaklık	18. Parlaklık	19. Hareketli nesnenin harcadığı enerji	20. Sabit nesnenin harcadığı enerji
21. Güç	22. Enerji kaybı	23. Madde kaybı	24. Bilgi kaybı
25. Zaman kaybı	26. Madde miktarı	27. Güvenilirlik	28. Ölçülerin doğruluğu
29. Üretimin doğruluğu	30. Nesneye etki eden zararlı faktörler	31. Zararlı yan etkiler	32. Üretilbilirlik
33. Kullanım kolaylığı	34. Tamir edilebilirlik	35. Uyumluluk	36. Sistemin karmaşıklığı
37. Karmaşık kontrol	38. Otomasyon seviyesi	39. Verimlilik	

Çelişki Matrisi ile Çözölmüş Bir Örnek

Sorun: Bir sunum çubuğı aşağıdaki birbirleriyle çelişen özelliklere sahip olmak zorundadır:

1) Uzun olmalı: Sol sütundaki (Y doğrusu üzerindeki) Genel Çelişki Parametreleri içinden istenen özelliğı en uygun parametre seçilir:

(3) - Hareketli Nesnenin Uzunluğu

2) Küçük olmalı: Üst satırdaki (X doğrusu üzerindeki) Genel Çelişki Parametreleri içinden nesnenin uzunluğunun değışmesi nedeniyle olumsuz etkilenecek parametre seçilir:

(7) - Hareketli Nesnenin Hacmi

3 ile 7 nolu parametrelerin kesiştiğı hücreye bu çelişkiyi giderebilecek Temel Yaratıcı Prensipler yazılır.

Bu hücre için 4 prensip uygundur:

7 - İç İçe Geçebilme:

17 - Diğer Boyut

4 - Asimetri

35 - Nesnenin Fiziksel ya da Kimyasal Durumunda Değişiklik

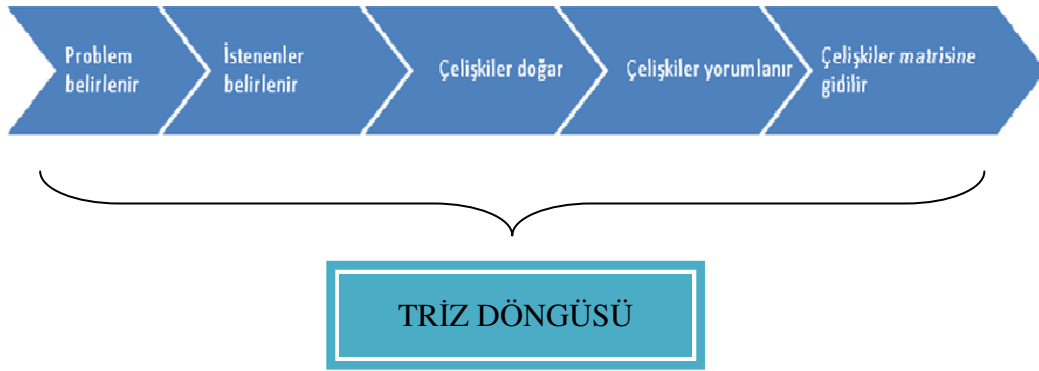
Çözüm: Önerilen 4 Temel Yaratıcı Prensipden 7 numaralı İç İçe Geçebilme Prensibinin kullanılması en uygun çözüm olacaktır. Bu şekilde, başka hiçbir özellikten fedakarlık etmeden, sunum perdesine ulaşabilecek kadar uzun ve gömlek cebine girebilecek kadar küçük bir sunum çubuğı yapmak mümkün olacaktır.

Kötüleşen Özellik Geliştirilen Özellik		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		7, 17, 4, 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		+		

Şekil 2.5 : Çelişki matrisi (bir bölümü).

2.6 TRİZ’ in Konstrüksiyon Sistematiğine Adapte Edilmesi

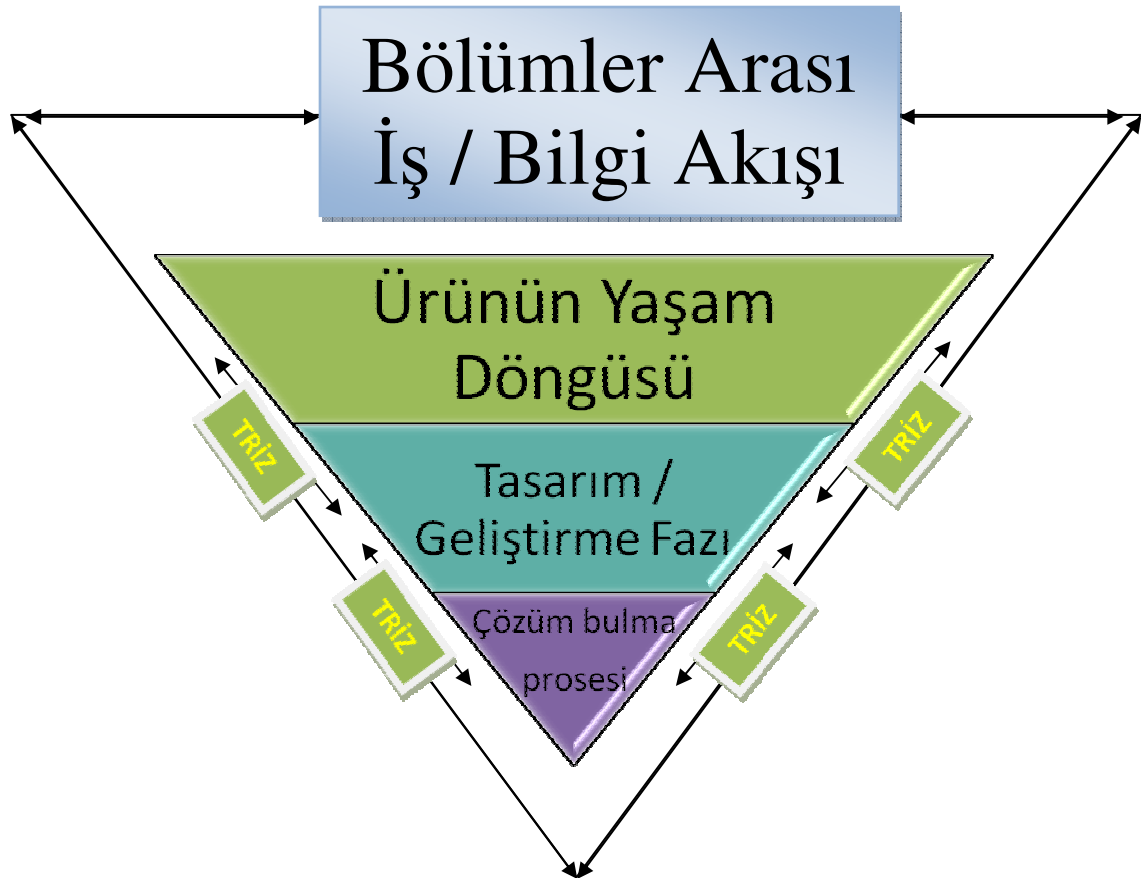
TRİZ en temel olarak aşağıda belirtilen adımlar izlenerek kullanılmalıdır. Bu kısım konstrüktif ürün geliştirme döngüsünde problemle karşılaşılan her durum için kullanılabilir.



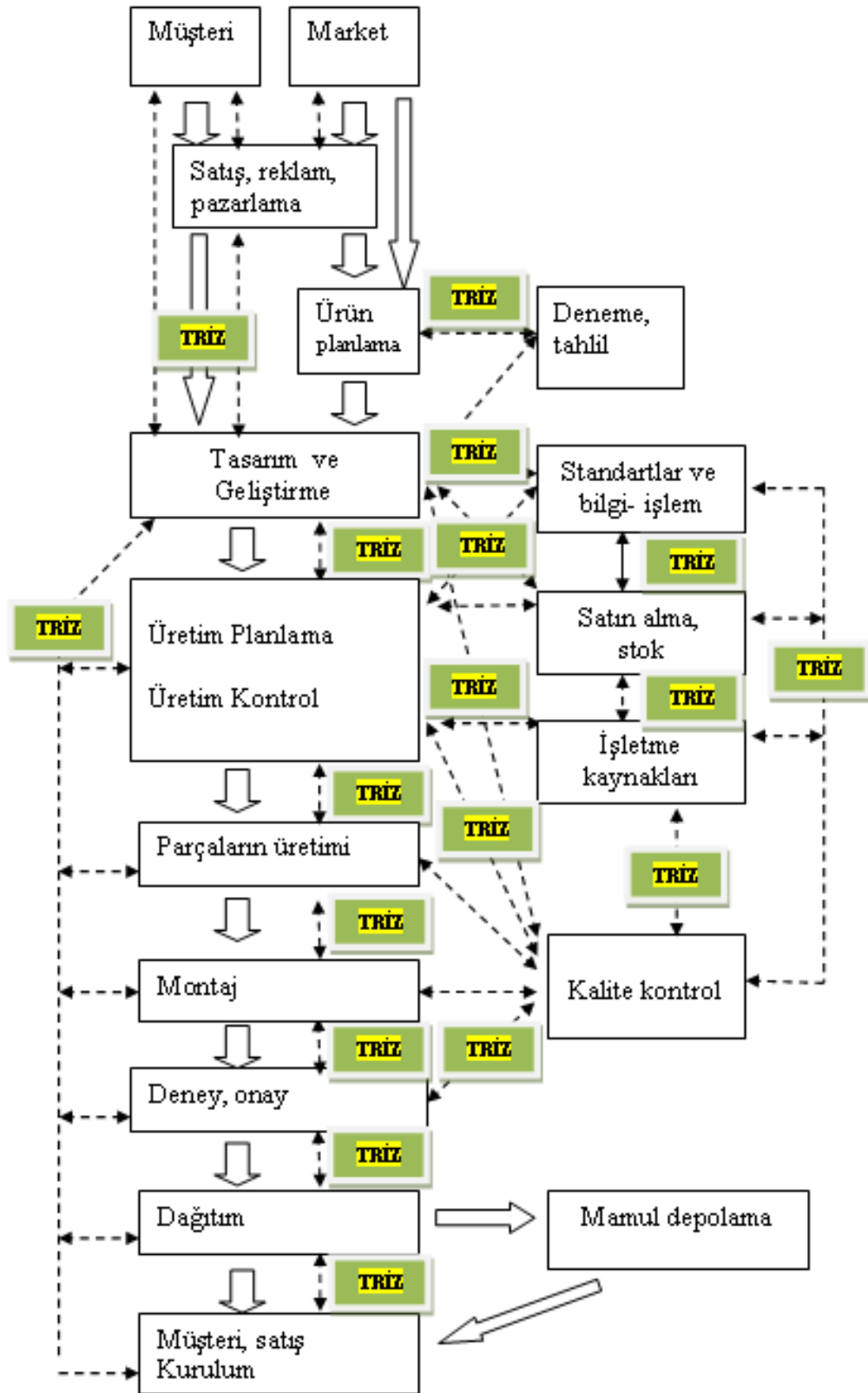
Şekil 2.6 : TRİZ kullanım adımları.

TRİZ döngüsü:

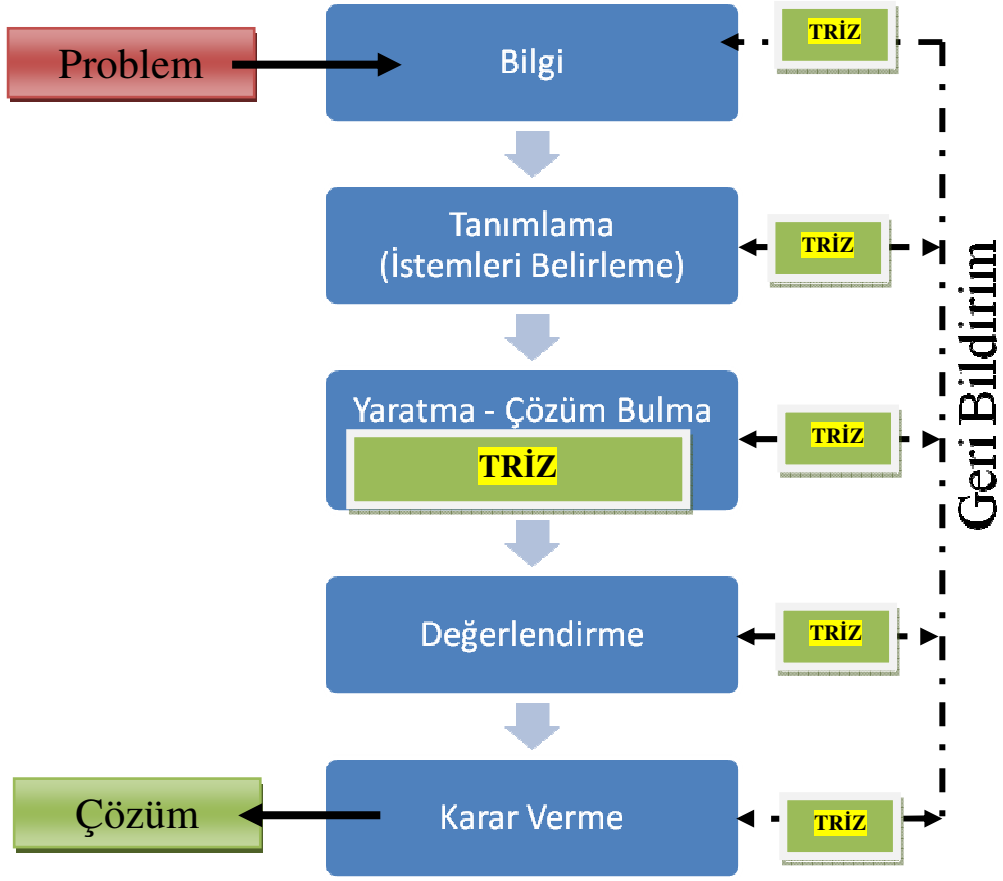
- Tüm çözüm bulma proseslerinde,
- Ok ile ifade edilen “ $\longleftrightarrow$ ” tüm geri bildirim işlemlerinde,
- Faz geçişlerinde yaşanan problemleri aşmak için,
- Bölümler arası iş akışında karşılaşılan problemleri aşmak için kullanılabilir.



Şekil 2.7 : TRİZ kullanım alanları.



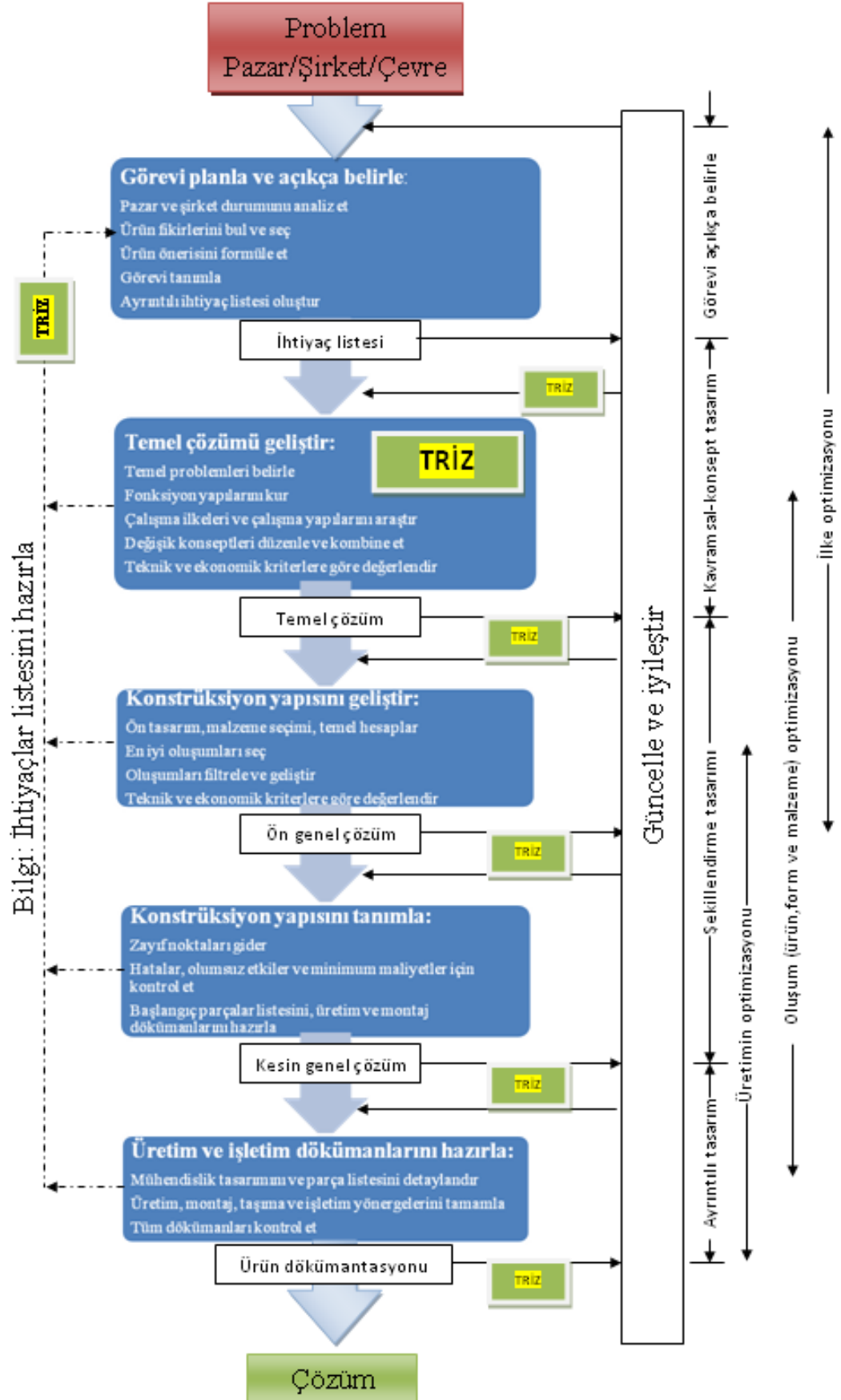
Şekil 2.8 : TRİZ kullanım adımları, geri bildirimler.



Şekil 2.9 : TRİZ kullanım adımları, geri bildirimler.

- Kısa vadeli projelerde sistematik bir şekilde problemi çözmek, çözüm önerisi üretmek için,
- Orta ve uzun vadeli projelerde sistematik adımlardaki faz geçişlerinde karşılaşılan problemleri aşmak için
- Genel çalışma sistemi düşünülürken bölümler arası gözlemlenen bilgi akışı kaynaklı geri dönüşlere cevap vermek için

TRİZ kullanılmalıdır.



Şekil 2.10 : TRİZ kullanım adımları, orta - uzun vade.

3. ÖRNEK KONSTRÜKTİF PROBLEM

3.1 Problemin Tanımı

Problemi, IEC/EN 60335-2-6 Amd. 2: 2008 normunun 20.101 ve 20.102 nolu maddeleri belirlemektedir [6]. 2013 yılından itibaren devreye girmesi beklenen bu standarda uyum sağlamak, Avrupa pazarlarına ürün ihraç edebilmek için zaruridir. Aşağıda standardın probleme sebebiyet veren ilgili maddeleri bulunmaktadır. Bu maddeler direkt olarak istemler-ihtiyaç listesini oluşturmaktadır.

