

EMS 302

ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR

VERME PROBLEMLERİ

DR. ERDEM AKSAKAL

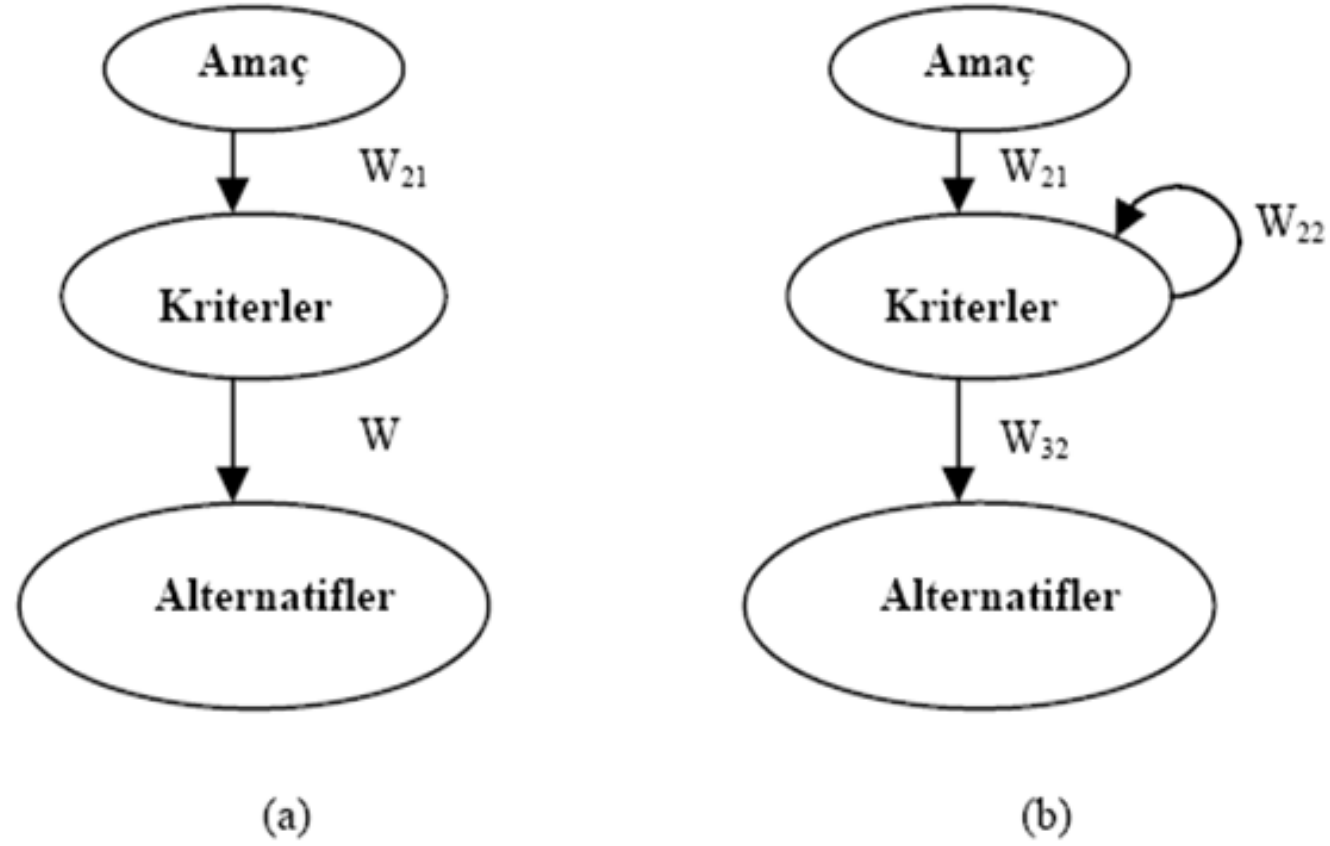
ANP Yöntemi

- ANP Yöntemi, AHP yönteminin uzantısı olarak Saaty tarafından geliştirilmiş çok ölçütlü bir karar verme yöntemidir.
- AHP karar verme problemlerini hiyerarşik bir yapıda tek yönlü olarak modellemekte ve en iyi kararın verilmesine etki eden faktörleri sistematik bir şekilde değerlendirerek, faktörlere ilişkin öncelik sıralarını belirlemektedir.
- Oysa ANP, karar verme sürecinde faktörler arasındaki ilişkilerin dikkate alınmasını sağlamakta ve problemi tek bir yöne bağlı kalarak modelleme zorunluluğunu ortadan kaldırmaktadır.
- ANP yöntemi bu yapısıyla karar verme problemlerinin daha etkin ve gerçekçi bir şekilde analiz edilmesini sağlamaktadır.

