

İnşaat Sektöründe Veri Değerlendirme Yöntemleri



Doç. Dr. Aslı Pelin GÜRGÜN

Yıldız Teknik Üniversitesi
İnşaat Mühendisliği Bölümü
Yapı İşletmesi Anabilim Dalı



Yaratıcı Düşünce, Problem Çözme ve Karar Verme

- Olağan problem çözme yöntemlerini, orijinal düşünce yeteneği ile hayalgücü ile birleştirip çözüm üretme sürecini *yaratıcılık* olarak tanımlayabiliriz.
- Bilimsel gelişim tarihi incelendiğinde, hedeflenen amaçlara ulaşmak için yaratıcı fikir ve önerilerin kullanılması göze çarpar.
- Tartışalım: Yaratıcı düşünce neden önemlidir? Sınırları var mıdır? Motivasyonun rolü nedir?

Yaratıcı Düşünme Süreçleri

- *Yaratıcı düşünme*'nin birden fazla aşaması vardır.
- Her bir aşama sonuca ulaşmak için gereklidir ve kendine özgü özellikleri vardır.
- Yaratıcı düşünmenin ilk adımı, sorunun veya amacın doğru belirlenmesidir.
- Bu aşamada “görev (iş) motivasyonu” oldukça önemli bir kavramdır. İş yerine getiren kişinin göreve karşı olan ilgi seviyesi, problemin doğru biçimde oluşturulmasında etkilidir.
- Takip eden aşamaların başarısı, büyük ölçüde problemin doğru ve tam olarak tanımlanmış olmasıyla ilgilidir.

Karar Verme ve Problem Çözme

- Bulunduğu kademedен bağımsız olarak her yöneticide mutlaka bulunması gereken nitelikler aşağıdaki başlıklar ile ilgilidir:

a. Karar Verme

b. Problem Çözme

- Başarılı bir yönetici olmak için gereken en önemli unsurlardan biri doğru kararları alabilmektir.

Yöneticiler açısından iyi karar vermenin önemi

- Tüm bireyler hem günlük hem de profesyonel yaşamlarında değişik kararlar alırlar.
- Bu kararlardan bazıları sadece kişilerin kendilerini ilgilendirirken bazıları başka kişileri ve kurumları da etkileyebilir.
- Yöneticiler açısından bakıldığında, zamanında doğru kararı verme, alınan kararın etkin bir biçimde uygulanıyor olması çok önemlidir.

Problem Çözme Aşamaları

- Problem çözme, mevcut durum ile arzu edilen durum arasındaki farkı kapatmak üzere atılan adımlar olarak tanımlanabilir.
1. Amaç veya sorun tanımlama (belirleme)
 2. Çözüm alternatiflerinin belirlenmesi
 3. Alternatiflerin değerlendirilmesi için gerekli faktörlerin belirlenmesi
 4. Alternatiflerin değerlendirilmesi
 5. Uygun alternatifin seçilmesi
 6. Seçilen alternatifin uygulanması
 7. Uygulanan alternatifin doğru karar olup olmadığının kontrol edilmesi

Karar Verme Aşamaları

1. Amaç veya sorun tanımlama (belirleme)
2. Çözüm alternatiflerinin belirlenmesi
3. Alternatiflerin değerlendirilmesi için gerekli faktörlerin belirlenmesi
4. Alternatiflerin değerlendirilmesi
5. Uygun alternatifin seçilmesi
6. Seçilen alternatifin uygulanması
7. Uygulanan alternatifin doğru karar olup olmadığının kontrol edilmesi

Karar Verme

- Mevcut verilere, değerlere ve tercihlere göre alternatifleri belirleyerek bunlardan birini seçme durumu *karar verme* olarak nitelendirilir.
- Bu noktada, amacımız sadece alternatifleri belirlemek değil, aynı zamanda hedeflerimiz için en uygun olanı da seçmektir.

1 - Amaç/Sorun tanımlanması (belirlenmesi)

- Bu aşamada, hangi hedefe ulaşmaya çalıştığımızı iyice tanımlamak gerekir.
- Karar verme sürecinin tüm aşamaları tamamlandığında, bulunduğumuz noktadan hangi noktaya gelmek istendiğini en baştan ve mümkün olduğunca net belirleme aşamasıdır ve kritiktir.
- Projeleri ve firmaları başarıyla yönetebilmenin ilk adımı, yöneticilerin bu aşamaya yeterince zaman ayırıp detaylandırmaktır.

2 - Çözüm Alternatiflerinin Belirlenmesi

- Karar verme ihtiyacı nereden doğuyor? Kaynağı nedir?
- Amacı/sorunu çevreleyen koşullar nelerdir?
- Öncelikler nedir?
- Yanlış alınan bir kararın sonuçları neler olabilir?

3 - Alternatiflerin değerlendirilmesi için gerekli faktörlerin belirlenmesi

- Karar almamızı etkileyecek tüm faktörlerin ortaya konulduğu aşamadır.
- Bu faktörler kurum içinden oluşabileceği gibi dışarıdan da olabilir. Çoğu zaman her ikisi bir aradadır.
 - Geçmiş tecrübeler
 - Kişisel özellikler
 - Ekonomik faktörler
 - Kişisel farklılıklar
 - Kurumsal öncelikler, politikalar
 -

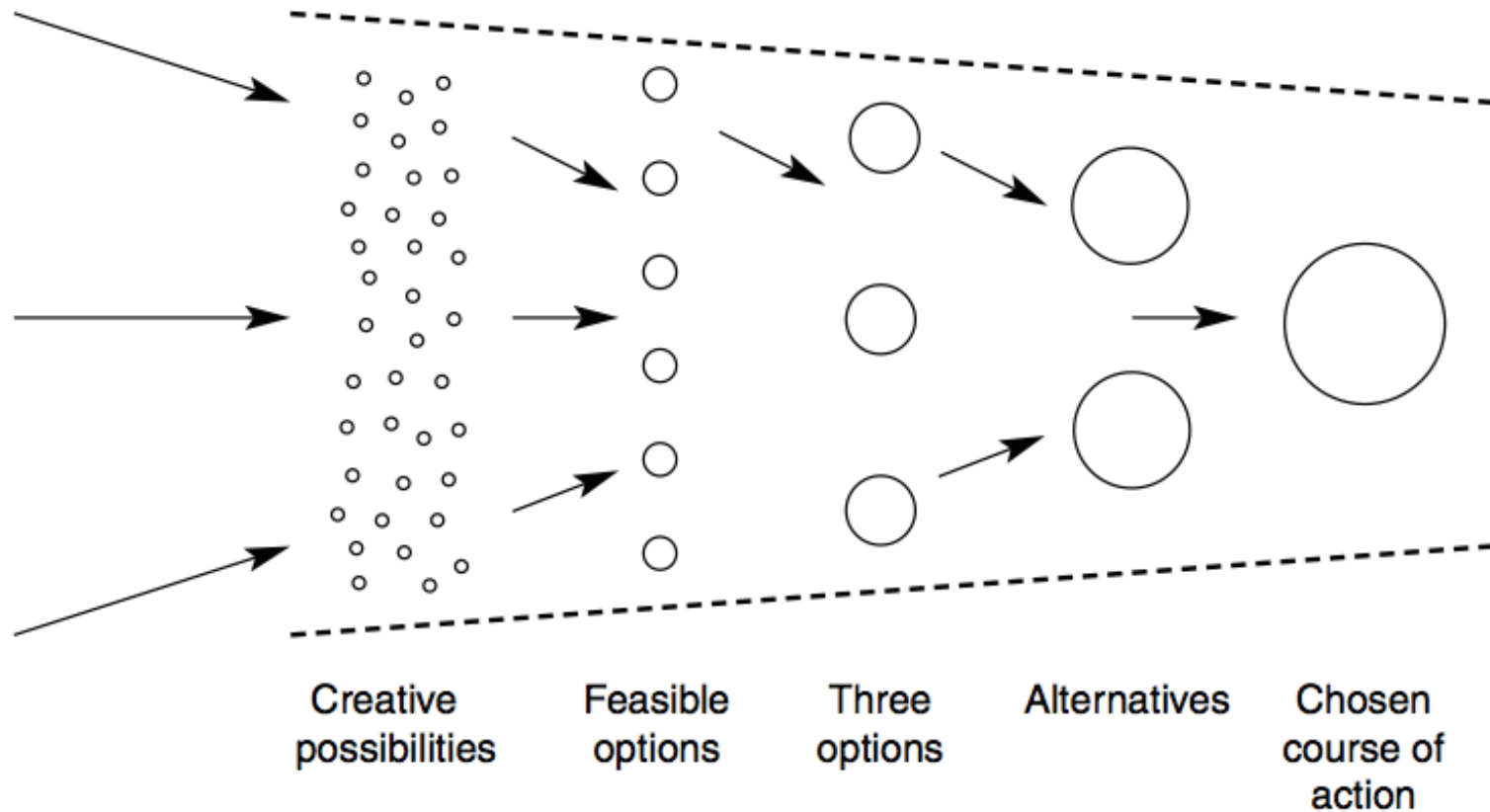
4 - Alternatiflerin değerlendirilmesi

- Bir önceki adımlar dikkate alınarak ortaya çıkarılmış olan seçeneklerin alt alta sıralanması.
- Özellikleri:
 - Uygulanabilir ve pratik
 - Operasyonel ve anlamlı
 - Çok fazla sayıda olmamalı
 - Amaca uygun ve sorunu çözmeye yönelik olmalı
- Olumlu sonuçlar oluşturacak alternatiflerin mutlaka ortaya çıkarılmış olması önemlidir. Aksi takdirde, alınan karar sonucunda ortaya çıkan sonuçlar istenen seviyeye ulaşamayacaktır.
- Tüm seçeneklerin avantaj ve dezavantajları değerlendirilmelidir.

5 - Uygun alternatifin seçilmesi

- Kararı etkileyen faktörler ışığında, üzerinde ayrıntılı irdelemeler yapılmış alternatifler arasından tercih yapma aşamasıdır.
- Tercih sıralaması yapmak önemlidir.
- Uygun alternatifin seçilmesi, karar verici(ler)nin değerleri ve tercihleri ile yakından ilgilidir.

