

2009 Kasım

[www.guven-kutay.ch](http://www.guven-kutay.ch)

# KONSTRÜKSİYON SİSTEMATİĞİ

## VARYANTLARI BULMA

30-03

M. Güven KUTAY

# İÇİNDEKİLER

3 . Basamak, Çözüm varyantlarının bulunması .....	3.3
3.1 Giriş .....	3.3
3.1.1 Amaç .....	3.3
3.1.2 Hedef .....	3.3
3.1.3 Çözüm yolu .....	3.3
3.2 Çözüm bulma metodunun seçimi .....	3.3
3.2.1.1 Çözüm bulma metodlarının kısaca özeti .....	3.8
3.2.2 Önerilen metotlar .....	3.9
3.2.2.1 Tek şahıs için önerilen metot .....	3.9
3.2.2.2 Ekip çalışması için önerilen metot .....	3.11
3.2.3 Diğer metotlar .....	3.12
3.2.3.1 Tek şahıs için önerilen metotlar .....	3.12
3.2.3.1.1 Fonksiyonların analizi metodu .....	3.12
3.2.3.1.2 Benzerlik (Analoji) metodu .....	3.12
3.2.3.1.3 Tekrarlama (iterasyon) metodu .....	3.12
3.2.3.2 Ekip çalışmaları için önerilen metotlar .....	3.12
3.2.3.2.1 Brainstroming-Metodu .....	3.12
3.2.3.2.2 635-Metodu .....	3.14
3.2.3.2.3 Delfi (Delphi)- Metodu .....	3.14
3.2.4 Morfolojik tablo-Metodu .....	3.15
3.1 Çözüm tasarımlarının sıralanması .....	3.16
3.2.5 Tasarım taslağının çizilmesi .....	3.16
3.2.6 Pozisyon lama .....	3.16
3.2.7 Fonksiyon tanımlanması .....	3.16
3.2.8 Kaba hesaplar .....	3.16
3.2.9 Bilgi kaynaklarının verilmesi .....	3.16
3.2 3. Basamak için yardımcı liste ve şablonlar .....	3.16
3.3 3. Basamak için kontrol listeleri .....	3.17
3.3 Varyantlar için şablon .....	3.18
3.4 Örnekler .....	3.19
3.4.1 Örnek 1, Mil-Göbek bağlantısı .....	3.19
3.4.1.1 Göbek-Mil bağlantı matrisi .....	3.21
3.5 Ana örneğin çözümü, Kaldırma redüktörü .....	3.22
3.5.1 Varyantlar .....	3.22
3.5.1.1 Dişli çarklar için değişkenlik özellikleri .....	3.22
3.5.1.2 Miller için değişkenlik özellikleri .....	3.23
3.5.1.3 Rulman yataklar için değişkenlik özellikleri .....	3.24
3.5.1.4 Redüktör kasası için değişkenlik özellikleri .....	3.24
3.5.2 Kritik ve varyantların kaba elenmesi .....	3.24
3.5.3 Varyantlar matrisi .....	3.26
3.6 Çözüm varyantlarının seçimi .....	3.29
3.6.1 Varyantlar matrisi .....	3.29
4 Konu İndeksi .....	4.30

### 3. Basamak, Çözüm varyantlarının bulunması

#### 3.1 Giriş

Projenin çözümüne başlamadan önce bu ana kadar yapılan işlerin kontrol yapılarak, eksiğinin olup olmadığı araştırılmalıdır. Projeyi başarı ile bitirmek aşağıda verilen şartların kontrolü ve doğruluğu ile bağıntılıdır:

- Projenin tanımının doğru ve tam anlaşılır şekilde olması,
- Hedefin açık ve doğru belirlenmiş olması,
- Titizlikle seçilmiş istek veya şartlar katoloğunun yapılmış olması,
- Tam ve anlaşılır şekilde kurulmuş fonksiyon strüktürü ve fonksiyonlar zincirinin olması,
- Yeterince zaman ve konu üzerine yetiştirilmiş bilgili ekip elemanlarının olması,
- Proje için önemli ve gerekli bilgilerin sağlanmış olması.

Bu durumların kontrolü ve tam bulunmasından sonra ekibin projeyi çözmeye başlamasına hiç bir engel kalmaz. Yalnız, bir problem çözümünde takip edilecek bir çözüm sistemi olmalıdır. Buda çeşitli sistemlerden kendimize ve ekibimize uygun birinin seçimi ile olur. Bu seçimi yapmak zorunludur. Problemlerin çözümü ile uğraşılırken birde çözüm sistemiyle uğraşmak verimli bir sonuca ulaşmaya engel olur. Problem çözümünde bütün dikkati çözüme vermek büyük avantajdır.

#### 3.1.1 Amaç

Çözüm varyantlarının yani çözüm tasarım tekliflerinin sistemli olarak araştırılıp bulunmasının amacı; hiç bir ihtimali atlamadan, atlama şüphesi olmadan, mümkün olduğu kadar çok çözüm varyantlarının bulunmasıdır.

#### 3.1.2 Hedef

Çözüm varyantlarının yani çözüm tekliflerinin sistemli olarak araştırılıp bulunmasının hedefi; ön ve sabit fikirsiz en elverişli ve rasyonel çözümlerin bulunmasıdır.

#### 3.1.3 Çözüm yolu

"Çözüm varyantlarının bulunması" nı şu üç grupta inceleyebiliriz:

1. Çözüm bulma metodunun seçimi.
  - Şahsi çözüm bulma metodunun seçimi.
  - Proje ekibi için çözüm bulma metodunun seçimi.
2. Çözüm varyantlarının bulunması.
3. Çözüm varyantlarının düzenlenip sıralanması.

#### 3.2 Çözüm bulma metodunun seçimi

Her konstrüktör kendi için bir çalışma metodunu kabul etmelidir. Konstrüktörün yalnız başına çalışmasıyla bir ekip içinde çalışması arasında hiç bir fark yoktur. Çünkü, ekip içindedeyse, eninde sonunda konstrüktör yalnız başına çözüm varyantlarını bulup teklif edecektir. Ekip çalışmalarında ekip üyelerinin fikirlerinden çağrışımla, yeni varyantları da kendi kendine bulacaktır. Bunun için konstrüktörün kendine has bir metodu benimsemesi ve her imkanda bunu uygulaması büyük avantajdır ve bilinçli olarak her problem çözümünde bu metodu kullanmalıdır.

Herhangi bir firma piyasaya süreceği malı yaparken ya bir veya birkaç kişiyi bu işle görevlendirir. Piyasaya sürülecek malın uzun vadede başarılı olabilmesi şu şartların olmasıyla sağlanır.

1. **Ekip elemanlarının veya kişinin aynı tasarıma ve şu düşüncelere sahip olması gerekir:**
  - ⇒ Ödevin hedefi ve anlamı tam kavramak,
  - ⇒ Araştırma kapasitesi ve verimi görebilmek,
  - ⇒ Ekip çalışmasının kurallarını tamamen bilmek ve kabullenmek (Organizasyon, metot, ...),
2. **Meslek bilgisi ve tecrübesine sahip olmak:**  
Enformasyon, Mesleki literatür, v.s. gibi.
3. **Metot bilgisi ve tecrübesine sahip olmak:**  
Proje çalışmasında kullanılan metodu tanıması ve kullanabilmesi gibi.
4. **Olağan üstü verimli çalışabilmek:**  
Yaratıcı ve reformcu düşünceye sahip olması. Yani "**Kreativ**" olması. Diğer deyimle bir "**dahi**" olmasa bile "**dahicik**" olması. Bu şart tek şahısa geçerli olması yanında, tek şahıs sayılabilen çok küçük gruplar içinde geçerlidir.
5. **Sosyal ve iletişim yeteneğine sahip olmak:**  
İnsanlar arası münasebetlerde; beraber çözüm bulma, anlaşmazlıklarda ara bulma, ekip elemanlarını şevklendirme gibi.
6. **İş hal etme ve her işe hazır olmak:**  
Angajman, motivasyon, projeye inanç. En önemlisi karar vermelerde yardımcı olmak, sorumluluğu beraber taşımak, kabullenmek.

Bu altı şartı dayanma zinciri olarak kabul edersek, zincir en zayıf baklası kadar kuvvetli olacağından şartlar arasında derecelenme olmayıp hepsi aynı derecede önemlidir.

Değişik, yaratıcı ve reformcu düşünce "**Kreativitet**" dir. Kelime kökeni Latince olup "**creare** = **yaratmak, peydahlamak**" demektir. Kreativitet konstruktör için yeni ve enteresan varyantlar bulmada çok faydalıdır. Kreativitet, bir yerde isyankar olmak, yani şimdiye kadar olanı olumlu olarak kabul etmemek ona karşı olmak, yaratıcı olmak, başka olmak, şüpheli olmak, normalin dışına çıkmak demektir. Bu hassa insanın tabiatında vardır. Bu hassa programlanamaz, güdülemez, fakat etkilenebilir. Bu hassayı geliştirecek veya kısıtlayacak bir sürü faktör vardır. Bu faktörlerle biz kreativitemizi genişletip yükseltebiliriz.