ANP Yöntemi

- AHP hiyerarşik ilişkileri tek yönlü bir iskelet ile gösterirken, ANP, karar seviyeleri ve özellikler arasında daha kompleks ilişkilerin dikkate alınmasını sağlar.
- Örneğin, hiyerarşik yapıda olduğu gibi sadece kriter önemleri alternatif önemlerini belirlemez, bununla birlikte alternatiflerin önemleri kriter önemlerini de etkileyebilir.
- Bu nedenle doğrusal olan tepeden alta hiyerarşik yapılar kompleks problemlerin çözümünde kullanılamaz.
- Geribildirim içeren bir sistemin bileşenleri yada seviyeleri düğümlere uyan bir ağ ile gösterilir.

ANP Yöntemi

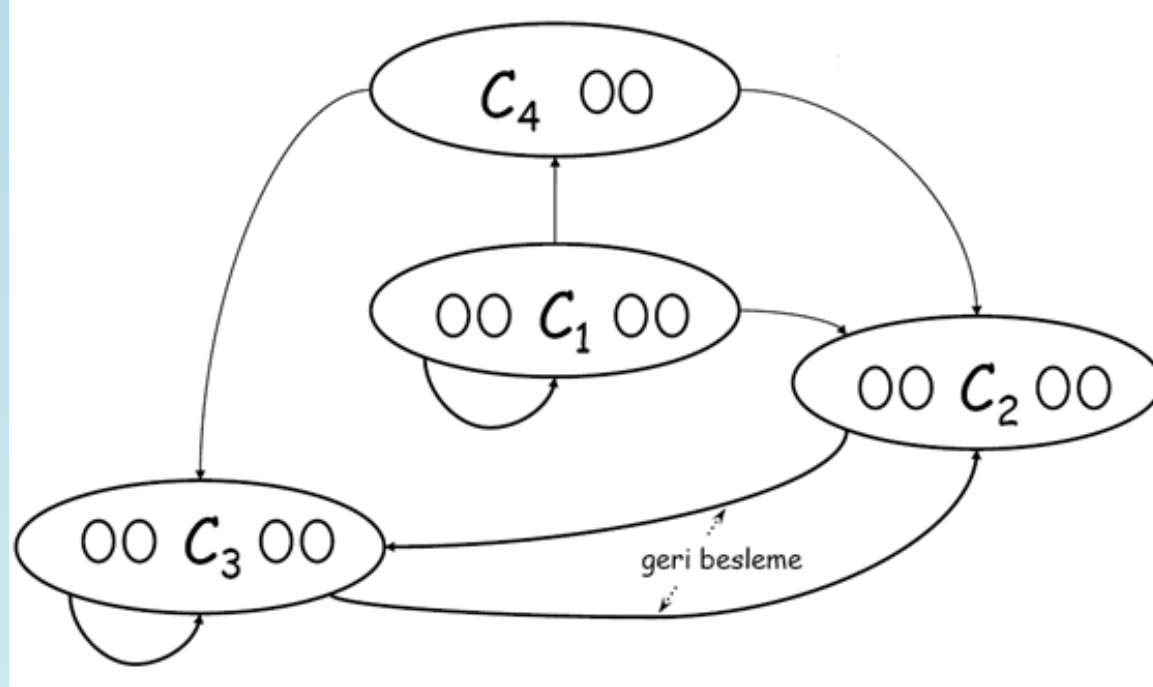


Şekil 1. Hiyerarşi (a) ve ağ yapısı

ANP Yöntemi

- Bir düğümdeki elementler, herhangi bir başka düğümdeki elementlerin bir kısmını ya da tamamını etkileyebilir.
- Ağ yapısında ilişkiler oklarla gösterilir ve okların yönü bağımlılığı ifade eder.
- İki düğüm arasındaki bağımlılık “dış bağımlılık” olarak isimlendirilir ve yönlü ok ile gösterilir,
- Bir düğüm içindeki elemanlar arasındaki bağımlılıklar ise “iç bağımlılık” olarak isimlendirilir ve ilmik şekilde bir ok ile gösterilir.

