
T.C.
KIRIKKALE
ÜNİVERSİTESİ
BİLGİSAYAR
MÜHENDİSLİĞİ

AĞ
OPTİMİZASYONU

DR. EVRENCAN ÖZCAN



DERS İÇERİĞİ

- AĞ OPTİMİZASYONUNA GİRİŞ
 - OPTİMİZASYON KAVRAMI
 - TEMEL ŞEBEKE KAVRAMLARI
 - ŞEBEKE OPTİMİZASYONUNUN UYGULAMA ALANLARI
- MİNİMUM YAYILAN AĞAÇ PROBLEMİ
- EN KISA YOL PROBLEMİ
- MAKSİMUM AKIŞ PROBLEMİ
- PROJE YÖNETİMİ
 - KRİTİK YOL METODU (CPM)
 - PROJE DEĞERLENDİRME VE GÖZDEN GEÇİRME TEKNİĞİ (PERT)
 - PROJE PLANLAMASINDA ZAMAN-MALİYET İLİŞKİSİ

BEKLENTİLER

- DERSE ZAMANINDA GIRIN.
- DERS NOTLARINI DERSE GELMEDEN ÖNCE OKUYUN.
- DERSTEN SONRA GENEL BİR TEKRAR YAPIN.
- ZAMANI BELIRSİZ MINI SINAVLARA KATILIN.
- ÖDEVLERİ ZAMANINDA TESLİM EDİN.
- SINAV ÖNCESİNDE DERSTE ÇÖZÜLEN SORULARLA KENDİNİZ TEST EDİN.
- VE MUHAKKAK KENDİNİZ NOT TUTUN.

**Beklentiler
daima yaralar.**

William Shakespeare

HEDEF = %100 AA ORANI

PAZARLAMACI PROBLEMİ

ABC FİRMASI ANKARA'DA KURULU OLUP ORTA ANADOLU'DA PAZARLAMA FAALİYETLERİNDE BULUNMAKTADIR. BU ŞİRKETTE ÇALIŞAN PAZARLAMACI HAFTA İÇİNDE AŞAĞIDAKİ ŞEHİRLERE UĞRAYARAK TEKRAR ANKARA'YA DÖNMEKTEDİR. SİZDEN BU PAZARLAMACININ UĞRAYACAĞI ŞEHİRLERİN PROGRAMINI EN AZ SEYAHAT YAPACAK ŞEKİLDE TASARLANMANIZ İSTENMEKTEDİR. ŞEHİRLERARASI UZAKLIK TABLOSUNU KULLANARAK PAZARLAMACININ SEYAHAT GÜZERGAHINI BELİRLEYİN.

■ 1. ANKARA -Başlangıç ve donuş şehri

■ 2. ÇANKIRI

■ 3. ÇORUM

■ 4. KAYSERİ

■ 5. KIRSEHIR

■ 6. KONYA

■ 7. NIGDE

■ 8. SİVAS

■ 9. YOZGAT

■ 10. KIRIKKALE

İL NO	İL ADI	ANKARA	ÇANKIRI	ÇORUM	KAYSERİ	KIRŞEHİR	KONYA	NİĞDE	SİVAS	YOZGAT	KIRIKKALE
06	ANKARA		150	250	320	200	250	350	450	200	80
18	ÇANKIRI	150		150	350	200	400	400	450	250	100
19	ÇORUM	250	150		250	200	450	350	300	100	150
38	KAYSERİ	320	350	250		150	300	120	200	175	250
40	KIRŞEHİR	200	200	200	150		250	200	330	100	100
42	KONYA	250	400	450	300	250		250	500	370	300
51	NİĞDE	350	400	350	120	200	250		320	250	300
58	SİVAS	450	450	300	200	330	500	320		220	350
66	YOZGAT	200	250	100	175	100	370	250	220		150
71	KIRIKKALE	80	100	150	250	100	300	300	350	150	

PAZARLAMACI PROBLEMİ



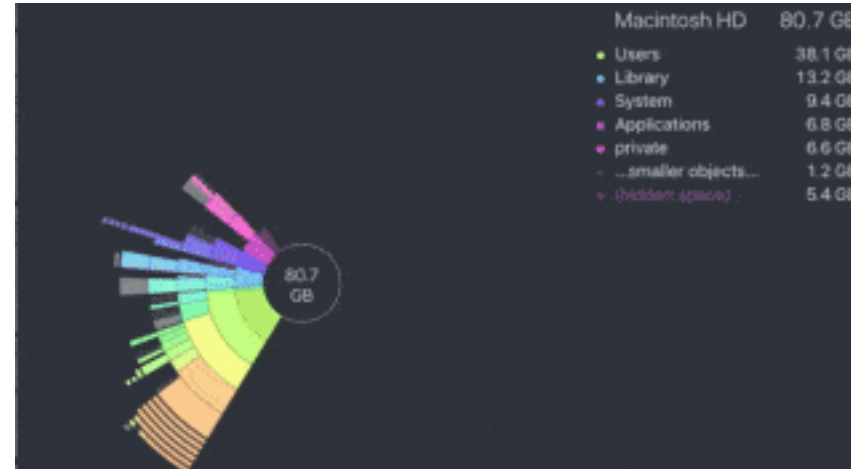
PAZARLAMACI PROBLEMİ

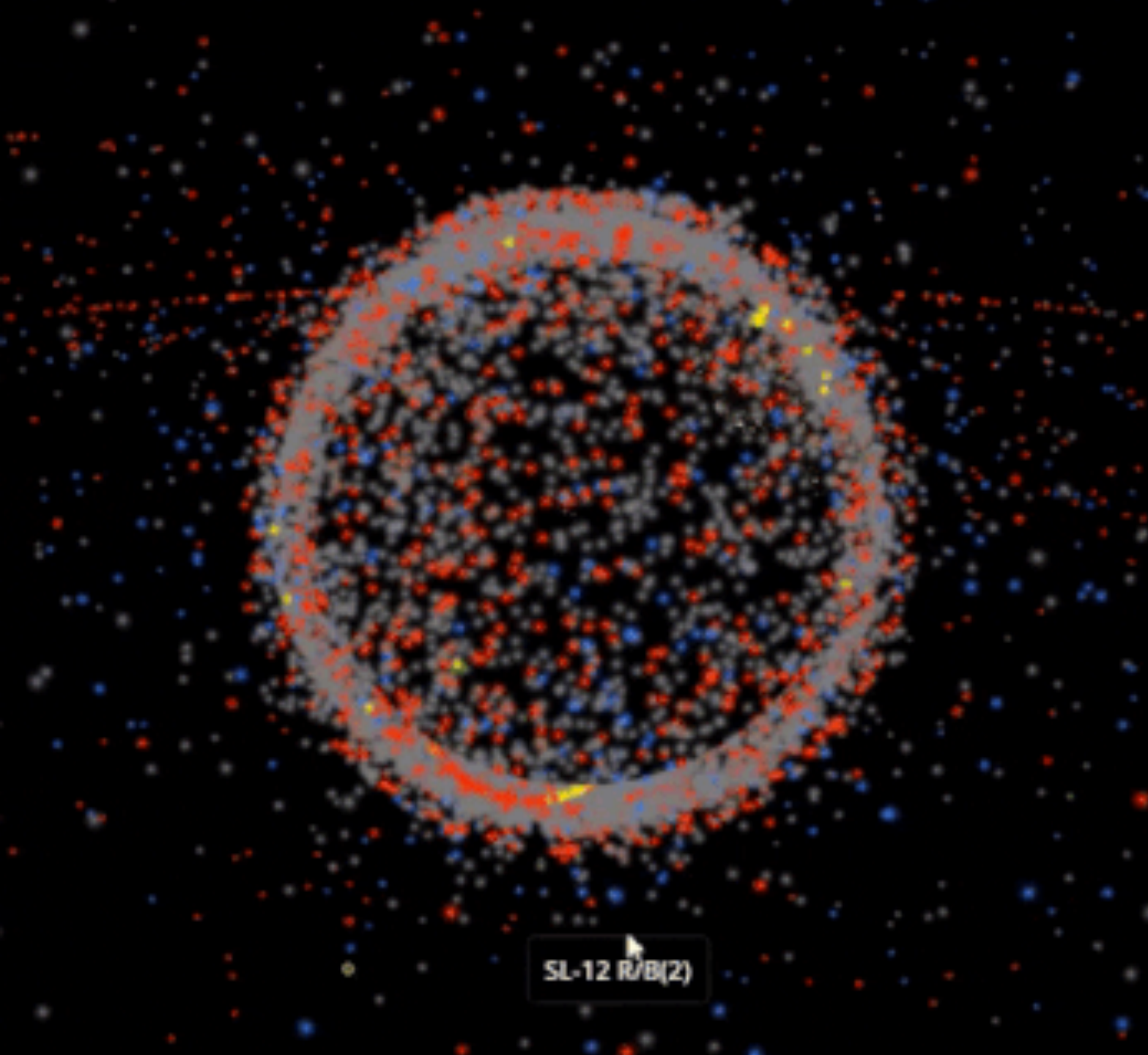
- ÖNCE DENEME YANILMA İLE ÇÖZMEYE ÇALIŞINIZ.
- BİR KURALA BAĞLI OLARAK ÇÖZMEYE ÇALIŞIN:
 - En yakın ile gitme
 - En kuzey illere önce gitme
 - Alfabetik sıra
 - ...
- ÇÖZÜMÜNÜZÜN UYGUNLUĞU / EN İYİ ÇÖZÜM OLMASI HAKKINDA NE DİYEBİLİR SİNİZ?
- BAŞLANGIÇ VE BİTİŞ ŞEHRİ BİR BAŞKA İL OLSAYDI (KIRŞEHİR MESELA) SONUÇ DEĞİŞİR Mİ?
- 10 ŞEHİR YERİNE 50 ŞEHİR OLSAYDI ÇÖZÜM TAKTİĞİNİZ YETERLİ Mİ?

OPTİMİZASYON

OPTİMİZASYON, VERİLEN AMAÇ VEYA AMAÇLAR DOĞRULTUSUNDA BELİRLİ KISITLAMALARIN SAĞLANARAK EN UYGUN ÇÖZÜMÜN ELDE EDİLME SÜRECİDİR.