Kreativ olmak için kişi şu hassalara sahip olmalıdır:

- Düşündüklerini kağıt üzerine geçirebilmek (kroki).
- Eksiklikleri ve hataları görebilmek.
- Hadiseleri ve bilhassa kendini kritik edebilmek.
- Hedefe göre problemin analizini yapabilmek.
- İstek ve şartlarda gerekli olanı tanımak, ayırt edebilmek.
- İzlemeyi ve gözlemeyi bilmek.

- Kendine güven sahibi olmak.
- Kreatif olarak ya doğmak veya sonradan bu hassayı geliştirmek.
- Mantıklı düşünmeyi bilmek.
- Meraklı ve şüpheci olmak.
- Meslek bilgisi, tecrübesi, metotları ve fantezi sahibi olmak.
- Oldukça iyi konuşma ve yazı yeteneğine sahip olmak.
- Olumlu olarak şu anda olana karşı (isyankar) olmak.
- Problemin çekirdeğini görme hassasına sahip olmak.
- Rahat alışkanlıkları bırakmayı bilmek.
- Reformcu düşüncelere sahip olmak.
- Üçüncü şahıslarla ve ekipteki kişilerle çalışmasını bilmek.
- Varyant arama, bulma ve değerlendirme metotlarını bilmek.
- Yeniliği kabul etmek ve ettirebilme yeteneğe sahip olmak.
- Yeniye, değişişe açık olmak.
- Yerinde ve düşündürücü sorular sorabilmek.

Tek başına veya proje ekibinde çalışan bir kişinin şu şartların bilinci içinde olması şarttır:

### 1. Şahsi tutum ve düşünceler

- Bir ürünle nasıl kazanç sağlanır?
- Kazanç sağlanması için neler yapılmalıdır?
- Bunun için kim ne yapabilir veya yapmalıdır?
- Yapılacak işler ne zaman yapılmalıdır?
- Bunlar ne ile ve nasıl yapılacaktır?
- Nerelerde hangi şartlar azaltılabilir
  - Piyasa ve üreticinin şartları ve hedefleri.
- Hakiki maliyet düşürülmesi ne kadardır?
  - Parçanın fonksiyonunu tehlikeye sokmadan malzemeden ve imalatta zaman nereden ve nasıl kazanılır?
  - Genel projede; ne gibi işlemler kısmen veya tamamen yapılmayabilir?

Şahsi düşüncelerde optimist olunmalı ve hadiseler şöyle algılanmalıdır:

#### "Pozitif düşünme - Positive Thinking"

Problem	yerine	Şans
Zorluk	yerine	İddia
Dezavantaj	yerine	Avantaj
Şüphe	yerine	Güven
Endişe	yerine	İtimat
Savunma	yerine	Heyecan, coşku

Tereddüt etmek	yerine	Cesaret etmek
Frenlemek	yerine	Ele almak, hızlandırmak
Beklemek	yerine	Karar verip yapmak
Ağlanmak	yerine	Desteklemek, cesaret vermek

**"Tarafsız davranma"**

Kritik	yerine	Kabul etmek
Engelleme	yerine	Yardım etmek
Sabote etmek	yerine	Başarı için yardım etmek

**"Özen - Care"**

İlgisizlik	yerine	Özdeşleme
Lakaydi	yerine	Angajman
İsteneni yapma	yerine	Teşebbüsü ele alma, daha fazlasını yapma
Şahsi menfaat	yerine	Müşterek menfaatleri düşünme
İşi devretmek	yerine	İşi halletme
Eksikleri yapma	yerine	Hedefe Ulaşma

**"Reaksiyon yeteneği - Responsiveness"**

Baştan savmak	yerine	Etraflıca anlatmak
Önlemek	yerine	Ele alıp halletmek
Bitti deyip unutmak	yerine	Olmazsa ne yapalım demek
Bahane bulmak	yerine	Çözüm aramak

**"İvedilik duygusu - Sense of Urgency"**

Yarına bırakmak	yerine	Şimdi yapmak
Termininde yapma	yerine	Termininden önce yapmak
En geç termin	yerine	en erken termini vermek

**1. Ekip toplantısındaki tutum ve düşünceler****Yapıcı tutumlar:**

- Toplantıya katılan her kişi çok iyi hazırlanmalıdır,
- Lafa karışmak ve fikir ifade etmek 30 saniyeden uzun sürmemelidir,
- Herkesin konuşmaya hakkı olduğunu kabul edilmelidir,
- Kritik yalnız işe yapılmalıdır, şahıslara değil,
- Tartışmalarda problemin çekirdeğinde kalınmalı, problem yok yere dağıtılmamalıdır,
- Herkesin aynı haklara sahip ve sorumlu olduğunu kabul edilmelidir,
- Alaycı ve karşıt tutumlu olunmamalıdır,
- Mühim bilgiler ve enformasyonları toplantı raporuna geçirmeli, saklamamalıdır.

**Yıkıcı, yapılmaması gereken tutumlar:**

Aşağıda verilen örnekler toplantıda birinin söylediği söz veya teklifine karşı söylenmemesi gereken laflardır ve söyleyenin teknik bilgisi ve insanlığından şüphe edilir.

1. Alay etmiyorsunuz değil mi?

2. Bana göre hava hoş. Siz bunun olabileceğine inanıyor musunuz?
3. Başınıza muhakkak dert mi açmak istiyorsunuz?
4. Ben 40 senedir bu firmadayım, daha böyle bir şey duymadım,
5. Ben pratikten gelen olarak derim ki, ..
6. Benim derdim başımı aşmış, Bunun sorumluluğunu alacak başka birini bulun.
7. Benim gibi bir kurdun bunu kabul edeceğine inanıyor musunuz?
8. Benim bu fikre oldukça menfi düşüncelerim var,
9. Benim tecrübelerime göre bu olmaz,
10. Biliyor musunuz? Kaç firma bu fikirle battı?
11. Biz bunu zaten hep böyle yapıyoruz,
12. Bizde bu bambaşkadır,
13. Böyle bir fikre kırk para yatırılmaz,
14. Bu Avrupa da geçerlidir, ama bizde yürümez,
15. Bu bizim finans durumumuzun üstüne çıkar,
16. Bu bizim firma için iyi bir düşünce değil,
17. Bu kanun ve nizamlara karşı,
18. Bu problemin yalnız yarısını çözer,
19. Bu söylediğiniz yeni bir şey değil,
20. Bu teorik olarak çok güzel, ama pratik bambaşkadır,
21. Buna benzer bir deneme çoktan yaptık,
22. Bunları boş verin, biz eski sistemle devam edelim,
23. Bunu aklınıza kim koydu?
24. Bunu bende iyi buluyorum, ama gelinde bunu şefe anlatın,
25. Bunu çoktan 5 sene önce denedik, az daha batıyorduk,
26. Bunu daha önce teklif eden kişi artık firmamızda çalışmıyor,
27. Bunu yapabilmek için emsal bulmamız gerek,
28. Bunu yapmanın zamanı olduğuna inanıyor musunuz?
29. Bunu yapmaya zaman ayrılmaz,
30. Bunun altından kalkamayız,
31. Çok güzel görünüyor, ama ben bunun çalışacağına inanmıyorum,
32. Fikirleriniz çok güzel, ama pek basit,
33. Hepsi tam teori ....
34. İşletmemizin politikası bunu kabul eder mi?
35. Karşınızdakinin kim olduğunu sanıyorsunuz?
36. Olmaz eğer ...
37. Olmaz, olmaz. İnanın bana böyle olmaz,
38. Rüya görmeyin, ayaklarınız yere bassın,
39. Siz bu düşünceden dolayı ilk asılan kişi olmayacaksınız,
40. Şu andaki ekonomik durum bunun için pek iyi değil,
41. Yinemi siz şu .....
42. Zaten çalışıyor, neden değiştirelim?

Şunu hiçbir zaman unutmamamız gerekir; Metotlar hiçbir zaman kişinin meslek bilgisinin, tecrübesinin ve yaratıcılık yeteneğinin yerini alamazlar. Metotlar insanlar arası münasebetlerde halledemezler. Konstruksiyon sistematiği hiçbir zaman insanların aralarındaki zorlukları yok edemez. Örneğin: sosyal münasebetlerini, enformasyon bağılıklarını ve motivasyonlarını sağlayamaz. Fakat çok basit çözüm yolu hatalarını önler.

Kısaca şu cümle daima akılda kalmalıdır.

**"Çözümleri metotlar değil konstrüktörler bulur."**

## 3.2.1.1 Çözüm bulma metotlarının kısaca özeti

Çözüm bulma metotlarını tek tek ele almadan önce çözüm bulma metotlarının kısaca özetini bir tablo halinde yapalım.