ANP Yöntemi



- C_4 düğümünden C_2 düğümüne çizilen ok, C_4 'de bulunan elemanların C_2 'de bulunan elemanları etkilediğini gösterir. C_2 'de bulunan elemanlar, C_4 'de bulunan elemanlardan etkilenir. Diğer bir ifadeyle, C_2 'de bulunan elemanlar, C_4 'de bulunan elemanlara dış bağımlıdır.
- Düğüm içerisindeki döngü (C_3), o düğümdeki elemanların birbirlerini etkilediğini gösterir. Elemanlar arasında iç bağımlılık söz konusudur.

ANP Yöntemi

- ANP, üst seviyedeki elemanların alt seviyedeki elemanlardan ya da aynı seviyedeki elemanların birbirlerinden bağımsız oldukları varsayımını yapmadan karar verebilmek için oluşturulmuş genel bir yapıdır.
- Hiyerarşik düzende olduğu gibi yalnızca kriterlerin önemlerine göre seçeneklerin önemleri belirlenmez, seçeneklerin önemlerine göre kriterlerin önemleri de belirlenebilir.
- ANP hiyerarşideki gibi tepeden aşağıya inen bir yapıda değildir, daha çok öğeleri birbirine bağlayan döngülerden oluşan bir ağ yapısındadır.
- ANP hiyerarşik ilişkilerle de ifade edilebilir, fakat AHP' deki gibi katı bir hiyerarşik yapıyı gerektirmez.

ANP Yöntemi-Temel Özellikleri

1. ANP, AHP üzerine kurulmuştur.
2. ANP bağımlılığı mümkün kılarak AHP'nin ötesine geçer, bununla birlikte bağımsızlığı yani AHP'yi özel bir durum olarak içerebilir.
3. ANP bir elemanlar kümesinin içindeki bağımlılık (iç bağımlılık) ve farklı elemanlardan oluşan kümelerin arasındaki bağımlılık (dış bağımlılık) ile ilgilidir.
4. ANP'nin ağ yapısı bir karar sorununun, hiyerarşik yapıda olduğu gibi neyin önce gelip neyin sonra geldiği ile ilgilenilmeden kolaylıkla gösterilmesine olanak verir.

ANP Yöntemi-Temel Özellikleri

4. ANP, kaynaklar, döngüler ve hedeflerden oluşan doğrusal olmayan bir yapıdadır. Bir hiyerarşide en üst seviyede bir amaç ve alt seviyelerdeki seçenekler ile doğrusal bir yapıya sahiptir.

5. ANP sadece elemanlara değil, elemanlardan oluşan grup veya kümeler için de üstünlük belirleyebilir.

6. ANP farklı kategorideki kriterleri değerlendirmek için bir kontrol ağı veya kontrol hiyerarşisi kullanılır.

ANP Yöntemi-Neden Ağ Yapısı Kullanılır

- Hiyerarşide seçenekler kriterleri, kriterler amacı etkiler,
- Kriterlerin seçenekleri etkilemediği varsayılır,
- Kriterlerin birbirlerinden bağımsız olduğu varsayılır,
- Seçeneklerin birbirlerinden bağımsız olduğu varsayılır,
- Karmaşık sorunlarda bağımlılık ve geri besleme olabilir,
- Bağımlılık ve geri beslemeyi barındıran ağ modeli, yargılardan elde edilen önceliklerin daha hassas ve tahminlerin daha doğru olmasını sağlar.