- BELİRLİ BİR BÜTÇE SINIRININ YANI SIRA, DAYANIKLILIK, GÖRÜNÜM VE KONFOR BEKLENTİLERİ ALTINDA EN UYGUN ARACIN BELİRLENMESİ.
- BELİRLİ BİR SÜRE VE PROJE EKİBİ (VERİ MODELÇİSİ, SİSTEM ANALİSTİ, GELİŞTİRİCİLER, TESTÇİLER) DAHİLİNDE CONOPS DOKÜMANINA UYGUN YAZILIMIN ÜRETİLMESİ.
- BELİRLİ KAYNAK KISITLARI (ÜRETİM KAPASİTESİ, HAMMADDE ALIM GÜCÜ, PERSONEL YETERLİLİKLERİ) VE MÜŞTERİ BEKLENTİLERİ DAHİLİNDE HANGİ ÜRÜNDEN HANGİ FABRİKADA NE KADAR ÜRETİLECEĞİNİN BULUNMASI.





OPTİMİZASYON



- UYGUNLAŞTIRMA
- EN UYGUN OLANI ARAMA
- KARAR VERİLECEK UNSURLAR ARASINDAKİ EN UYGUN

OPTİMİZASYON

EKŞİ SÖZLÜKTEKİ BİLİŞİMLERDEN BİR DEMET

- EN İYİ CODE KISA OLAN CODE'DİR MANTIĞI İLE GİDEN İNSANLARIN YAPTIĞI CODE'U BOYUT OLARAK EN UFAK MERTEBEYE İNDİRME ÇALIŞMASI.
- YERİNE GÖRE UZUN KOD DAHA HIZLI DA ÇALIŞABİLİR, CASE SPECİFİC'TİR DERİM VE EKLEMEK İSTERİM Kİ EN İYİ OPTİMİZASYON YÖNTEMİ AYNİ SONUCA BAŞKA BİR YÖNTEMLE ULAŞAN KOD YAZMAKTAN GEÇER.
- KODUN EN ÇOK ÇALIŞAN VEYA EN UZUN SÜREDE ÇALIŞAN KISIMLARININ GÖZDEN GEÇİRİLMESİ, GEREKİRSE YENİDEN YAZILMASI ŞEKLİNDE OLABİLİR.
- YAŞAM TARZI.. VAROLUŞ SEBEBİ.. MUTLULUK KAYNAĞI.. HAYATIN OLMAZSA OLMAZI..
- KARPUZU YİYİYİM AMA YEŞİL KALSIN İDEALİNİN ZORLANDIĞI, SANILDIĞININ AKSİNE HER KONUYA UYGULANABİLEN BİR TEKNİK.

OPTİMİZASYON

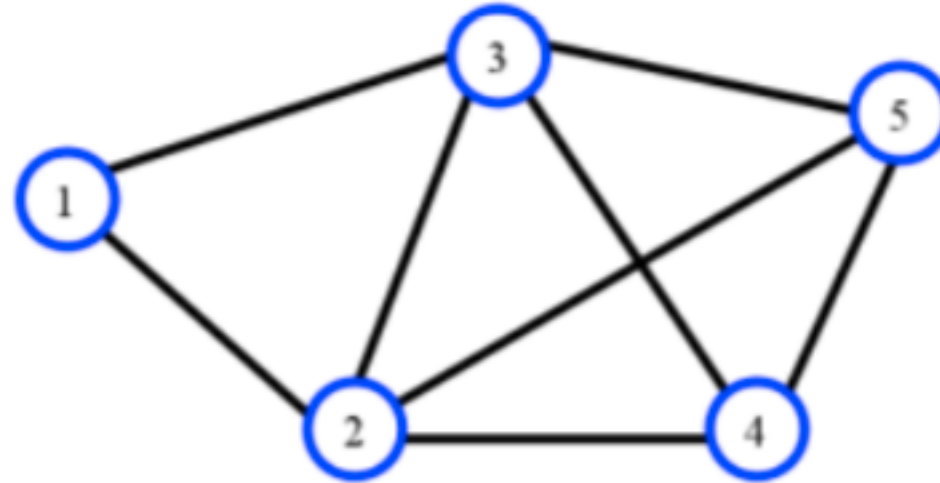
WEB ORTAMINDAKİ ALGI

- TIKLANMA SAYISINI ARTIRMAK İÇİN ARAMA MOTORLARININ ÖNEMİ
- ARAMA MOTORLARI PİYASASINDA ŞU AN LİDER OLAN GOOGLE, SİTELERİ BAZI KRİTERLERE GÖRE İNCELER VE ÜST SIRALARA ÇIKARIR. '**SEO** NEDİR?' SORUSUNA BU NOKTADA CEVAP VEREBİLİRİZ. **SEO**, BİR SİTENİN ARAMA MOTORLARININ KRİTERLERİNE GÖRE YENİDEN YAPILANDIRMA İŞLEMİDİR.

AĞ / ŞEBEKE VE TEMEL TERİMLER

SONLU SAYIDAKİ DÜĞÜMLER KÜMESİYLE, BUNLARLA BAĞLANTILI OKLAR (DALLAR) KÜMESİNİN OLUŞTURDUĞU YAPIDIR.

- (N – «NODE», A – «ARC») ŞEKLİNDE GÖSTERİLİR.
 - BURADA N DÜĞÜMLER KÜMESİNİ,
 - A İSE DÜĞÜMLERİ BİRLEŞTİREN OKLAR (DALLAR) KÜMESİNİ İFADE EDER.



$N = \{1, 2, 3, 4, 5\}$

$A = \{(1,3), (1,2), (2,3), (2,4), (2,5), (3,4), (3,5), (4,5)\}$

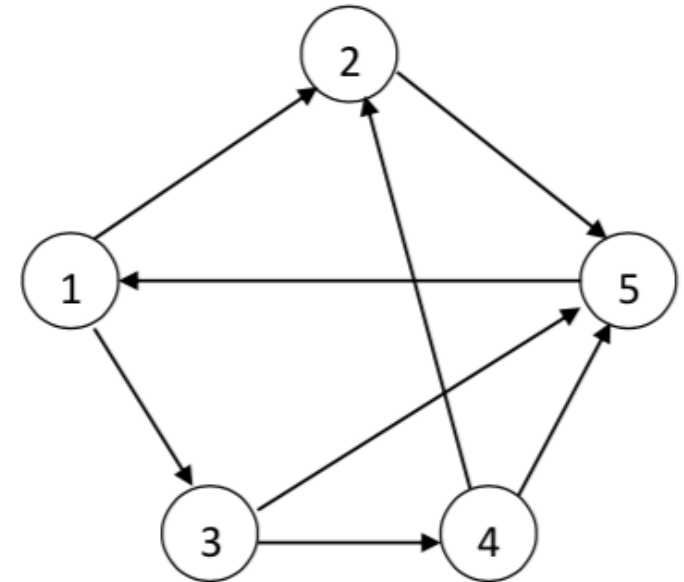
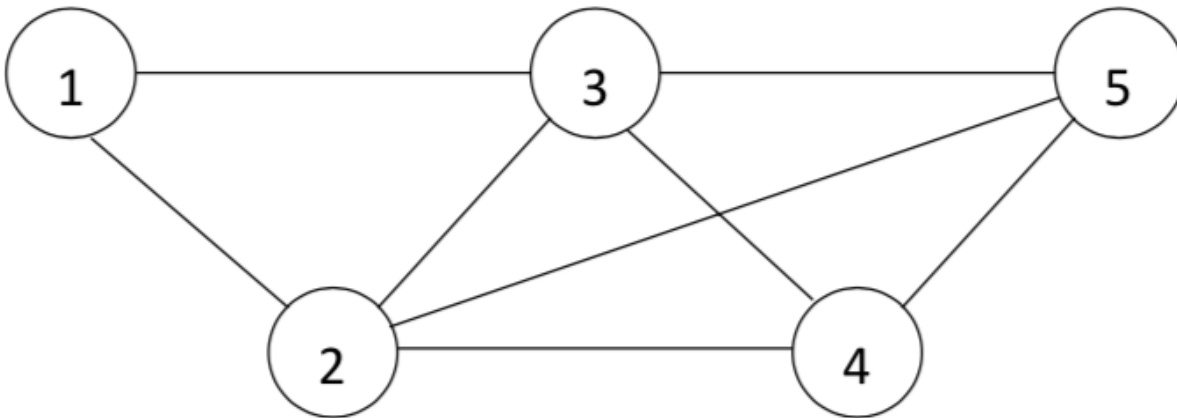
AĞ / ŞEBEKE VE TEMEL TERİMLER

DAL VE OK

İ VE J DÜĞÜMLERİNİ BAĞLAYAN ÇİZGİYE ÇİZGİ VEYA DAL DENİR. BU ÇİZGİ VEYA DALDA YÖN VARSA OK ADINI ALIR.

YÖNLÜ ŞEBEKE

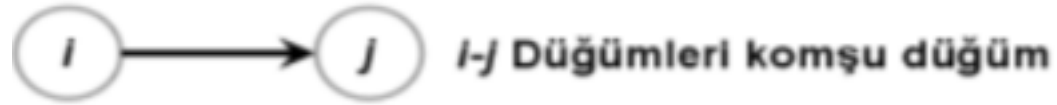
BİR DALIN BİR YÖNE AKIŞI POZİTİF, DİĞER YÖNE AKIŞI SIFIR İSE O DAL YÖNLENDİRİLMİŞTİR. YÖNLENDİRİLMİŞ BİR ŞEBEKENİN TÜM DALLARI BU ÖZELLİKTEDİR.