3.1.1 20.101 nolu madde

- Ağırlık fırın kapısının açık olması durumunda kapının x ve y koordinatları baz alınarak merkezine konulacaktır,
- Fırın kapıları için kullanılacak ağırlık 22,5 kg' dır,
- Fırında bulunan tepsiler fırının devrilmesine sebep olacak en uygunsuz pozisyonlarda konumlanacaklardır,
- Kum torbası gerekli ağırlığı sağlamak için kullanılabilir,
- Fırındaki tepsiler fırının devrilmesine sebebiyet verecek şekilde durmakla birlikte, yükleneceklerdir. Yük olarak gram cinsinden tepsinin alanı (cm^2 cinsinden);
 - Tepsinin menteşeye olan dikey uzaklığı (yüksekliği) 20 cm'yi geçmiyorsa 7,5 ile,
 - Tepsinin menteşeye olan dikey uzaklığı (yüksekliği) 20 cm'yi geçiyorsa 15 ile,

çarpılacaktır.

- Testler esnasında ürün devrilmeye yönelik olarak eğilmemelidir,
- Fırın kapısında ve menteşede yüklemekten dolayı gözlenebilecek deformasyonlar göz ardı edilecektir,

- Bu test şartları herhangi bir sabitleme elemanı olmaksızın yapılacaktır. Sabitlemenin anlamı fırının kurulumu esnasında fırının herhangi bir harici parça ile devrilmesinin engellenmesi demektir.

3.1.2 20.102 nolu madde

- **20.101** maddesindeki şartlara ilave olarak ve aşağıdaki maddelerde istenen değişiklikler göz önüne alınmalıdır,
- Fırının kurulumu esnasında olması halinde sabitleyici elemanlar kullanılabilir,
- Fırın kapısına yüklenen ağırlık 22,5 kg dan 50 kg a çıkarılmıştır. Bu şartlar altında 50 kg ın fırın kapısının merkezine yerleştirilecek ya da 22,5 kg fırının devrilmesi için fırın kapısında en büyük momenti yaratan yere yerleştirilecektir. Bu 2 şarttan hangisinin fırının devrilmesine daha fazla etkisi varsa o geçerli olacaktır,
- Yüklemeler esnasında fırında eğilme veya devrilmeye yönelik hareketler gözlemlenmemelidir,
- Fırın kapısında ve menteşede yüklemekten dolayı gözlenebilecek deformasyonlar göz ardı edilecektir,

3.2 Temel Çözümün Geliştirilmesi

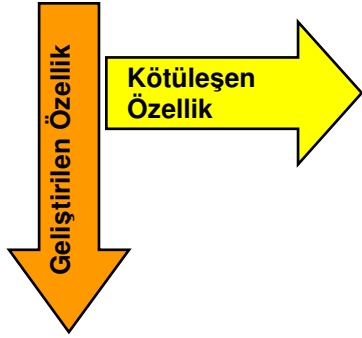
Problem çözümü oluşturulması esnasında verilmiş olan istemler-ihtiyaç listesi göz önüne alınmıştır. Ek olarak geliştirilecek olan çözüm önerisinin şirket açısından daha da katma değer oluşturması için istemler listesinde olmamasına rağmen “*fırın kapısına yapılacak olan yüklemelerinin fırının devirmesini engellemek ve fırının moment dengesini sağlamak için kullanılan **beton ağırlığın iptali***” de oluşturulan çözüm önerileri için yeni bir ölçüt olarak istemler listesine ilave edilmiştir.

3.2.1 Yaratıcı problem çözme tekniğinin probleme uygulanması

Bu kapsamda, temel çözüm önerisini geliştirmek için daha önceden önerilen “*yaratıcı problem çözme tekniği*” kullanılacaktır.

Yaratıcı problem çözme tekniği kullanılarak problem çözümüne yönelik olan çözüm önerileri araştırılmıştır.

- ❑ **İyileştirmek istenilen özellik / Sorun:** Sabit nesnenin ağırlığı. Test şartlarını sağlamak için fırın kapısı üzerine konulan ağırlığın 22,5 kg dan 50 kg a çıkarılmak istenmesi.
- ❑ **İyileştirmeye karşı kötüleşen özellik / Çelişki:** Nesnenin dengesi / Cismin değişmezliği. Ağırlığın artmasıyla fırın devrilecek, istenen artan ağırlığa rağmen fırının devrilmemesi

		Hareketli nesnenin ağırlığı	Sabit nesnenin ağırlığı	Hareketli nesnenin uzunluğu	Kuvvet	Gerilim ve basınç	Şekil	Nesnenin dengesi
		1	2	3	10	11	12	13
1	Hareketli nesnenin ağırlığı	+		15, 8, 29,34	8, 10, 18, 37	10, 36, 37, 40	10, 14, 35, 40	1, 35, 19, 39
2	Sabit nesnenin ağırlığı		+		8, 10, 19, 35	13, 29, 10, 18	13, 10, 29, 14	26, 39, 1, 40
3	Hareketli nesnenin uzunluğu	8, 15, 29, 34		+	17, 10, 4	1, 8, 35	1, 8, 10, 29	1, 8, 15, 34
4	Sabit nesnenin uzunluğu		35, 28, 40, 29		28, 10	1, 14, 35	13, 14, 15, 7	39, 37, 35
5	Hareketli nesnenin alanı	2, 17, 29, 4		14, 15, 18, 4	19, 30, 35, 2	10, 15, 36, 28	5, 34, 29, 4	11, 2, 13, 39

Şekil 3.1 : Çelişkiler matrisinden problemin çözümüne dair alınan kesit.

Çözümler: 1, 26, 39, 40

- **01:** Bölümleme; dilimlemek/bölmek/parçalamak,
- **26:** Kopyalama,
- **39:** Durağan çevre; eylemsiz atmosfer,
- **40:** Kompozit malzeme,

Bu çözüm önerileri dikkate alındığında probleme çözüm olarak gelen kısmın **1 nolu bölümleme** ile ilgili olduğu görülmektedir.

Prensip 1: Dilimlemek, Bölmek, Parçalamak

- 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 artırılması:
 - Bütün perde yerine jaluzi kullanılması.



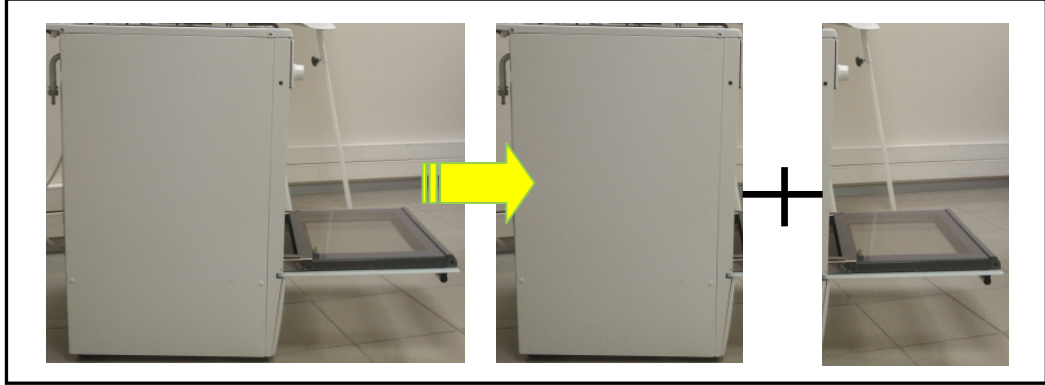
Şekil 3.2 : 1 nolu prensibe dair örnek.

Yukarıdaki resimlerde görüldüğü üzere tek dorse kolay hareket ve fazla yük amacıyla bölümlene prensibi ile parçalara ayrılmıştır.

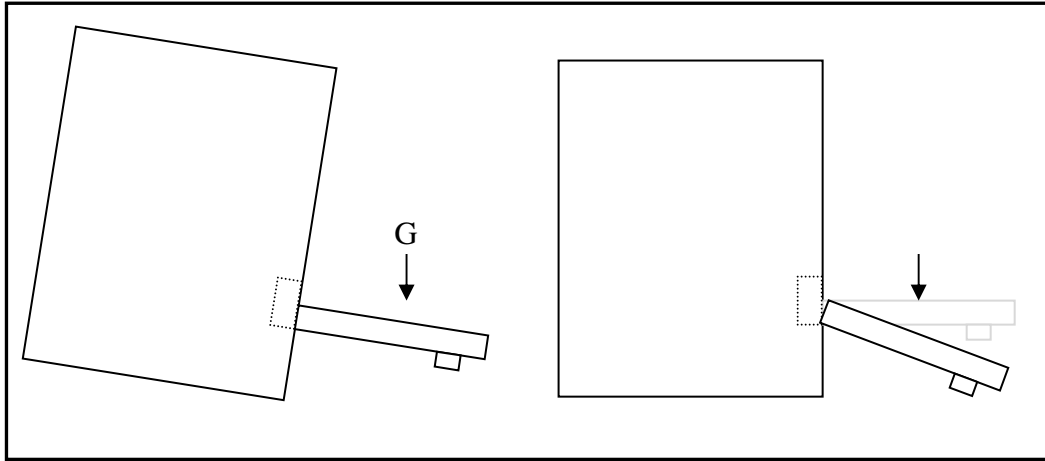
Fırın kapısına kuvvet uygulandığı zaman fırın doğal olarak bir bütün halinde hareket etmektedir. *Bölümlene* ilkesinden hareketle, fırın kapısına ağırlık konulduğu zaman fırının; kapı ve kalan kısımlar olarak 2 farklı gruba bölünmesi fikri geliştirilmiştir. Yani yüklemenin ardından fırın kapısı fırının kalan kısımlarından farklı bir şekilde hareket edebilecektir. Probleme gitmek gerekirse, yüklemenin ardından sadece fırın kapısı hareket edecek, fırın ise etmeyecektir. Ne kadar yük yüklenirse yüklensin fırın kapısı yere değene dek hareket edecek fırın ise sabit kalacaktır, bu şekilde fırının devrilmesi engellenmiş olacak yükleme şartı ise sağlanmış olacaktır. Oluşan bu fikir farklı konstrüktif çözüm önerilerinin doğmasına olanak sağlamıştır. Özetle, yükleme halinde;

- Bölümlene prensibi doğrultusunda fırın ile fırın kapısı ayrı birer nesne gibi davranacak,

- Fırın devrilmeyecek,
- Sadece kapak yere kadar açılacaktır.



Şekil 3.3 : Bölümleme prensibinin fırına uygulanması



Şekil 3.4 : Bölümleme prensibinin fırına uygulanması, şematik gösterim.

3.2.2 Diğer kapı-mentеше çözümü örnekleri:

Diğer markalar tarandığında tasarımların belli noktalarda toplandığı tespit edilmiştir. Tüm konstrüksiyonlar bir yay mekanizması ile hareketlendirilmektedir. Farklı tür ve çalışma sistemi olan modeller aşağıdaki tabloda listelenmiştir. TRİZ yoluyla elde ettiğimiz çözüm önerisine benzer bir konstrüksiyon bulunmamaktadır. Ek olarak yapılan patent araştırmalarında da bu şekilde bir ürün olmadığı tespit edilmiş ve ürüne ait patent başvurusu yapılmıştır. TRİZ yoluyla hızlıca elde edilen çözüm önerisini farklı bir yoldan rakipleri analiz ederek ve literatüre bakarak doğrulanması sağlanmıştır. Aynı zamanda TRİZ, temel başlangıç adımları olan literatür-patent inceleme ve rakip analizinden daha az zaman almakta ve verimli olmaktadır.

Belling	Electrolux	Belling
		
White Westing House	Belling	Bosch, Homark
		
Hotpoint, Rosieres	Royale	Electrolux
		

Şekil 3.5 : Menteşe örnekleri [8].

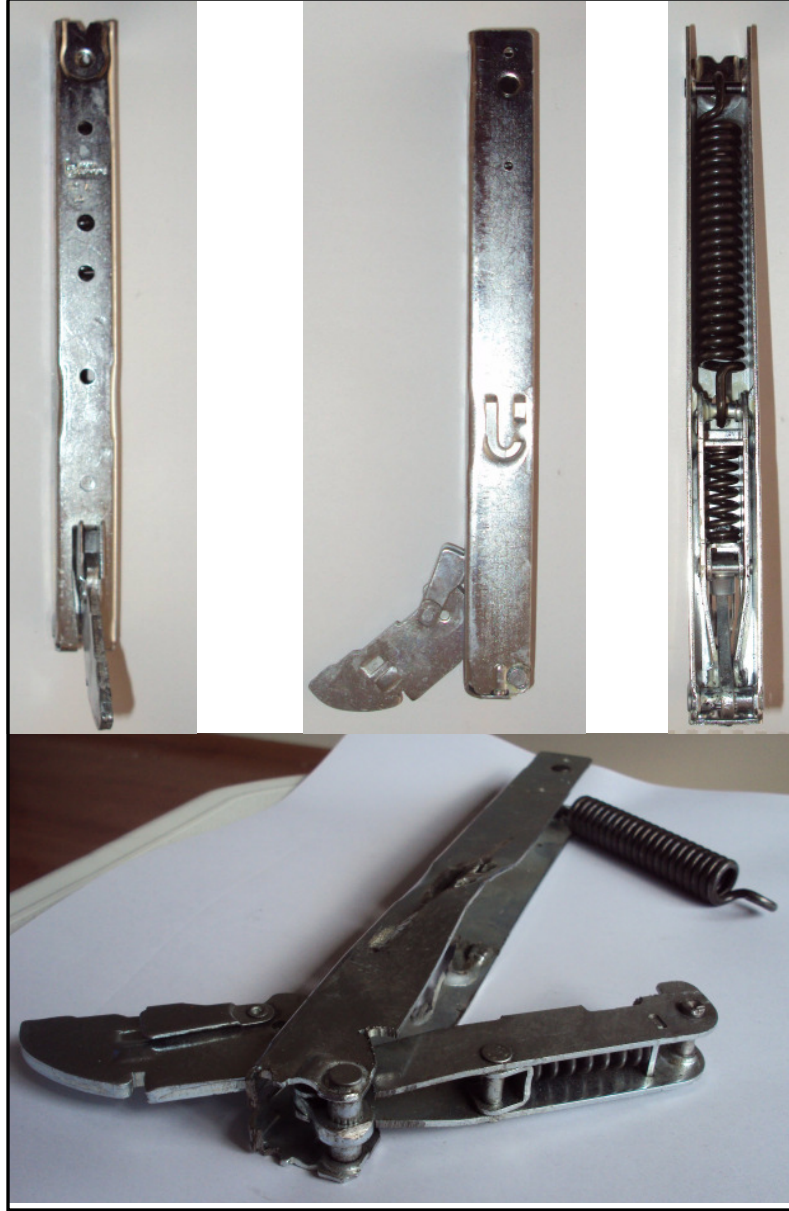
3.2.3 Mevcut durumun analizi

Mevcut durumda birçok farklı fırın ve kapı çeşidi mevcuttur. Bu tez kapsamında daha öncede aktarıldığı gibi solo fırınlar üzerinde çalışılmıştır. Solo fırınlarda “*basic kapı*” olarak anılan çift camlı kapı üzerine çalışmalar yapılmıştır.

Devrilme probleminin çözüme odaklanıldığında aşağıda resimleri bulunan 3 parça ön plana çıkmaktadır. Tez kapsamındaki çözüm önerileri aşağıdaki parçalar üzerinden geliştirilmiştir.

3.2.3.1 Menteşe

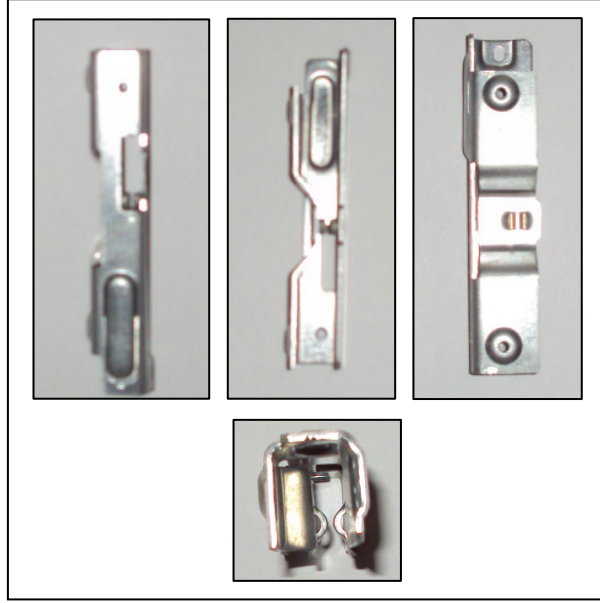
Kapının içine saklı bir şekilde bulunmaktadır. Tek parça olarak ele alınan menteşe, monte edilmiş olan 12 parçadan oluşmaktadır. Menteşe dilinin konstrüktif formu ve kullanılan yaylar kapının açılıp kapanmasında en etkin olan parçalardır.



Şekil 3.6 : Menteşe.

3.2.3.2 Menteşe karşılığı

Menteşe ile birlikte çalışan menteşe karşılığının en önemli konstrüktif özelliği içinde bulunan ve menteşeyi karşılayan konstrüktif detaylarıdır. Bu detayların formu sayesinde kapı açılışı-kapanışı esnasında menteşenin sabitlenmesi sağlanmaktadır.



Şekil 3.7 : Menteşe karşılığı.

3.2.3.3 Gövde flanşı

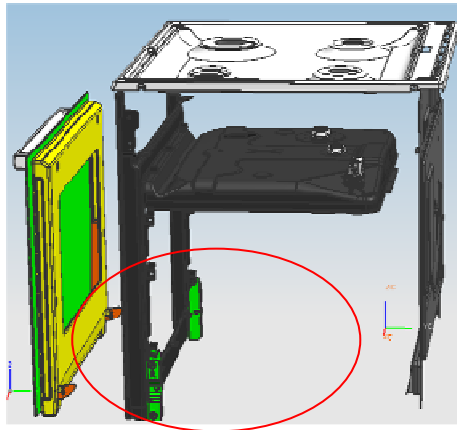
Fırın gövdesinin rijit bir şekilde durmasını sağlayan en önemli 4 ana parçadan biridir. Bütün gövde bu parça üzerine inşa edilmektedir.



Şekil 3.8 : Gövde flanşı.

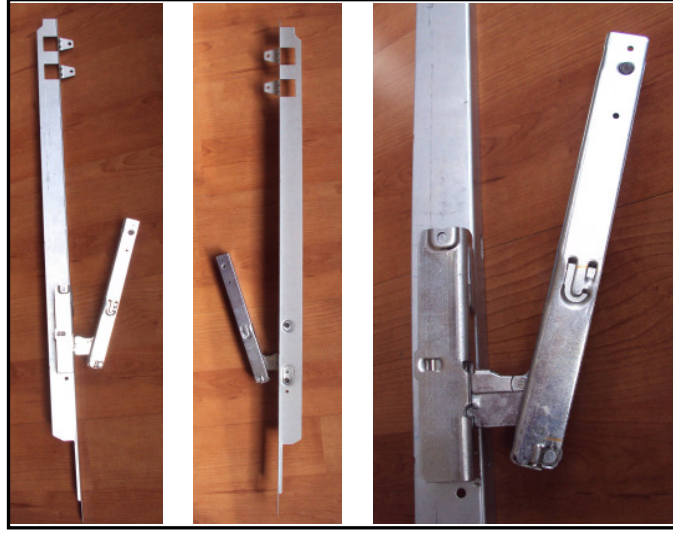
3.2.3.4 Sistemin çalışması

Bahsedilen 3 parçada Şekil 3.9’ da görüldüğü üzere fırının son montajlı halinde görünür değildirler. Menteşe fırının kapısı içerisinde, diğer 2 parçada ana gövde içerisinde gömülü haldedirler.



Şekil 3.9 : Fırın genel görünüm.

Menteşe, dil kısmı üzerinde yer alan çentik kısmı sayesinde menteşe karşılığı üzerine rahatça monte edilebilmekte ve rahatça sabitliği sağlanabilmektedir.