Tablo 3.1, Çözüm bulma metotları tablosu

Metot *)1	Özelliği	Kullanıldığı yer	Kişi
<b>Sistematik değiştirme metodu</b>	Sistematik olarak işi tesadüfe bırakmadan, fiziksel etkiler ve şekil verme yönünden bir sürü (bütün) çözüm veren metottur.	Çözümü aranan bütün proje ve problemlerde kullanılır.	1
Fonksiyonlar analizi	Fonksiyonları için fiziksel prensipler, etki prensipleri, ve benzer prensipler bulunarak bir katalog yapılır. Bu kataloğa bakılarak çeşitli çözüm varyantları bulunur	Genelde küçük işlerde kullanılır.	1
Benzerlik metodu	Tabiatın ve insanların bulunduğu benzer çözümler ele alınır. Bu benzer çözümler devamlı işlenerek optimal çözüm aranır.	Küçük işlerde kullanılır büyük ve karışık projeler için önerilmez	1
Tekrarlama (iterasyon) metodu	Firmanın genel tutumuna ve meslek dalına göre bilinen ve firmaca gayet kolay ve az yatırımla üretebileceği çözümlerin çok az çalışmayla bulunmasını sağlar.	Şekil verme ve detay parça için verilen küçük projeler için önerilir. İnkılap yaratacak yeni bir üretim aranmasında önerilmez.	1
<b>Diyalog metodu</b>			≥ 2
Morfolojik tablo metodu	Gayet basit ve genel görünüş veren pratikte kullanılan metottur. Aranılan ve olabilecek bütün varyantların çeşitli birleştirme ile bulunmasını sağlar.	Yeni ve bilinen geleneksel çözüm prensiplerinin bulunmasını sağlar.	1
Brainstroming	Çeşitli kısım ve yönlerden bir sürü, yeni ve geleneksel olmayan çözümler bulma imkanı sağlar. Kullanılacak çözümler yerine fikirler bulunur. Fikirlerin değerlendirilmesi çok zaman alır.	Bilinmeyen veya bulunması çok zor gibi görünen yeni, geleneksel olmayan çözümlerin aranmasında kullanılır.	5-15
635 Metodu	Yeni çözümlerin aranmasına veya bilinen çözümlerin genişletilmesine veya mükemmelleştirilmesine yarayan bir metottur.	Yeni çözüm aramasında, bilinen çözümlerin düzeltilmesinde kullanılır.	3-8
Delfi Metodu	635 Metodu gibidir. Diğer metotlardan farkı kişiler toplantıya çağrılmaz, fikirler yazılı olarak sorulur ve yazılı iletilir.	İşlemin çok iyi planlanması gerekmektedir. Çok zaman alır.	3-8

\*)1 Kalın ve eğik yazılmış olan metotlar, önerilen metotlardır.



### 3.2.2 Önerilen metotlar

#### 3.2.2.1 Tek şahıs için önerilen metot

##### Sistematik değiştirme

Sistematik değiştirme metodunun hedefi, bir problemde çözümleri veren özellikleri değiştirerek fonksiyonu yerine getiren bir çok çözümleri bulunmasıdır. Bu metodun şu avantajları vardır:

- Basit ve az zaman alan tek kişi metodu.
- Geliştirme ve konstruksiyon problemleri için geçerli bir metot.
- Bilinçli ve kati çözümleri gerçekleştiren bir metot.

##### Gidiş yolu :

- 1.Değişkenlik sahasını belirlemek.
- 2.Değişkenlik özelliklerini belirlemek.
- 3.Değişkenlik özelliklerini değiştirmek.Şekil 3.4
- 4.Bütün varyantları bir matris (kalıp) altında toplamak.

##### Değişkenlik sahası :

Proje tanımlanmasının geliştirme fazında ve şu ana kadar yapılmış olan proje çalışmalarıyla konstruksiyonu yapılacak objenin değişkenlik sahasını belirlemek gayet kolaydır. Objenin değişkenlik sahasını şu şekilde tanımlayabiliriz.

Genel olarak değişkenlik sahası imkanları:

- a) Etki (efekt) değişikliği,
- b) Fonksiyon sıralama ve kombinasyon değişiklikleri,
- c) Kinematik değişiklikler,
- d) Şekil değişiklikleri,  
Tek parçada, Parçalar grubunda,
- e) Üretim değişiklikleri,

##### Değişkenlik özellikleri :

#### a) Etki (efekt) değişikliği

- ☞ Bir fiziki etkinin diğer fiziki etki/ler ile değiştirilmesi.
  - ☞ Çeşitli fiziksel prensiplerin kullanılmasıyla yeni çözümlere ulaşılması denenir. İlk önce objede bilinen sebep ve istenilen etki tanımlanır. Daha sonra bunlar değiştirilerek yeni çözümleri varyantları bulunur.
- ☞ Fiziksel özellikleri değiştirmek.
  - ☞ Bir fiziksel eşitlik formülünde bütün değişkenleri sistematik olarak değiştirmek.
- ☞ Fiziksel etki gösteren malzemenin veya ortamın değiştirilmesi.
  - ☞ Bilinçli olarak ortamın veya malzemenin değiştirilmesi ile fiziki değerler değiştirilir. Buna bağlı olarak parçaların sisteme olan etkilerde değişir.

#### b) Fonksiyon sıralama ve kombinasyon değişiklikleri

- ☞ Fonksiyon, parçalar grubu veya tek parçanın fonksiyon derecesinin sırasını değiştirmek.
  - ☞ Fonksiyon sıralamasının, organizasyon sırasının veya üretim sırasının değiştirilmesi.

- ☞ Fonksiyonları daha alt dereceli fonksiyonlara dağıtarak veya birleştirerek genel fonksiyonları değiştirmeden yeni özellikler yaratmak.
  - ☞ Fonksiyonları daha çok fonksiyonlara dağıtarak veya birleştirerek yeni çözüm varyantları bulmak mümkündür.
- ☞ Fonksiyon, parçalar grubu, tek parça ekleyerek veya çıkartarak.
  - ☞ Fonksiyon, parçalar grubu, tek parça ekleyerek veya çıkartarak eşit değerde yeni çözümler bulunur veya daha iyi ve daha etkili çözümler aranır.

### c) Kinematik değişiklikler

- ☞ Kinematik temel özelliklerin değiştirilmesi.
  - ☞ Altı serbestlik derecesinden bir veya daha fazlasını ( $x, y, z$  ve  $M_x, M_y, M_z$ ), yörünge şeklini, hareket şeklini değiştirerek çeşitli yeni çözümler bulunur.
- ☞ Kinematik konstruksiyon özelliklerinin değiştirilmesi.
  - ☞ Tahrik cinsi veya şeklini, eksenler durumunu, bağlantı şekli veya cinsini değiştirerek vade kinematik etki, kavrama değişikliği yaparak yeni çözümler bulunur. Tahrik problemlerinde konuya ait literatürden faydalanmak büyük avantaj sağlar ve önerilir.

### d) Şekil değişiklikleri

- ☞ Tek parçaların şekil değişikliği.
  - ☞ Şeklin değiştirilmesi; yuvarlak, köşeli, dolu, oyuk, dik dörtgen prizma, silindir, koni, küre, v. s.
  - ☞ Ölçülerin değiştirilmesi; Çap, boy, genişlik, yükseklik, yarı çap, boşluk, ...
  - ☞ Yüzey sayısının değiştirilmesi; tek taraflı, çok taraflı, dört köşeli, altı köşeli, tek sıralı, çok sıralı, tek parça, çok parçalı,...
  - ☞ Yüzey durumu değiştirilmesi; İşleme hassasiyeti, kaplama veya kaplama şekli, ....
  - ☞ Yüzey işleme durumu; mat, parlak, pütürlü, cam gibi, düz, dalgalı, ...
  - ☞ İç durumunun değiştirilmesi; Malzeme değişikliği, tavlama, ısıl işlem, ....
  - ☞ Malzeme değişikliği; Çelik, alüminyum, bronz, bakır, plastik, tahta, ...
  - ☞ Döküm parçada kalıp ayrımı değişikliği; Kasalarda kalıp ayrımı değişikliği, döküm parçasının formu, ...
  - ☞ Gerilmenin değiştirilmesi; Çeki, bası, eğilme, kesme, torsiyon, ...
  - ☞ Madde hali değişikliği; katı, sıvı, gaz hali.
- ☞ Parçalar grubunun şekil değişikliği.
  - ☞ Çok parçalı konstruksiyon yerine tek parça konstruksiyon. tek parçalı konstruksiyon yerine çok parçalı yapmak. İki parça yerine tek döküm, fazla fireli pres kesmede çok parça.
  - ☞ Parçanın konumunu değiştirmek; dikey, yatay, içte, dışta, ...

- ✍ Bağlantı şekli veya cinsini değiştirmek;
- ✍ Çözülebilme: çözümlü, şartlı çözümlü, çözümlenmez
- ✍ Ortalama: kendinden ortalanır, ortalanmaz, yardımcı parça ile ortalanır
- ✍ Bağlantı cinsi: şekil, kuvvet, malzeme, sürtünme bağlantısı
- ✍ Bağlantı şekli: menteşeli, kıvrılma parçalı, cıvata, saplama, yapıştırma bağlantıları.