5 - Uygun alternatifin seçilmesi



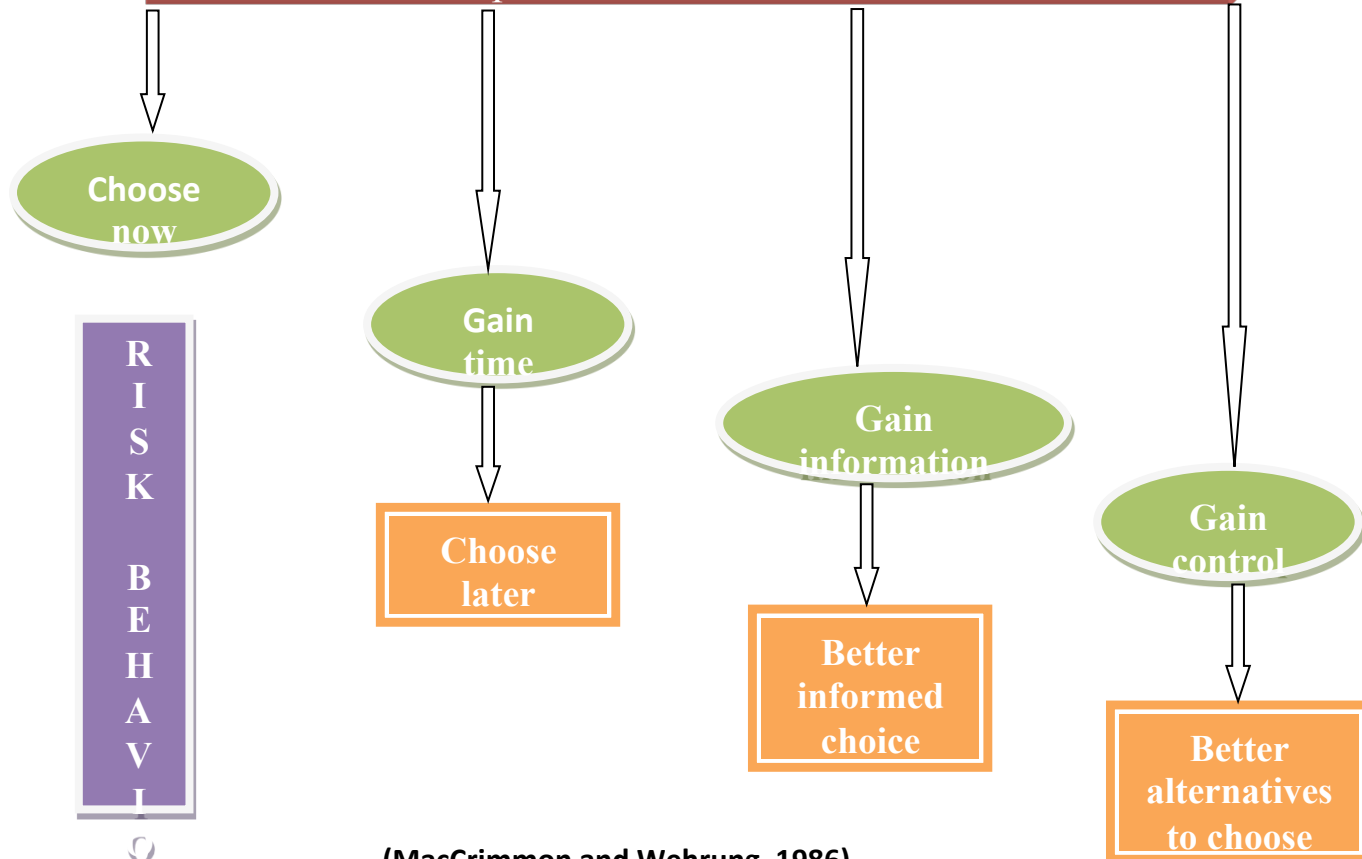
İyi (doğru) karar vermenin önemi ve nitelikleri

- Karar verme sürecini etkileyen dış unsurlar, baskılar ve sınırlamalar vardır.
- İş hayatında, karar verici konumundaki yöneticilerin aldıkları kararların sonucunda,
 - başarı elde edilir veya
 - başarısızlık ortaya çıkar
- Hızlı karar vermek her zaman doğru karar olmayabilir. Mevcut verilerin değerlendirilmesi bu noktada çok önemlidir.

İyi (doğru) karar vermenin önemi ve nitelikleri

- Karar vermenin en büyük zorluğu vereceğimiz karar ile ilgili yeterli bilgi ve veri bulunmamasıdır.
- Ne kadar çok veri toplama ve analiz etme imkanımız olursa, o kadar başarılı karar alma olasılığımız yükselir. Mevcut veriler eksikse veya hiç yoksa karar vermek zor bir hal alır.
- Bu durumda, ancak ön sezilerinize ve tahminlerinize, mevcut bilgilerinize ve tecrübelerinize dayanarak bir karar alabiliriz.
- Mevcut koşullar ne olursa olsun, karar verirken daima mantıklı ve tutarlı olunmalıdır.

RISKY SITUATIONS
Exposure to a chance of loss



(MacCrimmon and Wehrung, 1986)

İyi (doğru) karar vermenin önemi ve nitelikleri

- Zamanında karar vermek çok önemli ve kritiktir. Ne yeterli veriyi toplamadan önce, ne de fırsatları kaçıracak şekilde geç karar vermemek gerekir.
- Doğru kararı verebilmek için nereye varmak istediğimizi çok iyi bir şekilde tanımlamalıyız. Amacımız çok açık ve anlaşılır olmalı.
- Sonuç odaklı olup sorunu çözmeye ve amaca ulaşmaya odaklı hareket edilmelidir.

Kararsızlık Nedenleri ve Muhtemel Sonuçları

- Kararsızlık, alternatifler arasından seçim yapamamayı (karar verememeyi) ifade eder.
- Bu istenmeyen bir durum olmakla beraber, pek çok kişi bu sorunu yaşar.
- Kararsızlık probleminin başlıca nedenleri ve muhtemel sonuçları şöyle sıralanabilir:

Kararsızlık Nedenleri ve Muhtemel Sonuçları

- Bilgi ve veri yetersizliği
- Amacın ya da karar durumunun net tanımlanmamış olması
- Alternatiflerin yetersiz ya da tatmin edicilikten uzak olması
- Seçim kriterlerinin belirsizliği
- Çözüm alternatiflerinin birbirine yakın olması
- Yöneticinin karar verme yetkisinin olmaması
- Yöneticinin kararın uygulanmasında çıkabilecek güçlükler nedeniyle tercihte zorlanıyor olması

Kararsızlık Nedenleri ve Muhtemel Sonuçları

- Tercih edilen alternatifin olumsuz sonuç vermesi durumunda ortaya çıkacak zararın büyüklüğü
- Yöneticinin riske girmek istememesi
- Yöneticinin kişilik itibarıyla kararsız bir kişi olması
- Kurum içi politika ve güç mücadelelerinin yoğunluğu
- Yöneticinin olaydan uzaklığı sonucu önceliği başka işlere vermesi
- Kişisel hedefler ile işin gereklerinin birbirine uyumsuzluğu
- Alternatiflerin sonuçlarının birbirine eşit görünmesi
- Karar konusunun, inanç ve değerlerle çatışan bir uygulamayı zorunlu kılması

Karar Verme Yöntemleri

- *Karar verme süreci*, bir karar vericinin değer ve tercihlerine göre belirlediği alternatiflerin ortaya konulması ve seçilmesi süreci olarak özetlenebilir.
- Yani “karar verme” demek, tercih seçeneklerinin düşünülmüş olması ve amacımıza, isteğimize veya değerlerimize en uygun olanın seçilmiş olması demektir.

Karar Verme Yöntemleri

- Ortaya konulan alternatiflerin seçimi önemli bir aşamadır ve doğru seçimi yapabilmek için doğru yöntemi kullanmak gerekir.
- Yöntem seçimini yapmak ise başlı başına önemli bir konudur.
- Çözülmesi gereken problem veya alınacak karara göre hangi yöntemin kullanılacağı belirlenmelidir. Bazen çok basit yöntemler karar vermeyi kolaylaştırırken bazen daha detaylı analiz yöntemlerini kullanmak gerekebilir.

Karar Verme Yöntemleri

- Yöntem hakkında karar verebilmek için önümüzde tek ölçütlü mü yoksa çok ölçütlü (kriter, faktör) bir problemin olduğuna karar vermemiz gerekir.
- Belli (sonlu) sayıda alternatif mi var, yoksa sonsuz (sınırsız) sayıda mı?
- Örneğin karar sadece işin maliyeti gibi tek bir kriter (faktöre) mi bağlı?
- Bir faktöre bağlı ve belli sayıda alternatif var ise, amaç fonksiyonu tek kriterli, kısıtlar ise alternatiflerin gerektirdiklerini içerek şekilde bir model oluşturulur: Klasik bir optimizasyon problemidir.
- Bazı durumlarda kararı etkileyen birden fazla sayıda faktör (çok kriterli) ancak fizibilitesi yüksek olan birden fazla (sınırsız) alternatif vardır. Bu durumda çoklu kriterli optimizasyon modelleri kullanılabilir.

Karar Verme Yöntemleri

1. Çok nitelikli karar verme yöntemleri (multi-attribute decision making tools)
 - 1.1 Maliyet-fayda analizi (cost-benefit analysis)
 - 1.2 Basit yöntemler (elementary methods)
 - 1.2.1. Avantaj-dezavantaj (pros and cons analysis)
 - 1.2.2. Birleştiren ve ayıran analizler (conjunctive and disjunctive methods)

Karar Verme Yöntemleri

- 1.3. MAUT Yöntemleri (Multi attribute utility methods) (Çok nitelikli fayda yöntemleri)
 - 1.3.1. SMART (Simple multi attribute rating technique) (Temel çok ölçütlü değerlendirme tekniği)
 - 1.3.2. Genelleştirilmiş ortalama (Generalized means)
 - 1.3.3. AHP (Analytical Hierarchy Process) (Analitik Hiyerarşi Prosesi, Yöntemi)
- 1.4. Üstünlük yöntemleri (Outranking methods)
 - 1.4.1. ELECTRE
 - 1.4.2. PROMETHEE

Karar Verme Yöntemleri

- 2- Grup karar verme (group decision making)
- 3- Duyarlılık analizi (Sensitivity analysis)

Kişi (Bireysel) Kararı-Grup Kararı

- İş karar vermeye geldiği zaman atılması gereken adımlar o kadar kolaylıkla atılamayabilir.
- Karar vermede etkili olan birden fazla faktör olabilir. Bu durumda, “*bireysel karar*” vermek yerine “*grup kararı*” verilmesi tercih edilebilir.
- Ulaşılmak istenen amaçlar için çok fazla sayıda güçlüğü aşmak, komplike problemleri çözmek ve karmaşık ortamlarda ortak hareket etmek gerekebilir.
- Bir elin nesi var, iki elin sesi var?
- “Grup” tanımı nedir?
- Düşünceleriniz???

Kişi (Bireysel) Kararı-Grup Kararı

- Grup kararı vermenin kişisel karar verme üzerinde değişik avantajları olabilir.
- Öncelikle konuyla ilgili birden fazla bireyin tecrübe ve bakış açısını içerir. Bu da, grup gücünden yararlanarak daha yaratıcı ve etkili kararlar alınmasını sağlayabilir.
- Ayrıca kararın grup olarak alınması, konuyla ilgili yerine getirilecek uygulamaların daha çabuk benimsenmesini sağlar.
- Grup içinde farklı görüşte olan bireylerin tartışarak uzlaşmaya varması daha iyi karar seçeneklerinin oluşmasına yardımcı olur. Yapılan araştırmalar da bu görüşü destekler niteliktedir.

Grup düşüncesi (grup düşünme) (ortak fikir) (groupthinking)

- Hiç bir grup tartışmasının içinde olup da yanlış yöne doğru gidildiği ama bunu yüksek sesle dile getiremediğiniz ortamlar oldu mu?
- *Grup düşünme*, belli bir konu üzerinde tartışan bir grupta, bireylerde değişik nedenlerle ortaya çıkabilen çekinceler sebebiyle, çeşitli fikirlerin bastırılması, tartışmaya katılamaması ve bunun sonucu olarak kararın fonksiyonel olmayan veya yanlış olduğunu düşündüğünüz bir yöne doğru ilerlemesidir.