Şekil 3.10 : Sistem görünümü.

Mevcut durumda, fırın kapısına açık olduğu durumda aşağı yönlü (zemine doğru) kuvvet uygulandığında, kuvvet “A” dan “B” ye, “B” den “C” ye aktarılmaktadır. “C” parçasında “B” parçasından gelen kuvveti karşılayan “D” ile kodlanmış olan özel bir form bulunmaktadır. Bu form oldukça mukavim bir yapıya sahip olduğu için fırın kapısının aşırı yüklenmesi halinde dahil kırılma-kopma olacak şekilde deforme olmamaktadır. Ek olarak “B” parçasının “C” parçası ile temas ettiği kısımda fırın kapısının aşırı yüklenmesi halinde dahil kırılma-kopma olacak şekilde deforme olmamaktadır. Deformasyon olmadığı için de belli bir yükleme değerinden sonra fırın devrilmektedir.



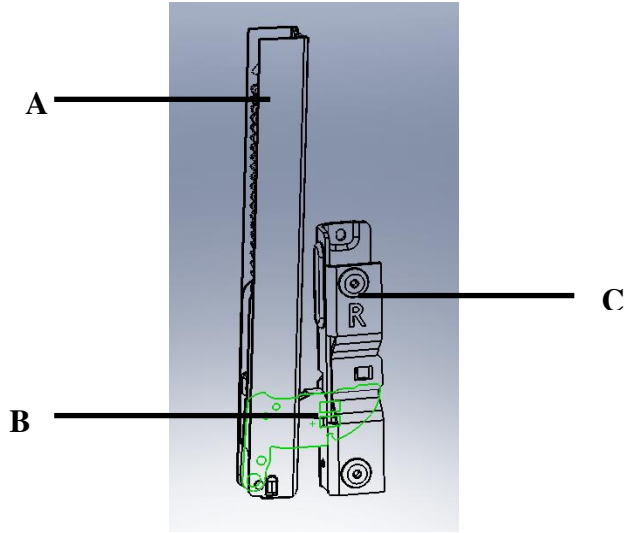
Şekil 3.11 : Mevcut durumdaki kuvvet akış şeması

A:Menteşe

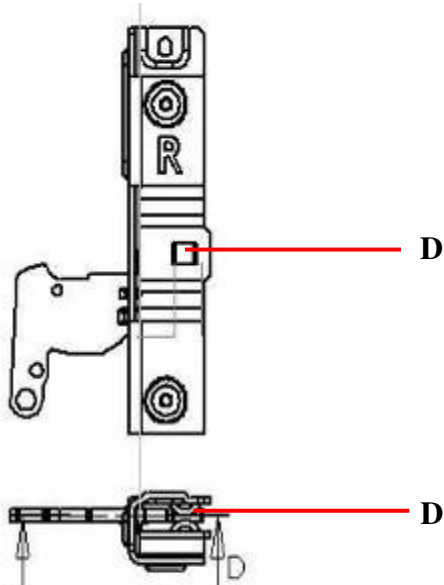
B:Menteşe dili

C:Menteşe karşılığı

D:Menteşe karşılığındaki form

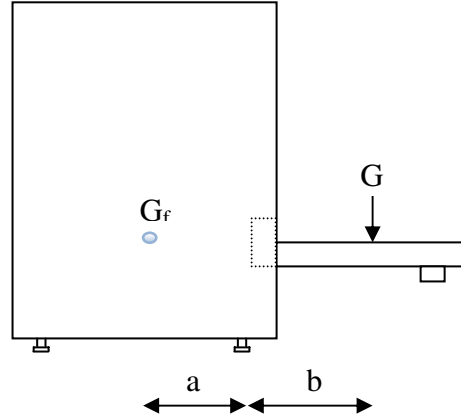


Şekil 3.12 : Mevcut durum.



Şekil 3.13 : Menteşe dili ile menteşe karşılığının montajı.

3.3 Matematik Modelin Oluşturulması



Şekil 3.14 : Fırın model konsepti

Devrilme noktasına göre moment denklemi aşağıdaki gibidir:

$$\sum M = G_f * a - G * b = 0 \quad (3.1)$$

$$G_f * a = G * b \quad (3.2)$$

G_f , a , b değerleri sabit olduğundan aranan değer “ G ” değeridir.

“ G ” değeri fırının devrilme hareketinin başlangıcı olan eğilme hareketinin başladığı kuvveti temsil etmektedir.

Yukarıdaki denkleme, istemler listesinde istenen tepsi ile ilgili yükleme şartları problem çözümünü basitleştirmek adına şimdilik dahil edilmemiştir. Daha sonra emniyetli kuvvet tayin edilirken işlemlere dahil edileceklerdir.

“ G ” kuvveti hem yukarıdaki denklemden hem de deneysel olarak tayin edilmektedir.

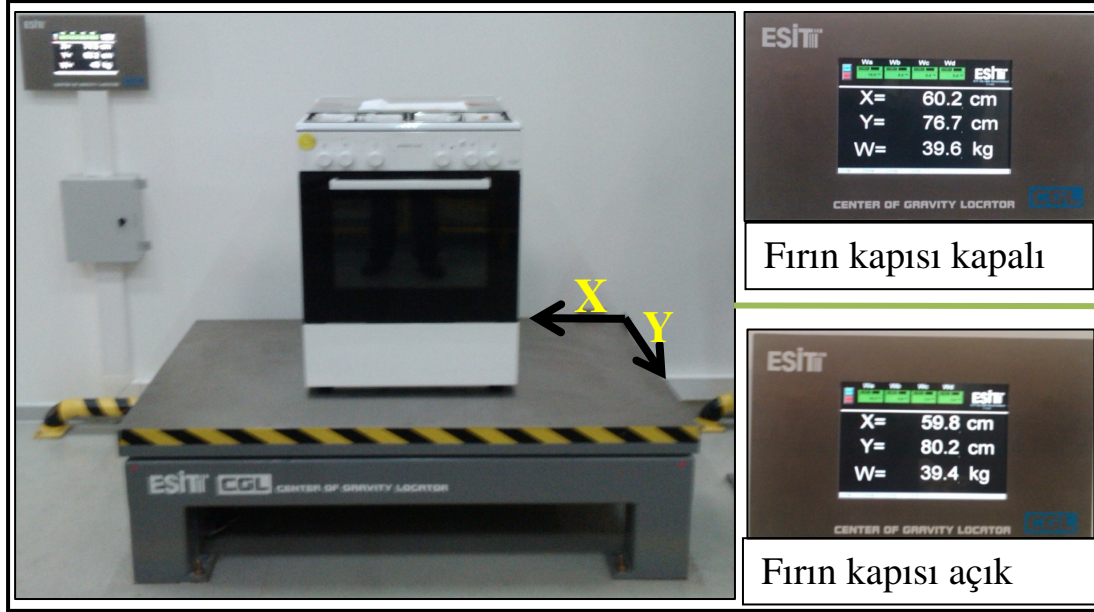
3.3.1 G kuvvetinin tespit edilmesi

3.3.1.1 Fırın ağırlık merkezinin bulunması

Şekilde resmi görülen fırının ağırlık merkezi farklı 2 konumda test laboratuvarında bulunan ağırlık merkezi ölçüm cihazı ile tespit edilmiştir. Fırın, test cihazında x : 30, y : 45 ana koordinatlarına yerleştirilmiştir.

Fırın kapısı kapalı iken, x : 30,2 (60,2 - 30) y : 31,2 (76,7 - 45)

Fırın kapısı açık iken, x : 29,8 (59,8 - 30) y : 35,2 (80,2 - 45)



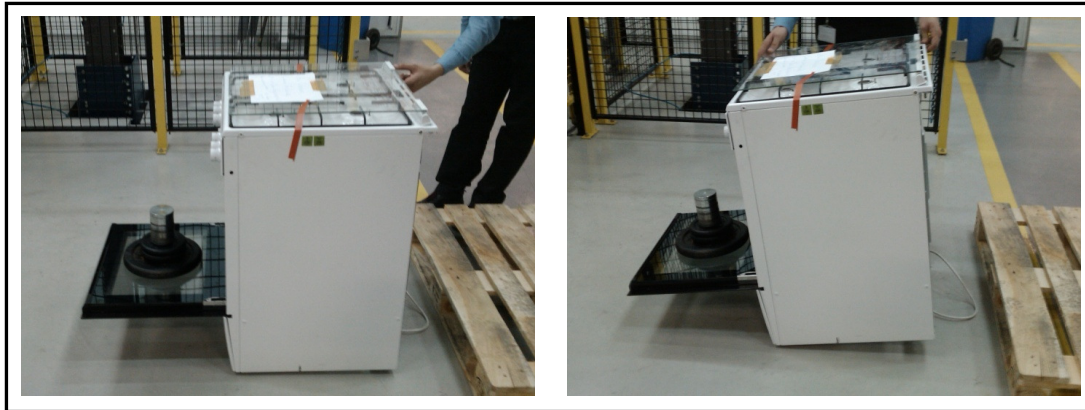
Şekil 3.15 : Ağırlık merkezi için ölçümlerin yapılması

Bu durumda;

- fırın kapısı kapalı iken $G_f (30,2 \ 31,2)$
- fırın kapısı açık iken $G_f (29,8 \ 35,2)$ dir.

3.3.1.2 Fırın devrilme testinin yapılması

Standartta belirtildiği üzere fırın kapısının açık olması halinde yükleme yapılmıştır. Aşağıdaki fotoğraflarda görüldüğü üzere yükleme fırın kapısının x ve y eksenlerinin kesiştiği noktadan yapılmıştır. Yapılan yüklemeler ile fırının 18,5 kg'a kadar stabil kaldığı tespit edilmiş, 18,5 kg' dan sonra devrildiği gözlemlenmiştir. Devrilme testi sonucunda elde edilen değer menteşenin menteşe karşılığına uyguladığı kuvvetin bulunmasını sağlayacaktır.



Şekil 3.16 : Fırın devrilme testleri.

3.3.1.3 Moment denklemleri yardımıyla G kuvvetinin bulunması

G kuvvetini bulmak için kapının açık olduğu haldeki değerler kullanılacaktır.

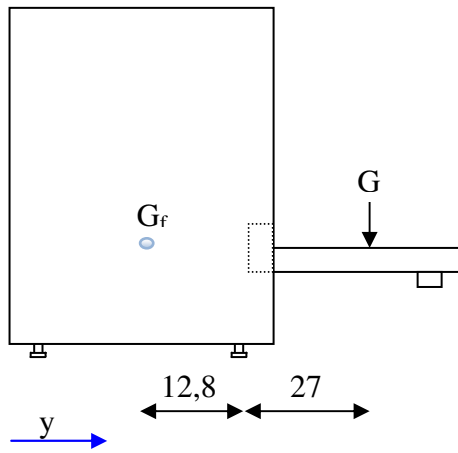
Bu durumda fırının ağırlık merkezi G_f (29,8 35,2) dir.

$$\sum M = G_f * a - G * b = 0$$

$G_f * a = G * b$ denklemlerinden hareketle,

$$a: 48 - 35,2 = 12,8 \text{ cm}$$

$$b: 27 \text{ cm}$$



$$G_f * a = G * b$$

$$G: (39,6 * 12,8) / 27 = 18,77 \text{ kg}$$

3.3.2 Tepsilerin dahil edilmesi

Fırın tepsileri ile ilgili olan madde aşağıda yer almaktadır. Buna göre 2 tepsiden birinin menteşeye olan dikey uzaklığı 20 cm'den fazla diğeri azdır.



Şekil 3.17 : Örnek tepsi

Tepsi boyutları:

En: 46,5 cm

Boy: 37,5 cm

20.101

- Fırındaki tepsiler fırının devrilmesine sebebiyet verecek şekilde durmakla birlikte, yükleneceklerdir. Yük olarak gram cinsinden tepsinin alanı cm^2 cinsinden;
 - Tepsinin menteşeye olan dikey uzaklığı (yüksekliği) 20 cm'yi geçmiyorsa 7,5 ile,
 - Tepsinin menteşeye olan dikey uzaklığı (yüksekliği) 20 cm'yi geçiyorsa 15 ile, çarpılacaktır.

Buna göre;

Tepsi alanı, $46,5 * 37,5 = 1743,75 \text{ cm}^2$ dir. (3.3)

Etki eden ağırlık, $1743,75 * (15 + 7,5) = 39234,375 \text{ gr}$ dır. (3.4)

Tepsi ağırlık merkezi ile devrilme noktası arasındaki mesafe 2,75 cm dir.

Tepsilerin etkittiği devrilme kuvveti, $27,5 * 39,234 * 9,81 = 10584,35 \text{ Nmm}$ dir (3.5)

Bu kuvveti ana moment denkleminde taşıdığında, $10584,35 / 270 = 39,20 \text{ N}$ (3.6) değerini elde ederiz. Bu değer emniyetli devrilme kuvvetinin belirlenmesinde hesaplara dahil edilmiştir.

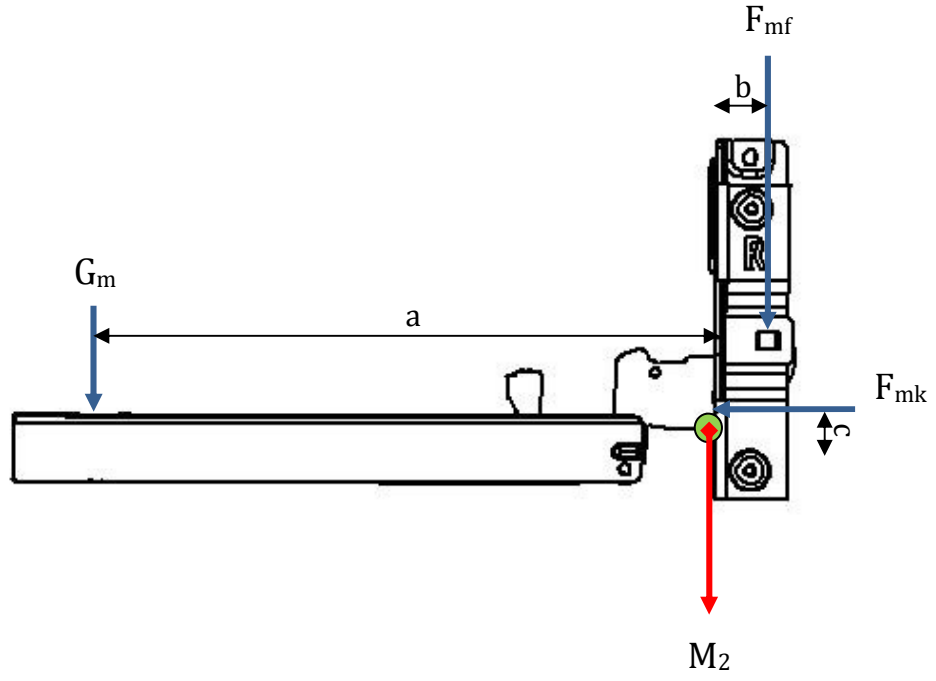
3.3.3 Kuvvet dağılımlarının tespit edilmesi

Kapı 90° derece açıldıktan sonra menteşe ve menteşe dili bir bütün halinde hareket etmektedir. Diğer bir deyişle menteşede yer alan ve aşağıda "A" ile kodlanmış olan özel formdan dolayı menteşe daha fazla açılmamaktadır, çünkü "A" ile kodlanmış olan form, dış düzey ile dil yüzeyi arasındaki açının sadece 90° ile 0° arasında değişmesine müsaade etmektedir.

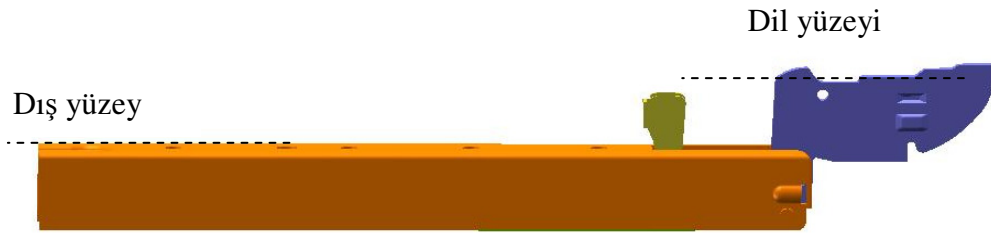
$$\sum M_2 = G_m * a - F_{mf} * b - F_{mk} * c \quad (3.7)$$

$$\sum M_2 = 0 \text{ denge durumu}$$

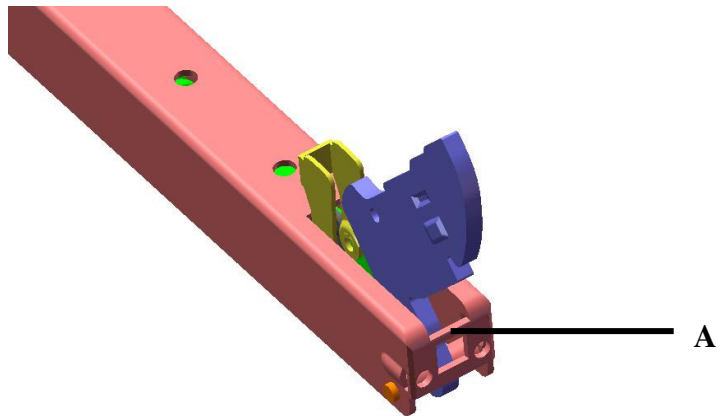
$$G_m * a = F_{mf} * b + F_{mk} * c \quad (3.8)$$



Şekil 3.18 : Sadeleştirilmiş kuvvet dağılımı.

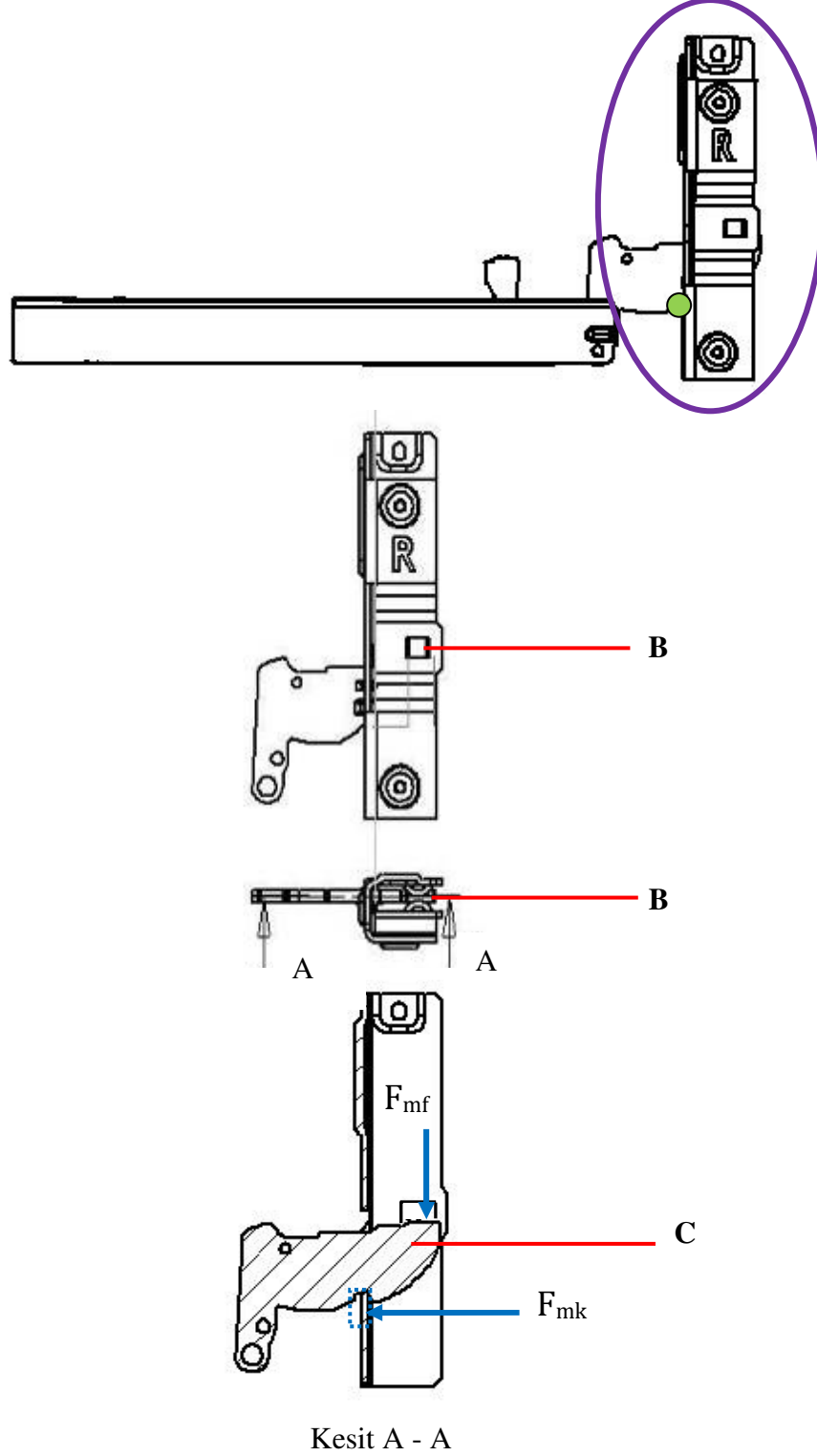


Şekil 3.19 : Tasarım sınırlandırıcı.



