

Endüstri Mühendisliğini düşünerek tanıyın...

Endüstri mühendisleri işlerini bilmece çözer gibi yapmaz. Ama aşağıda endüstri mühendisliğini tanımanıza yardımcı olacak, bizim alanlardan seçilmiş basit beş bilmecemsi soru var. Bir düşünün isterseniz. Belki de seversiniz...

Soru 1: Beş futbol takımımız Antalya’da aynı otelde kamptalar. Antrenman programına göre, her biri önce saha çalışmasını yapacak, sonra havuza girecek, en sonunda da masaj salonunu kullanacak. Otelde bir saha, bir havuz ve bir masaj salonu var. Tesislerden birini kullanan takım oyuncuları boşaltmadan diğer takımın oyuncuları içeri alınmayıp bekletiliyor. Takımların rezervasyonlarında istedikleri süreler dakika cinsinden şöyle:

Takım	Saha	Havuz	Masaj
Ankaragücü	60	10	50
Beşiktaş	55	20	25
Denizlispor	70	15	40
Fenerbahçe	60	20	70
Galatasaray	80	15	50

Tesisler sabah saat 8:00’de açılıyor. Masaj salonunu olabilecek en erken saatte kapatmak için, takımlar bu üç tesisi hangi sırayla kullanmalı?

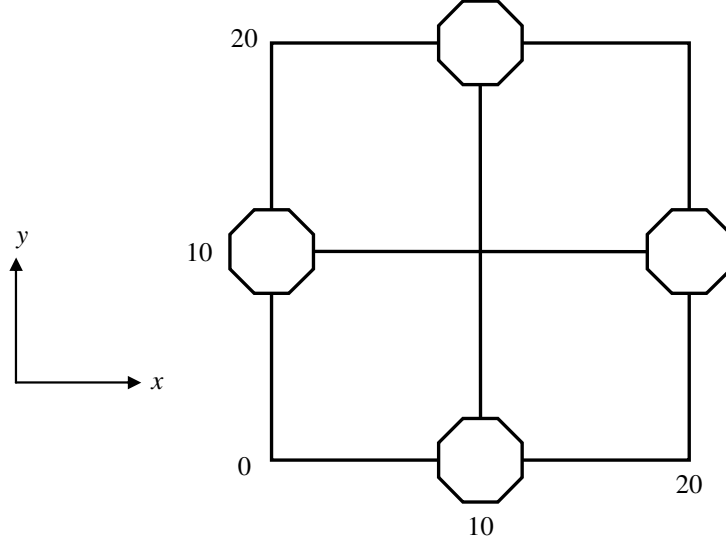
Soru 2: Birbirine düşman üç kovboy, Andy, Bob ve Charlie karşılaşıyorlar. Önce Andy, sonra Bob en sonra da Charlie ateş edecek. Eski ve deneyimli Bob hedefini mutlaka vuruyor. Charlie’nin hedefini vurma şansı yarı yarıya. Genç Andy ise ancak %30 şansla hedefini vuruyor. Üçünden sadece biri sağ kalana kadar bu sırayla ateş edecekler. Amaçları bu korkunç düellodan sağ çıkma olasılıklarını en yüksek tutacak şekilde ateş etmek. Andy kime ateş etsin?

Soru 3: “ODTÜ ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ SINAVINIZDA BAŞARILAR DİLER”

mesajı bir pankart üzerinde yer alacak ve pankart 1,000 metre yükseklikte uçan bir uçağın kuyruğuna bağlanacak. Gözleri normal gören (gözlükle düzeltilmiş veya görme bozukluğu olmayan) kişilerin bu pankartı okuyabilmesi için:

- Harflerin büyüklüğü en az kaç cm olmalıdır?
- Harfler arasındaki boşluklar en az kaç cm olmalıdır?
- Pankartın zemini ve harflerin rengi ne olmalıdır?

Soru 4: (x_1, y_1) ve (x_2, y_2) noktaları arasındaki metropoliten uzaklık $|x_2 - x_1| + |y_2 - y_1|$ olarak tanımlansın. Buna göre $(0,10)$, $(10,20)$, $(10,0)$ ve $(20,10)$ koordinatlarında şekildeki gibi yerleşik olan dört makineye bir beşincisi eklenecek. Yeni makina ile eski dört makinanın her biri arasında iş trafiği aynıdır ve işler metropoliten uzaklığa göre taşınmaktadır.



- a) Bu durumda yeni makina için en iyi yerleştirme koordinatı nedir?
b) Eğer makina'yı a) şıkkında bulduğunuz yere yerleştirmek mümkün değilse, bu nokta etrafında oluşacak eş-uzaklık eğrileri hangi geometrik şekil ile tanımlanabilir?

Soru 5: Ankara'nın il merkezi 6 ilçeden oluşmaktadır. Büyükşehir Belediyesi itfaiye merkezlerini nereye kurulacağını belirlemek durumundadır. Belediyenin amacı her ilçeye 15 dakika içerisinde ulaşılabilir şekilde en az itfaiye merkezi kurmaktır. Merkez ilçelerin birbirlerine ulaşım süreleri aşağıdaki tabloda verilmiştir. Büyükşehir Belediyesi hangi ilçelere itfaiye merkezi kurmalıdır?