AĞ / ŞEBEKE VE TEMEL TERİMLER

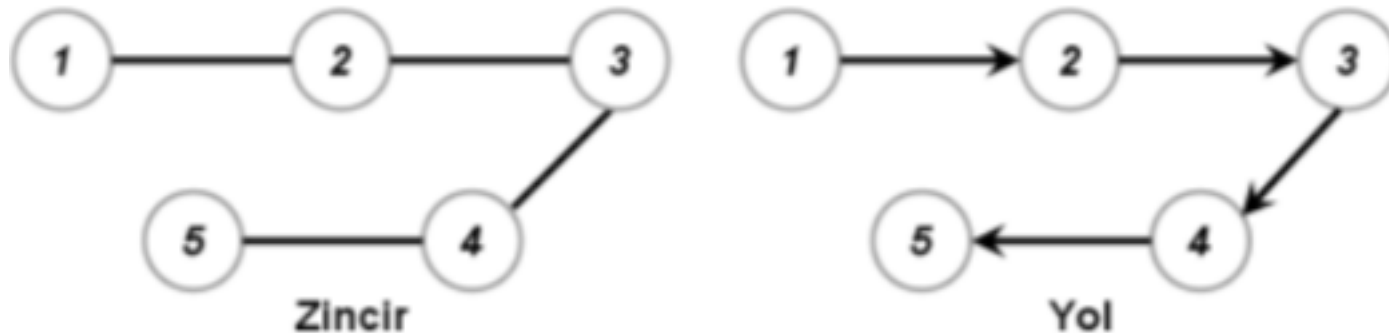
BİTİŞİK (KOMŞU) DÜĞÜMLER

İKİ DÜĞÜM ARASINDA DOĞRUDAN DAL VEYA OK VARSA O DÜĞÜMLERE KOMŞU (BİTİŞİK) DÜĞÜMLER DENİR.



ZİNCİR/YOL

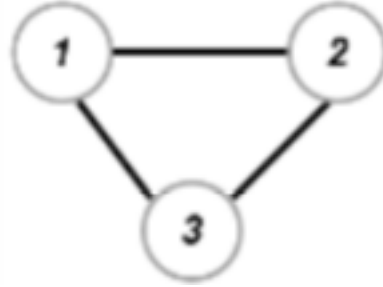
- İ VE J DÜĞÜMLERİNİ BİRBİRİNE BAĞLAYAN DAL VEYA OKLAR DİZİSİNE ZİNCİR DENİR. ZİNCİRDEKİ OKLARIN J DÜĞÜMÜNE YÖNLENME ŞARTI YOKTUR.
- BİR ZİNCİRDEKİ OKLAR AYNI YÖNDE YÖNLENMİŞ İSE YOL ADINI ALIR.
- HER YOL BİR ZİNCİRDİR (TERSİ DOĞRU DEĞİLDİR).



AĞ / ŞEBEKE VE TEMEL TERİMLER

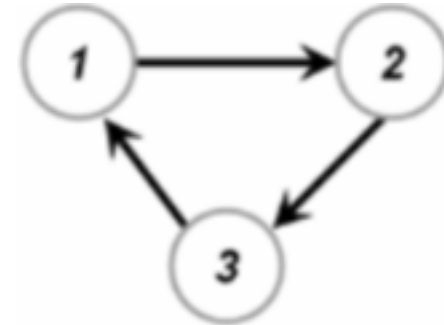
ÇEVİRİM (CYCLE)

KAPALI ZİNCİRE ÇEVİRİM DENİR.



DÖNGÜ (KAPALI YOL - LOOP)

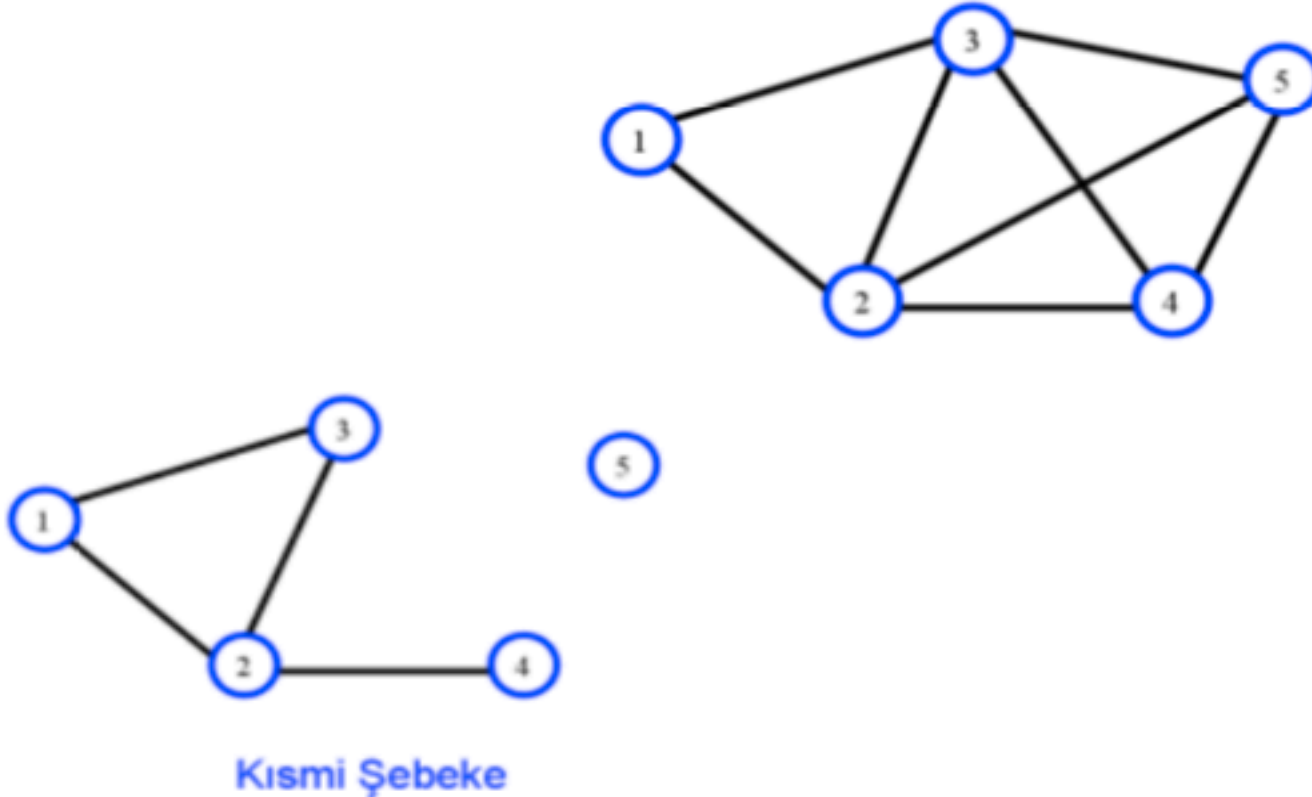
- YOLUN BAŞLANGICI İLE SONU AYNI İSE DÖNGÜ (KAPALI YOL) ADINI ALIR.
- HER YOL BİR ÇEVİRİM OLUŞTURUR (TERSİ DOĞRU DEĞİLDİR).



AĞ / ŞEBEKE VE TEMEL TERİMLER

KISMİ ŞEBEKE (PARTIAL NETWORK)

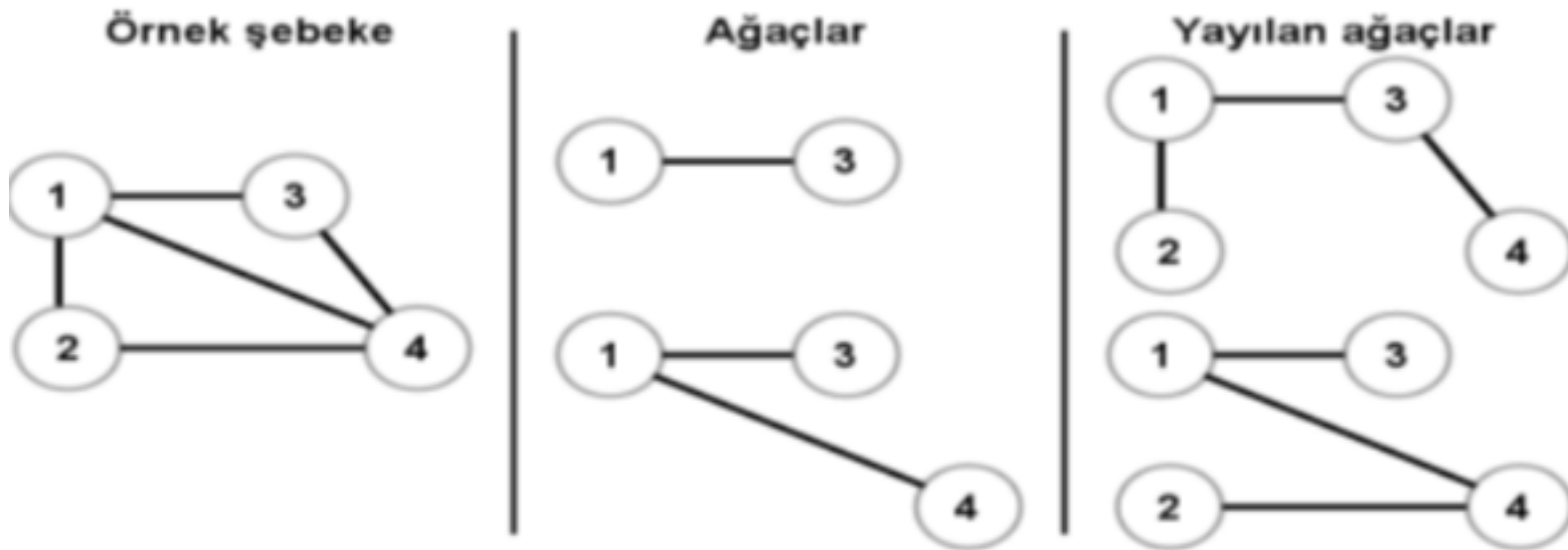
ŞEBEKENİN BAZI DALLARI/OKLARI İHMAL EDİLEREK ELDE EDİLEN ŞEBEKEYE KISMİ ŞEBEKE, ŞEBEKENİN BAZI DÜĞÜMLERİ İHMAL EDİLEREK ELDE EDİLEN ŞEBEKEYE ALT ŞEBEKE ADI VERİLİR.