Şekil 3.20 : Tasarım sınırlandırıcı.

Mevcut durumda belli bir kuvvet değerinden sonra, aşağıdaki şekilde de “C” ile kodlanmış olan bölgede, menteşe dilinin alt detayı menteşe karşılığına dayandığı için menteşe karşılığında “B” ile kodlanmış olan özel forma belli bir değerden sonra yük binmemektedir.



Şekil 3.21 : Etkiyen kuvvetlerin detaylı gösterimi.

3.4 Çözüm Alternatifleri ve Seçimi

Çizelge 3.1 : Çözüm alternatifleri

	1	2	3	4
	Menteşede modifikasyon yapılarak dilin açılmasının sağlanması	Menteşe dili ile birlikte çalışıp kopacak bir pim tasarlanması	Yay ve bilyadan oluşan bir mekanizma ile menteşe dilinin hareketinin sınırlandırılması	Torsion yayı ile geri beslemeli bir sistem tasarlanması
				
	Menteşedeki birçok detayın tekrar revize edilmesi gerekli.	Menteşe karşılığını revize etmek kolay.	Geometrik sınırlar negatif etkiliyor.	Gerekli kuvveti elde etmek için daha fazla alan gerekli.
	Menteşe tedarikçisi lokal değil.	Basit mukavemet hesapları ile çözülebilir.	Olası tasarımın montajı zor.	Ön gerilme gerektiği için montajı zor.
	Menteşeye dair matematik modelin oluşturulması gerekli.	Gerekli ömrü sağlayamayabilir.	Yeni tasarım vakit alacak.	
	Kapı davranışının incelenmesi ve yeni tasarıma adapte edilmesi gerekli.		Yeni tedarikçi gerebilir.	
Süre	3	4	1	2
Maliyet	2	4	3	3
Basitlik	2	5	3	3
Tedarik edilebilirlik	1	4	3	3
Üretime adapte edilebilirlik	5	5	2	2
	13	22	12	13

3.5 2 nolu Çözüm Önerisinin Detaylandırılması

Probleme yönelik çözüm önerileri araştırılırken geliştirilen konstrüktif çözüm ile hem standardın gereksinimi olan istemler karşılanmış olacak hem de mevcut fırınlarda kullanılan beton iptal edilmiş olacaktır. Bu yolla standarda uyum sağlamak amacıyla yapılacak olan masraflar, mevcutta kullanılan betonun iptal edilmesiyle karşılanmış olacaktır. Problem çözümümü için mevcut durum detaylıca analiz edildikten sonra, matematik model yardımıyla kuvvet değerleri hesaplanmıştır. Fırın kapısının açık ve yüklü olması halinde devrilmenin olmaması için fırın kapısı fırının kalan kısımlarından farklı bir şekilde hareket ederek belli bir kuvvet değerinden sonra daha fazla açılacaktır.

Fırın kapısına yapılan yükleme sonucunda, kritik yüklemeye geldikten sonra fırın devrilme hareketi sergilemektedir. Kritik devrilme kuvveti, fırının devrilmeye başladığı kuvvet olarak tanımlanmaktadır.

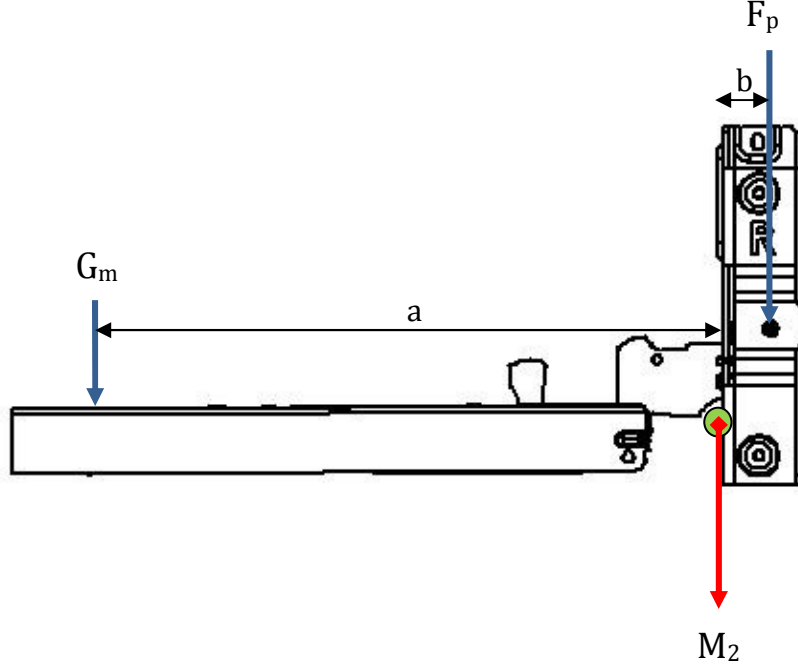
- Kritik yükleme değeri “G” tespit edilecektir (beton ağırlık yokken fırının standartta belirtilen kurallar çerçevesinde yüklenmesi halinde fırının stabil durumunu kaybettiği değerdir),
- Kritik devrilme kuvvetinde hareketle emniyetli bir kuvvet belirlenmiştir (emniyetli kuvvet fırının kritik devrilme kuvvetinden daha küçük olan bir kuvvettir),
- Emniyet kuvvetinden dolayı menteşenin menteşe karşılığına uyguladığı kuvvet tespit edilecektir,
- Menteşe karşılığında gelen kuvvet değeriyle uyumlu çalışan konstrüktif çözüm yapılacaktır.
- Uyumlu çalışan konstrüktif çözüm, kritik yükleme halinde menteşe karşılığına monte edilecek pimin deforme olmasını kopmasını ifade etmektedir.
- Deforme olacak malzeme seçilirken aşağıdaki kriterler önceliklendirilmiştir
 - Malzeme,
 - Çap,
 - Ömür,
 - Montaj kolaylığı.

Kritik yükleme değeri “G” daha önce bölüm 3.3 de 18,5 kg olarak bulunmuştur. Bu kuvvet değerine tepsinin devrilmeye olan etkisi ilave edilince emniyet devrilme kuvveti 14 kg olarak tespit edilmiştir.

Mevcut tasarımda fırın kapısının açılmasının engelleyen 2 kısım bulunmaktadır. Seçilen tasarım önerisinde belirlediğimiz üzere, bu 2 engel ortadan kaldırılacak ve fırın kapısının daha fazla açılması sağlanacaktır. Bu kapsamda kabaca aşağıdaki konstrüktif değişiklikler yapılacaktır;

- Menteşe karşılığında bulunan özel form kaldırılacaktır,
- Menteşe karşılığında pim için delik açılacaktır,
- Menteşe dilinde fırın kapısının daha fazla açılabilmesi için tasarımında revizyon yapılacaktır,
- İstenen kuvvet değerlerine uygun bir pim tasarlanacaktır.

Bu değişiklikler sonucu oluşacak olan sistemin matematik modeli aşağıda yer almaktadır. Tüm hesaplar bu matematik model üzerinden yapılacaktır. Gm değeri G kuvvetinin oluşturduğu emniyet kuvvetinin yarattığı etkinin menteşe tarafından eş olarak yaratılabilmesi için oluşturulmuş olan değerdir.



Şekil 3.22 : Tasarıma ait matematik model

$$\sum M_2 = G_m * a - F_{mf} * b \quad (3.9)$$

$$\sum M_2 = 0 \text{ denge durumu}$$

$$G_m * a = F_p * b \quad (3.10)$$

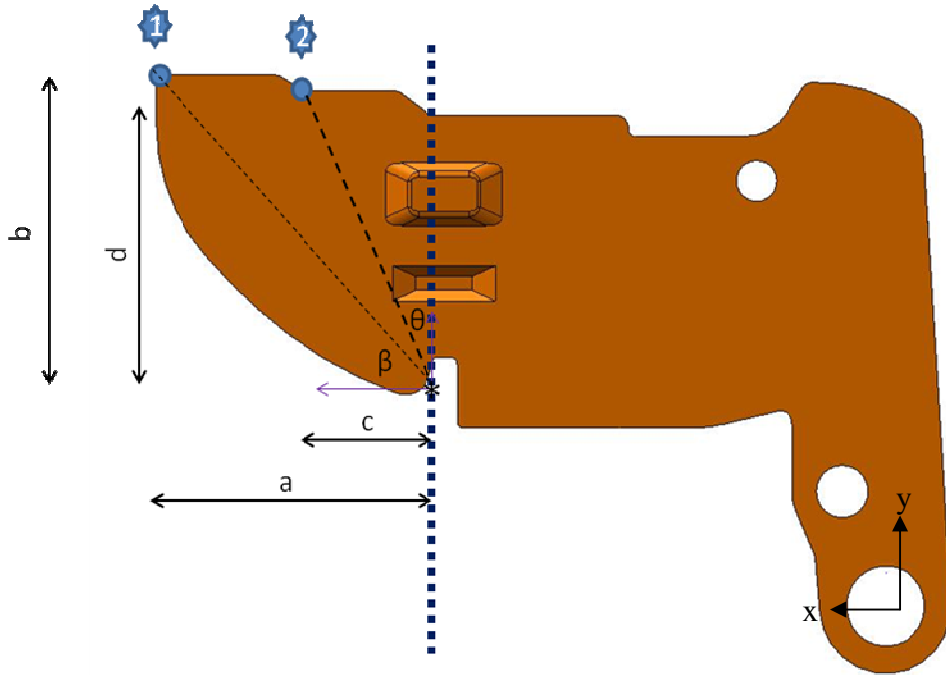
$$G_e * 27 = (G_m * a) / 2 = 14 * 27 / 2 = 189 \text{ kgcm} = 18541 \text{ Nmm}$$

F_p kuvveti pime gelen kuvveti temsil etmektedir.

F_p kuvvetini belirleyebilmek için “b” ile ifade edilen mesafenin belirlenmesi gerekmektedir. Moment denkleminde de görüleceği gibi F_p ile “b” ters orantılıdır.

Ek olarak “b” değerinin belirlenmesinde geometrik sınırlar bulunmaktadır.

Fırın kapısının normalden daha fazla açılması için menteşe dilinin hareket edebilmesi gerekmektedir. Bundan dolayı aşağıdaki modellemeler yapılmıştır.



Şekil 3.23 : Mevcut menteşe dili

İlk olarak rastgele 2 nokta seçilmiştir. Amaç, bu noktalar yardımıyla menteşe dilinin açısal hareket değişikliklerinin matematiksel olarak formüle edilmesidir. Normalde ölçüm ile bu değerler bulunabilir; fakat birçok model olduğu için ve hepsini ölçmek verimsiz olduğu için matematik model oluşturulmaktadır. Bulunan bu değerler ile tasarımın doğruluğu, menteşe dilinin menteşe karşılığına herhangi bir noktada temas edip etmediği, ediyorsa menteşe dili üzerinde gerekli form değişikliğinin yapılmasını sağlamaktadır.

Noktalar sırasıyla 1 ve 2 olarak kodlanmıştır.

β : menteşe dilinin formundan dolayı, a ile b kenarı arasındaki sabit açıdır.

θ : menteşe dilinin formundan dolayı, c ile d kenarı arasındaki sabit açıdır.

1 ve 2 noktaları koordinat düzleminde sırasıyla aşağıda verildiği gibi ifade edilmektedir,

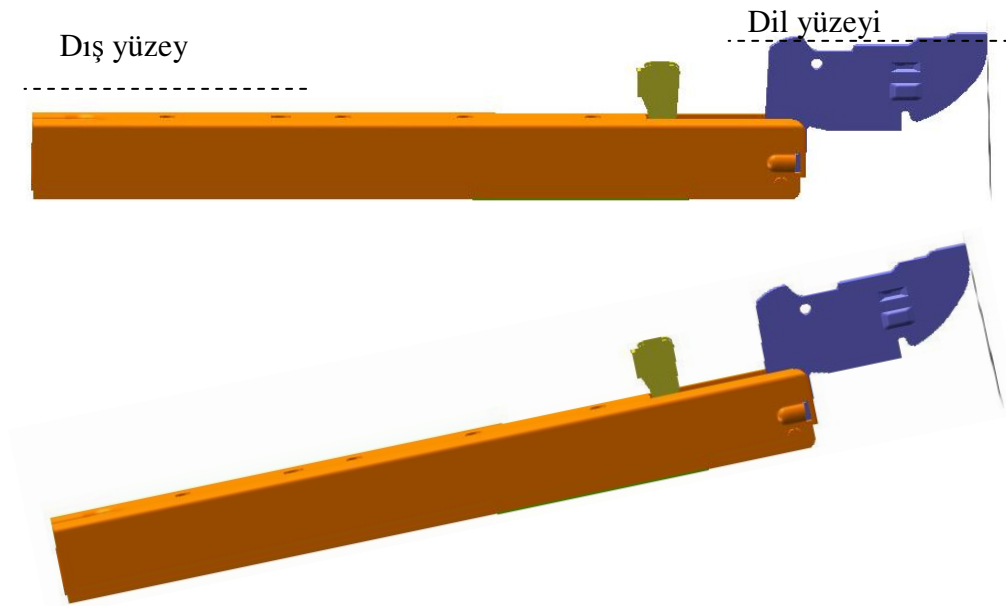
1 (a, b)

2 (c, d)

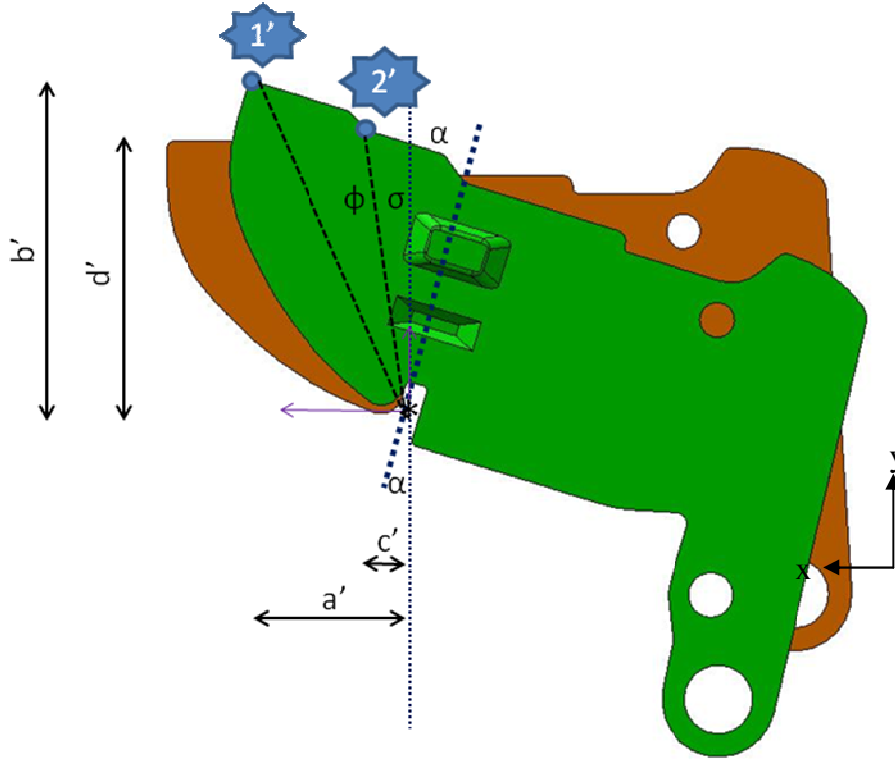
$$\sqrt{a^2 + b^2} = z \quad (3.11)$$

$$\sqrt{c^2 + d^2} = k \quad (3.12)$$

Menteşe dili aşağıdaki forma geldikten sonra kapının daha fazla açılması için açısal olarak hareket etmek zorundadır. Bu açısal hareketin miktarı “ α ” açısı ile gösterilmektedir.



Şekil 3.24 : Fırın kapısının normalden fazla açılması durumu.



Şekil 3.25 : Menteşe dilinin hareket hali.

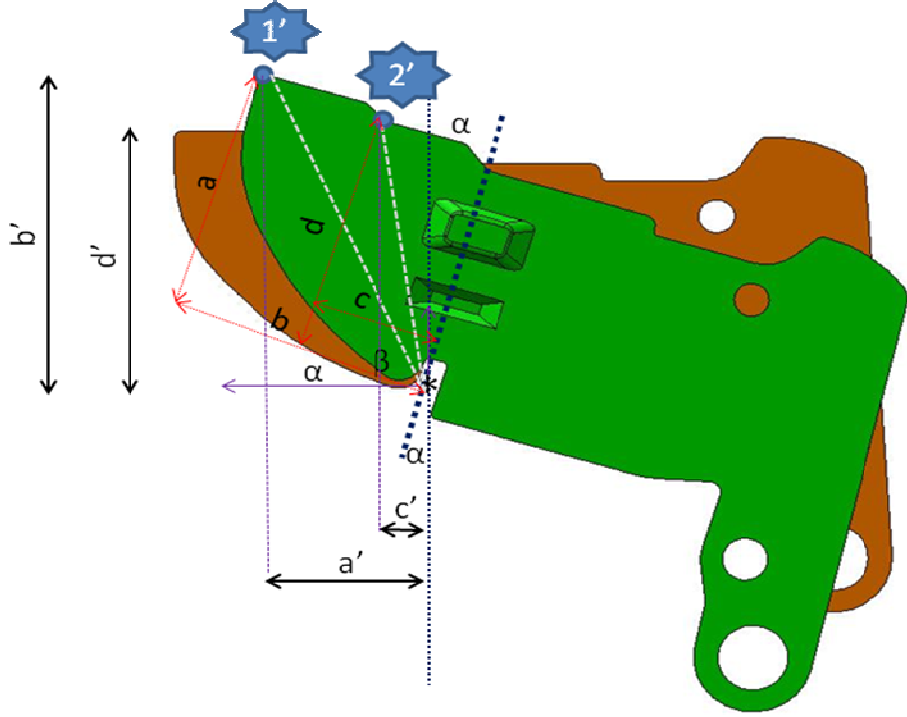
Menteşe dili, fırın kapısının yere değebilmesi için ilgili yönde hareket ettikten sonra 1 ve 2 nolu noktalar sırasıyla 1' ve 2' koordinatlarına geçmişlerdir.

$$\left. \begin{array}{l} 1 (a, b) \\ 2 (c, d) \end{array} \right\} \begin{array}{l} 1' (a', b') \\ 2' (c', d') \end{array}$$

$$\Phi + \sigma = \psi \quad (3.13)$$

Φ : menteşe dilinin formundan dolayı, a' ile b' kenarı arasındaki sabit açıdır.