### e) Üretim değişiklikleri

- ✍ Üretim değişikliği.
  - ✍ Üretim şeklinin değişikliği; Kaynak, döküm, dövme, klasik işleme, NC- İşleme
  - ✍ Sürtünme cinsinin değişikliği; Kaygan, yuvarlanma, rulman, hava yataklanması

#### 3.2.2.2 Ekip çalışması için önerilen metot

##### **Diyalog metodu**

Küçük ve orta büyüklükteki firmalar için avantajlı metottur. Bir biriyle iyi anlaşılan ve meslek bilgileri, tecrübeleri ve malzemeye hakim iki konstruktör çözüm varyantlarını araştırırlar. Çözüm varyantları beraberce analize edilip mükemmelleştirilir. Varyantların beraber analizi demek konstruktörlerin bir birlerine bilinçli sorular sorması demektir. Bu metottaki en belirli husus konstruktörlerden yalnız biri sorular sorar, diğeri bu soruları cevaplar. Burada İngiliz fizikçisi H. Bondi'nin şu sözünü hatırlamakta fayda vardır;

**Can alıcı soru sormak için, o soruya cevap verebilmekten daha akıllı ve bilgili olmak gerekir.**

Sorular ne kadar bilinçli ve konstruksiyon hedefine varmaya yarayan sorular olursa, sonuçta ona göre başarılı olur.

Varyantlar tamamen elden geçirilip sıralandıktan sonra firmanın büyüklüğüne göre ya bu iki konstruktör veya diğeri kısımlardan (satış, satın alma, imalat) birer kişi alınıp bir seçme ekibi kurulur ve en uygun çözüm seçilir.

Bu metotla az zaman ve masrafla hem çabuk hemde optimal çözüm bulunur. Fakat bulunan bu çözüm genelde inkılap yapan bir çözümden ziyade, bilinen çözümlerden biri olur. Bu metot konstruksiyon ve geliştirme proje veya problemlerinde kullanılması avantajlıdır.



Şekil 3.1, Diyalog metodu

### 3.2.3 Diğer metotlar

#### 3.2.3.1 Tek şahıs için önerilen metotlar

Aşağıda verilmiş olan metotlar tek şahıs için önerilen metotlardır. Burada bütün metotlar verilmemiştir. Firma veya konstruktör her zaman kendilerine uyan burada bulunmayan metot seçebilirler veya kendilerine uyan yeni metotlar bulabilirler. Burada verilenler öneriden başka bir şey değildir.

##### 3.2.3.1.1 Fonksiyonların analizi metodu

İstek ve şartlar kataloğunun yapılması, enformasyonların toplanmasından sonra fonksiyonların belirlenmesi ve fonksiyonların derecelenmesinin yapılması ile projede çözümlerin araştırılması safhasına gelinir. Bu durumda fonksiyonların benzeri fiziksel prensipler, etki prensipleri, ve benzeri prensipler bulunarak bir katalog yapılır. Böyle katalogların önceden hazırlandığı bir çok firma vardır. Sonra bu kataloğa bakılarak çeşitli çözüm varyantları bulunur.

Bu metot eksiksiz çözüm bulmayı garantilemediği için küçük işlerde kullanılır büyük ve karışık projeler için önerilmez.

##### 3.2.3.1.2 Benzerlik (Analoji) metodu

Bu metoda karşılaştırma metodu da diyebiliriz. Şartların ve enformasyonların tamamlanmasından sonra diğer yaşam alanlarından tabiatın ve insanların bulduğu benzer çözümler ele alınır. Bu benzer çözümler devamlı işlenerek optimal çözüm aranır. Örneğin; uçaklar ve gemiler için yunus şekli.

Bu metot eksiksiz çözüm bulmayı garantilemediği için küçük işlerde kullanılır büyük ve karışık projeler için önerilmez.

##### 3.2.3.1.3 Tekrarlama (iterasyon) metodu

Bu ansızın akla gelen buluş metodudur. Şartların ve enformasyonların tamamlanmasından sonra akla ilk gelen çözümün taslağı çizilir. Bu çözüm çeşitli yönde yapılan konuşma ve tartışmalarla mükemmelleştirilir. Bu işlemlerin yanında gerekli hesaplarla yapılarak optimal çözüm aranır.

Bu metot küçük veya tek parça işleri için önerilir (şekil verme veya detaylama problemleri). Çoğu zaman işlemin tekrarlanması gereklidir.

#### 3.2.3.2 Ekip çalışmaları için önerilen metotlar

Aşağıda verilen metotlar ekip çalışmaları için geçerlidir. Firmanın veya projenin durumuna göre problem/ler bir ekip tarafından çözülecekse bu ekibinde bir metotla çalışması büyük avantajdır.

Ekip çalışması için önerilen yaratıcı çözüm metotları aşağıda verilmiştir.

##### 3.2.3.2.1 Brainstroming-Metodu

Bu metot " *OSBORN, A.F.* " tarafından bulunmuştur ve büyük firmalarda en çok kullanılan bir metottur. Bu metodun amacı serbest kişilerden oluşan gruptan yeni fikirlerin çıkarılmasıdır.

**Brainstroming-Metodu** şu şekilde uygulanır. Problemi daha önce bilmeyen firmadaki çeşitli kısımlardan 5 ile 15 kişi arasındaki bir gruba problem anlatılır. Bu metodun amacı tesir altında olmayan kişilerin çözümü aramalarıdır. Böylece hiçbir ön yargısı olmayan kişiler serbestçe çözüm varyantlarını teklif ederler.

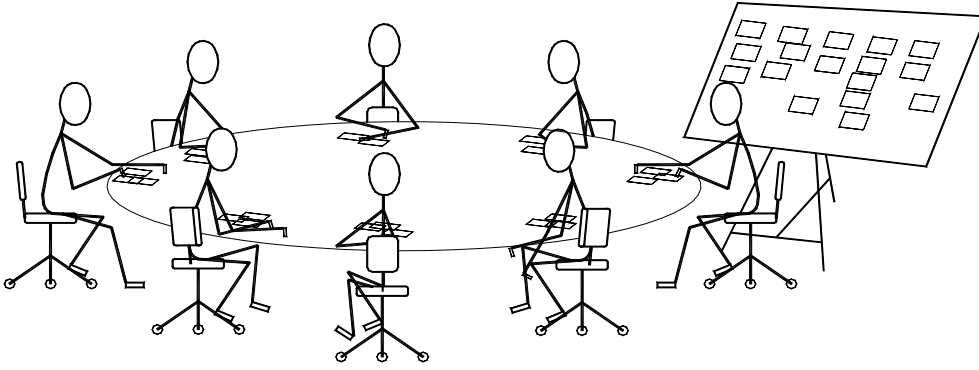
Bu metotla birçok çözüm varyantı bulunur, fakat bu varyantlardan çok azı pratikte kullanılacak niteliktedir.

Brainstroming-Metodu şu durumlarda kullanılması önerilir:

- Problem çözümünde tıkanılıp kalınmışsa.
- Hakikaten çok yeni ve enteresan çözümler araniyorsa.
- Eğer uygulanacak bir çözüm bulunamamışsa.

Brainstroming grubu şu kişilerden kurulmalıdır:

- Çeşitli meslek ve kısımlardan. Grupta yalnız proje ekibini temsil eden bir konstruktör bulunur ve bu kişi yalnız problemi anlatıp tanıtır. Bu kişi hiçbir şekilde teklif edilen varyantlar hakkında fikrini söyleyemez.
- Kişiler firmada aynı kademede olmalıdır. Yoksa şef daima haklıdır kanunu yürürlüğe girer.



Şekil 3.2, Brainstroming-Metodu

**Brainstroming grubundaki kanunlar:**

- a. Grubu idare eden kişi ilk başta problemi AÇIK, ANLAŞILIR ve TAM anlatmalıdır.
- b. Grubu idare eden kişi burada ŞEF DEĞİLDİR. O burada koordinatör ve danışmandır, yani o burada enformasyon kaynağıdır.
- c. Her teklif ve tasarım itirazsız gruptaki herkesin görebileceği ve anlaşılır şekilde derhal kaydedilmelidir.
- d. Gruptaki her kişi korkmadan, çekinmeden serbestçe fikir ve tasarımlarını söylemelidir.
- e. Kişi her fikir ve tasarımı kendi fikriymiş gibi işlemelidir.
- f. Teklif edilen fikir ve tasarımların uygulanma imkanı toplantıda tartışılmamalıdır.
- g. Bir toplantı BİR SAATTEN FAZLA devam etmemelidir. Eğer daha fazla fikir ve tasarıma gerek varsa bir müddet sonra yeni kişilerle tekrar başka bir Brainstroming toplantısı yapılmalıdır.
- h. Teklif edilen fikir ve tasarımlar toplantıdan sonra proje ekibindeki kişiler tarafından tartışılıp incelenir ve değerlendirilir.
- i. Teklif edilen fikir ve tasarımlar tartışılıp temizlendikten sonra aynı elemanlarla tekrar toplantı yapılip yanlış anlamayı önlemek için yeniden elden ve gözden geçirilir.