AĞ / ŞEBEKE VE TEMEL TERİMLER

AĞAÇ (TREE)

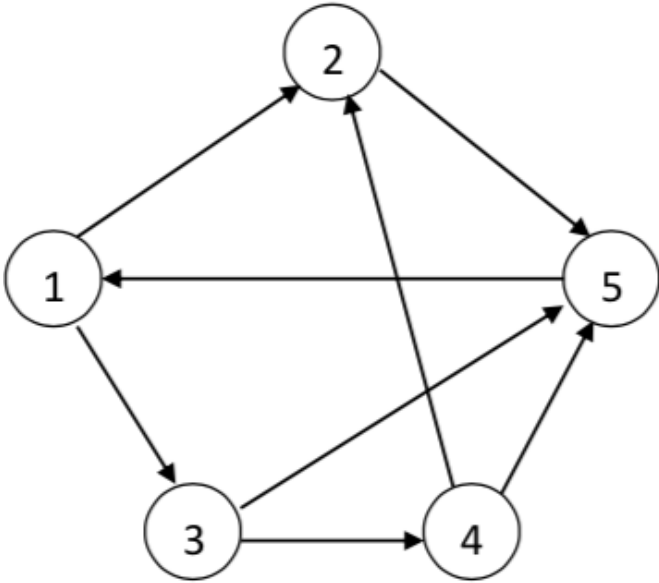
- HER DÜĞÜM ÇİFTİNİ BAĞLAYAN BİR ZİNCİRİN OLDUĞU ŞEBEKEYE BAĞLANTILI ŞEBEKE DENİR.
- ŞEBEKENİN DÜĞÜMLERİNİN SADECE BELLİ BİR ALT SETİNDEN OLUŞABİLEN VE ÇEVİRİM İHTİVA ETMEYEN ŞEBEKEYE AĞAÇ DENİR. N DÜĞÜMLÜ BİR AĞAÇTA (N-1) ADET DAL BULUNUR.
- ŞEBEKENİN BÜTÜN DÜĞÜMLERİNİN AĞAÇTA BULUNMA ZORUNLULUĞU YOKTUR.
- EĞER AĞAÇ ŞEBEKENİN BÜTÜN DÜĞÜMLERİNİ İÇERİYORSA KAPSAYAN (YAYILAN) AĞAÇ ADINI ALIR.



AĞ / ŞEBEKE VE TEMEL TERİMLER

ÖRNEK

AŞAĞIDAKİ ŞEBEKE İÇİN (A) BİR YOL, (B) BİR DÖNGÜ, (C) BİR YÖNLENDİRİLMİŞ DÖNGÜ, (D) BİR AĞAÇ VE (E) BİR KAPSAYAN AĞAÇ BELİRLEYİN.

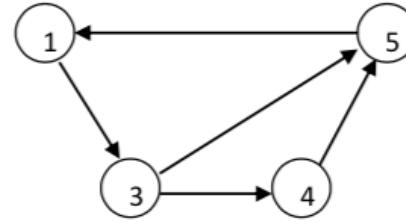


(a) Yol: 1-3-4-2

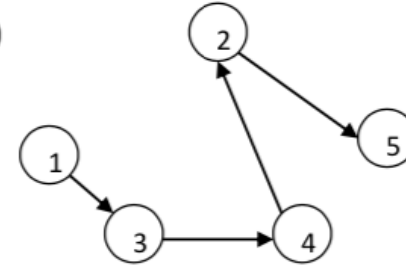
(b) Döngü: 1-5-4-3-1

(c) Yönlendirilmiş Döngü: 1-3-4-5-1

(d) Ağaç:



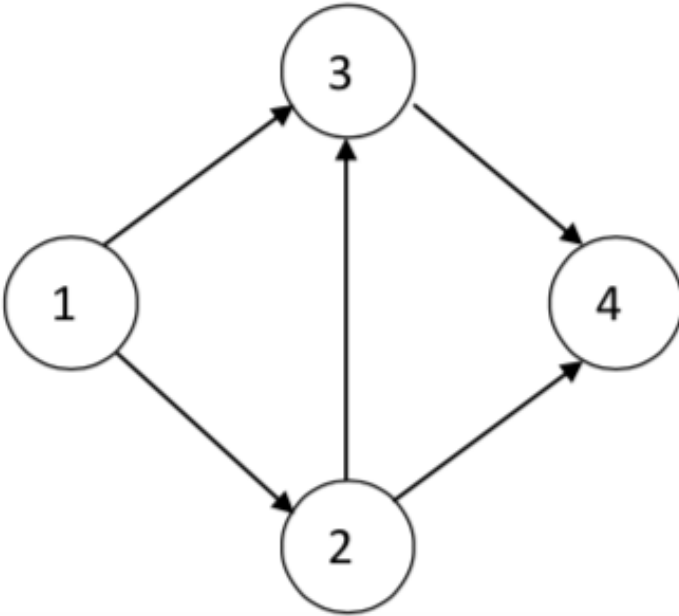
(e) Kapsayan Ağaç:



AĞ / ŞEBEKE VE TEMEL TERİMLER

ÖRNEK

AŞAĞIDAKİ ŞEBEKE İÇİN (A) BİR YOL, (B) BİR DÖNGÜ, (C) BİR YÖNLENDİRİLMİŞ DÖNGÜ, (D) BİR AĞAÇ VE (E) BİR KAPSAYAN AĞAÇ BELİRLEYİN.

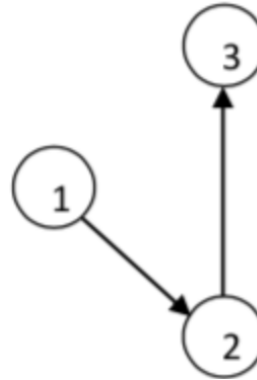


(a) Yol: 1-2-3

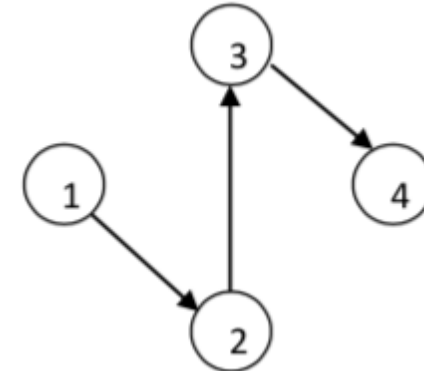
(b) Döngü: 1-2-3-1

(c) Yönlendirilmiş Döngü: Yok

(d) Ağaç:



(e) Kapsayan Ağaç:



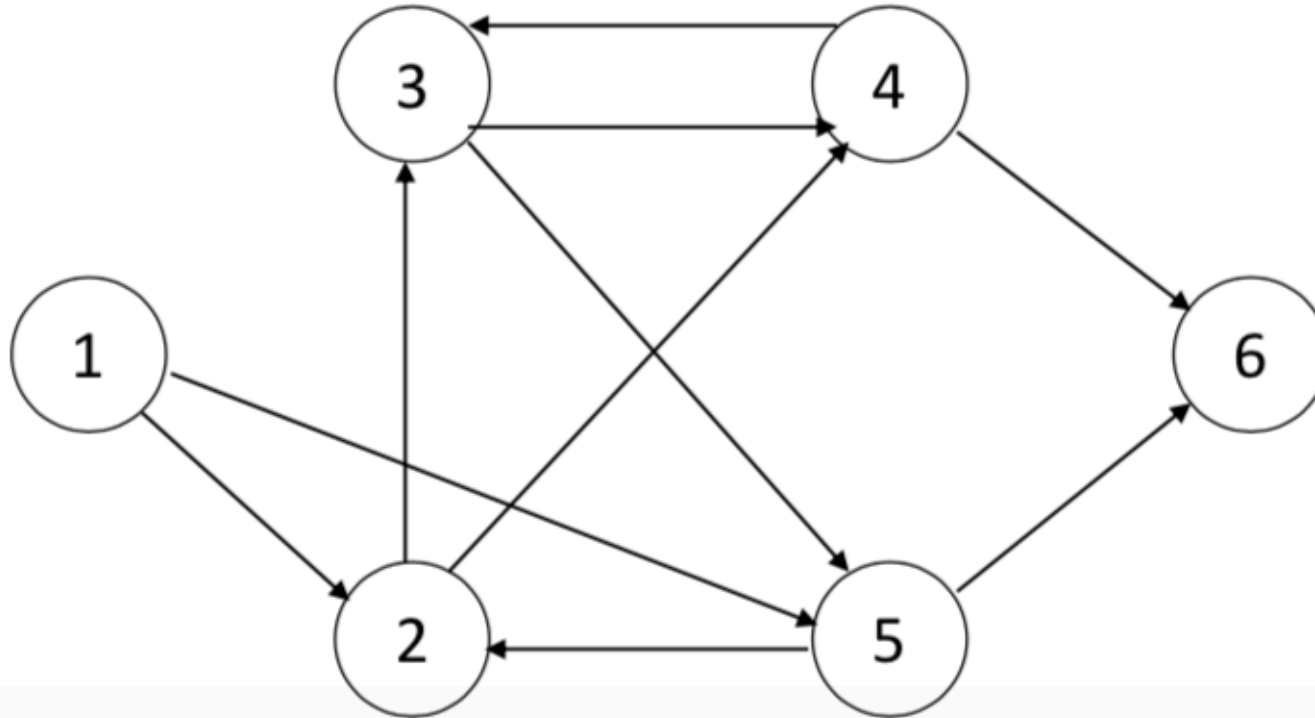
AĞ / ŞEBEKE VE TEMEL TERİMLER

ÖRNEK

AŞAĞIDA TANIMLANMIŞ ŞEBEKEYİ ÇİZİNİZ.

$$N = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$$

$$A = \{(1,2), (1,5), (2,3), (2,4), (3,4), (3,5), (4,3), (4,6), (5,2), (5,6)\}$$



ŞEBEKE OPTİMİZASYONUNUN UYGULAMA ALANLARI

- Taşıma
 - Bir şebeke üzerinde malların nakliyesi
 - Filo çizelgelemesi
- Üretim
 - Siparişlerin üretim için fabrika alanına sıralanması
 - Stok sistemlerinde ürünlerin akışı
- Telekomünikasyon
 - Telekomünikasyon ve iletişim ağlarının tasarımı
 - Ağlar arasında bilgi akışı
- Personel Atama
 - Sürücülerin araçlara atanması
 - Uçuş personeli atamaları

MINİMUM YAYILAN AĞAÇ PROBLEMİ

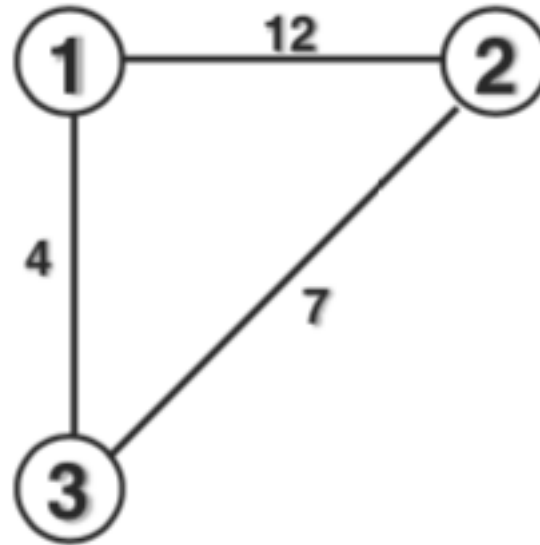
Şebekenin yayılan ağaçlarından **en küçük uzunluğa** sahip olanına **En Az Yayılan Ağaç** (Minimum Spanning Tree) adı verilir.