Grup düşüncesi (grup düşünme) (ortak fikir) (groupthinking)

- Bazı grup üyeleri tartışmayı yönlendirmeye ve diğerlerinin fikirlerini bastırmaya çalışabilir.
- Grup düşünce her ne kadar daha çok kişinin fikrini karar verme sürecine dahil etmeye çalışmaya yönelik olsa da, zaman zaman bireysel ve yaratıcı düşünmeyi engelleyebilir. Fikir zenginliğini azaltabilir.
- Grup düşünme, daha çok birbirine benzer bireylerin olduğu gruplarda veya baskın bir bireyin gruba liderlik ettiği durumlarda görülür.

Grup düşünmeden sakınmanın yolları

- Grup düşünmeye neden olduğuna inandığınız konuları ve semptomlarını; ve bunlardan nasıl kaçınılması gerektiğini tartışın.
- Şeytanın avukatlığını yapabilecek bireyleri toplantılara dahil edin. Farklı kişilikler bir araya gelmelidir. Alışılmışın dışında fikirler üretebilen ve yaratıcı düşünebilen birey(ler) grupta bulunmalıdır.
- Ana (çekirdek) karar verme grubunun içinde yer almayan, ancak konuyla ilgili olabilecek uzman kişilerin görüşlerini alın. Farklı görüşlerin değerli olabileceğini unutmayın.

Grup düşünmeden sakınmanın yolları

- Ekip liderinin tarafsız olmasına özen gösterilmelidir. Bu kişi tartışmaları desteklemeli, eleştiriye açık olmalıdır.
- Alternatif önerileri ve riskler göz ardı edilmemelidir. Son karar verilmeden önce tüm seçeneklerin üzerinden yeniden gözden geçirilmelidir.
- Alınan kararların ve potansiyel çözümlerin etik yönlerini tartışın.

Kişi (Bireysel) Kararı-Grup Kararı

Kişi (bireysel) kararı		Grup kararı	
Avantajları	Dezavantajları	Avantajları	Dezavantajları
Daha hızlı karar alınabilir	Daha az fikir üretilir	Farklı fikirler dahil edilerek çeşitlilik sağlanır	Farklı bakış açıları dahil edilmek istenmesine rağmen başarılamayabilir. Konunun başka yönlere gittiği fikrine kapılınabilir
Kararın sorumlusu vardır	Tek bir kişinin deneyim, sezgi ve fikirlerine dayanır	Kararın benimsenmesi daha kolay olur	Süreç daha uzun sürer

Problemin tanımlanması ve çözülmesi

- “*Problem*”, üzerinde düşünülüp, araştırıldıktan sonra çözülmesi gereken “istenmeyen” durum tanımlanabilir.
- Başka bir deyişle söylemek gerekirse, arzu edilen durum ile gerçek (mevcut) durum arasındaki fark olarak da nitelendirilebilir.
- Problem çözmek ve karar verme süreçleri çoğunlukla iç içe geçmiş süreçlerdir.
- Yine de çözüm üreterek amaca (arzu edilen duruma) ulaşabilmek için, yani problemi çözebilmek için adım adım ilerlemek gerekir.

Problem tanımlanması ve çözülmesi

- Problemin çözüm sürecine geçebilmek için önce tanımlanması (algılanması) gerekir.
- Problemin tanımlanmasına yardımcı olmak amacıyla yapılması gereken ilk adım soru sormaktır. Bu sorular:
 - Problemin kaynağı nedir?
 - Kimin (kimlerin) problemidir?
 - Problemin çözümünü üstlenen var mıdır?
 - Ortada rahatsızlığa yol açan bir durum var mıdır?

Problem tanımlanması ve çözülmesi

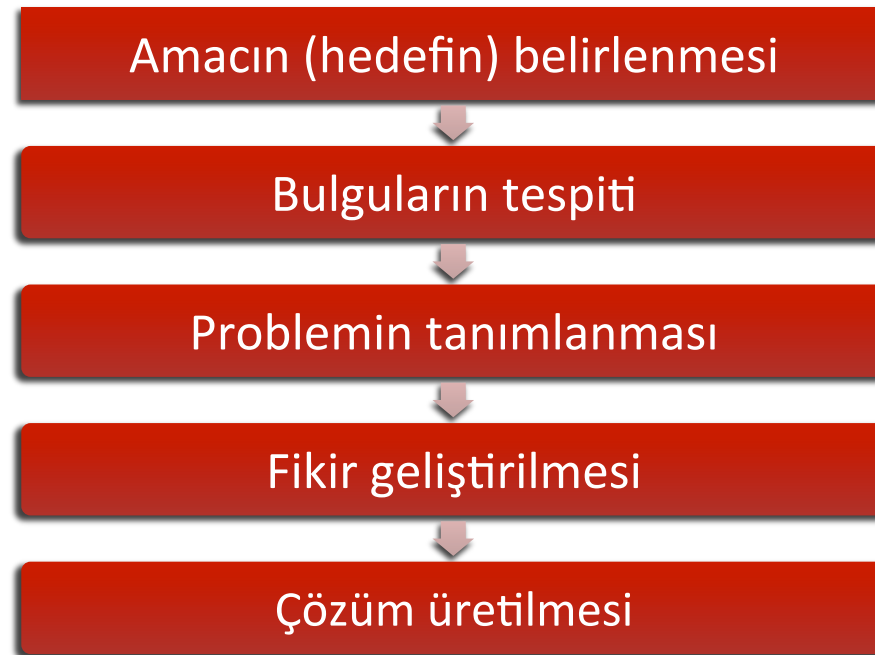
- Bu sorulara yanıt bulabilmek için öncelikle problemin irdelenmesi yani küçük parçalara ayrılması gerekir. Aynı zamanda *analiz aşaması* olarak adlandırılabilen bu aşamada amaç, soru sorarak *veri* toplayabilmektir.
- Aslında *problemin tanımlanması ve ardından çözülmesi*, arzu edilmeyen durumun nasıl ortadan kaldırılacağıнын planlanmasıdır.

Problem çeşitleri

- 1** *İyi yapılandırılmış (well-structured)* – açık, anlaşılır, karar verici için tanıdık olan (daha önce benzeri deneyimlenmiş), çözümün ardından ulaşılacak amacın net olduğu ve yeterince verinin olduğu problemler
- 2** *İyi yapılandırılmamış (ill-structured)* – yeni (deneyimlenmemiş) bir durum veya bilginin muğlak veya eksik olduğu problemler
- 3** *Programlı (programmed)* – çözümün rutin yaklaşımlarla (prosedür veya kurallar) elde edildiği problemler

Yaratıcı problem çözme süreci

Anlaşılmaktadır ki, gerçekten tatmin edici çözümü (öneriyi) bulabilmek için yaratıcı problem çözme sürecinden geçmektedir.



Problem belirleme yöntemleri

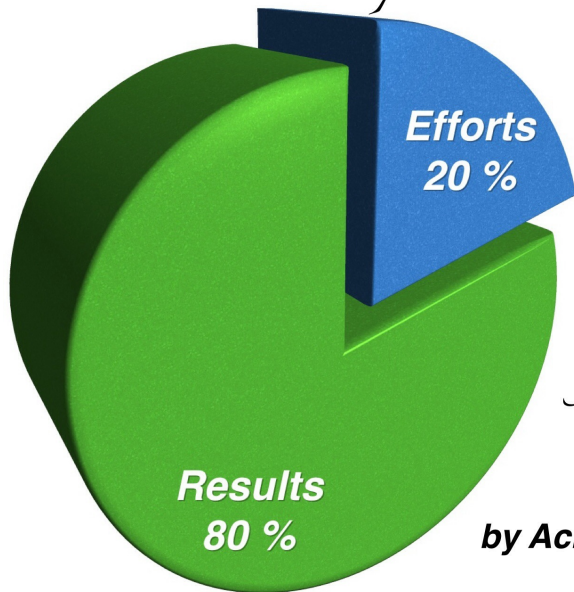
- Pareto analizi
- Grup tartışması
- Beyin fırtınası
- Akış diyagramı
- Balık kılçığı
- Metod etüdü
-

Pareto analizi

- Bir sorunun nedenlerini, daha az önemli olan nedenlerden ayırmak için kullanılan bir yöntemdir.
- Wilfried Pareto (1848-1923) tarafından geliştirilmiş olan 80/20 kuralından adını almaktadır.
- Pareto kuralına göre, ortaya çıkan sonuçların %80'i nedenlerin %20'inden kaynaklanmaktadır.
- Hem mühendis, hem sosyolog, hem de ekonomist olan Pareto'nun gözlemlerine göre İtalya'nın gelirinin %80'ine İtalya'nın %20'i sahiptir. Bu gözlem daha sonra genelleştirilerek Joseph Juran tarafından *Pareto kuralı* olarak isimlendirilmiştir.

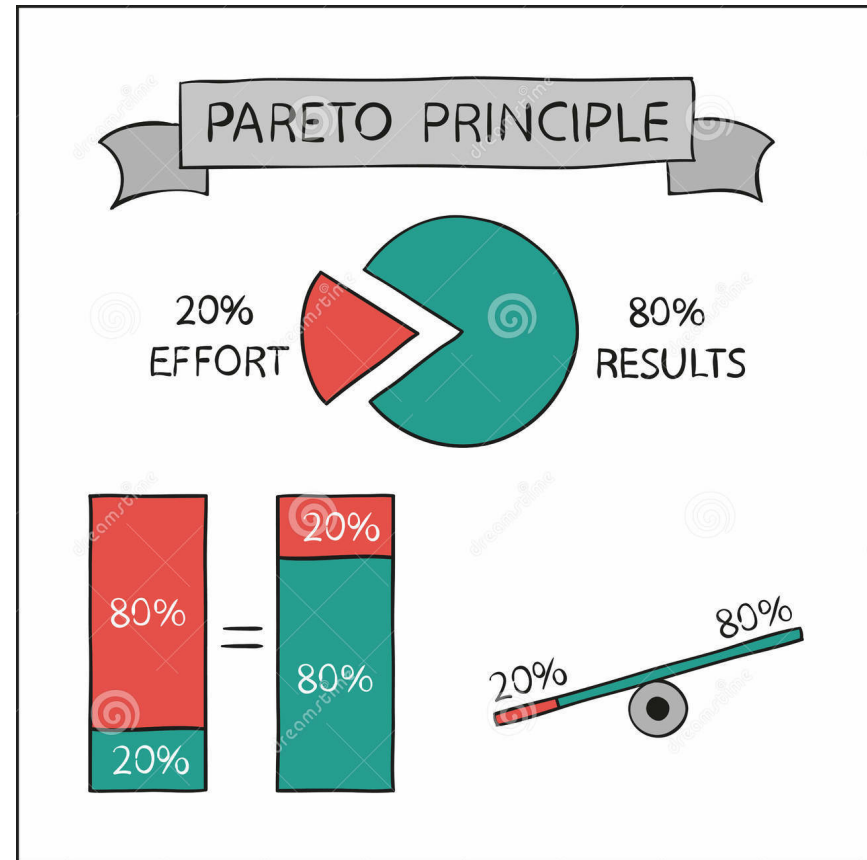
Pareto analizi

The Pareto Principle



by Vilfredo Pareto
1848-1923

**The Secret to Success
by Achieving More with Less**



Pareto analizi-uygulama

- Maliyet tahmini – hakediş ve metraj tabloları (BOQ)
- BOQ bir projede, projenin bütününe oluşturan tüm inşaat işlerinin, bunların miktar ve birim fiyatlarının belirtildiği listedir.
- Yapılan her işin birimi ne ise her kalem o birimde listelenir.
- Tüm işlerin maliyeti ve miktarı birlikte toplandığında toplam proje maliyetine ulaşılır.