## 3.2.3.2.2 635-Metodu

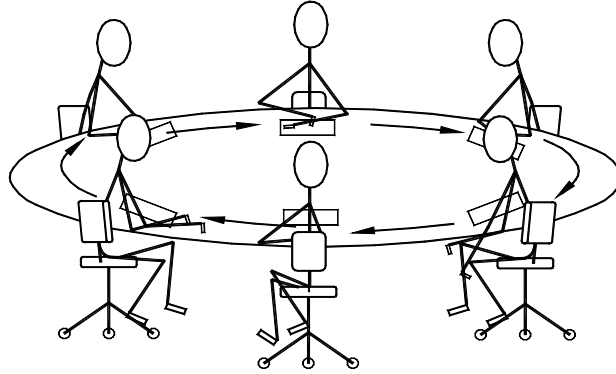
Brainstroming metodu " ROHRBACH, B. " tarafından " 635-METODU " (Altı-Üç-Beş Metodu) olarak geliştirilmiştir. Bu metot aşağıda verilen ayrılıkların dışında Brainstroming metodunun aynısıdır.

- Grup 3 ila 8 kişiden oluşur, ideali 6 kişidir. Eğer grup 5 kişi ise bu 534 -Metodu olur.
- Teklif edilen fikir ve tasarımlar yazılı olarak verilir ve aynı kağıtta işlenir.

**635-Metodu grubundaki kanunlar:**

- Problem **altı** kişiye anlatılır ve altı kişiyle analize edilir. Grupta şef ve idareci yoktur.
- Grupta bulunan her kişi yalnız **üç** çözüm fikir ve tasarımını bir kağıda ya yazmalı veya krokisini yapmalıdır.
- Belirli bir zaman sonra, ki bu probleme göre 5 ila 10 dakika olabilir, kişi elindeki kağıdı yanındaki kişiye verir. Bu kişi ya bu üç tasarımı işler veya daha mükemmelleştirir veya ayrıca yeni üç tasarım ekler.
- Bu değiş tokuş bir kağıdın diğer **beş** kişi tarafından işlenmesi ile sona erer.

Bundan gerisi Brainstroming metodunun uygulamasının aynısıdır.



Şekil 3.3, 635-Metodu

## 3.2.3.2.3 Delfi (Delphi)- Metodu

Bu metot " DALKEY " ve " HELMER " tarafından bulunmuştur. Çözüm bulmak için kurulan grup toplantıya çağrılmaz. Yazılı olarak grup elemanlarına problem çözümü sorulur ve onlarda yazılı olarak çözüm tasarımlarını bildirirler.

İşlemlerin gidişi şu şemaya göre akar:

- Problemin yazılı olarak kişilere dağıtılması.
- Çözüm tekliflerinin işlenmesi, temizlenmesi ve tanımlanması.
- İşlenmiş çözüm varyantlarının kişilere geri dağıtımı ve uygulanması istedikleri varyantların seçim sırasının istenmesi.

Hakikaten uygulanabilecek çözüm varyantının bulunabilmesi için bu işlemin çok iyi planlanması gerekmektedir.

### 3.2.4 Morfolojik tablo-Metodu

“*Morfolojik tablo-Metodu*” (Morphologie  $\approx$  Morfoloji  $\approx$  şekil veya form verme ilmi) ana konstruksiyon metotlarından biridir. Bu metotla bir konstruksiyon problemi eksiksiz çözülebilir. Morfolojik tablo-Metodu, Morfolojinin bir kolu olup " *F. Zwicky* " tarafından geliştirilmiştir. Bu metot hakikaten oldukça boşluksuz ve çok birleştirile bilinen çözüm varyantlarının bulunmasını sağlar.

Morfolojik tablo-Metodu'nun özellikleri:

- Proje küçük problemlere ayrılır, bu problemler için çözüm kataloğu yapılır.
- Bütün çözümler bir bakışta görülecek şekilde kaydedilir.
- Açık olarak küçük çözümleri birleştirme olanağı görülür.

*Gidiş yolu:*

1. Proje küçük problemlere ayrılır. Yardımcı olarak fonksiyonların derecelendirilmesi ele alınır. Örnek olarak bir ödevi 6 küçük problemlere (fonksiyona) ayrıldığını kabul edelim.
2. Küçük problemler için çözümler aranır. Küçük problemler için 3 ile 5 adet çözüm bulalım.
3. Küçük problem çözümleri seçme kriterlerine göre sıralanır ve değerlendirilir.
4. Küçük problem çözümleri birleştirilerek varyantlar bulunur.

Tablo 3.2, Morfolojik tablo

Alt dereceli fonksiyonlar	Fonksiyon çözümleri				
	1	2	3	4	5
F 1	FÇ1-1	FÇ1-2	FÇ1-3		
F 2	FÇ2-1	FÇ2-2	FÇ2-3	FÇ2-4	FÇ2-5
F 3	FÇ3-1	FÇ3-2	FÇ3-3	FÇ3-4	
F 4	FÇ4-1	FÇ4-2	FÇ4-3	FÇ4-4	FÇ4-5
F 5	FÇ5-1	FÇ5-2	FÇ5-3		
F 6	FÇ6-1	FÇ6-2	FÇ6-3	FÇ6-4	

Yukarıda

Tablo 3.2 de bulunmuş olan fonksiyon çözümlerinin değerlendirilmesi sonucu FÇ2-1 , FÇ2-3 , FÇ4-1 , FÇ4-3 ve FÇ5-2 ile FÇ6-4 , elenmiştir. Burada geriye varyant üretmek için şu fonksiyon çözümleri kalmıştır.

F1	için 3 çözüm	F4	için 3 çözüm
F2	için 3 çözüm	F5	için 2 çözüm
F3	için 4 çözüm	F6	için 3 çözüm

Böylece toplam çözüm varyantları olarak;  $3 \times 3 \times 4 \times 3 \times 2 \times 3 = 648$  varyant bulunur.

Bir varyant için örnek; FÇ1-1 ; FÇ2-2 ; FÇ3-1 ; FÇ4-2 ; FÇ5-1 ; FÇ6-1 = VAR 01

### 3.1 Çözüm tasarımlarının sıralanması

Kara kutu ve fonksiyonların derecelendirilmesi sonucu problemin ana fonksiyonunun çözümünü veren fiziksel konular ortaya çıkar. Bu konuları genel olarak şu şekilde sıralayabiliriz:

*Mekanik, Elektik, Hidrolik, Pnömatik, Termik, Kimyasal, Optik, Manyetik, Nükleer, Biyolojik.*

Ön yargısız bütün çözüm tasarımlarının taslakları çizilir. Çözümün tanımlanması ve bunun yazılı olarak tasarım şablonuna yazılması için en zor taraftır. Çözüm tasarımlarının üçüncü şahısların hiç bir zorluk çekmeden anlayabileceği şekilde varyant şablonlarına geçirilmesi gereklidir.

Öneriler şunlardır:

1. Tasarım taslağının çizilmesi.
2. Parçaların pozisyon numarası ile numaralanmaları.
3. Tasarımın fonksiyonunun tanımlanması.
4. Kaba hesapların yapılması.
5. Bilgi kaynaklarının açık ve bulunacak şekilde verilmesi.

#### 3.2.5 Tasarım taslağının çizilmesi

Her tasarım taslağının ön yargısız A4 kağıdına, daha çok ekte verilen Şablon 3.1 e, oldukça temiz, anlaşılır ve düzgün olarak ya serbest elle (ki iyi bir konstrüktörün en gerekli kabiliyeti tasarladığını elle iki veya üç boyutlu olarak çizebilmesidir), herhangi bir aparat veya bilgi sayar resim programı yardımıyla çizilmesi.

#### 3.2.6 Pozisyon lama

Tasarım taslağının ana parçaları pozisyon olarak numaralanmalıdır. Böylece tasarımın ana parçaları çabuk tanınır ki, fonksiyon derecelendirilmesi ile pozisyonlar derhal karşılaştırılırlar.

#### 3.2.7 Fonksiyon tanımlanması

Tasarımın fonksiyonunun anlaşılır, kısa ve tam olarak yazılması gereklidir. Böylece istek ve şartlar kataloğu ile kolayca karşılaştırılıp değerlendirme yapılabilir.

#### 3.2.8 Kaba hesaplar

Fonksiyonlar ve üretim şeklinin doğru seçilebilmesi için genel kaba hesapların yapılmış olması ekip elemanlarının seçim yapmasında yardımcı olacağından avantajlıdır.

#### 3.2.9 Bilgi kaynaklarının verilmesi

Tasarımlar oldukça çok bilgi kaynakları ile donatılmalıdır. Bu tasarımın değerlendirilmesinde büyük rol oynar. Şöyle ki: Piyasada benzer ürün, teknik literatürden etkilenerek bulunan çözüm, rakip firma ürününden etkilenme, tasarımın kısaca avantaj ve dezavantajları, ve benzeri anlatımlar.

### 3.2 3. Basamak için yardımcı liste ve şablonlar

Eksiklikleri tamamlamak için aşağıda verilen kontrol listesi Kontrol listesi 3.1 in kullanılması ve varyantları saptamak içinde Şablon 3.1 önerilir.