Yayılan ağaçlar

1. (1,2) ve (2,3) dalları - 19
2. (1,2) ve (1,3) dalları - 16
3. (1,3) ve (2,3) dalları - 11

En az yayılan ağaç

(1,3) ve (2,3) dalları



En az yayılan ağaç problemleri günlük hayatta özellikle enerji nakil hatları, telekomünikasyon hatları ve boru hatları üzerinde yapılacak hesaplamalarda kullanılır.

MINİMUM YAYILAN AĞAÇ PROBLEMİ – KRUSKAL ALGORİTMASI

$N=\{1,2,...,n\}$ şebekenin düğümlerinin kümesi, L_k algoritmanın k iterasyonunda bağlanan arkların kümesi olmak koşuluyla aşağıdaki adımlar takip edilerek algoritma işletilir:

- **Adım 0:** $L_0=\{ \}$ olarak alınır ve tüm arklar minimize edilmek istenilen bir parametre cinsinden (maliyet, süre, mesafe, vb.) küçükten büyüğe sıralanır.
- **Adım 1:** Sıralamanın en küçük olanından (i,j) başlanarak, $L_1=\{(i,j)\}$ ataması yapılır (Araçözümlerde şebeke içerisindeki arklardan birden çok ağaç yapısı oluştuğu için bu yöntem **orman yaklaşımı** adı verilir).
- **Adım k:** Bir sonraki sırada yer alan (i,j) arkı eğer döngü oluşturmuyorsa L_k listesine eklenir, değilse bir sonraki arka geçilerek işlemler tekrarlanır. $|L_k| = n-1$ ise çözüm tamamlanmıştır.

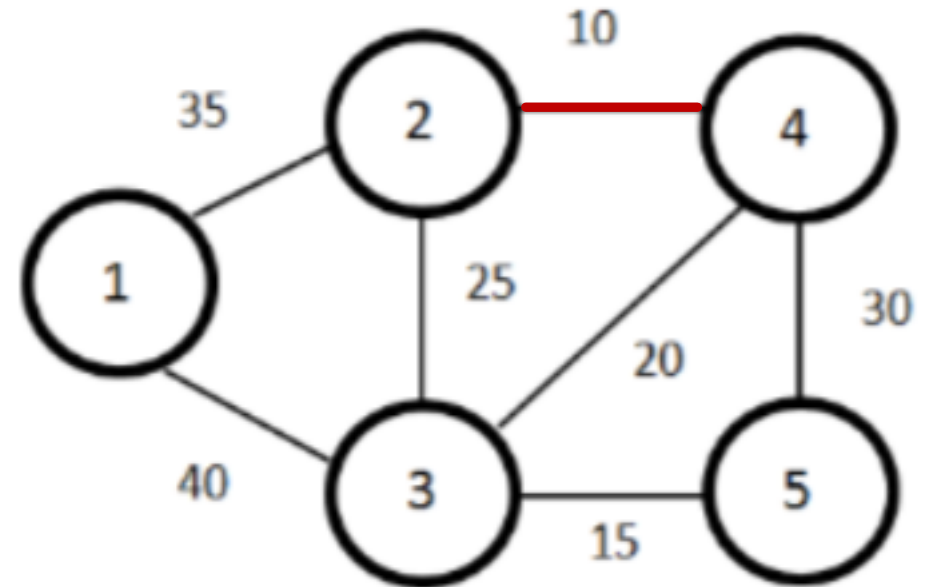
MINİMUM YAYILAN AĞAÇ PROBLEMİ – KRUSKAL ALGORİTMASI

ÖRNEK

AŞAĞIDAKİ ŞEBEKENİN EN AZ YAYILAN AĞAÇ YAPISINI KRUSKAL ALGORİTMASI İLE BELİRLEYİN.

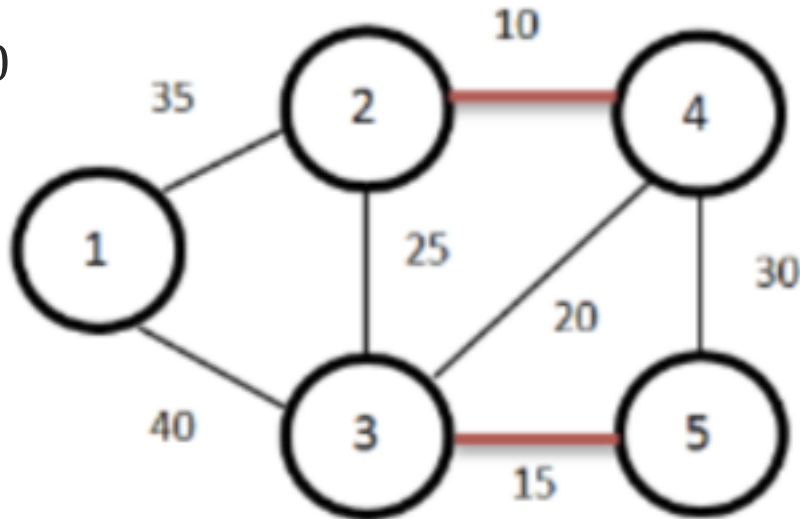
Arkların küçükten büyüğe sıralaması:

- (2,4) -> 10
- (3,5) -> 15
- (3,4) -> 20
- (2,3) -> 25
- (4,5) -> 30
- (1,2) -> 35
- (1,3) -> 40
- $L_0 = \{(2,4)\}$ olarak belirlenir.

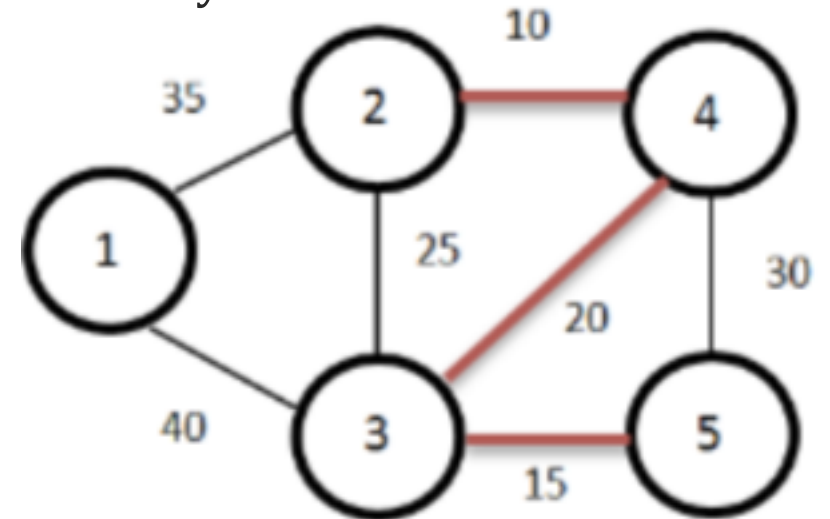


MİNİMUM YAYILAN AĞAÇ PROBLEMİ – KRUSKAL ALGORİTMASI

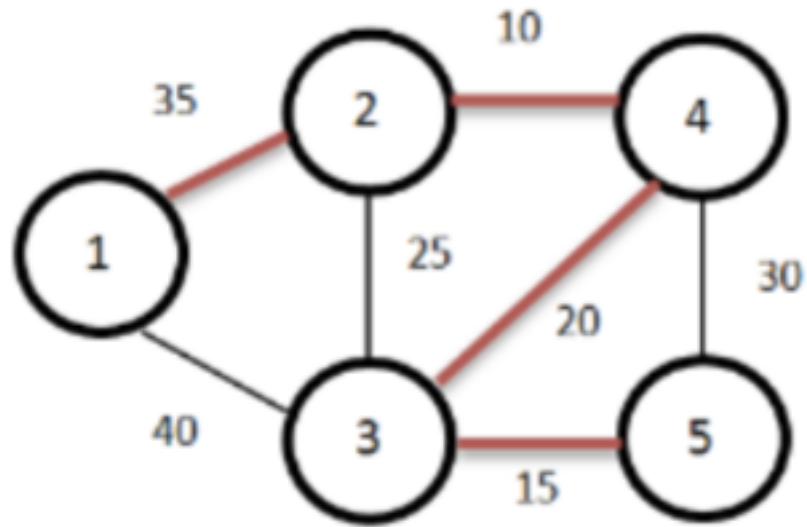
- $(3,5) \rightarrow 15$ Sıradaki en küçük maliyetli
- $(3,4) \rightarrow 20$ ark $(3,5)$ arkıdır. Bu ark,
- $(2,3) \rightarrow 25$ döngü oluşturmadığı için
- $(4,5) \rightarrow 30$ $L_1 = \{(2,4), (3,5)\}$ şeklinde
- $(1,2) \rightarrow 35$ listeye eklenir.
- $(1,3) \rightarrow 40$



- $(3,4) \rightarrow 20$ Sıradaki en küçük maliyetli ark
- $(2,3) \rightarrow 25$ $(3,4)$ arkıdır. Bu ark, döngü
- $(4,5) \rightarrow 30$ oluşturmadığı için
- $(1,2) \rightarrow 35$ $L_2 = \{(2,4), (3,5), (3,4)\}$ şeklinde
- $(1,3) \rightarrow 40$ listeye eklenir.



MINİMUM YAYILAN AĞAÇ PROBLEMİ – KRUSKAL ALGORİTMASI



Sıradaki en küçük maliyetli ark (2,3) arkıdır. Bu ark, döngü oluşturduğu için çözüme dahil edilmez.