Pareto analizi-uygulama

Dikkate alınacak konular:

- Aktivite gerçekleştirilirken kullanılan yöntem (örneğin, bir tuğla duvar örülecek olsun. Kaç kişilik ekip oluşturulacak?)
- Çalışanların verimliliği (geçmiş projelerden elde edilen verinin kullanılması çok önemlidir. Örneğin birim saatte yapılan işin miktarının tahmini)
- İşçilik maliyetinin tahmin edilmesi (projenin yerine, çeşidine, bulunduğu yerdeki çalışma yasalarına, sendikalaşma durumuna ve genel piyasa ücretlerine vs. göre değişir)

Pareto analizi-uygulama

- Malzeme fiyatı
 - Sık alınan ve kolay bulunan bir malzeme ise daha rahat tahmin edilir.
 - Proje plan ve çizimlerinden bakılarak en doğru tahminler yapılır.
 - Ekibin performansı, verimliliği ve benimsenen üretim yöntemi ile doğrudan ilişkilidir.
- Sabir giderler ve kar
- Projenin yeri
- İklim koşulları
- Tasarımda dikkate alınması gereken özel konular

- 
- Metraj hesaplarını yapan kişi, yapılacak ve listelenmiş olan her iş kalemini maliyetlendirmeli ve bu tahminler mümkün olduğunca gerçek miktara yakın yapılmalıdır.
 - Her iş kaleminin maliyet açısından değerlendirilmesi farklı olacaktır. Bazı kalemlerin toplam maliyet içindeki yeri daha az olacaktır.
 - Yapılan araştırmalar göstermektedir ki, Pareto etkisi hakediş ve metraj hesaplamalarında da ortaya çıkmaktadır. Bazı iş kalemlerinin (toplam iş kalemlerinin küçük sayıdaki yüzdesi) toplam maliyete olan etkisi daha fazla olmaktadır. Bu oran ilginç bir biçimde 80/20 kuralına uygun olarak, iş kalemlerinin yaklaşık %20'sinin toplam maliyetin %80'ni oluşturmakta olduğu belirlenmiştir.

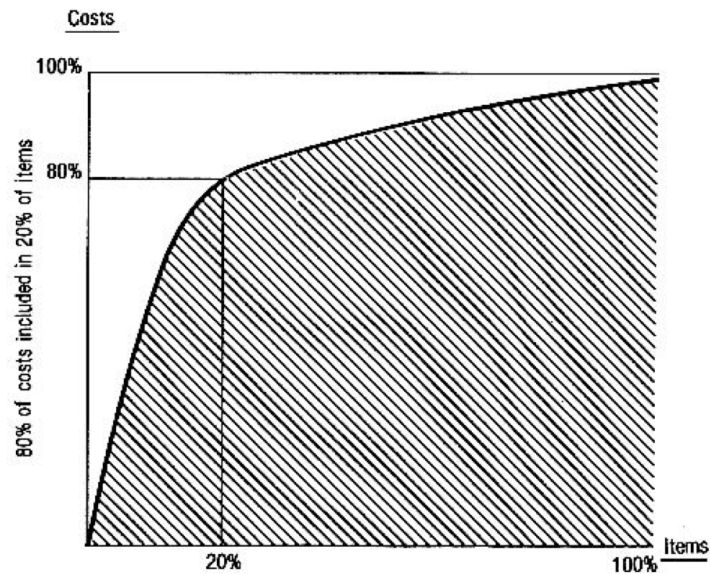


Fig. 1.8 Pareto principle applied to estimating. (Reprinted from R. Brown, *Investigating into the Feasibility of Applying the Pareto Principle to SMM Bills of Quantities of Cost Planning*, Project Report, Loughborough University, UK.)

- 
- Pareto kuralı özellikle belli başlı iş kalemlerinin maliyet kontrolünde sıkı bir şekilde kullanılabilir. Bu sayede, gerçek maliyet ile tahmin edilen maliyetler arasında oluşabilecek farklılıkların azaltılması sağlanabilir.
 - Zaman açısından da düşünüldüğünde maliyet açısından kritik olan iş kalemlerine dikkat edilmesi önemlidir. Daha rekabetçi ihale tekliflerinin hazırlanmasına katkıda bulunur.

Projelerde maliyet aşımına neden olan faktörler

- 2014, “Root-Cause Analysis of Construction-Cost Overruns” , Yehiel Rosenfeld, Journal of Construction Engineering and Management
- (Root-Cause: kök-neden, kök-sebep)
- 146 olası faktör literatürden belirleniyor
- 200 sektör çalışanı ile anket uygulaması yapılıyor
- Pareto analizi yaklaşımı ile ilk 15 faktör belirlenmeye çalışılıyor

Table 3. The 15 Universal Root Causes with the Respondents' Answers

Number	Cause	Number of votes	Percentage	Rank order	Original sequence before randomization
1	Premature tender documents (drawings, bill of quantities, specifications, contracts and legal documents)	169	86.7	1	10
2	Insufficient information about ground conditions	56	28.7	7	9
3	Too small a design budget	63	32.3	6	3
4	Force majeure (strikes/weather/regulation changes/accidents, etc.)	10	5.1	15	15
5	Too many changes in owners' requirements or definitions	139	71.3	2	12
6	Late start of the planning process, and with too low a budget	56	28.7	7	6
7	Insufficient, unstandardized owner's brief	70	35.9	5	14
8	Shortage in high-quality management personnel	53	27.9	9	1
9	Culture of conflicts and lack of trust	35	17.9	11	4
10	Unconstructable design	31	15.9	13	13
11	Tender-winning prices are unrealistically low (suicide tendering)	127	65.1	3	7
12	Lack of standard requirements from designers and poorly enforced professional liability of designers	33	16.9	12	8
13	Unclear, ambiguous, and contradicting terms in the tender documents	75	38.5	4	11
14	Unbalanced distribution of risk between owner and contractor	42	21.5	10	2
15	Unclear division of responsibilities and lack of clear requirements for professional management	16	8.2	14	5

İlk 15 kök-neden

1. Olgunlaşmamış ihale şartları
2. İşveren tarafından istenen değişikliklerin fazla sayıda olması
3. İhaleyi alabilmek için verilen, gerçekçi olmayan düşük teklif fiyatları
4. İhale dokümanlarında yer alan muğlak ifadeler
5. İşveren briefinin yetersiz kalması
6. Tasarım için ayrılan bütçenin yetersizliği
7. Zemin koşulları hakkındaki yetersiz bilgi
8. Planlama sürecinin geç başlaması ve düşük bütçe ayrılması

İlk 15 kök-neden

9. Yönetim kadrosunun yetersizliği
10. Yüklenici ve işveren arasında adil paylaştırılmamış riskler
11. Güven eksikliği
12. Tasarım ile ilgili standartların ilgili kişilerce yeterince bilinmiyor olması sonucu yapılması gereken değişiklikler
13. Yapılan tasarımın uygulanabilirliği ilgili sıkıntılar
14. Sorumlulukların net olarak tanımlı olmaması
15. Force majeure

ilk 15 kök-neden

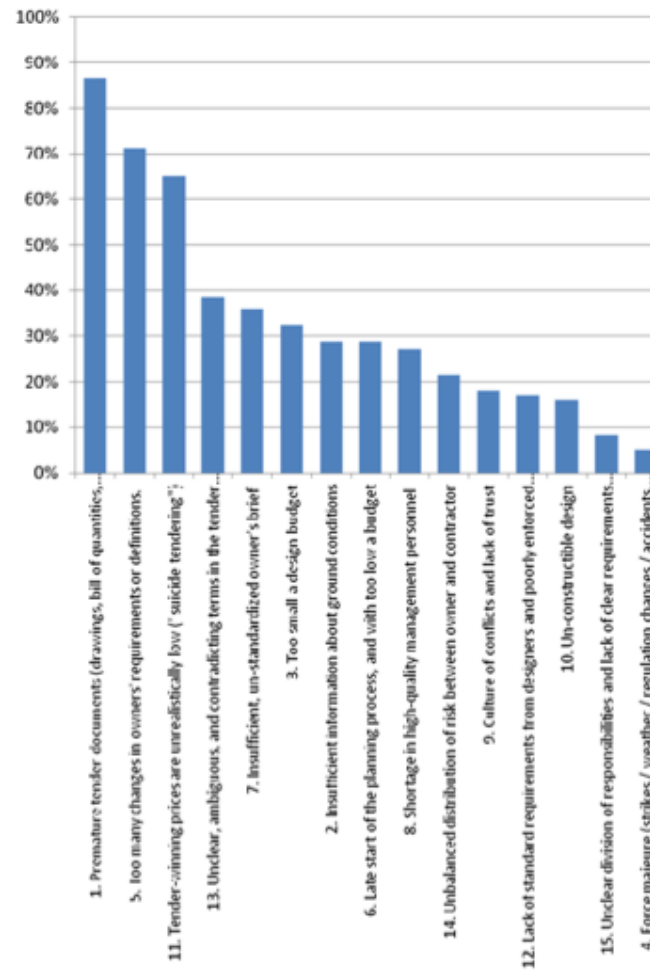
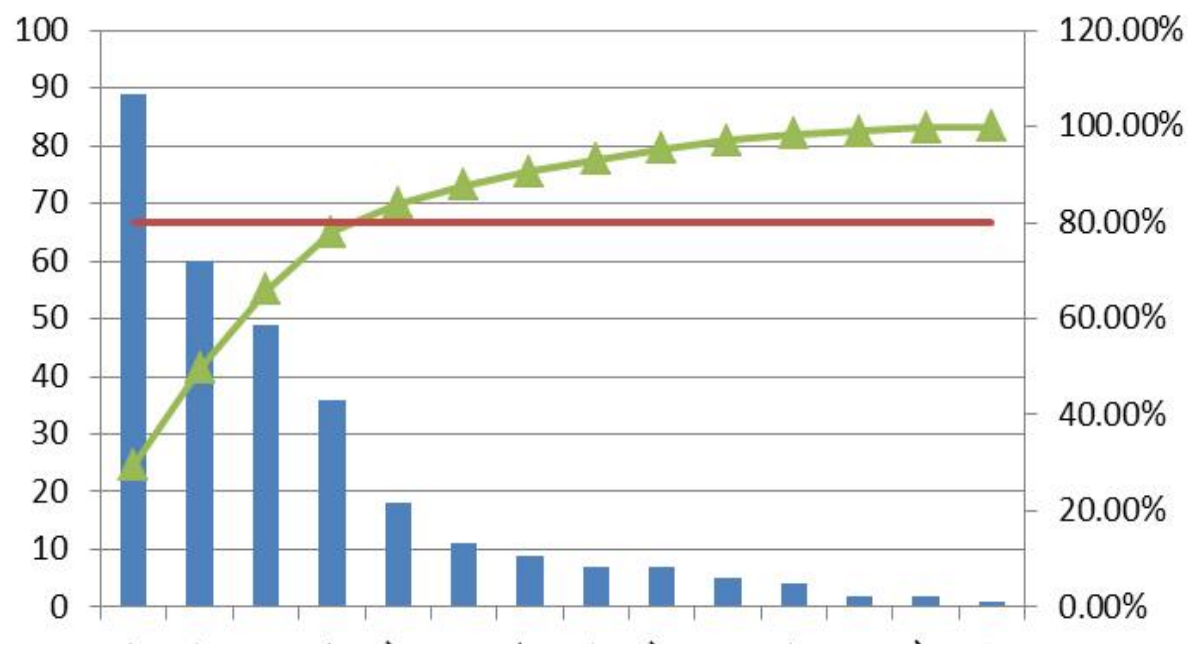