ψ : menteşe dilinin formundan dolayı, c' ile d' kenarı arasındaki sabit açıdır.



Şekil 3.26 : Menteşe dilinin hareket birimleri.

$$z * \cos \beta = a \quad (3.14)$$

$$z * \cos(\beta + \alpha) = a' \quad (3.15)$$

$$z * \sin \beta = b \quad (3.16)$$

$$z * \sin(\beta + \alpha) = b' \quad (3.17)$$

$$k * \sin \theta = c \quad (3.18)$$

$$k * \sin(\theta - \alpha) = c' \quad (3.19)$$

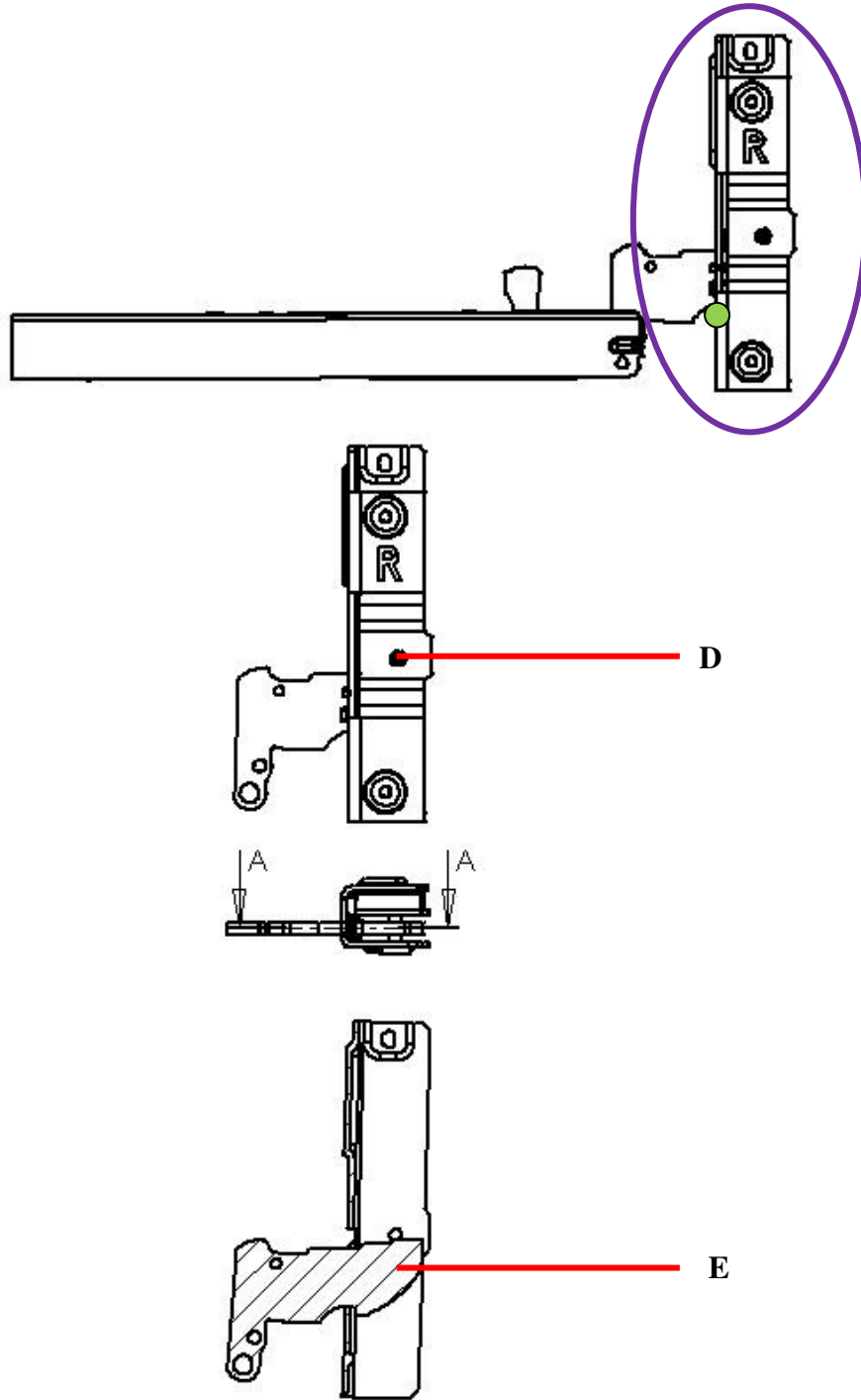
$$k * \cos \theta = d \quad (3.20)$$

$$k * \cos(\theta - \alpha) = d' \quad (3.21)$$

“b” değeri uygun sınırlarda kalmak şartıyla çeşitli değişik biçimlerde kullanılmıştır.

Geometrik sınırlar göz önüne alındığında “b” ‘nin uygun değerlerinin 13 ile 17 mm arasında olduğu görülmüştür.

Kapının 90° dereceden daha fazla açılabilmesi için, menteşe dilinde konstrüktif değişiklik yapılmış ve “E” ile kodlanan parça oluşturulmuştur. Bu form kapının yere kadar açılmasına müsaade etmektedir.

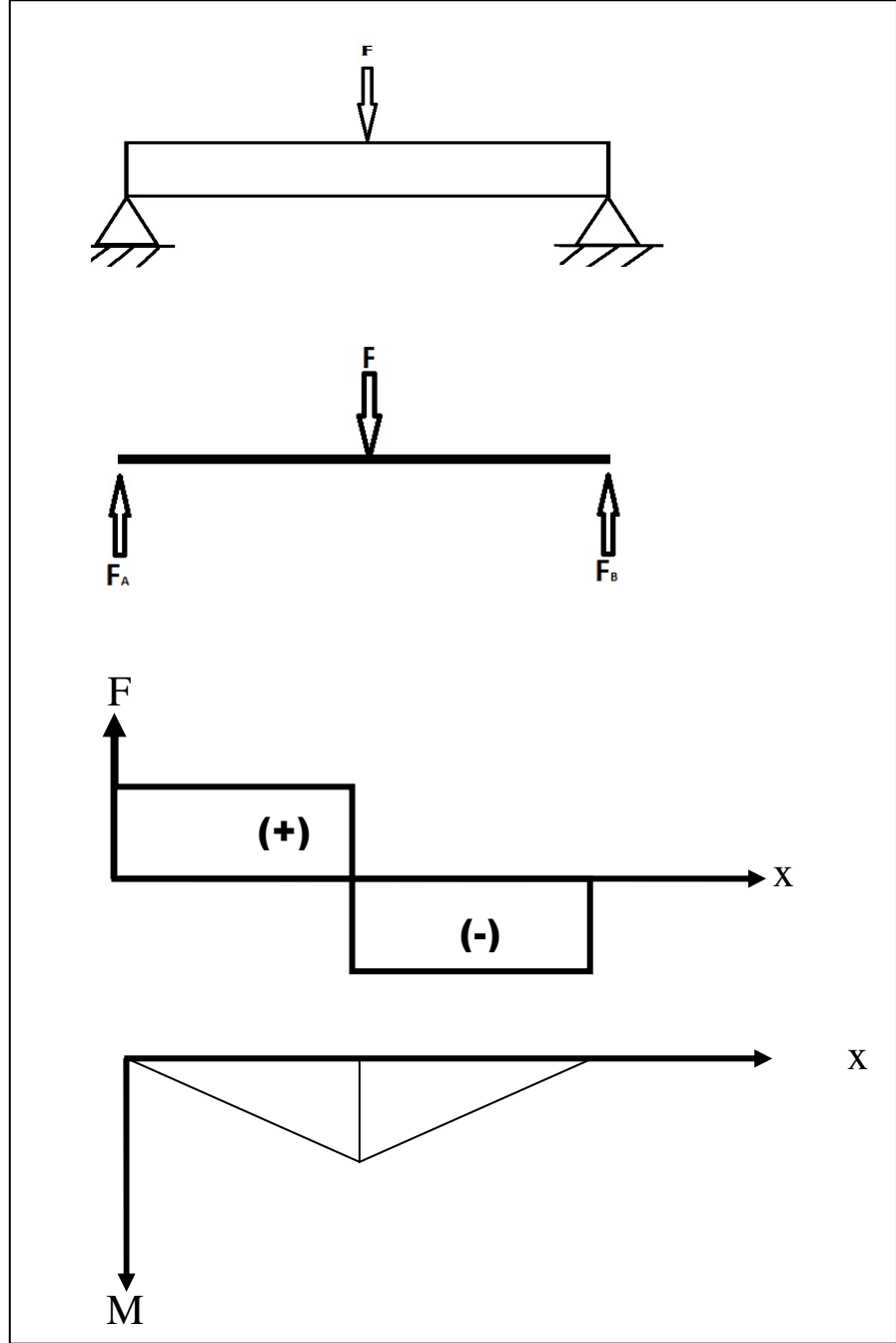


Kesit A - A

Şekil 3.27 : Yeni tasarıma ait çizimler.

Mukavemet hesapları aşağıdaki şekilde yapılmıştır.

$$\tau = \frac{F_p}{\frac{\pi d^2}{4}} \leq \tau_{em} \quad (3.22)$$

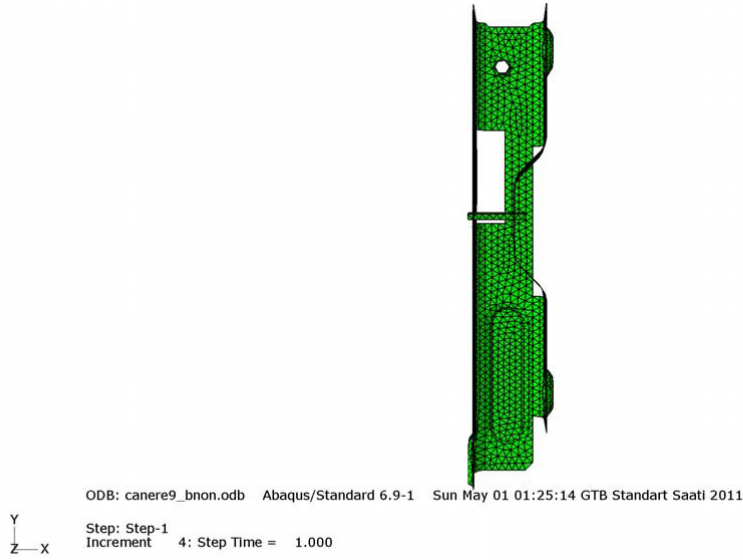


Şekil 3.28 : Kuvvet – Moment dağılımları

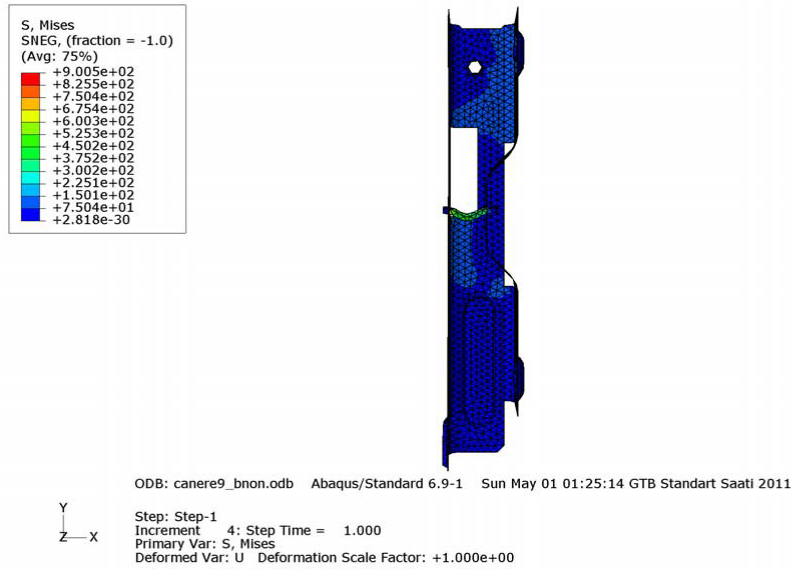
Malzeme cinsi, “b” değeri, pim çapına göre yukarıda yer alan formül sonucu değişmektedir. İlk olarak St 37 olarak seçilen malzemeye göre hesaplamalar yapılmıştır.

Sonlu Elemanlar Yöntemi İle Yapılan Analizler

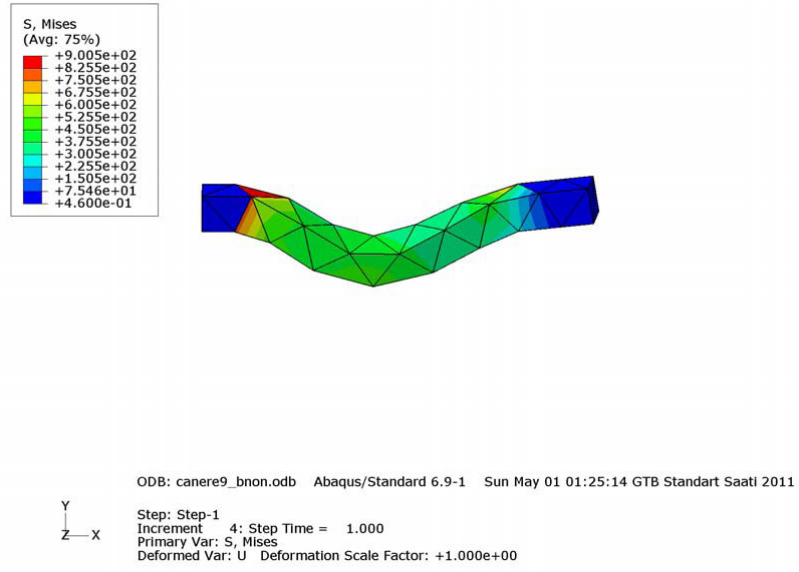
Modellerin ağ yapıları Hypermesh programı ile örülmüştür. Aşağıda şekli bulunan menteşe karşılığı, kısmen simetrik olduğu için, 2 boyutlu üçgen ağlar ile örüldü. Bu sayede dosya boyutları küçüldü ve analiz süreleri kısalmış oldu. Pim ise 3 boyutlu piramit ağlar ile örüldü. Tüm model 2 mm' lik ağlar ile örülmüştür. Ağ yapısı örülen model analiz için Abaqus programına alınıp, analiz yapılmıştır.



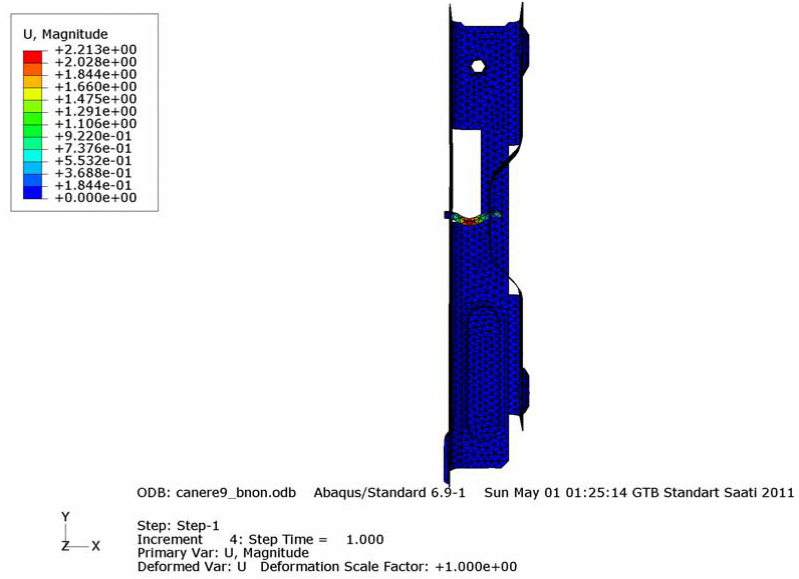
Şekil 3.29 : St 37 malzemeye sahip tasarımın ağ yapısı örülmüş hali.



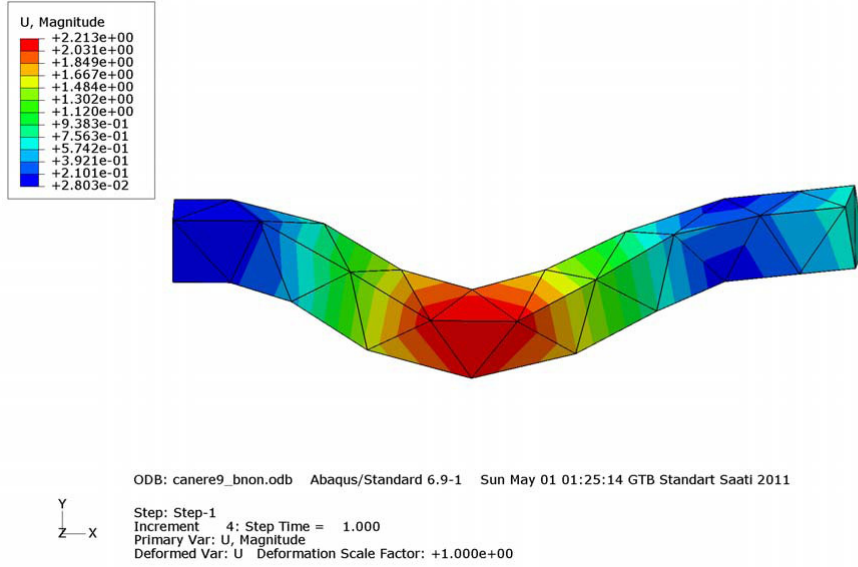
Şekil 3.30 : St 37 malzemeye sahip tasarımın gerilme analizi.



Şekil 3.31 : St 37 malzemeli pimin gerilme değerleri.



Şekil 3.32 : St 37 malzemeye sahip tasarımın birim şekil değiştirme analizi.



Şekil 3.33 : St 37 malzemeli pimin birim uzama değerleri.

Hypermesh ile ağ yapısı örülen modelde 2344 node ve 4369 eleman bulunmaktadır.

Ek olarak 2mm' lik ağlar örüldüğü için pim kare şeklinde gözükmemektedir, node yapılarının menteşe karşılığı ile uyuşması için ağ boyutları değiştirilmemiştir.