Bir sonraki en küçük maliyetli ark olan (4,5) arkı döngü oluşturduğu için çözüme dahil edilmez.

Kalan en küçük maliyetli ark (1,2) arkı döngü oluşturmadığı için çözüme katılır. $L_5 = \{(2,4), (3,5), (3,4), (1,2)\}$ $|L_k| = n - 1 = 4$ sağlandığı için çözüm sonlandırılır.

- (2,3) -> 25
- (4,5) -> 30
- (1,2) -> 35
- (1,3) -> 40

MİNİMUM YAYILAN AĞAÇ PROBLEMİ – PRIM ALGORİTMASI

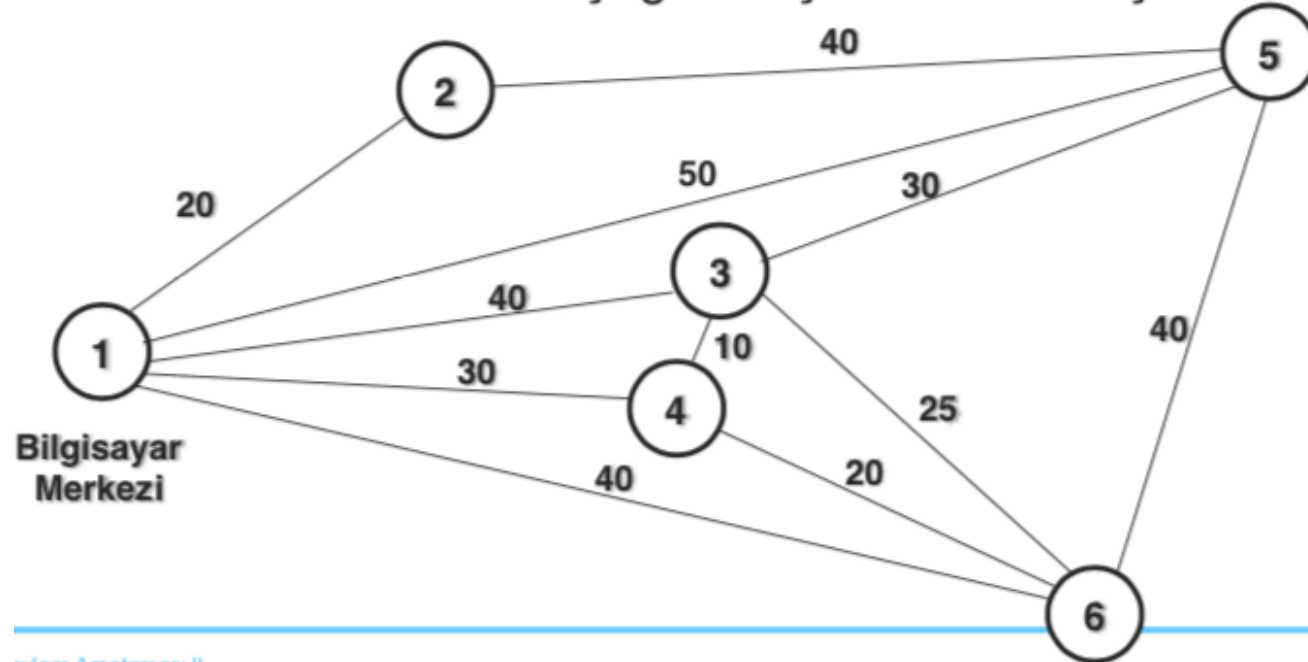
$N=\{1,2,\dots,n\}$ şebekenin düğümlerinin kümesi, c_k algoritmanın k iterasyonunda bağlanan düğümlerin kümesi ve \acute{c}_k henüz bağlanmamış olan düğümlerin kümesi koşuluyla aşağıdaki adımlar takip edilerek algoritma işletilir:

- Adım 0: $c_0=\{ \}$, $\acute{c}_0=n$ olarak alınır.
 - Adım 1: \acute{c}_0 daki herhangi bir i düğümünden başlanır.
 - $c_1=\{i\}$ ve $\acute{c}_1=\acute{c}_0 - \{i\}$ alınır.
 - Adım k : Bağlanmış düğümlerden birine en yakın bağlanmamış düğüm belirlenir. İki veya daha fazla düğüm en yakın ise rastgele seçilir. Bu yeni düğüm bağlanmış düğümler kümesine eklenir. Yani c_{k-1} deki herhangi bir düğüme en yakın olan \acute{c}_{k-1} kümesindeki bir j^* düğümü seçilir. j^* , c_{k-1} 'e eklenir ve \acute{c}_{k-1} kümesinden çıkarılır:
 - $c_k=c_{k-1}+\{j^*\}$ ve $\acute{c}_k=\acute{c}_{k-1}-\{j^*\}$
- bağlanmamış düğümler kümesi \acute{c}_k boş ise durulur, aksi taktirde $k=k+1$ alınarak işlem tekrarlanır.

MİNİMUM YAYILAN AĞAÇ PROBLEMİ – PRIM ALGORİTMASI

ÖRNEK

BİLGİSAYAR MERKEZİNDEN 5 BİNAYA BAĞLANTI KURULACAKTIR. MALİYETİ AZALTMAK İÇİN ÇEKİLECEK HATLARIN MÜMKÜN OLDUĞU KADAR KISA OLMASI İSTENMEKTEDİR. MUHTEMEL BAĞLANTI ALTERNATİFLERİ İLE METRE CİNSİNDEN BİNALAR ARASINDAKİ MESAFELER AŞAĞIDAKİ ŞEKİLDE VERİLMİŞTİR.



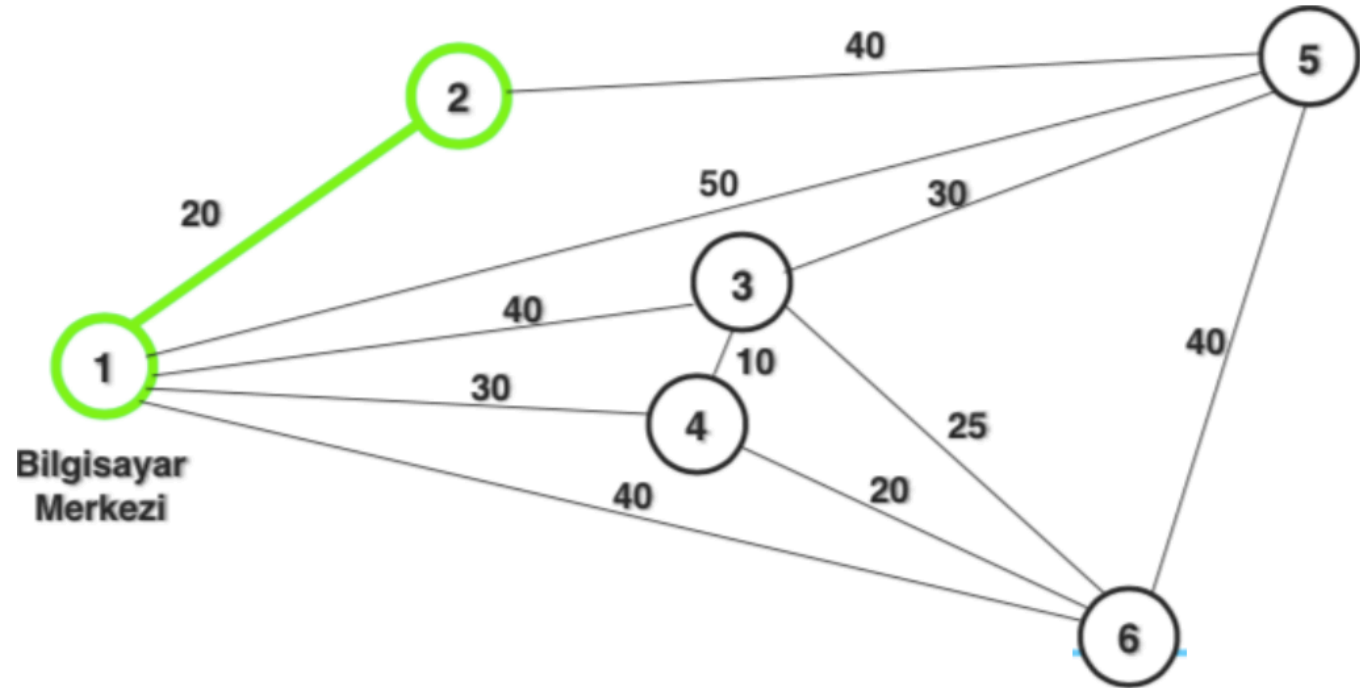
MINİMUM YAYILAN AĞAÇ PROBLEMİ – PRIM ALGORİTMASI

- Adım 1: Algoritmaya 1 düğümünden başlayalım.

$$c_1=\{1\}, \acute{c}_1=\{2,3,4,5,6\}$$

- Adım 2: 1 düğümüne en yakın bağlanmamış düğüm 20 m uzaklıktaki 2 düğümüdür.