Fig. 2. Respondents' answers in descending order (Pareto chart)

- 
- 🔗 Sebepler belirlenmelidir.
 - 🔗 Sebeplerin büyüklüğü belirlenmelidir.
 - 🔗 Sebepler sıralanmalıdır.
 - 🔗 Sol dikey eksen ölçeklendirilmelidir.
 - 🔗 Kümülatif yüzdeler hesaplanmalıdır.
 - 🔗 Yatay eksene sebepler sıralanmalıdır.
 - 🔗 Sağ dikey eksen % olarak tanımlanmalıdır.
 - 🔗 Çubuk grafik oluşturulmalıdır.
 - 🔗 Çizgi grafiği oluşturulmalıdır.

➤ %20'ye giren nedenlere odaklanılmalıdır



Örümcek ağı diyagramı

- Kök-neden analizi sonuçlarında kullanılabilecek yöntemlerden biri de örümcek ağı diyagramıdır.
- Bu örnekte projelerde gecikmeye neden olan 15 kök neden belirlenmiştir. Bunların içinden ilk 6 tanesi diğerlerinden daha ön plana çıkmıştır.
- Anketi yanıtlayan kişiler 5 gruba ayrılarak kategorize edilmiştir:
 - Yüklenici
 - Danışman
 - Proje Yöneticisi
 - İşveren
 - Planlamacı/Tasarımcı
- Elde edilen anket sonuçları normalize edilerek değerlendirilmiştir.
- Normalizasyon işlemi her gruptan alınan yanıtların toplam yanıtlara bölünmesiyle hesaplanmıştır.

Örümcek ağı diyagramı

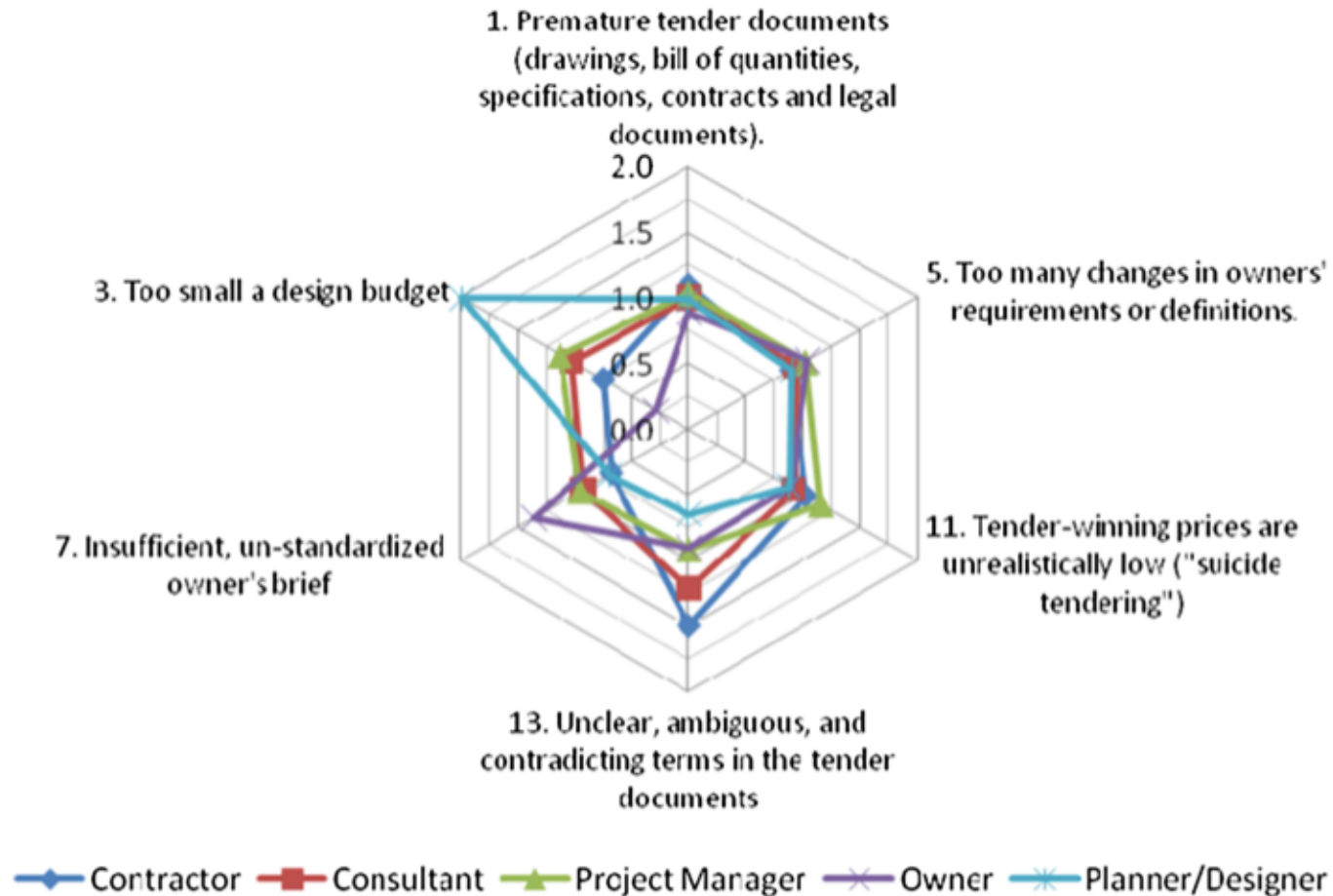


Fig. 3. Normalized top six causes, by professional group (spider chart)

Örümcek ağı diyagramı yorumları

➤ İlk 3 kök neden, her grup tarafından birbirinden bağımsız olarak en üst sırada yer alacak şekilde sıralanmıştır.

1. Olgunlaşmamış ihale şartları
2. İşveren tarafından istenen değişikliklerin fazla sayıda olması
3. İhaleyi alabilmek için verilen, gerçekçi olmayan düşük teklif fiyatları

Örümcek ağı diyagramı yorumları

- Tasarımcı grubun verdiği yanıtlarda göze çarpan bir kök-neden görülmektedir.
- Bu grup özellikle tasarım için ayrılan bütçenin düşük olduğunu belirtmiş ve bunu gecikmelere neden olabilecek en önemli neden olduğunu öne sürerek bakış açılarını oldukça belirgin bir şekilde göstermişlerdir.
- Bu grupta yer alanların kendilerine yeterli seviyede ödeme yapılmadığını ve bunun da yapılan için kalitesine yansıdığını düşündükleri açıktır.

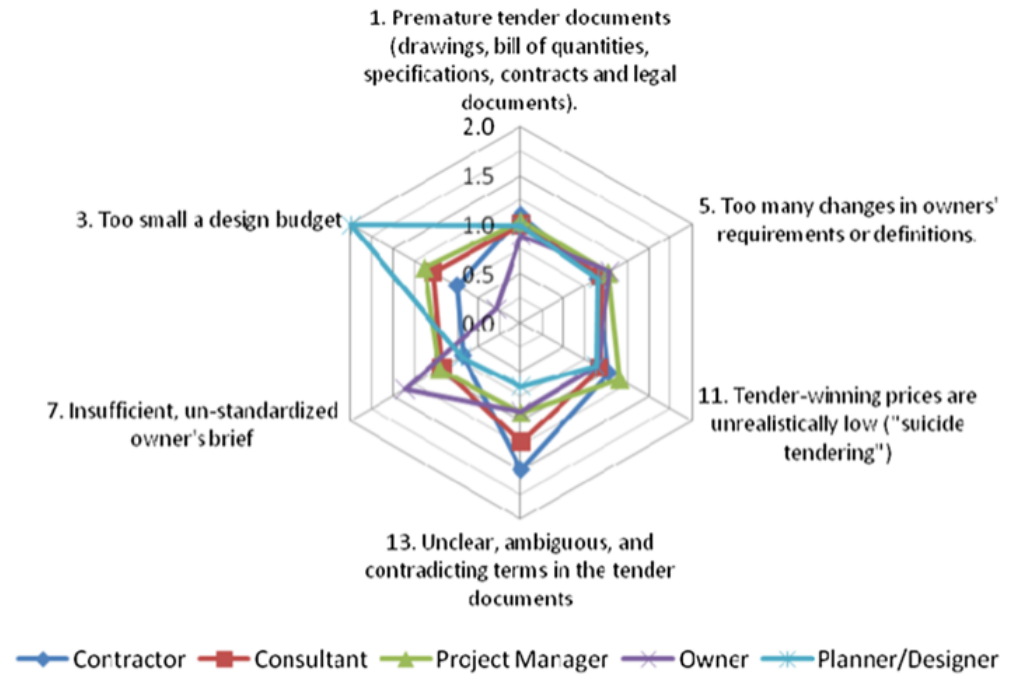


Fig. 3. Normalized top six causes, by professional group (spider chart)

Örümcek ağı diyagramı yorumları

➔ Buna karşın işveren tarafından anket yanıtlayanlar aynı kökten neden için (tasarım için ayrılan bütçenin yetersizliği), tasarımcı grubun tam tersi yönde yorum yapmışlardır. En düşük puanlı değerlendirmeyi yapmışlardır.