Abaqus analizlerinde kullanılan değerler:

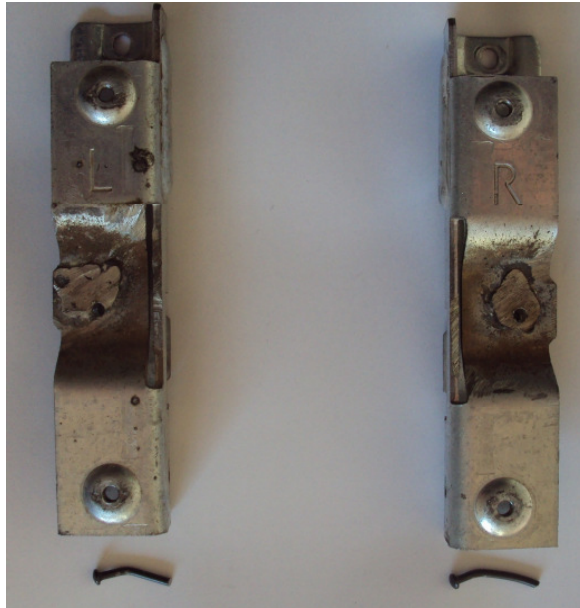
Young modülü: 210 GPa (2 parça içinde),

Poisson oranı: 0.3 (3 parça içinde)

Abaqus' e aktarılan model için statik analiz yapılmıştır ve yukarıda görülen sonuçlar elde edilmiştir. Pim, menteşe karşılığına rijit bir şekilde bağlandığı baş kısımlarda gerilme yığılması olduğundan buralar gerilmeler ile ilgili olan şekillerde kırmızı ile gözükmemektedir. Analiz sonuçları değerlendirilirken hem gerilme hem de uzama sonuçları bir arada değerlendirilmelidir. Çünkü analiz sonuçları, kopmanın olduğu anı göstermemektedir. Renk skalasından gerekli değerler emniyet gerilme değerleri ve birim uzama değerleri ile karşılaştırılmalıdır. Bu kapsamda bakıldığında uzamanın maksimum olduğu yerde gerilme değerinin 375 MPa ile 550 MPa arasında değiştiğini göstermektedir.

Çizelge 3.2 : Alternatif değer tablosu.

#	$G_m * a$ (Nmm)	b (mm)	F_p (N)	d	τ (N/mm ²)	τ_{em} (N/mm ²)	Onay
1	18541	13	1426,231	1	1816,854483	370	
2	18541	13,5	1373,407	1,5	777,5838117	370	
3	18541	14	1324,357	2	421,7697907	370	
4	18541	14,5	1278,69	2,5	260,6246431	370	
5	18541	15	1236,067	3	174,9563576	370	
6	18541	15,5	1196,194	3,5	124,3929337	370	
7	18541	16	1158,813	4	92,26214172	370	
8	18541	16,5	1123,697	4,5	70,68943743	370	
9	18541	17	1090,647	5	55,57437242	370	
1	18541	15	1236,067	2	393,6518047	370	
2	18541	15	1236,067	1,8	485,9898823	370	
3	18541	16	1158,813	1,5	656,0863411	370	

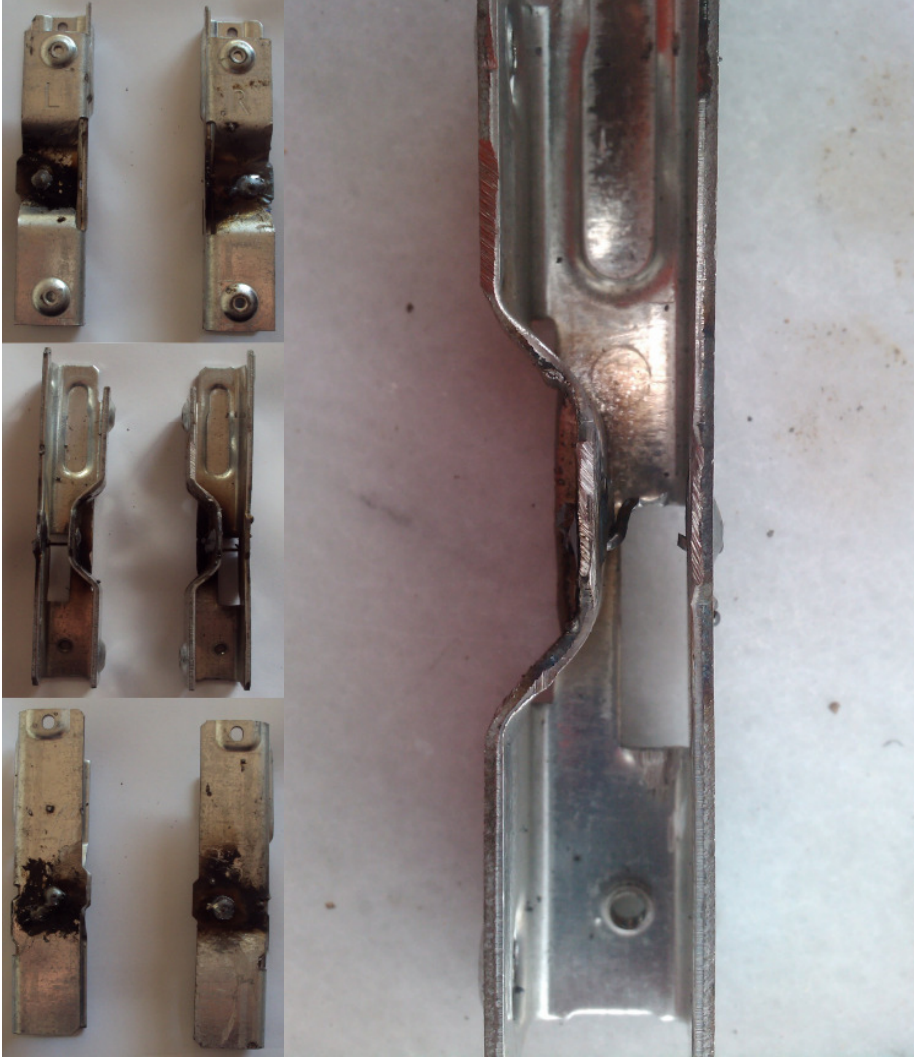


Şekil 3.34 : 3 nolu alternatifin test sonrası görüntüsü.

Yapılan testlerde mukavemet hesaplarında deforme olup kopması beklenen parça kopmamış sadece deforme olmuştur. Hesaplanan değer emniyet gerilmesine yakın olduğundan dolayı yeni alternatifler üretilmiştir. Alternatif değer tablosunun sonunda yer alan değerler test sonucunda üretilmiştir. Testin olumsuz sonuçlanmasının ardından yeni alternatifler için testler tekrarlanmıştır.

Çizelge 3.3 : Yeni alternatiflerin test sonuçları.

#	$G_m * a$ (Nmm)	b (mm)	F_p (N)	d	(N/mm ²)	(N/mm ²)	Onay
1	18541	15	1236,067	2	393,6518047	370	
2	18541	15	1236,067	1,8	485,9898823	370	
3	18541	16	1158,813	1,5	656,0863411	370	



Şekil 3.35 : Test sonuçları.

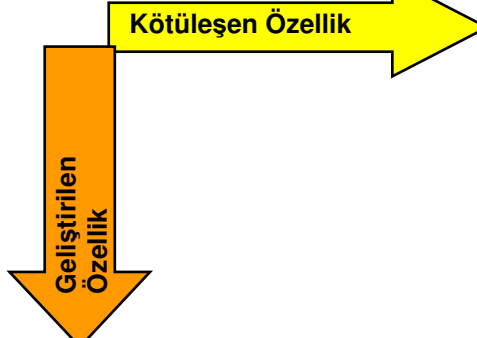
Çapı 1,5 mm ve 1,8 mm olan 2 pimle yapılan testler başarıyla sonuçlanmıştır. Fakat elde edilen tasarımlar seri üretime uygun değildir. Bu parçaları menteşe karşılığına monte etmek zordur ve olası bir deformasyonun ardından servisin ilgili parçaları değiştirmesi kolay değildir. Karşılaşılan bu problemi aşmak için TRİZ kullanılmıştır.

❑ İyileştirmek istenilen özellik / Tamir edilebilirlik:

Deformasyonun ardından fırının tamir edilebilmesi gerekmektedir.

❑ **İyileştirmeye karşı kötüleşen özellik / Üretilebilirlik:** Cismin değişmezliği.

Tamir edilebilir özellik olması için tasarım kompleksleşmiş üretilebilirliğini ve fırının üretilebilirliğini montajdan dolayı azaltabilir.

		Hareketli nesnenin ağırlığı	Zararlı yan etkiler	Üretilebilirlik	Kullanım kolaylığı	Tamir edilebilirlik
		1	31	32	33	34
1	Hareketli nesnenin ağırlığı	+	22, 35, 31, 39	27, 28, 1, 36	35, 3, 2, 24	2, 27, 28, 11
31	Zararlı yan etkiler	19, 22, 15, 39	+			
32	Üretilebilirlik	28, 29, 15, 16		+	2, 5, 13, 16	35, 1, 11, 9
33	Kullanım kolaylığı	25, 2, 13, 15		2, 5, 12	+	12, 26, 1, 32
34	Tamir edilebilirlik	2, 27, 35, 11		1, 35, 11, 10	1, 12, 26, 15	+

Şekil 3.36 : Çelişkiler matrisinden problemin çözümüne dair alınan kesit.

Çözümler: 1, 10, 11, 35

- **01:** Bölümleme; dilimlemek/bölmek/parçalamak,
- **10:** Başlangıçta eylemli,
- **11:** Önceden güvenilirliği sağlama,
- **35:** Parametre değişikliği,

Bu çözüm önerileri dikkate alındığında probleme çözüm olarak gelen kısmın **35 nolu parametre değişikliği** ile ilgili olduğu görülmektedir.

Prensip 35. Parametre değişikliği

- Bir cismin fiziksel durumunu değiştirmek (katı, sıvı, gaz, vs),
- Cisimlerin yoğunluklarını ve kıvamını değiştirmek,
- Cismin esnekliğini değiştirmek,

- Cismin sıcaklığını değiştirmek.

Cismin yoğunluğunu ve esnekliğini değiştirmek fikrinden hareketle metal olan malzemeler yerine farklı bir malzeme kullanma fikri doğmuştur. Bu bağlamda plastik tercih edilmiştir. Plastik kullanımında dikkat edilmesi gereken noktalar bulunmaktadır. Bunlar şu şekilde sıralanabilir;

- Gerekli ömrü vermesi (ürün ömrü 7 yıl),
- Kullanım süresince özelliklerinin kabul edilebilir aralıkta değişmesi,
- Birim uzama değeri % 1-4 aralığından fazla olmamalıdır ki, sünek davranış sergileyerek emniyet kuvvetinde kopma davranışı yerine uzama davranışı sergilemesin.

Bu kapsamda hesaplardan hareketle malzeme seçimi yapılacaktır.

Değişen parametreler;

- Çap: 4 ile 5 mm arasında olacaktır,
- b mesafesi: 15 ile 17 mm arasında olacaktır.

Bu değerler ile aranan malzemeye ait kopma anındaki gerilme değerinin aralığı saptanmıştır. Buna göre;

$$\frac{G_m * a}{b * \frac{\pi * d^2}{4}} \quad (3.23)$$

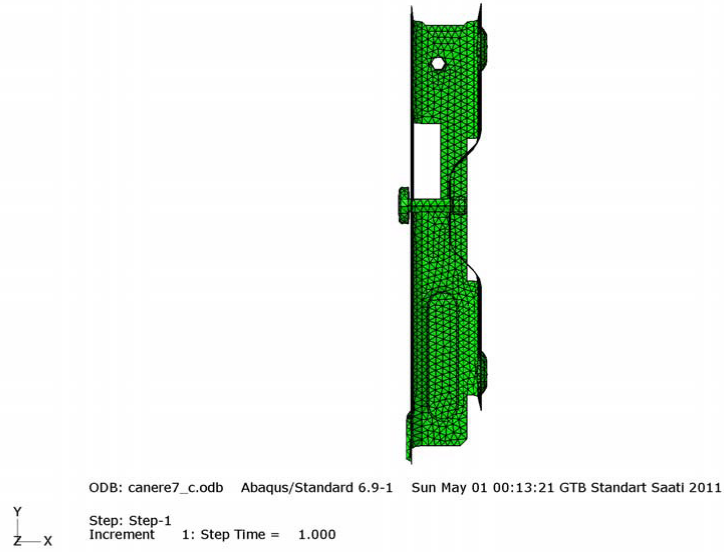
formülasyonu ile aralık tespit edilmiştir.

$$\text{Minimum değer: } \frac{18541}{17 * \frac{\pi * 5^2}{4}} = 55,57 MPa$$

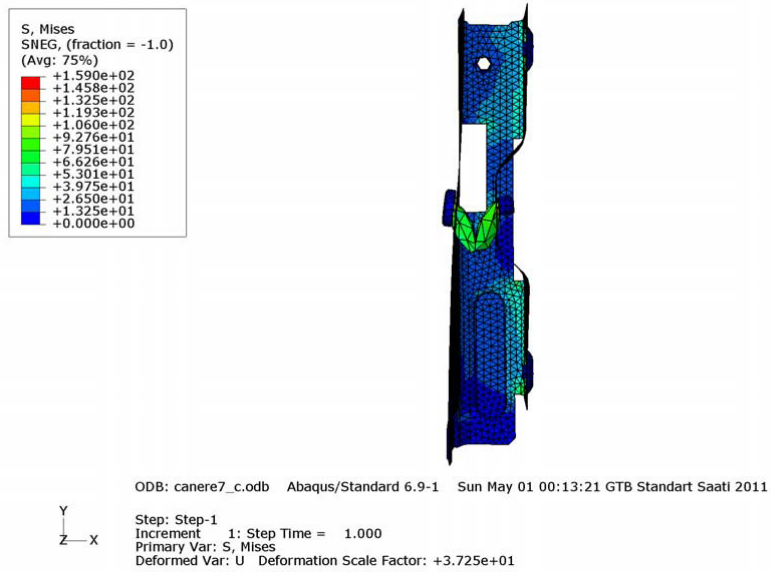
$$\text{Maksimum değer: } \frac{18541}{15 * \frac{\pi * 4^2}{4}} = 86,83 MPa$$

Bu değer aralıkları ile ve belirtilen istemler ile yapılan arama neticesinde BASF tarafından üretilen PS 168 N kodlu malzeme bulunmuştur. Bulunan malzemenin mekanik özelliklerine göre tasarım şekillendirilmiştir. Kopma anındaki gerilme değeri 59 MPa dır, tasarım öncelikli olarak bu değere göre şekillendirilmiştir.

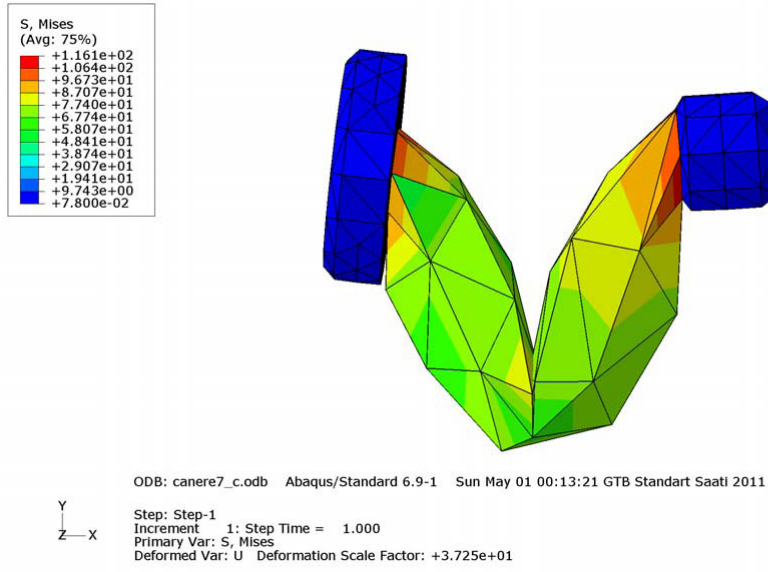
Bu analizde de bir öncekinde olduğu gibi modellerin ağ yapıları Hypermesh programı ile örüldü. Aşağıda şekli bulunan menteşe karşılığı, kısmen simetrik olduğu için, 2 boyutlu üçgen ağlar ile örüldü. Bu sayede dosya boyutları küçüldü ve analiz süreleri kısalmış oldu. Pim ise 3 boyutlu piramit ağlar ile örüldü. Tüm model 2 mm' lik ağlar ile örülmüştür. Ağ yapısı örülen model analiz için Abaqus programına alınıp, analiz yapılmıştır.



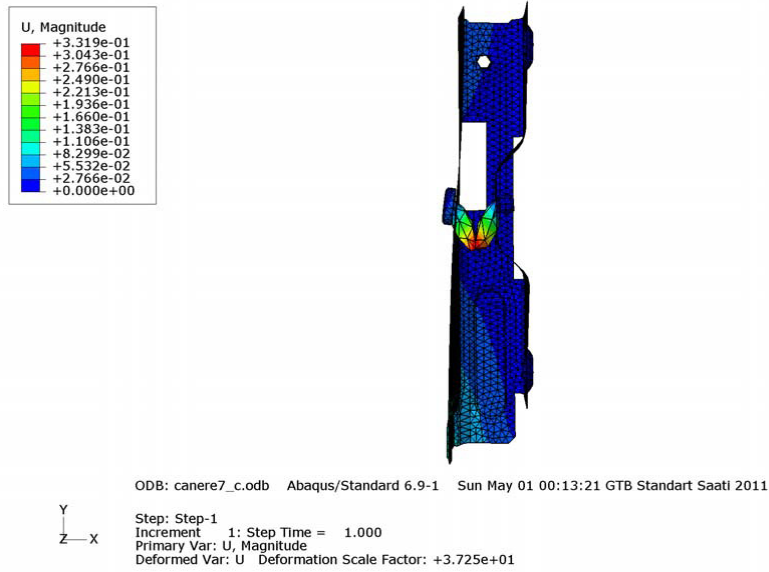
Şekil 3.37 : PS 168 N malzemeye sahip tasarımın ağ yapısı örülmüş hali.



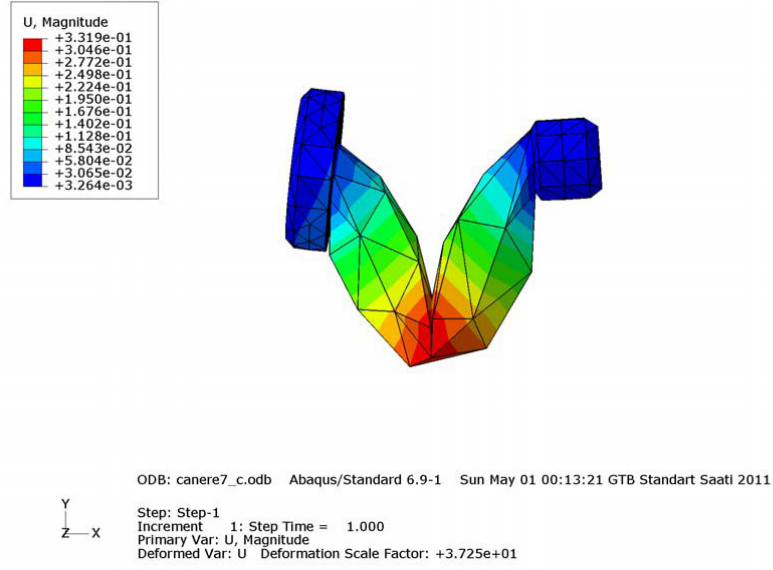
Şekil 3.38 : PS 168 N malzemeye sahip tasarımın gerilme analizi.



Şekil 3.39 : PS 168 N malzemeli pimin gerilme değerleri.



Şekil 3.40 : PS 168 N malzemeye sahip tasarımın birim şekil değiştirme analizi.



Şekil 3.41 : PS 168 N malzemeli pimin birim uzama değerleri.

Hypermesh ile ağ yapısı örülen modelde 2479 node ve 4732 eleman bulunmaktadır.