ANP Yöntemi-Nasıl Çözüm Yapılır

- ANP ile Karar problemi çözümü dört ana adımın uygulanmasıyla yapılır:
- Adım 1: Problemin Tanımlanması ve Modelin Kurulması
- Adım 2: İkili Karşılaştırma Matrisleri ve Öncelik Vektörleri
- Adım 3: Süpermatris Oluşumu veya Kriter Bazında Alternatiflerin Değerlendirildiği Matris Oluşumu
- Adım 4: En İyi Alternatifin Seçilmesi
- Dersimizin içeriğinde çözümlerimizi Kriter Bazında Alternatiflerin Değerlendirildiği Matris Oluşumu üzerinden devam ettireceğiz.

ANP Yöntemi-Nasıl Çözüm Yapılır

- ANP yöntemi ile, klasik bir karar hiyerarşisi yerine karar problemi için ağ modeli kurulur. Karar ağı olarak da adlandırılan bu yapı kurulduktan sonra, aşağıdaki adımlar ile çözüm süreci tamamlanır:
 1. Saaty tarafından önerilen 1-9 önem skalası kullanılarak ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulur.
 2. Kriterlerin ağırlık değerleri ikili karşılaştırma matrisi kullanılarak elde edilir.
 3. Sonrasında kriterlerin birbirleri arasındaki bağımlılığın gösterildiği Kriterler arası ilişki diyagramı oluşturulur. (Geçen Hafta DEMATEL yönteminde bulduğumuz diyagram). Kriterler arası ilişki diyagramı yöntemler ile bulunabildiği gibi uzman görüşü sonucunda da ortaya konabilmektedir.

ANP Yöntemi-Nasıl Çözüm Yapılır

4. Kriterler arası ilişki diyagramındaki durum esas alınarak Kriter ağırlıkları matrisi oluşturulur.
5. Daha önceki adımlarda elde edilen kriterlerin ağırlık değerleri ile Kriter ağırlıkları matrisi çarpılarak kriterlerin bağımlı ağırlıkları elde edilir.
6. Her bir alternatifin kriterler temelinde ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulur.
7. Alternatifler temelinde oluşturulan ikili karşılaştırma matrislerinde elde edilen ağırlıklar adayların kriterler bazında ağırlık değerleri olacak şekilde yeni bir matriste bir araya getirilirler.
8. Adayların kriterler bazında ağırlık değerleri ile kriterlerin bağımlı ağırlıkları çarpılarak alternatiflerin sıralanması elde edilir.

ANP Yöntemi - Örnek

- Örneğimizde uluslararası bir firmanın İstanbul'daki fabrikasında istihdam edilmek üzere endüstri mühendisi alımı, insan kaynağı seçimi problemi olarak ele alınmış ve ANP yöntemi ile seçim modeli geliştirilerek 4 aday arasından seçim yapılmıştır.
- İnsan kaynağı seçim süreci, seçimi yapacak olan uzman grubun oluşturulması, gelen başvurular arasından adayların belirlenmesi, değerlendirmede kullanılacak kriterlerin belirlenmesi, kriterlerin bağımlılıklarının değerlendirilmesi ve değerlendirilen kriterlerin bağımlılıklarının kabul sürecinden geçmesi aşamalarını kapsamaktadır.
- Kabul sürecinden geçen kriter bağımlılıkları, belirlenen kriterler ile entegre edildikten sonra bağımlı kriter ağırlıkları hesaplanmış ve daha sonra ANP yöntemi kullanılarak seçim süreci tamamlanmıştır.

ANP Yöntemi - Örnek

- İnsan kaynağı seçim süreci modeli oluşturulduktan sonra firmanın yönetici düzeyindeki çalışanlarından oluşan, deneyimleri ile firmanın geleceğiyle ilgili kararların alınmasında söz sahibi olan uzman grup seçim için uygun olan adayların belirlenmesi ile seçim sürecini başlatmışlardır.
- Adayların belirlenmesi sürecinde uzman grup belli başlı bazı kriterleri (yaş, erkek adaylar için askerlik durumu vb. gibi) dikkate alarak yaptığı ön eleme sonucunda seçim sürecine dahil olacak adayları belirlemiştir.

ANP Yöntemi - Örnek

Yapılan ön elemelerden sonra seçim sürecini etkileyecek kriterlerin belirlenmesi aşamasına geçilmiştir.

Firma için insan kaynağı seçimini etkileyen en önemli 6 kriter (Ci) belirlenmiştir.