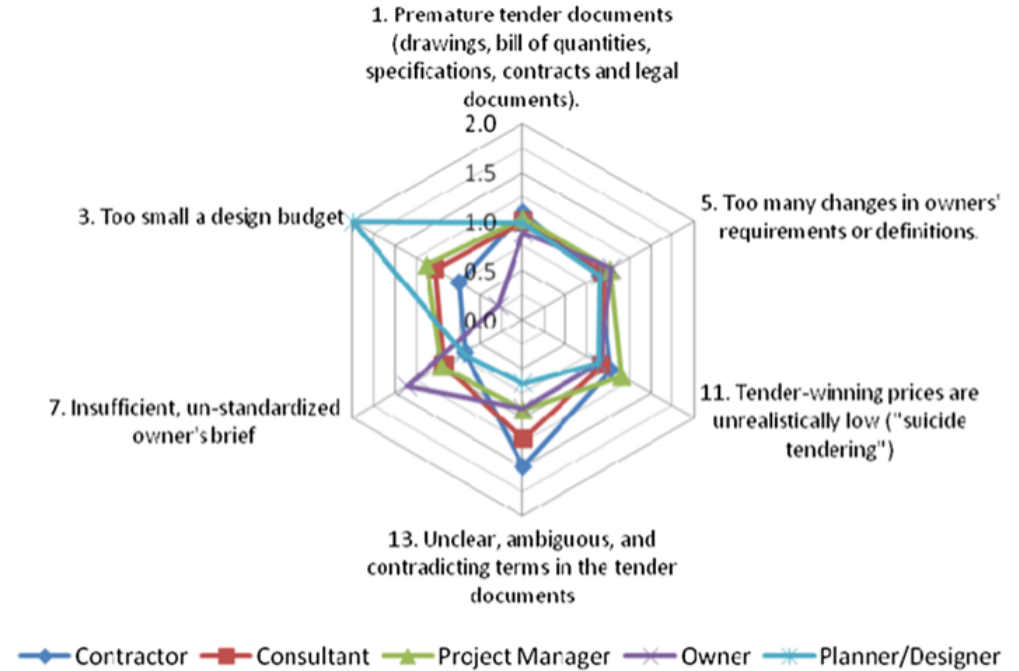


Fig. 3. Normalized top six causes, by professional group (spider chart)

Örümcek ağı diyagramı yorumları

- Yüklenici tarafına bakıldığında ise “ihale dokümanlarında yer alan muğlak ifadeler” faktörü daha ön plana çıkmıştır.
- Aynı faktör için, gruplar arasında işveren grubu en düşük sıralamayı yapmış, danışmanlar ise iki grubun arasında kalmıştır.

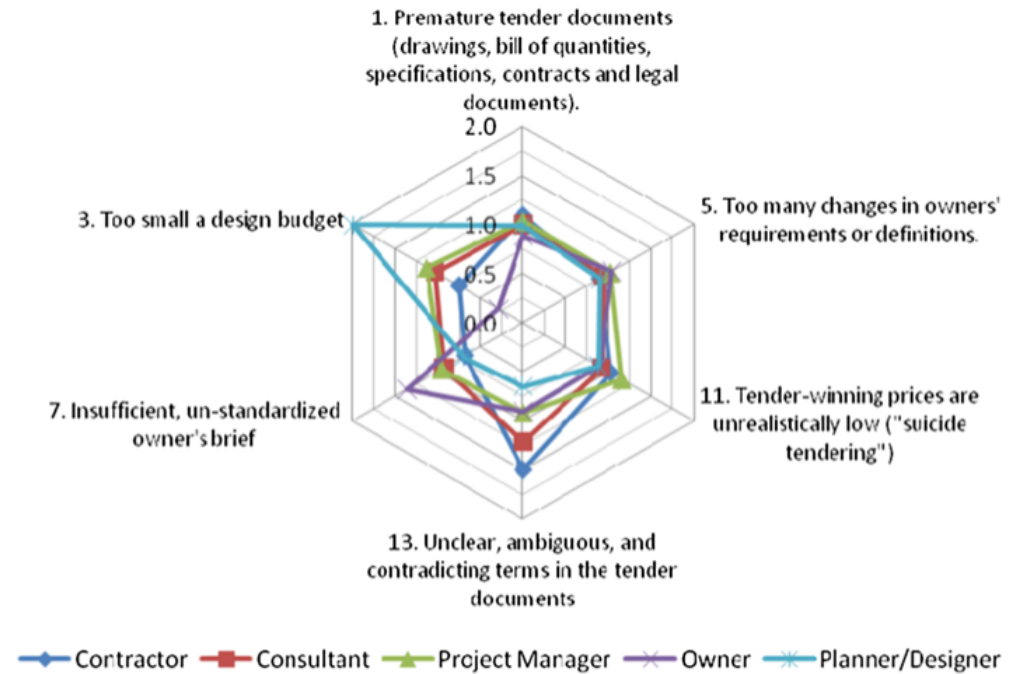


Fig. 3. Normalized top six causes, by professional group (spider chart)

Örümcek ağı diyagramı yorumları

➤ İşveren grubu bir özeleştirir yaparak kendileri tarafından verilen briefin yetersiz olması faktörünü, diğer gruplarla karşılaştırıldığında ön plana çıkarmışlardır.

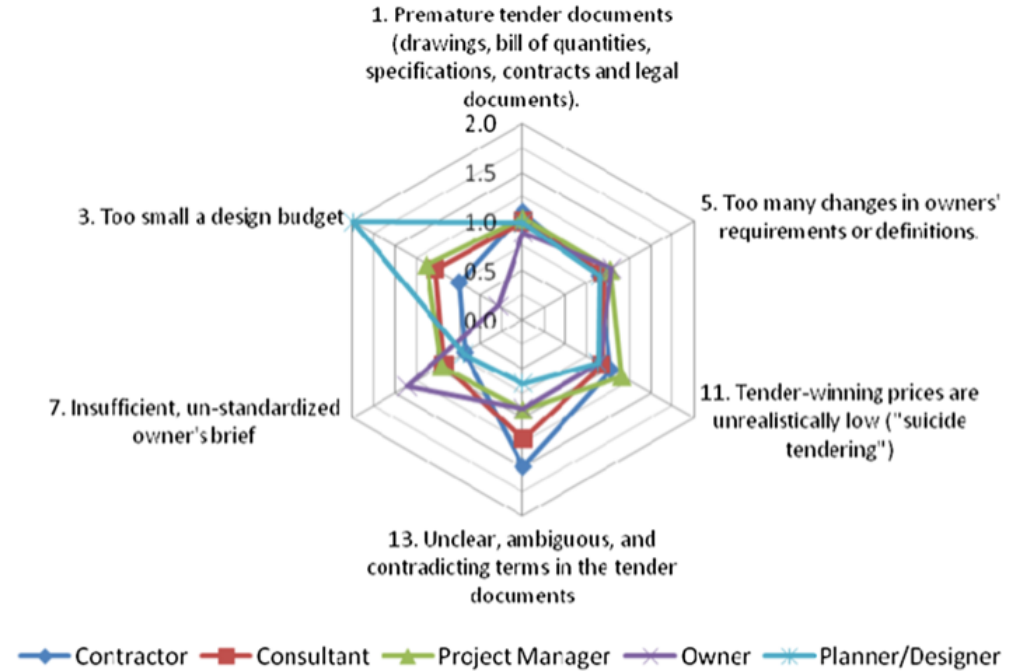


Fig. 3. Normalized top six causes, by professional group (spider chart)

Spearman sıralama katsayısı

- Değişken dağılımının normal dağılıma uygun olmadığı durumlarda kullanılır.
- Sıralamalar arasındaki farklılıkları istatistiksel olarak doğrulamak için kullanılan yöntemlerden biridir.
- İki değişken arasındaki doğrusal ilişkiyi tanımlar.

- 
- ρ (rho) = gruplar arasındaki ilişkiyi belirten katsayı ($0 \leq \rho \leq 1$);
 - d = nedenlerin sıralamasındaki fark
 - n = sıralanan değerler (burada 15 adet kök-neden)

$$\rho = 1 - \frac{6 \times \sum d^2}{n(n^2 - 1)}$$

Gruplar arasında Spearman sıralama korelasyon katsayıları

	Tasarımcı (%)	İşveren (%)	Proje yöneticisi (%)	Danışman (%)	Yüklenici (%)	Toplam (%)
Toplam	84	81	97	86	91	100
Yüklenici	74	75	89	82	100	-
Danışman	78	72	91	100	-	-
Proje yöneticisi	78	71	100	-	-	-
İşveren	54	100	-	-	-	-
Tasarımcı	100	-	-	-	-	-

	Tasarımcı (%)	İşveren (%)	Proje yöneticisi (%)	Danışman (%)	Yüklenici (%)	Toplam (%)
Toplam	84	81	97	86	91	100
Yüklenici	74	75	89	82	100	-
Danışman	78	72	91	100	-	-
Proje yöneticisi	78	71	100	-	-	-
İşveren	54	100	-	-	-	-
Tasarımcı	100	-	-	-	-	-

- Metodolojik bir değerlendirme sonucu tüm gruplar birlikte düşünüldüğünde, en yüksek korelasyon (97%) olarak proje yöneticileri için belirlenmiştir.
- Bu da proje yöneticilerinin inşaat sektöründeki genel durumu daha iyi kavradığı, projelerdeki dinamikleri daha iyi anlayıp değerlendirebileceklerini göstermektedir.

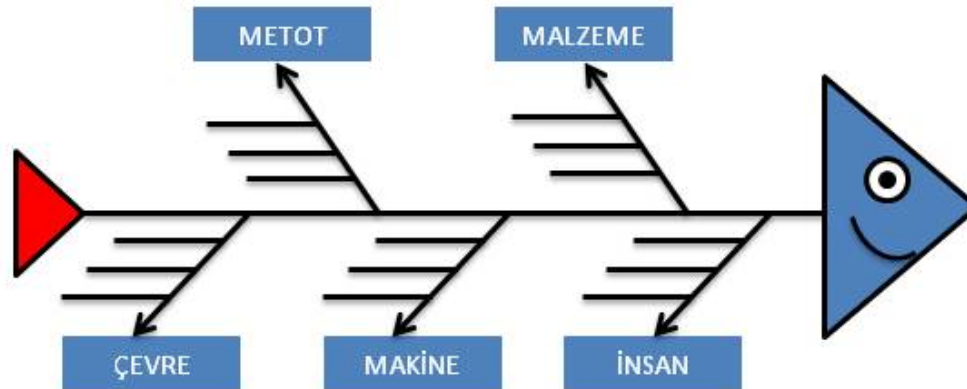
Balık kılçığı (Ishikawa) diyagramı

- Özellikle kalite çalışmalarında sıklıkla kullanılan bir yöntemdir.
- İlk olarak 20.yüzyılın ortalarında Kaori Ishikawa tarafından Japonya'da uygulanmıştır.
- Sebep-sonuç (cause-effect) analizi için kullanılır.
- Bu yöntem, süreç içinde oluşan problemlerin/sebeplerin belirlenmesinde, bunların birbirleriyle olan ilişkilerini tanımlanmasında ve kökenlerinin uzandığı noktaların ortaya çıkarılmasında kullanılır.

Balık kılçığı (Ishikawa) diyagramı

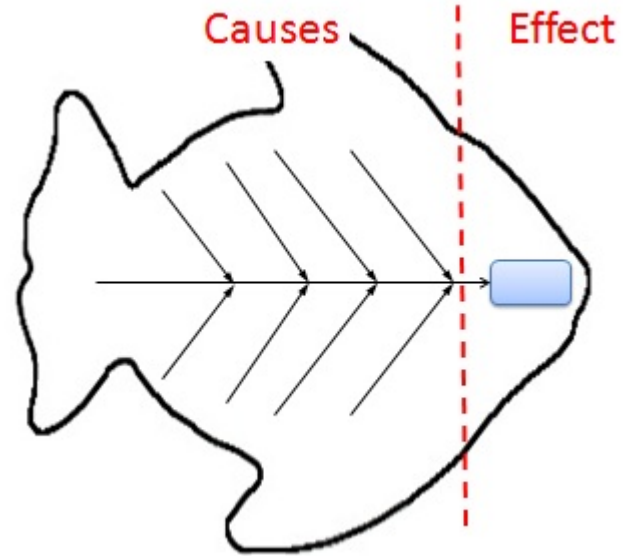
- Görünüm olarak balık kılçığını andırdığı için bu adla da anılır.
- Balığın başı sonucu, kılçıkları ise sonucu doğuran sebepleri gösterir.