	Çankaya	Yenimahalle	Mamak	Altındağ	Keçiören	Gölbaşı
Çankaya	0	10	20	30	30	20
Yenimahalle	10	0	25	35	20	10
Mamak	20	25	0	15	30	20
Altındağ	30	35	15	0	15	25
Keçiören	30	20	30	15	0	14
Gölbaşı	20	10	20	25	14	0

Çözümler

Soru 1: Endüstri Mühendislerinin, 1954'de gösterilen bir teoremden öğrendikleri bir şey var: masaj salonunun en erken kapanması için, üç tesiste de aynı sıra izlenmeli. Takımlar sahayı hangi sırayla kullanıyorsa, havuzda da aynı sıra. Buna ilişkin basit bir teknik ile takımlar Fenerbahçe - Galatasaray - Ankaragücü - Denizlispor - Beşiktaş sırasıyla alınacaklar. Yani, masajın en erken tamamlanması için, tesislerde takımların işlerini bitirme zamanları şöyle:

Takım	Saha	Havuz	Masaj
Fenerbahçe	9:00	9:20	10:30
Galatasaray	10:20	10:35	11:25
Ankaragücü	11:20	11:30	12:20
Denizlispor	12:30	12:45	13:25
Beşiktaş	13:25	13:35	14:00

Görüldüğü gibi, Beşiktaş terkedince masaj salonu 14:00'de kapanabilir. Saha, 8:00-13:25 arasında kesintisiz kullanılacak, ama havuz ve masaj öyle değil. Örneğin, Ankaragücü'nün 11:30'da boşalttığı havuza Denizlispor ancak bir saat sonra (12:30'da) girebilecek. Ayrıca hiçbir takım, gireceği tesiste bir öncekinin işini bitirmesi için beklemeyecek. Güzel, değil mi?

Soru 2: Bu soruyu, Andy'nin yapacağı olası atışlara ve bağımsız olguların olasılıklarının çarpımlarına göre değerlendirelim.

- Andy, Charlie'ye ateş ederse, Charlie'yi ya vuracak ya da vuramayacak diye ikiye ayıralım:
- A.** Andy Charlie'yi vurursa (0.3) Bob da Andy'e ateş etmek zorunda kalacak ve kesin vuracak. Bu durumda Andy'nin hayatta kalma olasılığı yok, yani 0.
- B.** Andy Charlie'yi vuramazsa (0.7) Bob, hayatta kalma olasılığını arttırmak için daha keskin nişancı olan Charlie'ye ateş edecek ve vuracak. Bu durumda Andy'nin hayatta kalması, Bob'u ikinci atışında vurması (0.3) demek. Demek ki:
- Andy Charlie'ye ateş ederse hayatta kalma olasılığı $(0.3)(0) + (0.7)(0.3) = 0.21$ olur.**

- Andy Bob'a ateş ederse hayatta kalma olasılığını da aynı şekilde ikiye ayıralım:
- C.** Andy Bob'u vuramazsa (0.7), Bob daha keskin nişancı olan Charlie'ye ateş edecek ve onu kesin vuracak. Bu durumda Andy'nin hayatta kalması, Bob'u ikinci atışında vurması (0.3) demek; hayatta kalma olasılığı $(0.7)(0.3) = 0.21$ olur.
- D.** Andy Bob'u vurursa (0.3) bu üçlü düello Charlie'nin başlatacağı ve sonsuz atışa uzayabilecek ikili bir düelloya dönüşecek. Andy'nin k 'nci atışta Charlie'yi vurarak hayatta kalma olasılığı, $k-1$ kez birbirlerini vuramamaları, son atışlarda Charlie'nin başarısız ve Andy'nin başarılı olması olasılığıdır. Bu üç olayın olasılıklarının çarpımı $[(0.5)(0.7)]^{k-1}(0.5)(0.3)$ olur. O zaman Andy'nin bu atışların birinde Charlie'yi vurarak hayatta kalması olasılığı tüm k 'lar üzerinden toplamdır. Yani bu da

$$\sum_{k=1}^{\infty} [(0.5)(0.7)]^{k-1} (0.5)(0.3) = 0.15 \sum_{k=0}^{\infty} [(0.5)(0.7)]^k = \frac{0.15}{0.65} = \frac{3}{13} \text{ olur.}$$

Andy Bob'a ateş ederse hayatta kalma olasılığı $(0.7)(0.3) + (0.3)3/13 < 0.28$ olur.

Oysa, Andy kimseye değil de havaya ateş etse, B durumu olacağından, hayatta kalma şansı 0.3, yani Bob'u ikinci atışında vurması olasılığıdır. Bu, Andy'nin en yüksek yaşama şansıdır! Üstelik çabuk biteceği kesin bir düelloda.