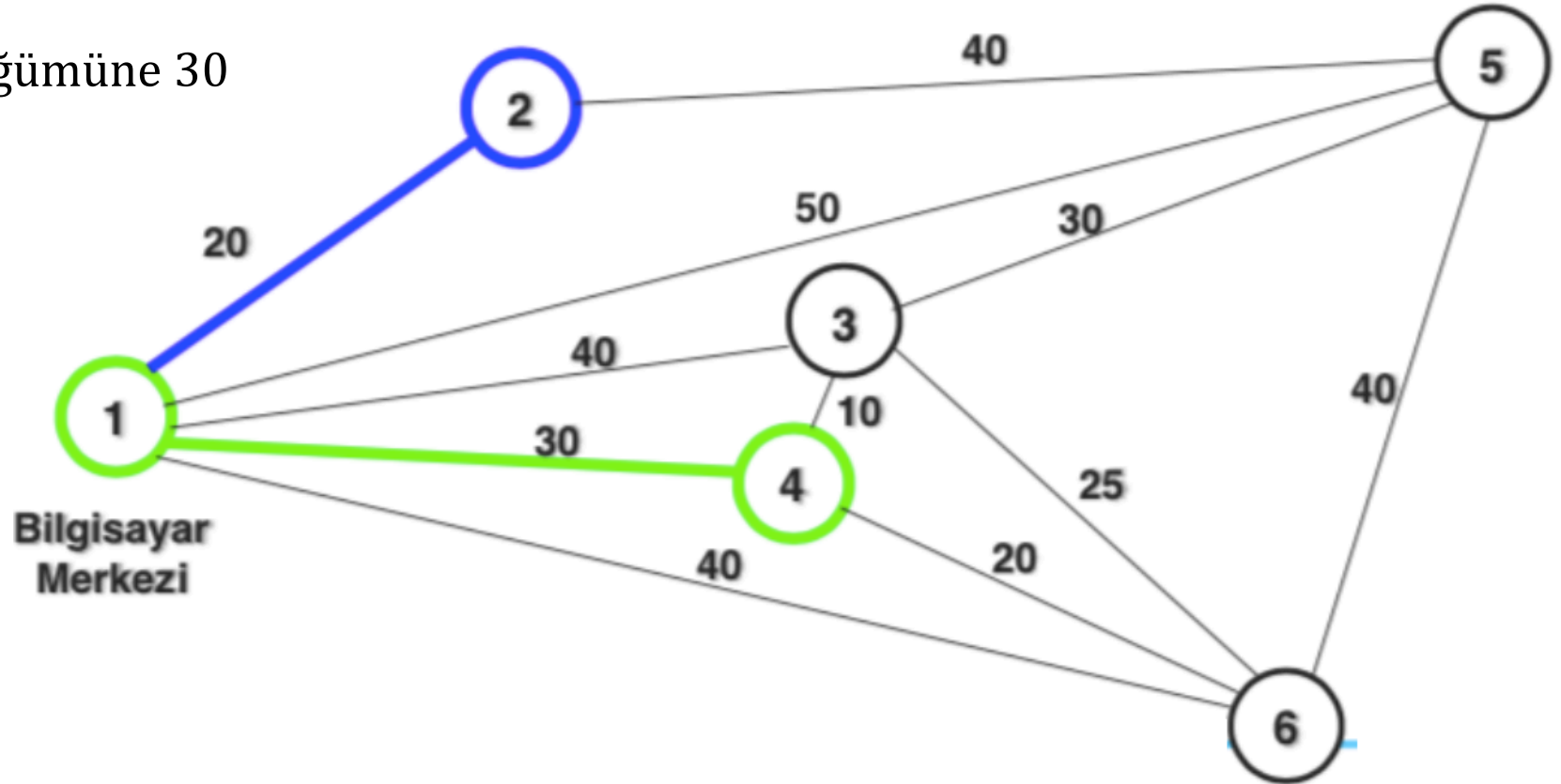
$$c_2=\{1,2\}, \acute{c}_2=\{3,4,5,6\}$$



MİNİMUM YAYILAN AĞAÇ PROBLEMİ – PRIM ALGORİTMASI

- Adım 3: 1 ve 2 düğümlerinden birine en yakın bağlanmamış düğüm 1 düğümüne 30 m uzaklıktaki 4 düğümüdür.

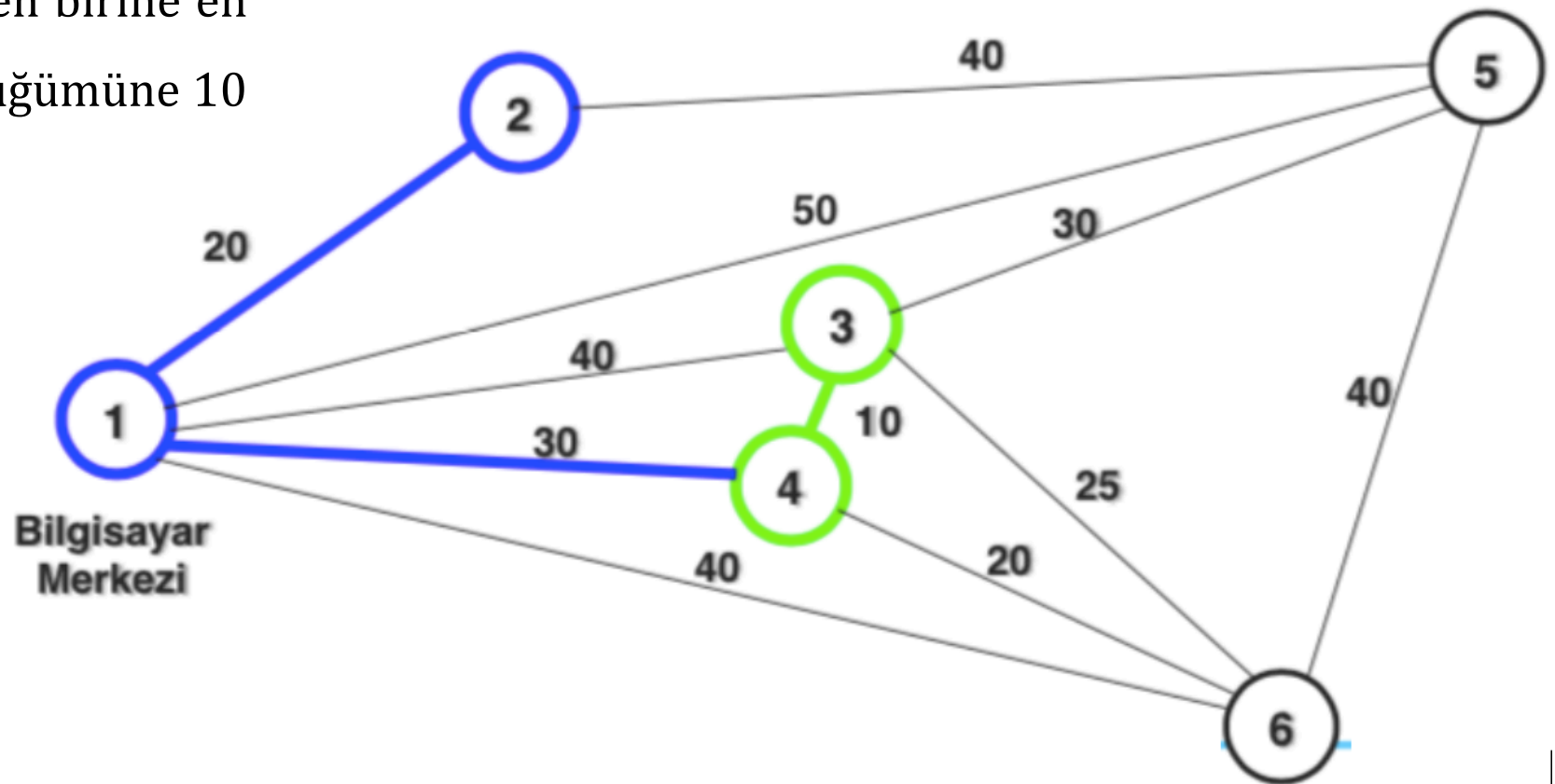
$$c_3 = \{1, 2, 4\}, \hat{c}_3 = \{3, 5, 6\}$$



MINİMUM YAYILAN AĞAÇ PROBLEMİ – PRIM ALGORİTMASI

- Adım 4: 1, 2 ve 4 düğümlerinden birine en yakın bağlanmamış düğüm 4 düğümüne 10 m uzaklıktaki 3 düğümüdür.

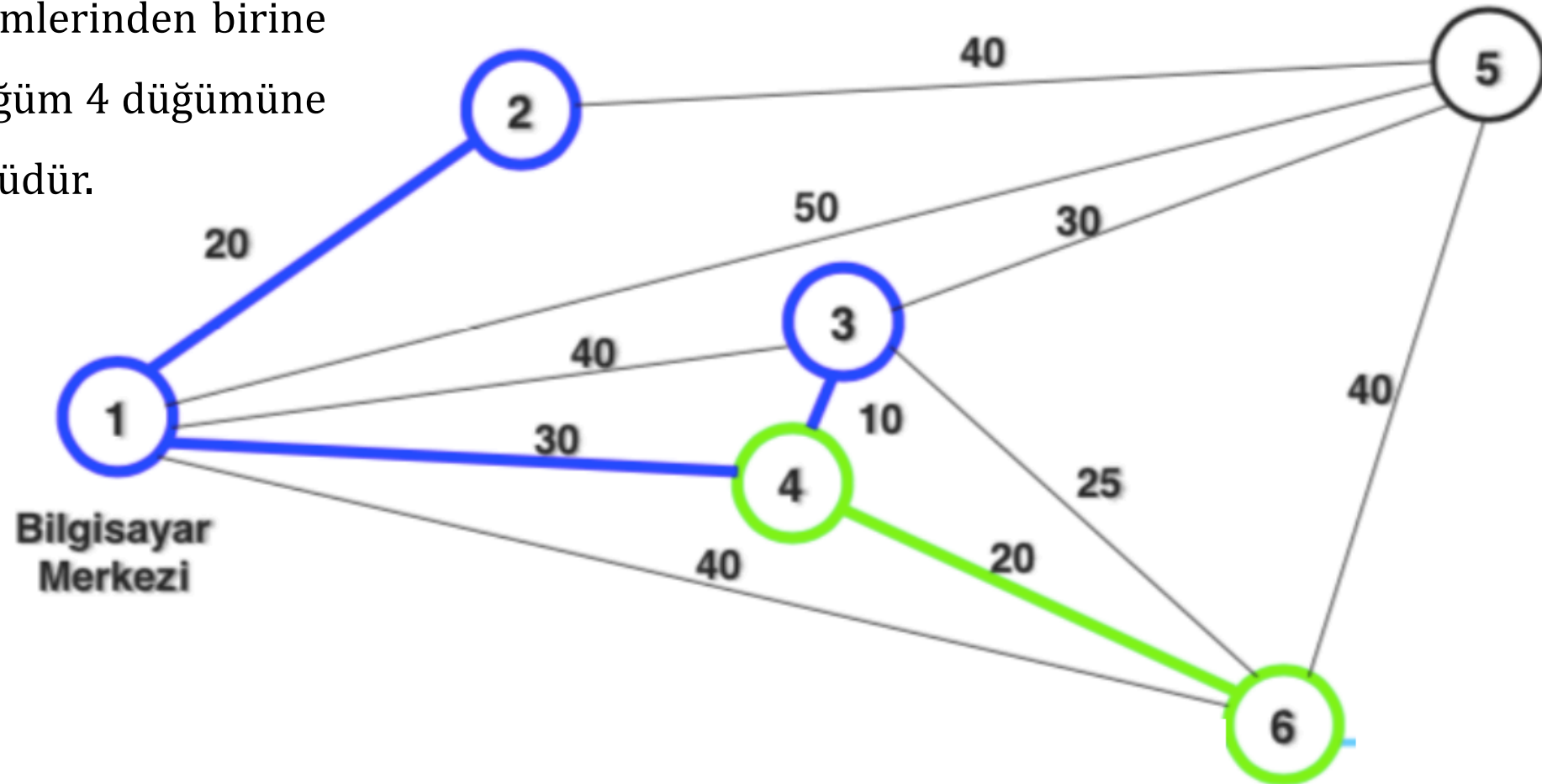
$$c_4=\{1,2,4,3\}, \acute{c}_4=\{5,6\}$$



MINİMUM YAYILAN AĞAÇ PROBLEMİ – PRIM ALGORİTMASI

- Adım 5: 1, 2, 4 ve 3 düğümlerinden birine en yakın bağlanmamış düğüm 4 düğümüne 20 m uzaklıktaki 6 düğümüdür.