- Bunlar;
- 1. Tecrübe: Seçilecek insan kaynağının geçmişte çalıştığı işleri, yaptığı projeleri ve hayat boyu edindiği bilgilerin hepsini kapsar (C1).
- 2. Yazılı ve Sözlü İletişim: Yapılacak iş gereği iletişim araçlarına hâkim olmayı kapsar (C2).
- 3. Yabancı Dil: Firmanın uluslararası alanda faaliyet göstermesi nedeniyle bilinen yabancı dil sayısı önemini kapsar (C3).

ANP Yöntemi - Örnek

- 4. Bilgisayar Bilgisi: Günümüz teknolojisini kullanabilecek ve firmayı yönlendirecek seviyede bilgi sahibi olmayı kapsar (C4).
- 5. Takım Oyuncululuğu: Birimler arası koordinasyonu sağlama noktasında birleştirici unsur olarak takımın parçası olmayı kapsar (C5).
- 6. Stratejik Düşünme: Firmanın geçmişteki hatalarından ders alıp geleceğe yönelik atılım ve yatırımlarına yön verecek düşünce yapısına sahip olmayı kapsar (C6).
- Kriterlerin belirlenmesinden sonra kriter ağırlıklarının belirlenmesi için uzman grubun oluşturduğu Kriterler için ikili karşılaştırma matrisi çözülür ve kriterlerin ağırlık değerleri elde edilir (Tablo 1). Bu bölüm AHP çözümü ile aynıdır.