### 3.3 3. Basamak için kontrol listeleri

Kontrol listesi 3.1, Çözüm varyantlarını bulmak için kontrol listesi

- İşin anlatımı tam ve belirli olarak düzenlenmiş mi?
- Hedef tam ve açık olarak belirlenmiş mi?
- İstekler şartnamesindeki istekler hakikate uygun mu?
- Fonksiyonların derece ve sıralanması hakikate uyuyor mu?
- İş bitirebilmemiz için yeteri kadar zamanımız var mı?
- Yeteri kadar kalifiye personelimiz var mı?
- Yeteri kadar kapasitemiz var mı?
- “Black box” a göre firmamıza uyan doğru yolu seçtik mi?
- Varyant eskizleri genel olarak itimat verici mi?
- Ana parçalar için pozisyon numaraları ön görülmüş mü?
- Eskizde kısaca ana fonksiyonun tanımlanması yapılmış mı?
- Varyantlar için, kabada olsa, hesaplar var mı?
- Varyantlar için enformasyon evrakları var mı?
- Evrakları ve işi başkasına devir edebilecek mükemmellikte hazırladık mı?
- Bulduğumuz varyantlar sayıca ve teknik açıdan yeterli mi?

3.18

*Çözüm varyantlarının bulunması*

**3.3 Varyantlar için şablon**

Şablon 3.1, Varyant saptaması şablonu

**PROJE :**

**VARYANT :**

**Taslak:**

**Bilgi:**

• .

**AVANTAJLAR:**

- 
- 

**DEZAVANTAJLAR:**

- 
- 

**RİZİKOLAR / GEREKEN EK BİLGİLER**

- ⇒
- ⇒
- ⇒

**TUTULACAK YOL:**

Aktüel

Elendi

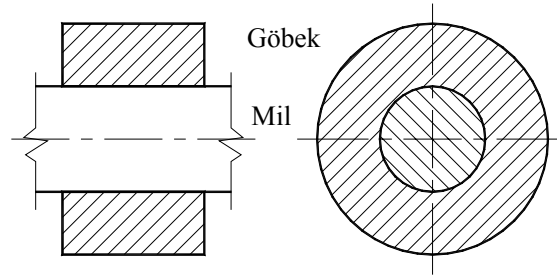
**DÜŞÜNCELER :**

### 3.4 Örnekler

#### 3.4.1 Örnek 1, Mil-Göbek bağlantısı

Her literatürde ele alınan bu örneği bizde işleyelim. Örneği işlerken önerdiğimiz tek kişi metodunu "Sistemik değiştirme"yi sistemik bir şekilde uygulayalım.

Ödevinin analizi ve fonksiyon strüktürü ile fonksiyonlar zinciri yapılmıştır. Ödevin ana fonksiyonu "Moment iletmek"tir ve prensip şeması gösterilmiştir. Tablo 3.3 deki matriste 46 varyant görülür.



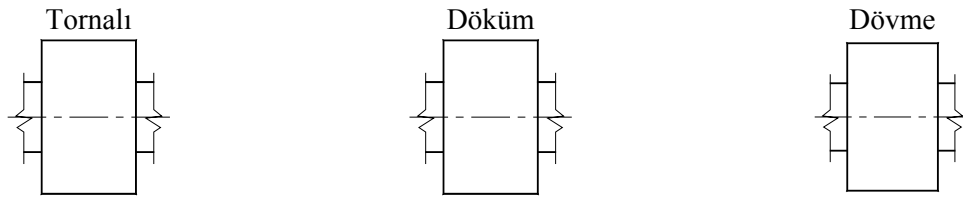
Şekil 3.4, Mil-Göbek bağlantısının prensip şeması

"Değişkenlik sahası" ne dir? Bağlantı prensibidir ve şu varyantları vardır:

1. Sökülmeyen bağlantılar; mil ve göbek zarar görmeden ayrılamaz. Yani tekrar tekrar sökölüp takılamaz.
2. Sökülebilen bağlantılar; mil ve göbek zarar görmeden ayrılabilir. Yani tekrar tekrar sökölüp takılabilir.

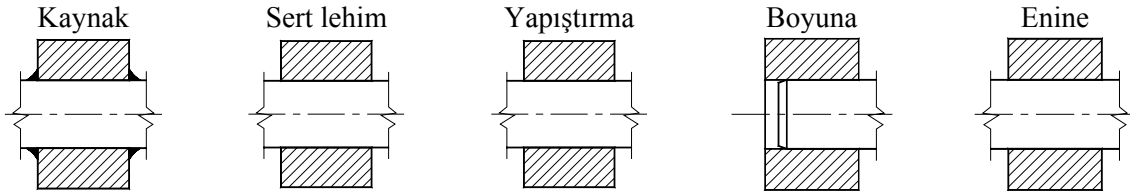
**Sökülemeyen bağlantılar.** "Değişkenlik özellikleri" ne dir?

**Parça adedi, Tek parça:**



Bu varyantlar şekillendirme açısından daha alt varyantlara ayrılırlar.

**İki parçalı:**



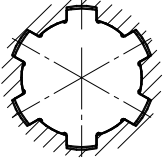
Bu varyantlar şekillendirme açısından daha alt varyantlara ayrılırlar. Örneğin: Göbek ve mil enine kesiti burada daire olarak verilmiştir. Bu 3, 4 ... köşe olabilir. Boyuna kesiti silindir yerine konik olabilir.

**Sökülebilen bağlantılar**

1. Şekil bağlantısı
2. Kuvvet bağlantısı

**Şekil bağlantısı, doğrudan, form değişikliği**

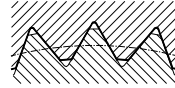
Kamalı mil



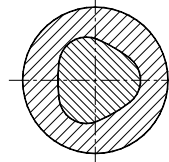
Evolvent profilli



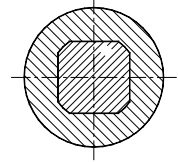
Sivri diş profilli



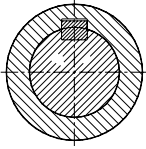
Profil P3G



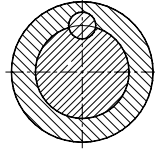
Profil P4G

**Şekil bağlantısı, dolaylı, konum ve form değişikliği****Konum, boyuna**

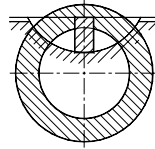
Uygu kama



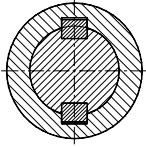
Yuvarlak pim



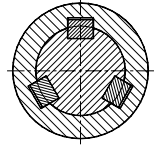
Yarım ay kama



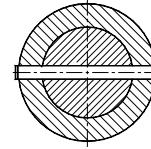
İki kamalı



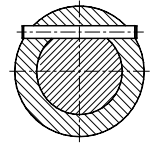
Üç kamalı

**Konum, enine**

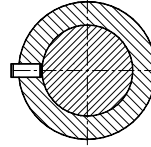
Saplama ortada



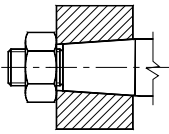
Saplama teğet



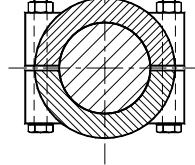
Vida saplama

**Kuvvet bağlantısı, doğrudan,**

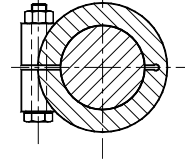
Konik



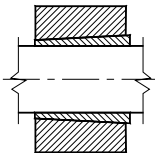
Çift sıkma



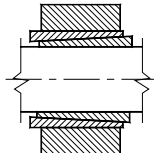
Tek sıkma

**Kuvvet bağlantısı, dolaylı,**

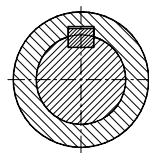
Konik bilezik



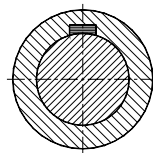
Çift konik bilezik



Çakma kama



Teğet kama



Bu şekilde devam edilerek ve matrisi yapılarak daha bir sürü varyant bulunur ve daha da vardır.