Abaqus analizlerinde kullanılan değerler:

Young modülü: 210 GPa (menteşe karşılığı için),

Young modülü: 3 GPa (pim için),

Poisson oranı: 0.3 (3 parça içinde)

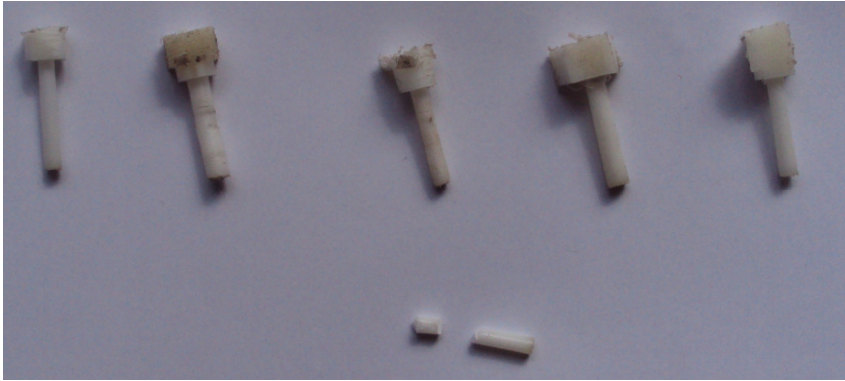
Abaqus' e aktarılan model için statik analiz yapılmıştır ve yukarıda görülen sonuçlar elde edilmiştir. Analiz işlemini basitleştirmek için yeni bir yüzey oluşturmak yerine pim ve menteşe karşılığını birbirine bağlayarak rijit bir şekil elde ettik. Bu durum baş kısımlarda gerilme yığılması oluşmasına sebep olduğundan dolayı buralar gerilmeler ile ilgili olan şekillerde kırmızı ile gözükmemektedir. Analiz sonuçları değerlendirilirken hem gerilme hem de uzama sonuçları bir arada değerlendirilmelidir. Çünkü analiz sonuçları, kopmanın olduğu anı göstermemektedir. Renk skalasından gerekli değerler emniyet gerilme değerleri ve birim uzama değerleri ile karşılaştırılmalıdır. Bu kapsamda bakıldığında uzamanın maksimum olduğu yerde gerilme değerinin 58 MPa ile 77,4 MPa arasında değiştiğini göstermektedir.

Çizelge 3.4 : PS 168N Mekanik özellikler [9].

Mekanik özellikleri	Değer	Birim	Test Standardı
Kopma-kırılma anındaki gerilme değeri	59	MPa	ISO 527-1/-2
Kopma-kırılma anındaki uzama değeri	3	%	ISO 527-1/-2
Sürünme modülü (1h)	3300	MPa	ISO 899-1
Sürünme modülü (1000h)	2600	MPa	ISO 899-1

$$\sqrt{\frac{G_m * a}{b * \sigma * \frac{\pi}{4}}} = d \quad (3.24)$$

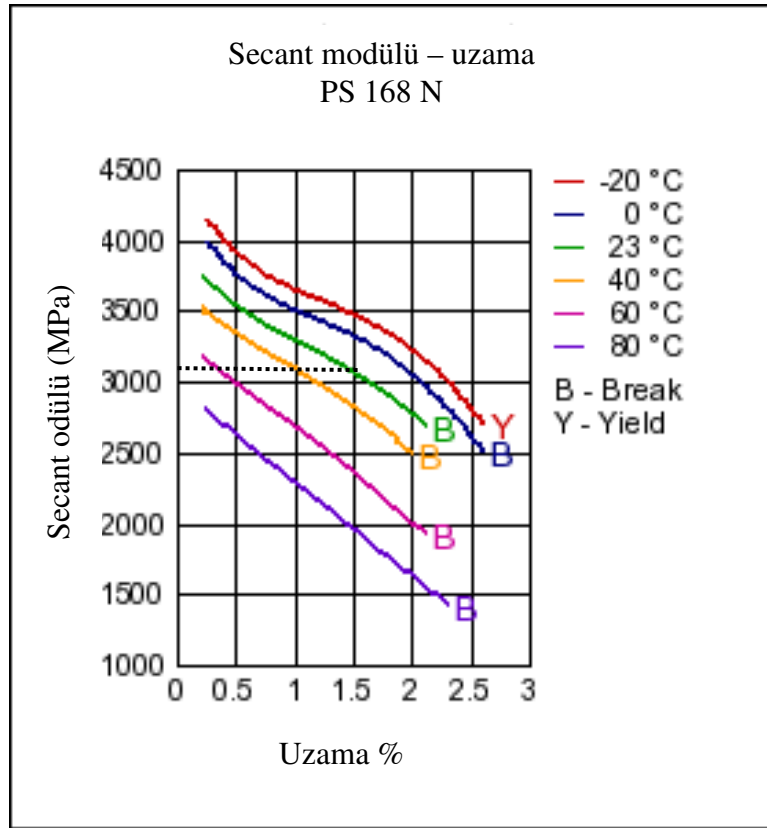
$$\sqrt{\frac{18541}{59 * 16 * \frac{\pi}{4}}} = 5mm$$



Şekil 3.42 : PS malzemeli prototip.

Detaylı tasarımdan önce elde edilen birimsel değerleri doğrulamak adına Şekil 3.37 de görülen prototipler hazırlanmıştır. PS takozdan torna aracılığıyla üretilen protipler testlere tabi tutulmuştur. Test sonuçlarına emniyet kuvveti değereinde kırılma gözlemlenmiştir. Testler olumlu sonuçlandığı için, montaj ve demontajı kolay olması amacıyla tırnaklı geçme olacak şekilde tasarım yapılmasına karar verilmiştir.

Şekil 3.33 de gösterilen kesite sahip tırnakların geçeceği deliğin çapı $D_K = 5$ mm dir. Bağlantının (1 ayağın) 25 N luk bir kuvvet etkisi altında çözülmemesi gerekmektedir. Tırnak ayakları PS den enjeksiyonla kalıplanarak imal edilecektir. Tasarım için izin verilebilecek maksimum birim şekil değişimi %1,5 olarak alınacaktır. Bu birim uzama için sekant modülü $E_s \approx 3100$ N/mm² dir.



Şekil 3.43 : Secant modülü-uzama eğrisi [9].

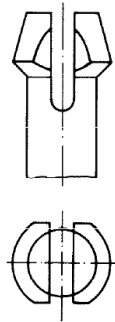
Aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi yarım daire kesiti durumunda tırnak derinliği için aşağıdaki denklem kullanılabilir.

$$H_{maks} = 0,578 \cdot \frac{l^2}{r} \cdot \frac{\epsilon_{maks}}{100} \quad (3.25)$$

$$r = D_K/2 \quad (3.26)$$

$r = D_K/2 = 2,5 \text{ mm}$ (3.26) hesaplanır ve ayak uzunluğu olarak $l=12$ olduğundan dolayı tırnak derinliği yukarıdaki denklemden $\epsilon=\%1,5$ için

$$H = 0,578 \cdot \frac{12^2}{2,5} \cdot \frac{0,015}{100} = 0,499 \text{ mm bulunur.}$$



Şekil 3.44 : Ayak kesiti.

Bu durumda tırnaklı ayağın maksimum çapı

$$D_M = D_K + 2H \quad (3.27)$$

$D_K + 2H = 6 \text{ mm}$ (3.27) olacaktır. İki tırnak ayağının ortasındaki yarığın genişliği ise bu durumda 1 mm olarak alınabilecektir. Bu genişlik iki ayağın toplam 1 mm lik deformasyonuna rahatlıkla izin vermektedir.

Bu aşamada montaj açısı için $\alpha_1 = 30^\circ$ ve demontaj açısı için $\alpha_2 = 60^\circ$ değerleri seçilsin. Bu değerler ile montaj ve demontaj kuvvetleri hesaplanır,

Bu bağlantıyı gerçekleştirmek için gerekli kuvvet denkemi ile basitçe hesaplanabilir.

$$F_1 = \frac{3H \cdot E_s \cdot I_x}{l^3} \cdot \frac{\mu + \tan \alpha_1}{1 - \mu \cdot \tan \alpha_1} \quad (3.28)$$

$$F_1 = \frac{3.0,499 \cdot 3100 \cdot 0,11.0,25^4}{12^3} \cdot \frac{0,20 + \tan 30^\circ}{1 - 0,2 \cdot \tan 30^\circ} = 10,149 \text{ N} \quad (3.29)$$

$$10,149.2 = 20,298 \text{ N}$$

Bu bağıntıda $H=0,499 \text{ mm}$ ve $E_s= 3100 \text{ N/mm}^2$ dir.

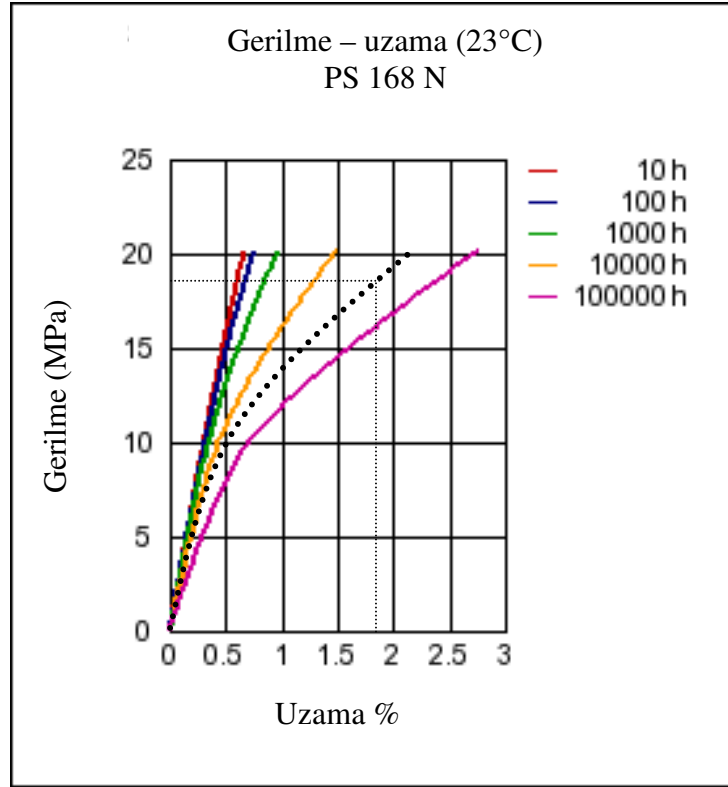
E_s değeri yukarıdaki grafikten elde edilmiştir.

Çelik/PS çiftinde sürtünme katsayısı $\mu=0,2$ olarak alınmıştır. Yarım daire kesit için alan atalet momenti ise $I_x=0,11.r^4$ dür. Bütün bu değerler uygun birimlerle yukarıdaki bağıntıya konursa montaj kuvveti $F_1= 10,149 \text{ N}$ olarak hesaplanır. Her bir bağlantı yerinde 2 adet tırnak olduğundan 1 elemanı monte etmek için $2 \times 10,149=20,298 \text{ N}$ kuvvet gerekecektir.

Çözme kuvveti de aynı bağıntıda $\alpha_2=60^\circ$ değeri yerine konarak

$$F_1 = \frac{3.0,499 \cdot 3100 \cdot 0,11.0,25^4}{12^3} \cdot \frac{0,20 + \tan 60^\circ}{1 - 0,2 \cdot \tan 60^\circ} = 34,138 \text{ N}$$

$F_2=34,138 \text{ N}$ olarak hesaplanabilir. Benzer şekilde 1 elemanda 2 adet ayak olduğu için 1 elemanı sökmek için $2 \times 34,138 \approx 68,3 \text{ N}$ kuvvet uygulamak gerekecektir. Bu ise verilen 25 N kuvvet altında çözülmeme şartını karşılamaktadır.



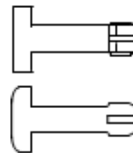
Şekil 3.45 : Gerilme – uzama eğrisi [9].

7 yıllık ürün ömrü hesaplandığında;

$$24.365.7 = 61320 \text{ saate tekabül etmektedir.} \quad (3.30)$$

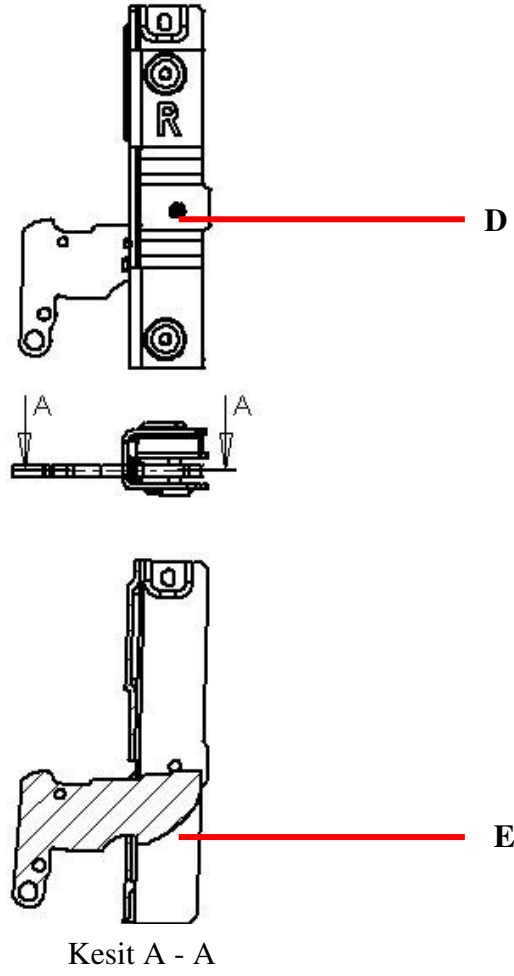
$$\frac{3 * 9,81 * 23,4}{2 * 1,5 * \pi * 4^2} = 17,95$$

Bu değer yukarıdaki grafikte yerine konulduğunda 1,8 e tekabül etmektedir. Bu da kabul edilir sınırlar içindedir.

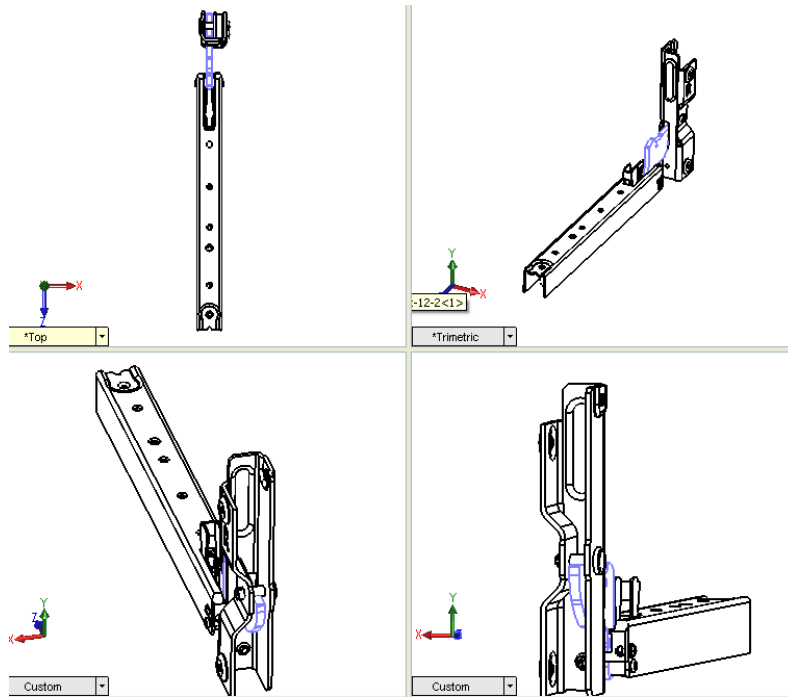


Şekil 3.46 : Çentikli tasarım, orijinal boyut.

Bu kapsamda sisteme ait son tasarım aşağıdaki şekildedir.



Şekil 3.47 : Tasarım çizimleri



Şekil 3.48 : Tasarım çizimleri, kapı sistemi.

Solo fırınlar için yapılan bu tasarım aşağıdaki işlem adımları takip edilerek diğer modellere uyarlanabilir.

İşlem adımları:

- Fırın kapısı açık iken ağırlık merkezi bulunur,
- Fırının devrilmeye başladığı kuvvet tespit edilir, (normalde deneysel yoldan direkt olarak fırının devrilmeye başladığı kuvvet değeri bulunabilmektedir; fakat değişik fırın modellerinde değişen küçük parçalar aracılığıyla ağırlık merkezi değişmektedir, her defasında testleri yapmamak direkt olarak matematiksel olarak “G” yi bulmak için ağırlık merkezi bulunur)
- Fırın tepsilerinin devrilmeye olan etkisi hesaplanır ve genel denkleme ifade edilir,
- Emniyetli devrilme kuvveti tayin edilir,
- Emniyetli devrilme kuvvetinden pime etkiyen kuvvet hesaplanır,
- Pim tasarlanır (çap, malzeme, ömür, montaj kolaylığı dikkate alınması gereken kriterlerdir).

4. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Tez kapsamında yapılan çalışmalar doğrultusunda, TRİZ' i konstrüksiyon sistematığının çeşitli evrelerine adapte ederek problemlere bu şekilde yaklaşmak çok daha yararlı ve hızlı sonuçlar vermektedir. Özellikle mühendislik ve tasarım odaklı problemler mevcut sistemlerin sentezi ile aşılabilmektedir. Ayrıca bu sentez yaratıcılığı da tetiklemektedir.

Günümüzde TRİZ'i ve kapsamını geliştirmek için araştırmalar devam etmektedir. Patentler incelenmekte ve bunlar problem türlerine göre sınıflandırılmaktadır. TRİZ sadece teknik alanlar için değil teknik olmayan alanlar içinde uygulanabilir hale getirilmiştir. Birçok alana hizmet edecek şekilde TRİZ paketleri hazırlanmıştır. Bu paketler ilgili alanda karşılaşılan problemlerin çözümünü ve yardımcı olması muhtemel çözümleri de kapsamaktadır. Örnek vermek gerekirse pazarlama sektörü için, mühendislik sektörü için (kendi içinde alt birimlere ayrılmaktadır), vb ayrı ayrı TRİZ paketleri geliştirilmektedir.

Günümüz dünyasında gelişen bilgi sistemleri sayesinde temelde oluşturulmuş olan çelişkiler matrisinden hareketle yola çıkan birçok yazılım oluşturulmaya başlanmıştır. TriSolver, TriS-IDEAS, vb gibi olan bu yazılımlar ilgili alana dair patent bilgilerini kullanmakla birlikte TRİZ'e ilave olarak teknik çözüm örneklerini de sergilemektedirler [10]. Gelişen bilgi sistemleri ve artan donanım kabiliyetleri sayesinde ileride fikir vermekten ziyade çözümü de sunabilecek tarza geleceklerdir. Şuan birçok üniversite ve kurum tarafından yapılan araştırmalar kuvvetle muhtemel alanlara dair direk çözümlere bizlere sağlayacaktır. İtalya Üniversitesi ve Araştırma Bakanlığı tarafından fonlanan PROSIT adlı ürün geliştirme ve sistematik inovasyon projesi bu alanda çalışılan projelere örnek olarak verilebilir [11].

Kullanılan,

- Spring_MIT_calculations vb programlar (belli bir problem çözümüne odaklı hesap programları),
- TRİZ' de yer alan patentler ve yeni geliştirilen patentler,

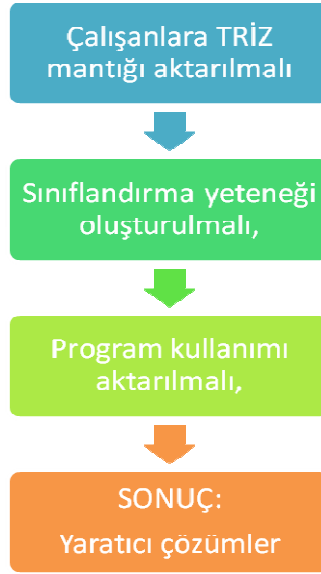
- Şuan karşılaşılan mevcut problemlere ait çözümler,
- Bilgi sistemleri,

bir araya gelerek geleceğin sistemi olacak olan **bilgisayar destekli inovasyonu** oluşturacaktır.