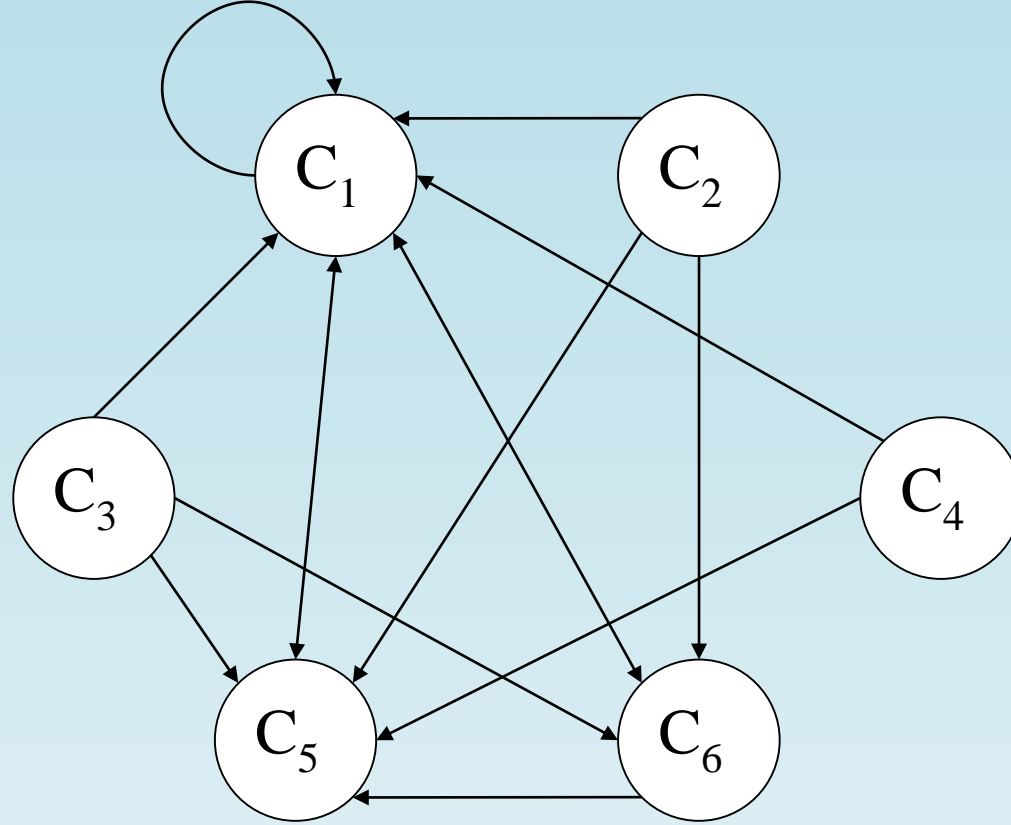
ANP Yöntemi - Örnek

Tablo 1. Kriterler için ikili karşılaştırma matrisi ve ağırlık değerleri

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	Ağırlık	Tutarlılık Oranı
C ₁	1,000	2,000	3,000	3,000	4,000	3,000	0,348	0,0886 <0,1 Tutarlı
C ₂	0,500	1,000	0,333	2,000	0,200	0,500	0,089	
C ₃	0,333	3,000	1,000	3,000	0,500	2,000	0,166	
C ₄	0,333	0,500	0,333	1,000	0,333	0,500	0,064	
C ₅	0,250	5,000	2,000	3,000	1,000	2,000	0,222	
C ₆	0,333	2,000	0,500	2,000	0,500	1,000	0,112	
Toplam	2,749	13,500	7,166	14,000	6,533	9,000	1,000	

ANP Yöntemi - Örnek

- Uzman grup tarafından belirlenen ve kriterler arasındaki ilişkiyi gösteren diyagram aşağıdaki gibidir.



Şekil 1. Kriterlerarası ilişki diyagramı

ANP Yöntemi - Örnek

- Kriterler arası ilişki diyagramı ile elde edilen sonuç üzerinden kriterlerin birbirleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için ikili karşılaştırma matrisleri kullanılmıştır.

Tablo 2. Kriter Ağırlıkları Matrisi

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6
C_1	0,2513	0	0	0	0,2135	0,2974
C_2	0,1260	1	0	0	0,1262	0,1398
C_3	0,1017	0	1	0	0,1151	0,1467
C_4	0,1809	0	0	1	0,0810	0
C_5	0,1094	0	0	0	0,2854	0
C_6	0,2307	0	0	0	0,1788	0,4161

ANP Yöntemi - Örnek

- Kriter Ağırlıkları Matrisinin oluşturulmasında Kriterlerarası ilişki diyagramında (Şekil 1) elde edilen sonuçlar kullanılmaktadır.
- Kriter Ağırlıkları Matrisi oluşturulurken (Tablo 2) sütun üzerinden işlem yapılması gerekmektedir.
- Örnek olarak 1. kriter iç bağımlılığı da olmak üzere diğer bütün kriterler ile ilişkilidir.
- Diğer bütün kriterlere dış bağımlılığı mevcuttur.
- İkili karşılaştırma matrisi oluşturulurken bu durumun dikkate alınması gerekmektedir.
- Tablo 2'e bakacak olursak 1. kriter diğer bütün kriterler ile ilişkilidir.
- 6*6'lık bir ikili karşılaştırma matrisi ile ilgili değerler bulunur.
- 5. kriter de, 1. kriter gibi aynı süreçlere sahiptir.
- İkili karşılaştırma matrisi hesaplaması AHP çözümü ile aynıdır.

ANP Yöntemi - Örnek

- 2. kritere bakarsak bağımlılık durumunda sadece diğer kriterleri etkilemektedir. Dış bağımlılığı bulunmamaktadır. O yüzden sadece kendisine 1 değeri verilir diğer sütun değerleri 0 olur.
- 3. ve 4. kriterler de aynı ikinci kriter gibidir. O yüzden kendisine 1 değeri verilir diğer sütun değerleri 0 olur.
- 6. kritere bakacak olursak 1, 2 ve 3. kritere dış bağımlıdır. Kendisi de dahil edilerek 4*4'lük bir ikili karşılaştırma matrisi ile ilgili değerler bulunur.
- 1. kriter için örnek çözüm aşağıdadır.

ANP Yöntemi - Örnek

- Örnek olarak 1. kriterin ikili karşılaştırma matrisi aşağıda verilmiştir.