## 3.4.1.1 Göbek-Mil bağlantı matrisi

Tablo 3.3, Göbek-Mil bağlantı matrisi

Tekparça				Torna	1	
				Döküm	2	
				Dövme	3	
İki parça	Sökülemeyen	Kuvvet ve Şekil	Doğrudan	Sıkı geçme, enine	Silindir	4
					Konik	5
					Profil P3G	6
				Sıkı geçme, boyuna	Profil P4G	7
					6 köşe	8
					Yağlı sıkı geçme	9
				Alından	Silindir	10
					Konik	11
					Profil P3G	12
	Dolaylı	Profil P4G	13			
		6 köşe	14			
		Sürtünme kaynağı	15			
	Sökülebilen	Şekil	Doğrudan	Kaynak	16	
				Sert lehim	17	
				Kamalı mil	18	
Evolvent profil				19		
Sivri diş profil				20		
Profil P3G				21		
Profil P4G				22		
6 köşe	23					
Konik	24					
İkiden fazla parça	Sökülebilen	Şekil	Boyuna	Uygu kama	25	
				Yuvarlak pim	26	
				Yarım ay kama	27	
			Enine	İki kamalı	28	
				Üç kamalı	29	
				Ortadan saplama	30	
			Kuvvet	Kuvvet	Teğet saplama	31
					Vida saplama	32
					Konik bilezik	33
	Çift konik bilezik	34				
	Çakma kama	35				
	Teğet kama	36				
	Teğet çakma kama	37				
	Konkav kama	38				
	Tek sıkma	39				
	Çift sıkma	40				
	Konik geçme	41				
	Cıvata çekme konik bilezik	42				
	Akordiyon bilezik	43				
	Yassı yay sıkması	44				
	Kaval mil sıkması	45				
Sökülemeyen	Kuvvet	Bilezikli sıkı geçme	46			

### 3.5 Ana örneğin çözümü, Kaldırma redüktörü

#### 3.5.1 Varyantlar

Burada tek şahıs için önerilen " **Sistemantik değiştirme** " metodunu tatbik edelim. Bunun içinde genel olarak değişkenlik sahalarını ve değişebilen bütün değerleri sıralayalım. Böylece genel varyantlar "*matris*"ini yapmış oluruz. Bu matrisle de atlamadan bütün çözüm varyantlarını bulma imkanı çoğalır. Çözümler komple çözüm olarak aranmayıp tek parçalar için aranacaktır. İlk önce 2. dereceden fonksiyonlar için çözümler aranacaktır. Biz "Nerede" sorusunu değişkenlik sahasını ve "Ne" sorusunu da değişkenlik özelliklerini belirlemek için soracak olursak;

#### *Nerede ne değişir?*

Sorusu ortaya çıkar.

NEREDE? değişkenlik sahası

1. Moment iletmek, Dişli çarklar,
2. Kuvvetleri taşımak, Miller,
3. Yataklamak, Rulman yataklar,
4. Parçaları beraber tutmak, Redüktör kutusu.

NE? değişkenlik özellikleri

Burada değişkenlik sahaları tek tek ele alınıp incelenir.

#### 3.5.1.1 Dişli çarklar için değişkenlik özellikleri

- |   |     |
|---|-----|
| 1. Eksenler durumu                              | *)4 |
| 1. Paralel eksenler, Silindirik alın dişlileri, |     |
| 2. Kesişen eksenler, Konik dişliler,            | *)1 |
| 3. Çapraz eksenler, Konik veya sonsuz dişliler  | *)1 |
| 2. Çarkların şekli                              | *)4 |
| 1. Dolu, mil ile beraber,                       | *)1 |
| 2. Göbekli disk, dişli milden ayrı,             |     |
| 3. Diske sıkı geçmeli çember.                   | *)1 |
| 3. İmalat şekli                                 |     |
| 1. Dolu malzemededen,                           |     |
| 2. Döküm,                                       |     |
| 3. Dövme,                                       |     |
| 4. Kaynak.                                      |     |
| 4. Dişli cinsi                                  | *)4 |
| 1. Alın dişlisi,                                |     |
| 2. İç dişli                                     | *)1 |

5. Diş formu
1. Düz dişli,
  2. Helis dişli
  3. Çavuş dişli \*)1
  4. Yay (spiral) dişli \*)1
6. Dişlinin geometrik değerleri \*)4
1. Modül, \*)2
    - Modül hep aynı, pinyon ve çarkın diş sayısı çevrim oranına göre,
    - Modül değişik
  2. Diş sayısı;
    - Pinyonun diş sayısı sabit, çarkın çevrim oranına göre,
    - Çarkın diş sayısı sabit, pinyonun çevrim oranına göre,
    - Pinyonun ve çarkın diş sayısı çevrim oranına göre.
7. Moment dağılımı \*)4
1. Kademe sayısı, \*)3
    - Bütün boyların hepsi 3-Kademeli,
    - Bütün boyların hepsi 4-Kademeli,
    - Karışık. Küçük boylar 3, büyük boylar 4 kademeli.
  2. Çevrim oranları, \*)3
    - Modül ve diş sayısı aritmetik veya geometrik sıra,
- 3.5.1.2 Miller için değişkenlik özellikleri
1. Millerin konumu \*)4
    1. Hepsi aynı düzlemde; aynı ekseninde, paralel, dik kesişen, eğik kesişen.
    2. Aynı düzlemde değil; dik kesişmeyen, eğik kesişmeyen.
  2. Millerin yataklama konumu \*)4
    1. İki uçta, klasik,
    2. Bir tarafta, portafo, \*)1
    3. Bir çark iki taraflı yataklı, öbürü portafo. \*)1
  3. Millerin imalat formu
    1. Dolu malzemededen,
    2. Döküm, \*)1
    3. Dövme,
    4. Kaynak. \*)1
  4. Millerin şekli \*)4
    1. Dolu mil,
    2. Kaval mil. \*)1

## 3.5.1.3 Rulman yataklar için değişkenlik özellikleri

1. Yatak cinsi \*)4
  1. Bilyeli yatak,
  2. Bilyeli oynak yatak
  3. Tek bilyeli eğik yatak
  4. Masuralı yatak, \*)1
  5. Konik masuralı yatak \*)1
  6. Çift sıra masuralı oynak yatak

## 3.5.1.4 Redüktör kasası için değişkenlik özellikleri

1. Kasa ayrımı
  1. Ortada yatay,
  2. Yukarda yatay,
  3. Yanda düşey,
  4. Herhangi bir yerde \*)1
1. Kasa şekli
  1. Alt ve üst parçalar dört köşe prizma,
  2. Alt parça dört köşe, üst parça yuvarlak,
  3. Alt ve üst parçalar aynı ve yuvarlak ve ek konstruksiyon üstünde \*)1

**3.5.2 Kritik ve varyantların kaba elenmesi**

Teoretik olarak yapılan özellik değişikliği ile aşağıdaki varyant sayısı bulunur.

Dişli çarklar için	$3 \times 3 \times 4 \times 2 \times 4 \times 2 \times 2$	=	1'152 varyant
Miller için	$2 \times 3 \times 4 \times 2$	=	48 varyant
Rulman yataklar için		=	6 varyant
Redüktör kutusu için	$4 \times 3$	=	12 varyant

Kaldırma redüktörü için toplam teorik varyant sayısı ( $1152 \times 48 \times 6 \times 12 = 3'981'312$ )

**3'981'312 varyant.**

Dikkat: Burada, moment iletimi doğrudan dişlilerle kabul edilmiş, zincir, sürtünme ve benzeri ana varyantlar dikkate alınmamıştır. Yataklarda yalnız rulman yataklar düşünülmüş, kaygan yataklar varyant olarak alınmamıştır.

Bu teoretik varyant sayısıdır. Aşağıda verilen kriterlere göre kaba seçimle bu sayı düşürülür.

- \*)1 Ödevin tanımlaması ve istekler listesine göre elenirler.
- \*)2 Tamamen teorik varyant uygulanması çok zor.
- \*)3 Seri olarak varyant, fakat olumsuz.
- \*)4 Hiç veya bir varyant, elenir.



Bu düşüncelerden sonra varyant özellikleri şu hali alır:

***Dişli çarklar için değişkenlik özellikleri***

1. İmalat şekli
  1. Dolu malzemeden,
  2. Döküm,
  3. Dövme,
  4. Kaynak.
2. Diş formu
  1. Düz dişli,
  2. Helis dişli

***Miller için değişkenlik özellikleri***

1. İmalat şekli
  1. Dolu malzemeden,
  2. Dövme,

***Rulman yataklar için değişkenlik özellikleri***

1. Yatak cinsi
  1. Bilyeli yatak,
  2. Bilyeli oynak yatak
  3. Tek bilyeli eğik yatak
  4. Çift sıra masuralı oynak yatak

***Redüktör kasası için değişkenlik özellikleri***

1. Kasa ayrımı
  1. Ortada yatay,
  2. Yukarda yatay,
  3. Yanda düşey,
1. Kasa şekli
  1. Alt ve üst parçalar dört köşe prizma,
  2. Alt parça dört köşe, üst parça yuvarlak,

## 3.5.3 Varyantlar matrisi

Değişkenlik sahası	Varyant formu	Tanımlama	Var.Sıra-No.:
1. Dişliler	1. Düz dişli	1. Dolu	D 1
		2. Döküm	D 2
		3. Dövme	D 3
		4. Kaynak	D 4
	2. Helis dişli	1. Dolu	D 5
		2. Döküm	D 6
		3. Dövme	D 7
		4. Kaynak	D 8
2. Miller	1. Dolu malzeme	M 1	
	2. Dövme	M 2	
3. Yataklar	1. Bilyeli yatak,	Y 1	
	2. Bilyeli oynak yatak	Y 2	
	3. Tek bilyeli eğik yatak	Y 3	
	4. Çift sıra masuralı oynak yatak	Y 4	
4. Kutu	1. Alt ve üst parçalar dört köşe prizma	1. Ortadan yatay	K 1
		2. Yukarda yatay	K 2
		3. Yanda düşey	K 3
	2. Alt parça dört köşe, üst parça yuvarlak	1. Ortadan yatay	K 4
		2. Yukarda yatay	K 5
		3. Yanda düşey	K 6

Bu matriste göre alt fonksiyonlar için tek tek çözüm varyantları bulunmuştur. Bu bulunan varyantların birleştirilmesi sonucu kaldırma redüktörü için şu ana varyantlar bulunur:

Dişliler için  $4 \times 2 = 8$  Varyant,

Miller için  $2$  Varyant,

Yataklar için  $4$  Varyant,

Kutu için  $2 \times 3 = 6$  Varyant,

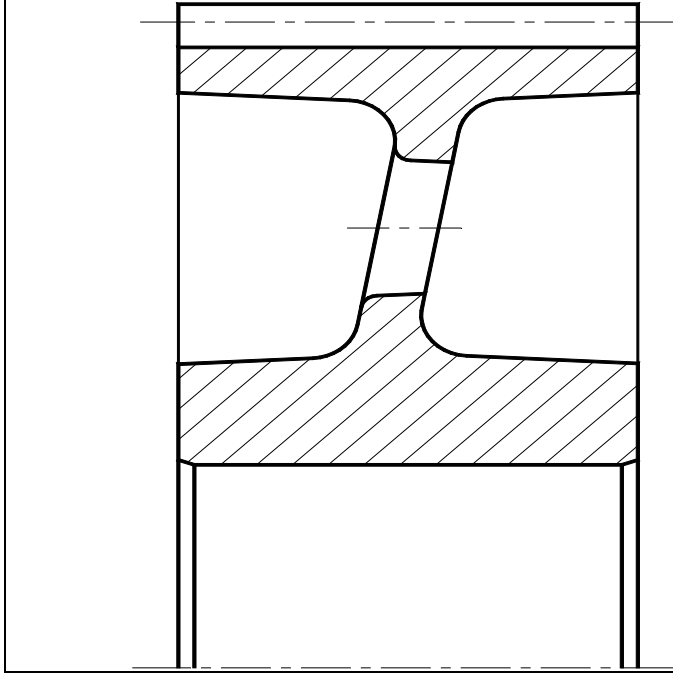
Kaldırma redüktörü için toplam:  $8 \times 2 \times 4 \times 6 = 384$  varyant vardır.

**384 Varyant.**

Varyantlar matrisinde verilen tek varyantlar şu şekilde belgelenir:

**PROJE : Kaldırma redüktörü AKR 080**

**VARYANT : 1.1.2-1 DİŞLİ ÇARK, DÖKÜM**



**Bilgi:**

- Normal standart döküm parça.

Patent :  
Yok.

Rakipler kullanıyor mu?  
Oldukça çok

Firmada daha önce  
kullanılmış mı?  
Oldukça çok. Bak;  
KP 8663  
KP 8811

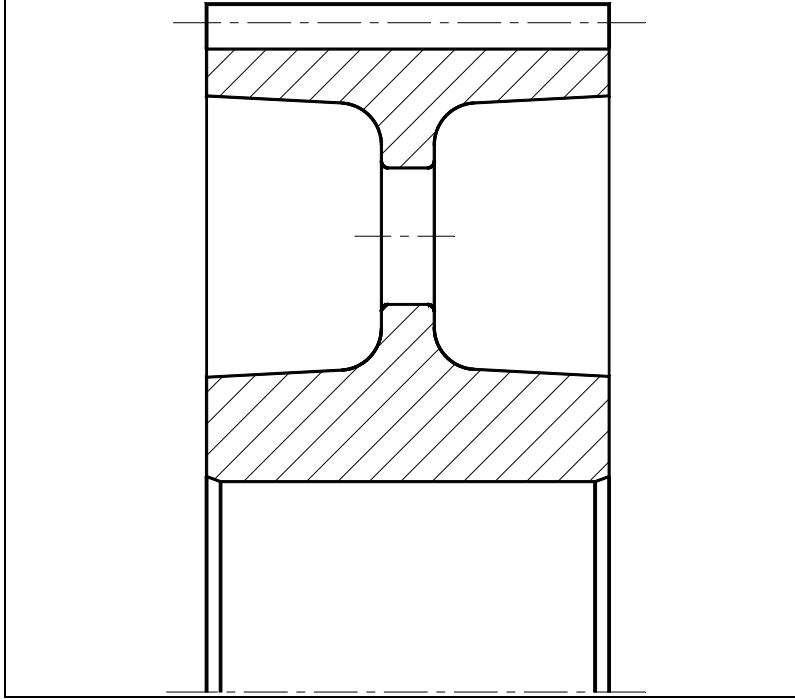
Şekil 3.5, Dişli çark, döküm

AVANTAJLAR:	DEZAVANTAJLAR:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hafif konstruksiyon</li> <li>• Malzeme kaybı çok az</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Model yatırımı</li> <li>• Sipariş sayısı</li> <li>• Teslim müddeti ve depolama</li> <li>• İstenilen kalitenin sağlanması</li> </ul>

RİZİKOLAR / GEREKEN EK BİLGİLER	TUTULACAK YOL:				
<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Döküm kalitesi</li> <li>⇒</li> <li>⇒</li> </ul>	<table border="1"> <tr> <td>X</td> <td>Aktüel</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Elendi</td> </tr> </table>	X	Aktüel		Elendi
X	Aktüel				
	Elendi				

**DÜŞÜNCELER :**

Tanınan imalat ve konstruksiyon

**PROJE : Kaldırma redüktörü AKR 080****VARYANT: 1.1.3-1 | DİŞLİ ÇARK, DÖVME****Bilgi:**

- Normal standart döküm parça.

Patent :  
Yok.

Rakipler kullanıyor mu?  
Oldukça çok

Firmada daha önce  
kullanılmış mı?  
Oldukça çok. Bak;  
KP 8433  
KP 8738

Şekil 3.6, Dişli çark, dövme

AVANTAJLAR:	DEZAVANTAJLAR:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hafif konstruksiyon</li> <li>• Malzeme kaybı çok az</li> <li>• İstenilen kalitenin sağlanması</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kalıp yatırımı</li> <li>• Sipariş sayısı</li> <li>• Teslim müddeti ve depolama</li> </ul>

RİZİKOLAR / GEREKEN EK BİLGİLER	TUTULACAK YOL:				
⇨ ⇨ ⇨					
	<table border="1"> <tr> <td>X</td> <td>Aktüel</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Elendi</td> </tr> </table>	X	Aktüel		Elendi
X	Aktüel				
	Elendi				

**DÜŞÜNCELER :**

Tanınan imalat ve konstruksiyon

### 3.6 Çözüm varyantlarının seçimi

Varyantlar matrisindeki alt fonksiyon veya parça çözüm varyantlarını parçalar için ana varyant olarak kabul edip bu listeyi değerlendirme ve seçim için kullanalım.

#### 3.6.1 Varyantlar matrisi

Değişkenlik sahası	Varyant formu	Tanımlama	Var.Sıra-No.:
1. Dişliler	1. Düz dişli	1. Dolu	A 1
		2. Döküm	A 2
		3. Dövme	A 3
		4. Kaynak	A 4
	2. Helis dişli	1. Dolu	A 5
		2. Döküm	A 6
		3. Dövme	A 7
		4. Kaynak	A 8
2. Miller	1. Dolu malzeme		B 1
	2. Dövme		B 2
3. Yataklar	1. Bilyeli yatak,		C 1
	2. Çift sıra bilyeli oynak yatak		C 2
	3. Tek bilyeli eğik yatak		C 3
	4. Çift sıra masuralı oynak yatak		C 4
4. Kutu	1. Alt ve üst parçalar dört köşe prizma	1. Ortadan yatay	D 1
		2. Yukarda yatay	D 2
		3. Yanda düşey	D 3
	2. Alt parça dört köşe, üst parça yuvarlak	1. Ortadan yatay	D 4
		2. Yukarda yatay	D 5
		3. Yanda düşey	D 6

Burada da kaba seçim yapıp varyantları azaltabiliriz. Varyantları tek tek ele alıp kaba seçime gidelim.

## 4 Konu İndeksi

### 6

635-Metodu ..... 3.14

### A

Analoji metodu ..... 3.12

### B

Benzerlik metodu ..... 3.12

Brainstroming-Metodu ..... 3.12

### D

Dalkey ..... 3.14

Değişkenlik özellikleri ..... 3.9

Değişkenlik sahası ..... 3.9

Delfi- Metodu ..... 3.14

Delphi- Metodu ..... 3.14

Diyalog metodu ..... 3.11

### E

Efekt değişikliği ..... 3.9

Etki değişikliği ..... 3.9

### F

Fonksiyon sıralama değişiklikleri ..... 3.9

Fonksiyonların analizi metodu ..... 3.12

### H

Helmer ..... 3.14

### I

İterasyon metodu ..... 3.12

### K

Kinematik değişiklikler ..... 3.10

Kontrol listesi 3.1 ..... 3.17

Kreativ olmak ..... 3.4

Kreativitet ..... 3.4

### M

Morfolojik tablo-Metodu ..... 3.15

### O

Osborn, A.F. .... 3.12

### R

Rohrbach, B. .... 3.14

### S

Şekil değişiklikleri ..... 3.10

Sistematik değiştirme ..... 3.9

### T

Tekrarlama metodu ..... 3.12

### U

Üretim değişikliği ..... 3.11

### V

Varyant formülleri ..... 3.18