Şekil 4.1 : TRİZ'in gelişim evreleri [3].

Önümüzdeki yıllarda, mühendislik problemlerine çözüm bulmak amacıyla mevcutta kullanılan bilgisayar destekli çizim programları gibi programlara ilave olarak bilgisayar destekli inovasyon programları bilgisayarlardaki yerini alacaktır. Bu programlar sayesinde gelişen pazar şartlarına hızlıca uyum sağlanacak ve mühendislik işlemlerindeki verimde artmış olacaktır. Kullanılmakla birlikte halen geliştirilmeye devam eden çevreye duyarlı inovatif tasarım kiti bu programlara örnek olarak verilebilir. Bu program, tasarımların çevreye duyarlı olmasına doğal kaynakların verimli bir şekilde kullanılmasını sağlayarak yardımcı olmaktadır [12]. Sektör ve alan bazlı yapılacak olan sınıflandırmalar, ve ilave geliştirilecek olan mantıksal prosesler sayesinde bilgisayar destekli inovasyonun verimliliği arttırılabilir.



Şekil 4.2 : TRİZ'in adapte edilmesi.

Firmalar bu sistematığı odaklarına alıp yukarıdaki diyagramdaki gibi çalışanlarına aktardığı zaman aşağıda belirtilen faydalar sağlanıyor olacaktır;

- Hızlı ve yaratıcı problem çözme,
- Daha az risk ve maliyet,
- Teknik sistemin gelişim aşamalarının tahmin edilmesi, gerekli koruyucu patentlerin alınabilmesinin sağlanması,
- Alternatif çözümlerin kolay elde edilmesi,
- Tahmin edilemeyen belirsiz durumlara karşı fikir geliştirilmiş olması,
- Kaynaklı verimli kullanılması,
- Diğer metodlarla uyumlu çalışma ve onları düzgün çalışmasını sağlama; DFSS (Design for Six Sigma), DFMA (Design for Manufacture and Assembly), FMEA (Failure Mode and Effects Analysis), QFD (Quality Function Deployment), Value Engineering, Taguchi (Robust Design), vb.
- Mühendislerin yaratıcılığının ve motivasyonunun artması,
- Meslek körlüğünün giderilmesi,
- Sistematik düşünme matığının yayılması,
- Takım çalışmasını geliştirmesi.

KAYNAKLAR

- [1] **Pahl, G., and Beitz, W.**, 1996: Engineering design : a systematic approach, translated by Ken Wallace, Luciënne Blessing, Frank Bauert ; edited by Ken Wallace, Springer, London.
- [2] **Pahl, G., and Beitz, W.**, 2010: Engineering design : a systematic approach, çev. Hüseyin Rıza Börklü, Hatiboğlu, Ankara.
- [3] **Livatov, P.**, 2001: Approach to Complete Search of Innovation Concepts and Customization of TRIZ – Tools, World Congress “TRIZ Future”, 6 – 9 November 2001, Bath UK.
- [4] **Url-1** <[http:// www.trizexperts.net/VU-TRIZ.htm/](http://www.trizexperts.net/VU-TRIZ.htm/)>, alındığı tarih 10.09.2010.
- [5] **Url-2** <[http:// people.sabanciuniv.edu/ertekg/sebil/triz.html/](http://people.sabanciuniv.edu/ertekg/sebil/triz.html/)>, alındığı tarih 08.10.2010.
- [6] **IEC/EN 60335-2-6 Amd. 2 – 20.101, 20.102**, 2008: Ev aletleri vb. aletlerin güvenliği
- [7] **Url-3** <[http:// www.triz-journal.com/](http://www.triz-journal.com/)>, alındığı tarih 09.11.2010.
- [8] **Url-4** <<http://www.cookers-parts.co.uk/10228/info.php/>>, alındığı tarih 20.01.2011.
- [9] **Url-5** <<http://www.campusplastics.com/campus/en/datasheet/>>, alındığı tarih 12.03.2011.
- [10] **Husig, S., Kohn, S.**, 2009: Computer aided innovation: State of the art from a new product development perspective, Computers in Industry, Volume 60, Issue 8, Computer Aided Innovation, October 2009, Pages 551 - 562.
- [11] **Cugini, U., Cascini, G., Muzzupappa, M., Nigrelli, V.**, 2009: Integrated Computer-Aided Innovation: The PROSIT approach, Computers in Industry, Volume 60, Issue 8, Computer Aided Innovation, October, Pages 629 - 641.
- [12] **Chang, H. T., Chen, J. T.**, 2004: The conflict-problem-solving CAD software integrating TRIZ into eco-innovation, Advances in Engineering Software, Volume 35, Issues 8-9, August-September 2009, Pages 553 -566.

EKLER

EK A.1 : Çelişkiler matrisi.

EK A.1

Çizelge A.1 : Çelişkiler matrisi.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	----	--	15,8,29,34	--	29,17,38,34	--	29,2,40,28	--	2,8,15,38
2	--	----	--	10,1,29,35	--	35,30,13,2	--	5,35,14,2	--
3	8,15,29,34	--	----	--	15,17,4	--	7,17,4,35	--	13,4,8
4	--	35,28,40,29	--	----	--	17,7,10,40	--	35,8,2,14	--
5	2,17,29,4	--	14,15,18,4	--	----	--	7,14,17,4	--	29,30,4,34
6	--	30,2,14,18	--	26,7,9,39	--	----	--	--	--
7	2,26,29,40	--	1,7,4,35	--	1,7,4,17	--	----	--	29,4,38,34
8	--	35,10,19,14	19,14	35,8,2,14	--	--	--	----	--
9	2,28,13,38	--	13,14,8	--	29,30,34	--	7,29,34	--	----
10	8,1,37,18	18,13,1,28	17,19,9,38	28,10	19,10,15	1,18,38,37	15,9,12,37	2,38,18,37	13,28,15,12
11	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
12	8,10,29,40	15,10,26,3	29,34,5,4	13,14,10,7	5,34,4,10	--	14,4,15,22	7,2,35	35,15,34,18
13	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
14	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
15	19,5,34,31	--	2,19,9	--	3,17,19	--	10,2,19,30	--	3,35,5
16	--	6,27,19,16	--	1,40,35	--	--	--	35,34,38	--
17	36,22,6,38	22,35,32	15,19,9	15,19,9	3,35,39,18	35,38	34,39,40,18	35,6,4	2,28,38,30
18	19,1,32	2,35,32	19,32,16	--	19,32,26	--	2,13,10	--	10,13,19
19	12,18,28,31	--	12,28	--	15,19,25	--	35,13,18	--	8,35,36
20	--	19,9,6,27	--	--	--	--	--	--	--
21	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
22	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
23	35,6,23,40	35,6,22,32	14,29,10,39	10,328,24	35,2,10,31	10,18,39,31	1,29,30,36	3,39,18,31	10,13,28,38
24	10,24,35	10,35,5	1,26	26	10,26	30,16	--	2,22	26,32
25	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	--
26	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
27	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
28	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
29	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
30	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
31	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
32	28,29,15,16	1,27,36,13	1,29,13,17	15,17,27	13,1,26,12	16,40	13,29,1,40	35	35,13,8,1
33	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
34	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
35	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
36	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
37	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
38	28,26,18,35	28,26,35,10	14,13,17,28	23	17,14,13	--	35,13,16	--	28,10
39	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	--

	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	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
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
3	17,10,4	1,8,35	1,8,10,29	1,8,15,34	8,35,29,34	19	--	10,15,19	32
4	28,10	1,14,35	13,14,15,7	39,37,35	15,14,28,26	--	1,10,35	3,35,38,18	3,25
5	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
6	1,18,35,36	10,15,36,37	--	2,38	40	--	2,10,19,30	35,39,38	--
7	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
8	2,18,37	24,35	7,2,35	34,28,35,40	9,14,17,15	--	35,34,38	35,6,4	--
9	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
10	----	18,21,11	10,35,40,34	35,10,21	35,10,14,27	19,2	--	35,10,21	--
11	36,35,21	----	35,4,15,10	35,33,2,40	9,18,3,40	19,3,27	--	35,39,19,2	--
12	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
13	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
14	10,18,3,14	10,3,18,40	10,30,35,40	13,17,35	----	27,3,26	--	30,10,40	35,19
15	19,2,16	19,3,27	14,26,28,25	13,3,35	27,3,10	----	--	19,35,39	2,19,4,35
16	--	--	--	39,3,35,23	--	--	----	19,18,36,40	--
17	35,10,3,21	35,39,19,2	14,22,19,32	1,35,32	10,30,22,40	19,13,39	19,18,36,40	----	32,30,21,16
18	26,19,6	--	32,30	32,3,27	35,19	2,19,6	--	32,35,19	----
19	16,26,21,2	23,14,25	12,2,29	19,13,17,24	5,19,9,35	28,35,6,18	--	19,24,3,14	2,15,19
20	36,37	--	--	27,4,29,18	35	--	--	--	19,2,35,32
21	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
22	36,38	--	--	14,2,39,6	26	--	--	19,38,7	1,13,32,15
23	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
24	--	--	--	--	--	10	10	--	19
25	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
26	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	--
27	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
28	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
29	28,19,34,36	3,35	32,30,40	30,18	3,27	3,27,40	--	19,26	3,32
30	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
31	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
32	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
33	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
34	1,11,10	13	1,13,2,4	2,35	11,1,2,9	11,29,28,27	1	4,10	15,1,13
35	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
36	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
37	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
38	2,35	13,35	15,32,1,13	18,1	25,13	6,9	--	26,2,19	8,32,19
39	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

	19	20	21	22	23	24	25	26
1	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
2	--	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
3	8,35,24	--	1,35	7,2,35,39	4,29,23,10	1,24	15,2,29	29,35
4	--	--	12,8	6,28	10,28,24,35	24,26	30,29,14	--
5	19,32	--	19,10,32,18	15,17,30,26	10,35,2,39	30,26	26,4	29,30,6,13
6	--	--	17,32	17,7,30	10,14,18,39	30,16	10,35,4,18	2,18,40,4
7	35	--	35,6,13,18	7,15,13,16	38,39,34,10	2,22	2,6,34,10	29,30,7
8	--	--	30,6	--	10,39,35,34	--	35,16,32,18	35,3
9	8,15,35,38	--	19,35,38,2	14,20,19,35	10,13,28,38	13,26	--	10,19,29,38
10	19,17,10	1,16,36,37	19,35,18,37	14,15	8,35,40,5	--	10,37,36	14,29,18,36
11	14,24,10,37	--	10,35,14	2,36,25	10,36,3,37	--	37,36,4	10,14,36
12	2,6,34,14	--	4,6,2	14	35,29,3,5	--	14,10,34,17	36,22
13	13,19	27,4,29,18	32,35,27,31	14,2,39,6	2,14,30,40	--	35,27	15,32,35
14	19,35,10	35	10,26,35,28	35	35,28,31,40	--	29,3,28,10	29,10,27
15	28,8,35,18	--	19,10,35,38	--	28,27,3,18	10	20,10,28,18	3,35,10,40
16	--	--	16	--	27,16,18,38	10	28,20,10,16	3,35,31
17	19,15,3,17	--	2,14,17,25	21,17,35,38	21,36,29,31	--	35,28,21,18	3,17,30,39
18	32,1,19	32,35,1,15	32	13,16,1,6	13,1	1,6	19,1,26,17	1,19
19	----	--	6,19,37,18	12,22,15,24	35,24,18,5	--	35,38,19,18	34,23,16,18
20	--	----	--	--	28,27,18,31	--	--	3,35,31
21	16,6,19,37	--	----	10,35,38	28,27,18,38	10,19	35,20,10,6	4,34,19
22	--	--	3,38	----	35,27,2,37	19,10	10,18,32,7	7,18,25
23	35,18,24,5	28,27,12,31	28,27,18,38	35,27,2,31	----	--	15,18,35,10	6,3,10,24
24	--	--	10,19	19,10	--	----	24,26,28,32	24,28,35
25	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
26	34,29,16,18	3,35,31	35	7,18,25	6,3,10,24	24,28,35	35,38,18,16	----
27	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
28	3,6,32	--	3,6,32	26,32,27	10,16,31,28	--	24,34,28,32	2,6,32
29	32,2	--	32,2	13,32,2	35,31,10,24	--	32,26,28,18	32,30
30	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
31	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
32	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
33	1,13,24	--	35,34,2,10	2,19,13	28,32,2,24	4,10,27,22	4,28,10,34	12,35
34	15,1,28,16	--	15,10,32,2	15,1,32,19	2,35,34,27	--	32,1,10,25	2,28,10,25
35	19,35,29,13	--	19,1,29	18,15,1	15,10,2,13	--	35,28	3,35,15
36	27,2,29,28	--	20,19,30,34	10,35,13,2	35,10,28,29	--	6,29	13,3,27,10
37	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
38	2,32,13	--	28,2,27	23,28	35,10,18,5	35,33	24,28,35,30	35,13
39	36,10,38,19	1	35,20,10	28,10,29,35	28,10,35,23	13,15,23	--	35,38

	27	28	29	30	31	32	33	34
1	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
2	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
3	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
4	15,29,28	32,28,3	2,32,10	1,18	--	15,17,27	2,25	3
5	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
6	32,35,40,4	26,28,32,3	2,29,18,36	27,2,39,35	22,1,40	40,16	16,4	16
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
8	2,35,16	--	35,10,25	34,39,19,27	30,18,35,4	35	--	1
9	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
10	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
11	10,13,19,35	6,28,25	3,35	22,2,37	2,33,27,18	1,35,16	11	2
12	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
13	--	13	18	35,24,30,18	35,40,27,39	35,19	32,35,30	2,35,10,16
14	11,3	3,27,16	3,27	18,35,37,1	15,35,22,2	11,3,10,32	32,40,25,2	27,11,3
15	11,2,13	3	3,27,16,40	22,15,33,28	21,39,16,22	27,1,4	12,27	29,10,27
16	34,27,6,40	10,26,24	--	17,1,40,33	22	35,10	1	1
17	19,35,3,10	32,19,24	24	22,33,35,2	22,35,2,24	26,27	26,27	4,10,16
18	--	11,15,32	3,32	15,19	35,19,32,39	19,35,28,26	28,26,19	15,17,13,16
19	19,21,11,27	3,1,32	--	1,35,6,27	2,35,6	28,26,30	19,35	1,15,17,28
20	10,36,23	--	--	10,2,22,37	19,22,18	1,4	--	--
21	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
22	11,10,35	32	--	21,22,35,2	21,35,2,22	--	35,32,1	2,19
23	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
24	10,28,23	--	--	22,10,1	10,21,22	32	27,22	--
25	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
26	18,3,28,40	13,2,28	33,30	35,33,29,31	3,35,40,39	29,1,35,27	35,29,25,10	2,32,10,25
27	----	32,3,11,23	11,32,1	27,35,2,40	35,2,40,26	--	27,17,40	1,11
28	5,11,1,23	----	--	28,24,22,26	3,33,39,10	6,35,25,18	1,13,17,34	1,32,13,11
29	11,32,1	--	----	26,28,10,36	4,17,34,26	--	1,32,35,23	25,10
30	27,24,2,40	28,33,23,26	26,28,10,18	----	--	24,35,2	2,25,28,39	35,10,2
31	24,2,40,39	3,33,26	4,17,34,26	--	----	--	--	--
32	--	1,35,12,18	--	24,2	--	----	2,5,13,16	35,1,11,9
33	17,27,8,40	25,13,2,34	1,32,35,23	2,25,28,39	--	2,5,12	----	12,26,1,32
34	11,10,1,16	10,2,13	25,10	35,10,2,16	--	1,35,11,10	1,12,26,15	-----
35	35,13,8,24	35,5,1,10	--	35,11,32,31	--	1,13,31	15,34,1,16	1,16,7,4
36	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
37	27,40,28,8	26,24,32,28	--	22,19,29,28	2,21	5,28,11,29	2,5	12,26
38	11,27,32	28,26,10,34	28,26,18,23	2,33	2	1,26,13	1,12,34,3	1,35,13
39	1,35,10,38	1,10,34,28	18,10,32,1	22,35,13,24	35,22,18,39	35,28,2,24	1,28,7,10	1,32,10,25

	35	36	37	38	39
1	29,5,15,8	26,30,36,34	28,29,26,32	26,35,18,19	35,3,24,37
2	19,15,29	1,10,26,39	25,28,17,15	2,26,35	1,28,15,35
3	14,15,1,16	1,19,26,24	35,1,26,24	17,24,26,16	14,4,28,29
4	1,35	1,26	26	--	30,14,7,26
5	15,30	14,1,13	2,36,26,18	14,30,28,23	10,26,34,2
6	15,16	1,18,38	2,35,30,18	23	10,15,17,7
7	15,29	26,1	29,26,4	35,34,16,24	10,6,2,34
8	--	1,31	2,17,26	--	35,37,10,2
9	15,10,26	10,28,4,34	3,34,27,16	10,18	--
10	15,17,18,20	26,35,10,18	36,37,10,19	2,35	3,28,35,37
11	35	19,1,35	2,36,37	35,24	10,14,35,37
12	1,15,29	16,29,1,28	15,13,39	15,1,32	17,26,34,10
13	35,30,34,2	2,35,22,26	35,22,39,23	1,8,35	23,35,40,3
14	15,3,32	2,13,25,28	27,3,15,40	15	29,35,10,14
15	1,35,13	10,4,29,15	19,29,39,35	6,10	35,17,14,19
16	2	--	25,34,6,35	1	20,10,16,38
17	2,18,27	2,17,16	3,27,35,31	26,2,19,16	15,28,35
18	15,1,19	6,32,13	32,15	2,26,10	2,25,16
19	15,17,13,16	2,29,27,28	35,38	32,2	12,28,35
20	--	--	19,35,16,25	--	1,6
21	19,17,34	20,19,30,34	19,35,16	28,2,17	28,35,34
22	--	7,23	35,3,15,23	2	28,10,29,35
23	15,10,2	35,10,28,24	35,10,18,13	35,10,18	28,35,10,23
24	--	--	35,33	35	13,23,15
25	35,28	6,29	18,28,32,10	24,28,35,30	--
26	15,3,29	3,13,27,10	3,27,29,18	8,35	13,29,3,27
27	13,35,8,24	13,35,1	27,40,28	11,13,27	1,35,29,38
28	13,35,2	27,35,10,34	26,24,32,28	28,2,10,34	10,34,28,32
29	--	26,2,18	--	26,28,18,23	10,18,32,39
30	35,11,22,31	22,19,29,40	22,19,29,40	33,3,34	22,35,13,24
31	--	19,1,31	2,21,27,1	2	22,35,18,39
32	2,13,15	27,26,1	6,28,11,1	8,28,1	35,1,10,28
33	15,34,1,16	32,26,12,17	--	1,34,12,3	15,1,28
34	7,1,4,16	35,1,13,11	--	34,35,7,13	1,32,10
35	----	15,29,37,28	1	27,34,35	35,28,6,37
36	29,15,28,37	----	15,10,37,28	15,1,24	12,17,28
37	1,15	15,10,37,28	----	34,21	35,18
38	27,4,1,35	15,24,10	34,27,25	----	5,12,35,26
39	1,35,28,37	12,17,28,24	35,18,27,2	5,12,35,26	----

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: Hüseyin Caner Duran

Doğum Yeri ve Tarihi: Hayrabolu / Tekirdağ – 28 Ekim 1986

Adres: Hisar mahallesi, Tekirdağ caddesi, leylek çeşme sokak No: 5 Duran Apt. D:6
Hayrabolu – Tekirdağ

Lisans Üniversitesi: İstanbul Teknik Üniversitesi