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	Ağırlık	Tutarlılık Oranı
C ₁	1,000	3,000	2,000	2,000	2,000	1,000	0,251	0,0821 <0,1 Tutarlı
C ₂	0,333	1,000	0,500	0,500	2,000	1,000	0,126	
C ₃	0,500	2,000	1,000	0,333	0,500	0,333	0,102	
C ₄	0,500	2,000	3,000	1,000	2,000	0,500	0,181	
C ₅	0,500	0,500	2,000	0,500	1,000	0,500	0,109	
C ₆	1,000	1,000	3,000	2,000	2,000	1,000	0,231	
Toplam	3,833	9,500	11,500	6,333	9,500	4,333	1	

ANP Yöntemi - Örnek

- Belirlenen kriter ağırlıklarını gösteren matrisin (Tablo 2), AHP yöntemi ile elde ettiğimiz kriterlerin ağırlık değerleri (Tablo 1) ile çarpımından elde ettiğimiz değerler bağımlı ağırlık değerleridir. (Tablo 3)

Tablo 3. Kriterlerin bağımlı ağırlık değerleri

C_1	0,1679
C_2	0,1765
C_3	0,2435
C_4	0,1450
C_5	0,1012
C_6	0,1667

ANP Yöntemi - Örnek

- Kriterlerin bağımlı ağırlık değerleri hesaplamasına örnek verecek olursak
- 0,1679 için;
- $0,2513*0,348+0*0,089+0*0,166+0*0,064+ 0,2135*0,222+0,2974*0,112 = 0,1679$
- ANP ile yapılacak insan kaynağı seçiminde bulunan kriterlerin bağımlı ağırlık değerleri, her aday (Pi) için kriterler arası ikili karşılaştırma matrislerinden elde edilecek ağırlık değerlerinden oluşan matris kullanılacaktır.
- Adayların kriterler temelinde ikili karşılaştırmalarında elde edilen ağırlık değerleri çözüm için kullanılmak üzere yeni bir matris elde edilmiştir (Tablo 4).

ANP Yöntemi - Örnek

Tablo 4. Adayların kriterler bazında ağırlık değerleri

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6
(P_1)	0,077	0,204	0,061	0,254	0,114	0,289
(P_2)	0,251	0,126	0,102	0,181	0,109	0,231
(P_3)	0,182	0,185	0,076	0,206	0,104	0,247
(P_4)	0,274	0,227	0,079	0,215	0,067	0,138

- 1.aday için örnek çözüm aşağıdadır.

ANP Yöntemi - Örnek

- Örnek olarak 1. adayın kriterler temelinde ikili karşılaştırma matrisi aşağıda verilmiştir.

P ₁	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	Ağırlık	Tutarlılık Oranı
C ₁	1,000	0,333	2,000	0,200	0,500	0,333	0,077	0,381 <0,1 Tutarlı
C ₂	3,000	1,000	3,000	0,500	2,000	1,000	0,204	
C ₃	0,500	0,333	1,000	0,333	0,500	0,250	0,061	
C ₄	5,000	2,000	3,000	1,000	2,000	0,500	0,254	
C ₅	2,000	0,500	2,000	0,500	1,000	0,330	0,114	
C ₆	3,000	1,000	4,000	2,000	3,000	1,000	0,289	
Toplam	14,500	5,166	15,000	4,533	9,000	3,413	1,0000	

ANP Yöntemi - Örnek

- İnsan kaynağı seçim problemi çözüm matrisi oluşturulurken Tablo 3'de bulunan bağımlı ağırlık değerleri ile Tablo 4'de bulunan Adayların kriterler bazında ağırlık değerleri ile çarpılarak çözüme ulaşırız.

1. Aday (P1)	0,1603
2. Aday (P2)	0,1650
3. Aday (P3)	0,1633
4. Aday (P4)	0,1663

ANP Yöntemi - Örnek

- Sonuçların hesaplamasına örnek verecek olursak
- 0,1603 için;
- $0,077*0,1679+0,204*0,1765+0,061*0,2435+0,254*0,145+0,114*0,1012+0,289*0,1667 = 0,1603$
- Sonuçları incelediğimizde adayların aldıkları değerler birbirine yakın olmakla beraber; tecrübe, yazılı ve sözlü iletişim, yabancı dil, bilgisayar bilgisi, takım oyunculuğu, stratejik düşünme kriterleri göz önüne alınarak her aday için yapılan değerlendirmeler sonucunda ANP yöntemi ile elde edilen sonuçlara bakıldığında 4. aday en uygun insan kaynağı olarak seçilmiştir.