Acaba Andy, Bob'un önce Charlie'yi "temizlemesi"nin kendisi için iyi olacağına, bu nedenle havaya ateş etmesi gerektiğinin farkında mı? Kimbilir? Andy, olasılık öğretimi almış biri, örneğin bir endüstri mühendisi mi ki?

Soru 3: İnsan gözünün algılayabileceği detay derece cinsinden ifade edilir. Bu değer için aşağıdaki formül kullanılır:

$$\text{Detay düzeyi (derece)} = 3428 \times \text{detayın boyu} / \text{detaya olan uzaklık}$$

Boy ve uzaklık değeri aynı uzunluk birimi ile ifade edilir.

- a)** İnsan gözü için 1000 metre uzaktan algılanabilecek minimum detay düzeyi deneysel yöntemlerle 7 cm ($\frac{1}{4}$ derece) olarak bulunmuştur. Bir harf ise 4 detay birimi eninde, 6 detay birimi boyunda olmalıdır. Bu durumda 1000 metre uzaktan seçilebilecek minimum harf boyutu 28 x 42 cm olarak bulunur.
- b)** Bir harf eni, 28 cm.
- c)** Maksimum kontrast sağlayan beyaz zemin üzeri siyahtır. Bunu da, renklerin yansıtma katsayıları arasındaki farkın en büyük olmasıyla biliriz.
Daha uzun olan ilk satırdaki harf ve kelime arası boşluk sayısı 33 olduğuna göre pankartın uzunluğu en az 33 x 28 cm = 924 cm olmalıdır.
Pankarttaki satır sayısı (üst ve alttaki boş satırlar dahil) 5 olduğuna göre pankartın eni de 5 x 42 cm = 210 cm olmalıdır.

Soru 4: Metropolitan uzaklık kullanıldığında **a)** şıkkını cevaplamak için yeni makinanın x ve y koordinatlarını birbirinden bağımsız olarak bulabiliriz. Böyle baktığımızda yerleşik olan makinaların x koordinatlarının ağırlık noktası $x = 10$ 'dur. Aynı şekilde makinaların y koordinatlarının ağırlık noktası $y = 10$ 'dur. Sonuç olarak yeni makina (10,10) koordinatına yerleştirildiğinde iş trafiği için katedilen toplam metropolitan uzaklık en aza indirilir.

b) şıkkında, yeni makinanın (10,10) koordinatı dışında bir yere yerleştirilmesi gerekiyorsa, "hangi noktalar eş-uzaklık eğrilerini tanımlamaktadır" diye bakıldığında herhangi bir noktadan başlayabiliriz. (0,10) noktasına bütün yerleşik makinalardan olan toplam metropolitan uzaklık 60 birim, aynı şekilde (20,10) noktasına bütün yerleşik makinalardan olan toplam metropolitan uzaklık 60 birimdir. Devam edersek, (10,0) ve (10,20) noktaları için de aynı toplam metropolitan uzaklığı buluruz. Metropolitan uzaklık tanımı gereği (0,10) ve (10,20) noktalarını birleştiren çizginin üzerindeki her noktada da bütün yerleşik makinalardan olan toplam metropolitan uzaklık 60 birimdir. Böylece geometrik şekil olarak kare şekli ortaya çıkmaktadır.

Yeni bir soru: İşler Öklid uzaklığına göre taşıyor olsaydı, sonuç(lar) nasıl değişirdi?

Soru 5: İlk olarak her bir ilçeye 15 dakika uzaklıktaki ilçelerin hangileri olduğunu belirlememiz gerekiyor.

Çankaya	Çankaya, Yenimahalle
Yenimahalle	Çankaya, Yenimahalle, Gölbaşı
Mamak	Mamak, Altındağ
Altındağ	Mamak, Altındağ, Keçiören
Keçiören	Altındağ, Keçiören, Gölbaşı
Gölbaşı	Yenimahalle, Keçiören, Gölbaşı

Bu bir küme kapsama problemidir. Çözüm aşamasında akla ilk gelen yöntem tüm olası seçenekleri deneyerek bütün ilçeleri kapsayacak, en az sayıda itfaiye merkezinin nereye yerleştirileceğini bulmak olabilir. Bu yöntem kullanılacak olursa en fazla toplam $2^6 - 1 = 63$ farklı itfaiye merkezi yerleşiminin değerlendirilmesi gerekir. (Ya 6 yerine 60 ilçe olsaydı?) Endüstri mühendisleri olarak biz, tüm bu seçenekleri değerlendirmeden en iyi çözümü bulabilecek yöntemler üzerinde çalışırız. Bu problem için birden fazla en iyi çözüm var. Bunlardan bir tanesi Yenimahalle ve Altındağ ilçelerine birer itfaiye merkezi yerleştirmek. Bu problemde olduğu gibi gerçek hayatta da birden fazla en iyi çözümün olması mümkündür. Bu tür durumlarda ana amaçtan farklı ikincil amaçlar kullanılabilir. Bu problem için ikincil amaç en uzun süren ulaşım süresini en aza indirmek olabilir.