BALIK KILÇIĞI DİYAGRAMI



Balık kılçığı (Ishikawa) diyagramı

- Yöntem basittir, ancak deneyim ve dikkat gerektirir.
- Sonuç diyagramın sağ tarafında gösterilir.
- Sebepler ise kategorilere (gerekirse alt kategorilere) ayrılarak diyagrama yerleştirilir.



Balık kılçığı (Ishikawa) diyagramı

Ne işe yarar?

1. Sebeplerin belirli kaynaklar altında gruplandırılması
2. Kaynakların altında sebep-sonuç ilişkilerinin kurulması
3. Kırılacak kılçığın saptanması

Diyagramın yorumlanması

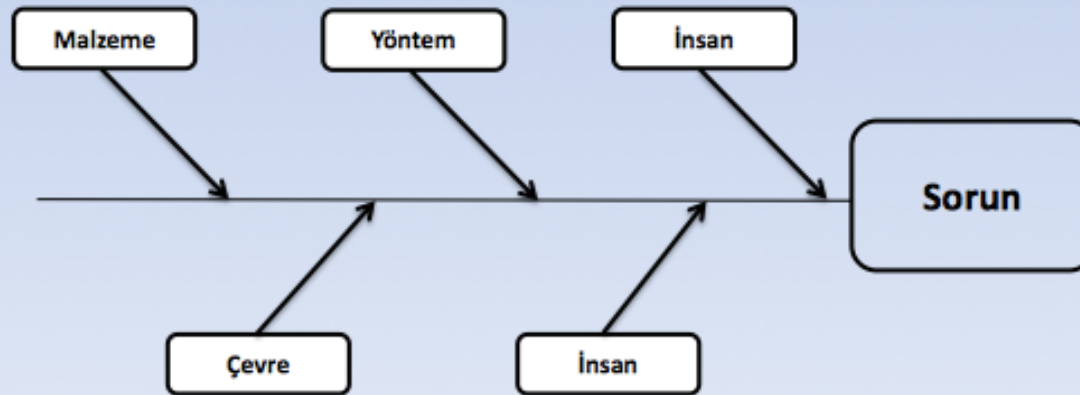
- Diyagram bir kez tüm olası sebep-sonuç (ilişkileri) gösterecek şekilde çizildikten sonra,
- Sorunu oluşturan temel nedenlere inilmeye çalışılır.
- Çeşitli nedenlerin ortaya çıkma ve sorunu belirlemedeki ağırlıkları konusunda veri toplanarak analiz edilir (ekip uzlaşması yoluyla veya tercihen veri toplayarak ve analiz ederek).

Diyagramın çizilmesi

Adım-1- Sorun tespit edilir başlık olarak yazılır.



Adım-2- Tespit edilecek muhtemel nedenler için temel gruplamalar belirlenir (İhtiyaca göre gruplar belirlenir, Grup başlıkları ve sayısı standart değildir)



Olası temel sebepler (Kılçıklar) (7M)

Man	=	İnsan
Machine	=	Makine
Medium	=	Çevre
Material	=	Malzeme
Method	=	Yöntem
Management	=	Yönetim
Measurability	=	Ölçülebilirlik

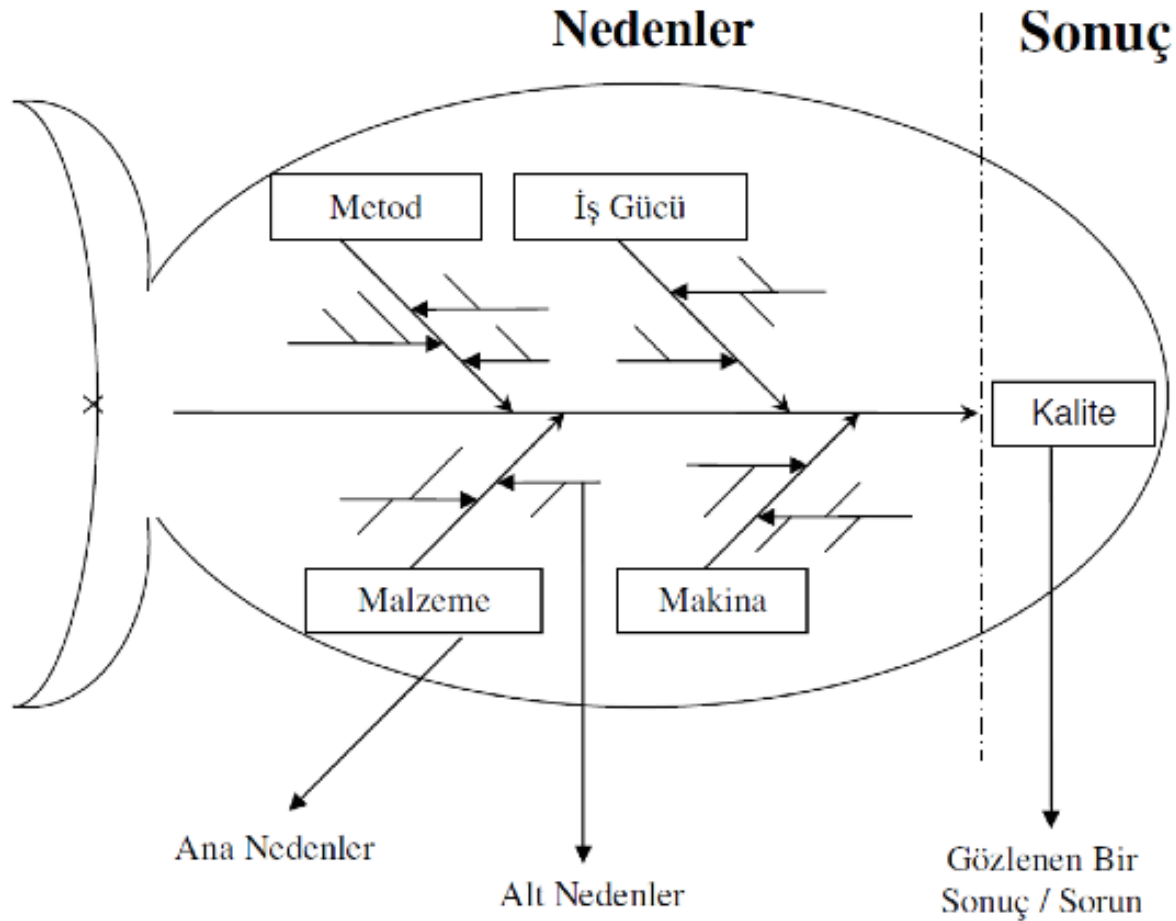
Diyagramın çizilmesi

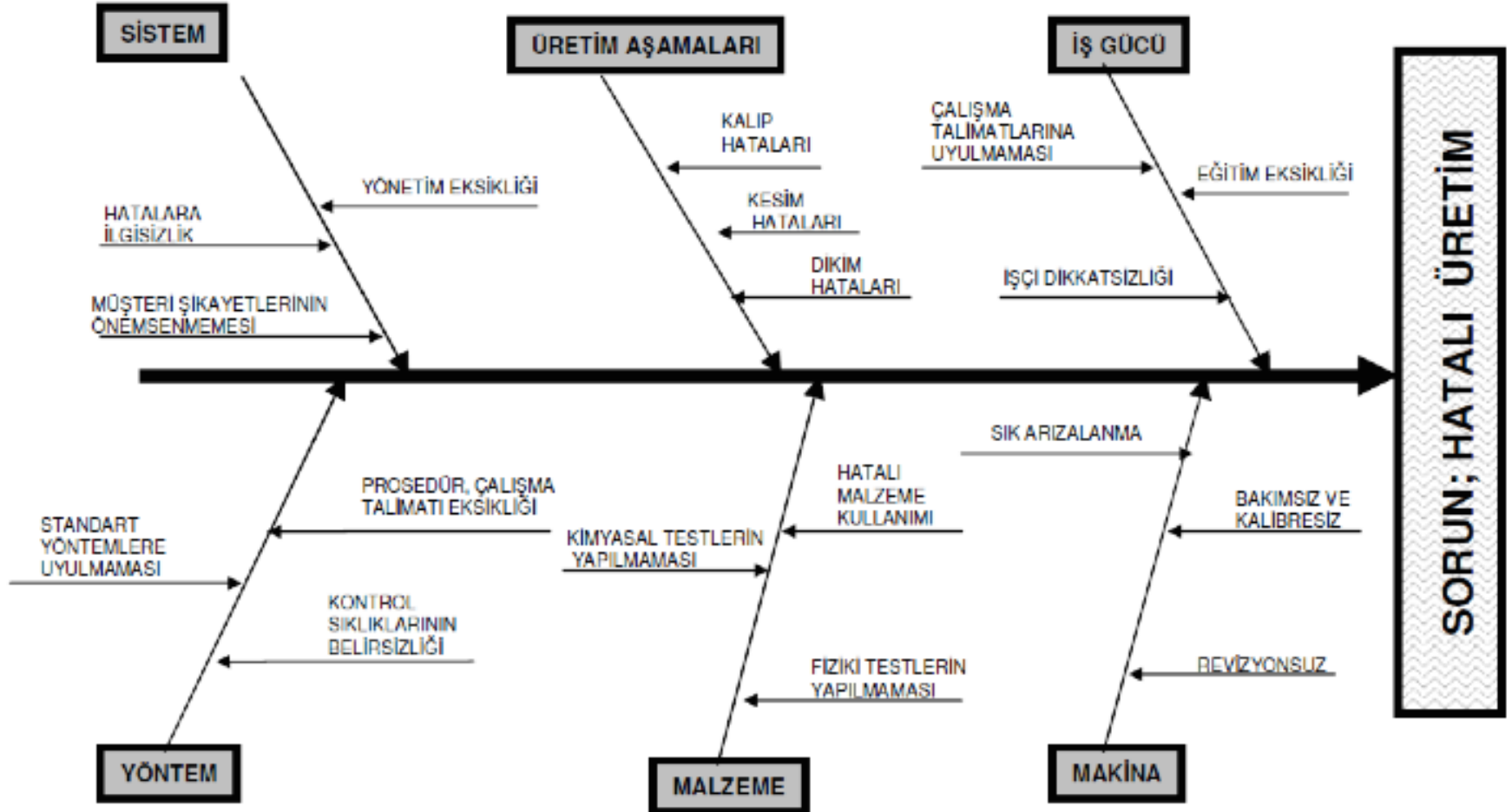
Adım-3- Bütün üyeler **beyin fırtınası** oturumuna katılır, sırayla tüm üyelerin düşünceleri alınır.