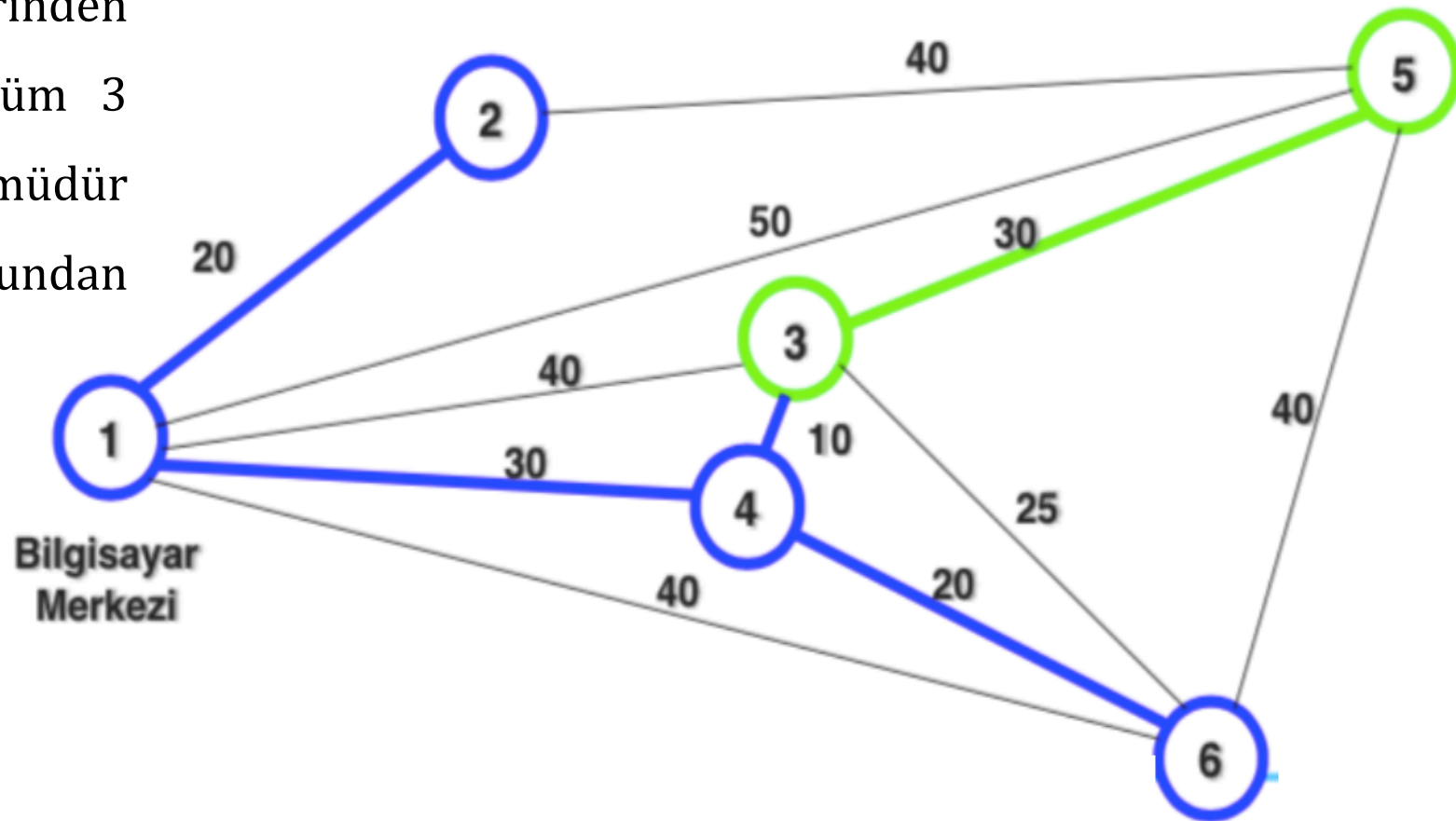
$$c_5 = \{1, 2, 4, 3, 6\}, \acute{c}_5 = \{5\}$$



MINİMUM YAYILAN AĞAÇ PROBLEMİ – PRIM ALGORİTMASI

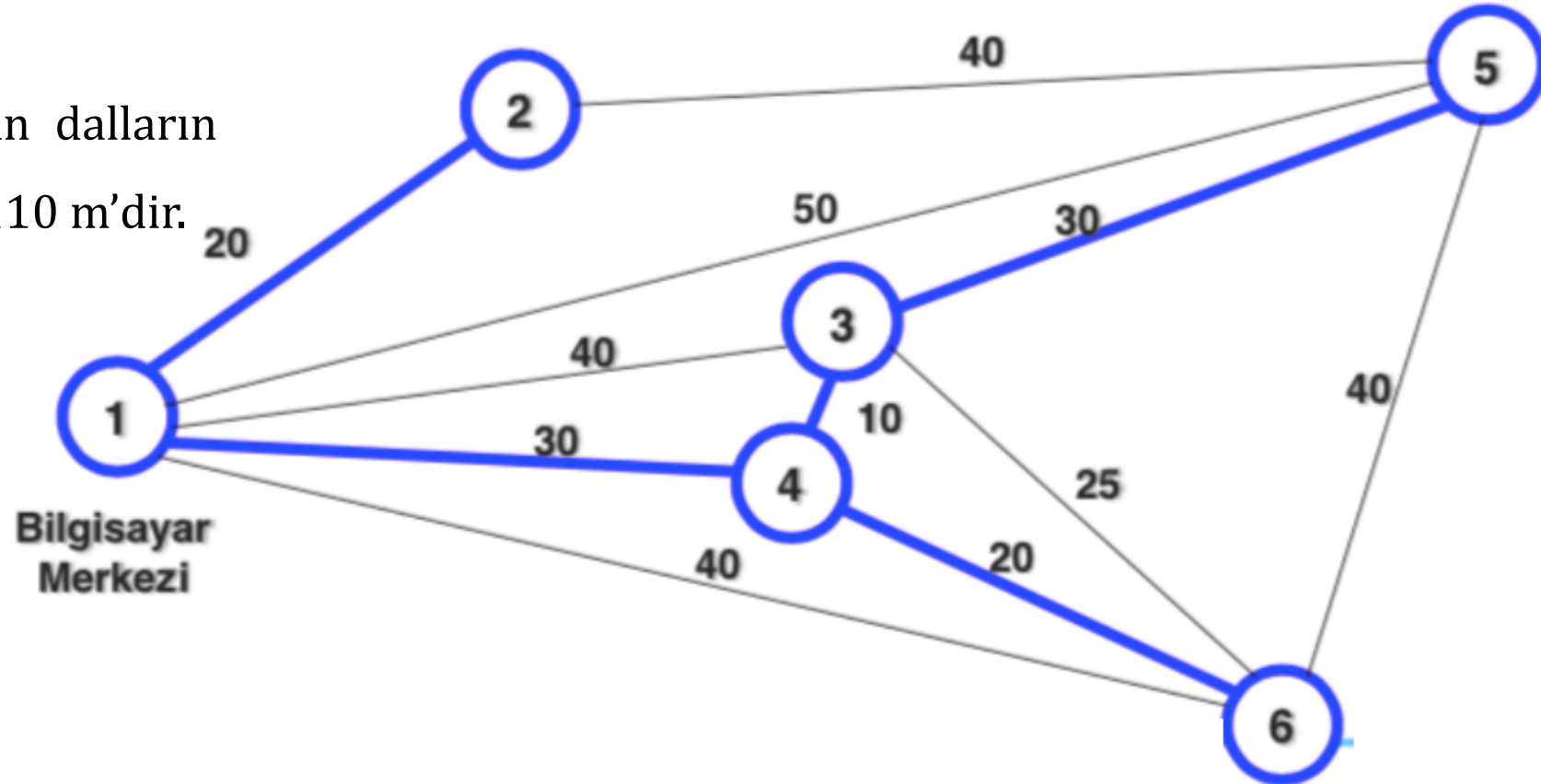
- Adım 5: 1, 2, 4, 3 ve 6 düğümlerinden birine en yakın bağlanmamış düğüm 3 düğüme 30 m uzaklıktaki 5 düğümdür ((3-6) dalı çevrim oluşturduğundan incelenmez).

$$c_6=\{1,2,4,3,6,5\}, \acute{c}_6=\{\}$$



MİNİMUM YAYILAN AĞAÇ PROBLEMİ – PRIM ALGORİTMASI

- $\mathcal{C}_6 = \{ \}$ sağlandığı için en az yayılan ağaç bulunmuştur.
- Ağacın uzunluğu ağacı oluşturan dalların uzunlukları toplamına eşit olup 110 m'dir.



T.C.
KIRIKKALE
ÜNİVERSİTESİ
BİLGİSAYAR
MÜHENDİSLİĞİ

AĞ OPTİMİZASYONU

DR. EVRENCAN ÖZCAN

OFİS:275

EVRENCAN.OZCAN@KKU.EDU.TR

TEŞEKKÜRLER