Adım-4- Her üye düşüncesinin hangi temel gruba girdiğini belirtmelidir (Bir neden bazen başka bir nedenin dalı olarak eklenir).

Daha sonra en önemli nedenleri tespit etmek için oylama yapılır, en fazla oyu alan nedenler daire içine alınır. Sorunun çözümüne öncelikle buradan başlanır ve kılçık yavaş yavaş kırılır. Tamamlanmış bir balık kılçığı aşağıdaki gibidir.

Diyagramın çizilmesi





Balık kılçığı (Ishikawa) diyagramı

➤ İncelediğimiz makalede en üst sırada belirlenen 15 kök neden şekilde görüldüğü gibi balık kılçığı diyagramına yerleştirilmiştir.

➤ Tüm kök nedenler 3 ana kategoride sınıflandırılmıştır:

- Sistemik sebepler
- Organizasyonel sebepler
- Proje ile ilgili sebepler

➤ Sadece “Force majeure” başlıklı sebep insan kontrolünde olmadığı için diyagrama eklenmemiştir.

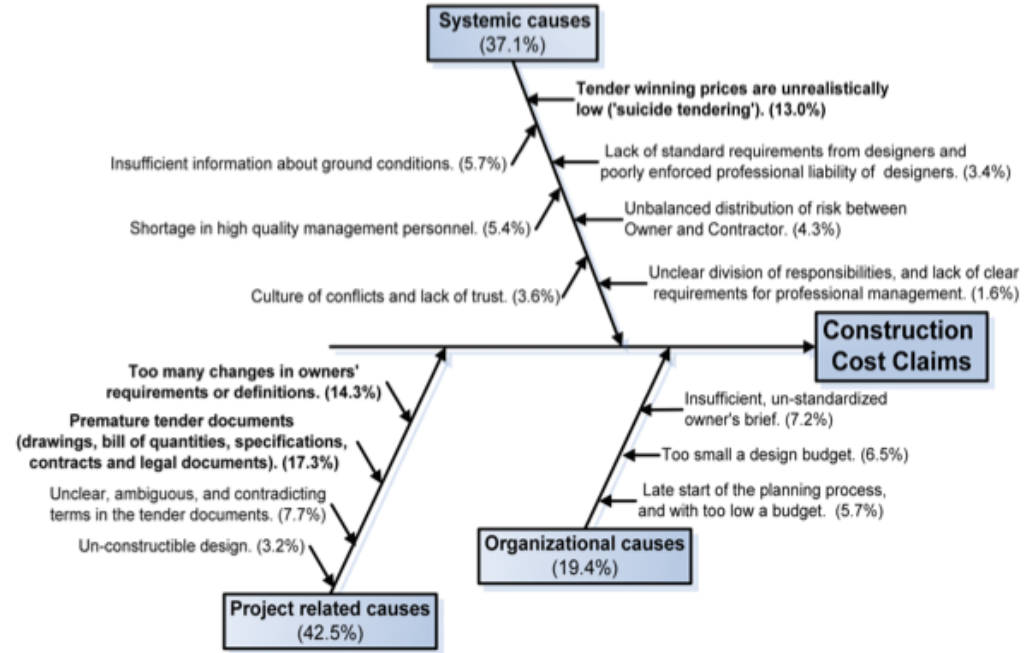


Fig. 4. Division of the 15 causes into major categories (fishbone chart)

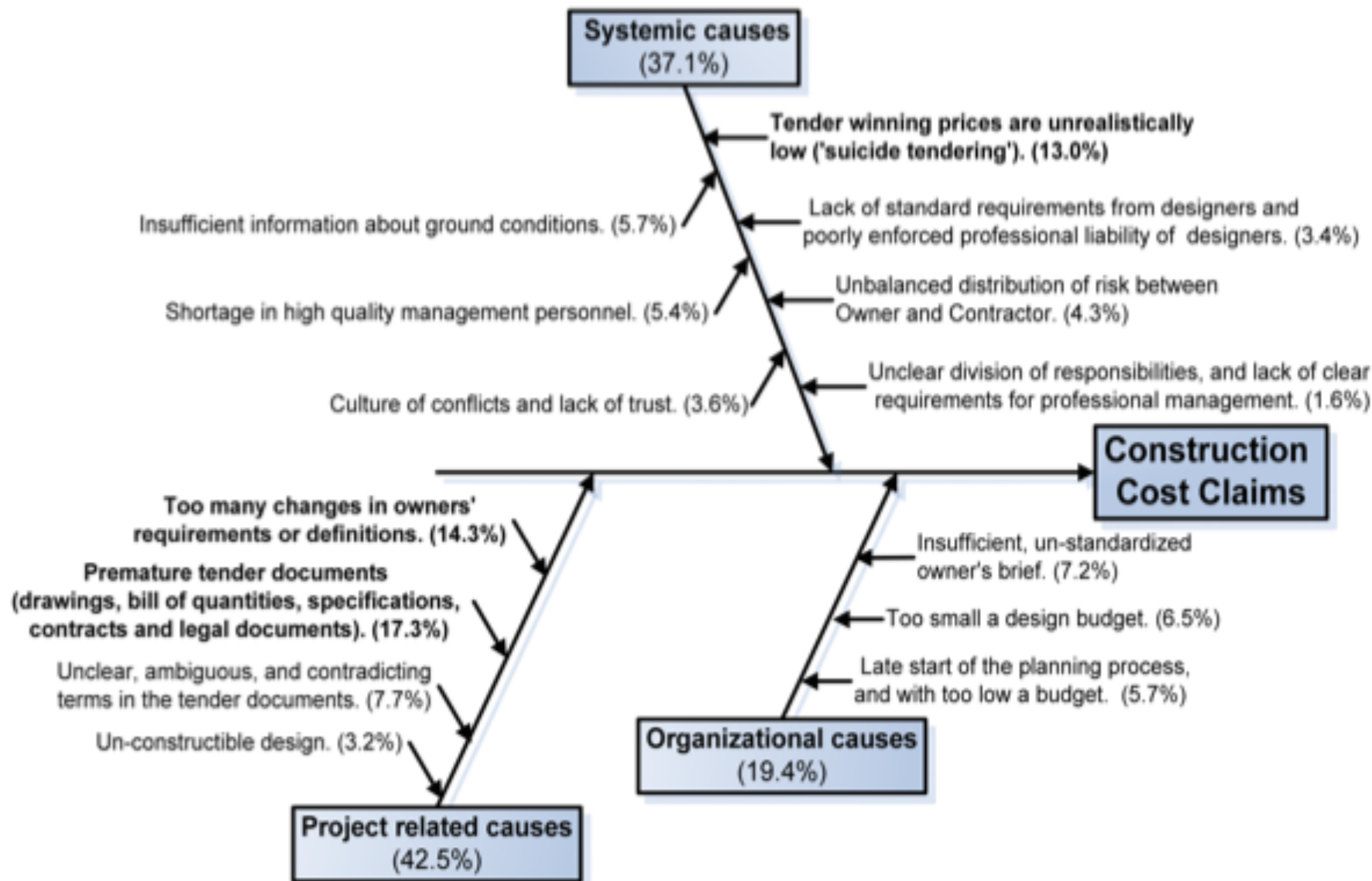


Fig. 4. Division of the 15 causes into major categories (fishbone chart)

Balık kılçığı (Ishikawa) diyagramı

- Parantez içindeki yüzdeler, normalize edilmiş değerlerdir. Tüm sebeplerin yüzdesi toplandığında %100'e ulaşılmaktadır.
- Görülebileceği gibi “*proje ile ilgili sebepler*” %42.5 ile en çok ön plana çıkan ve maliyet ile ilgili problemlere sıklıkla yol açan sebepleri içeren kategoriyi oluşturmaktadır.
- İkinci sırada “*sistemik sebepler*” (%37.1) kategorisi, üçüncü sırada ise “*organizasyonel sebepler*” kategorisi yer almaktadır.

Beyin fırtınası yöntemi

- Problem belirlenmesi ve neden analizinin yapılması sırasında kullanılabilen bir yöntemdir.
- Bir grup insanın toplanarak ortak fikirler üretmek amacıyla biraraya gelmeleridir.



Beyin fırtınası yöntemi

- Amaç
 - Çözüm önerileri geliştirmek
 - Ortak sorunları belirlemek
 - Verilerin nasıl toplanacağına karar verilmesinde veya toplanan verilerin değerlendirilmesinde
 - Yaratıcı fikirler üretmek
 - Stratejik plan hazırlanmasında (hedef ve amaç belirlenmesi)
 - Fikir birliğine ulaşmak
- Beyin fırtınası toplantılarından sonra fikir listeleri oluşturulur.

Beyin fırtına kuralları

- Takımın bütün üyeleri katılıma teşvik edilir.
- Beyin fırtınası sırasında değil, seansın bitiminde tartışılır.
- Kişiler birbirleri üzerinde yargı ve eleştiride bulunamaz.
- Bütün fikirler takım üyelerinin hepsinin görebileceği bir yere (flip-chart) yazılır ve daha sonra üzerinden geçilir.
- Her üye sırasıyla düşüncesini belirtir. Fikirler tükeninceye kadar bu işlem devam ettirilir.
- Her üye, sırası geldiğinde bir tek fikir önerebilir.

Beyin fırtına kuralları

- Daha yararlı olmak için mümkün olduğunca çok sayıda fikir üretilmelidir.
- Sırası gelen kişi pas diyebilir.
- Düşünceler eleştirilemez, küçümsenemez.
- İlk defa katılanlara cesaret verilmeli, teşvik edilmelidir.

Toplantıda yapılacaklar

- Lider uzun bir düşüncüyü, üyenin onayı ile kısaltabilir.
- Lider önerilen düşünceler için yorum yapmamalıdır.
- Fikirler öne sürüldükçe, bir üye bunları yazmalıdır.
- Düşünceler bitince oturum tamamlanır.

Beyin fırtınası toplantısı sırasında

- Katılımcıların hazırlıklı gelmesini sağlamak için, toplantı öncesinde gündem belirlenir ve katılımcılara iletilir.
- Hayal kurmayı, büyük düşünmeyi özendirerek tüm fikirlerin ortaya konması sağlanmalıdır.
- Kaynak sıkıntısının olmadığına inandırılmalıdır.
- Toplantıda büyük kağıtlar, panolar, asetatlar gibi materyaller kullanarak tartışma ortamı yaratılmalıdır.

Beyin fırtınası toplantısı sırasında

- Kendinizi başkalarının yerine koyun.
- Üyelerin kendilerine 5N 1K'ya dayanan soruları sormalarını sağlayın.
- Ziyaretçilerin de beyin fırtınası oturumuna katılabilmelerini sağlayın.
- Beyin fırtınasını toplantı tutanağı ile kaydedin.
- Beyin fırtınası sonuçlarını diğer çalışanlara duyurun, bunlara yeni düşünceler eklenecektir.

Beyin fırtınası-oylama

- Beyin fırtınasında belirlenen fikirlerin sayıca azaltılması için oylama yapılır.
- Üyeler doğru olduğuna inandıkları her düşünceye oy verirler.
- En çok oy alan düşünceler işaretlenir.
- Oylama sırasında lehte yada aleyhte tartışma açılabilir.