

## Kısıt Sağlama Problemleri Constraint Satisfaction Problems

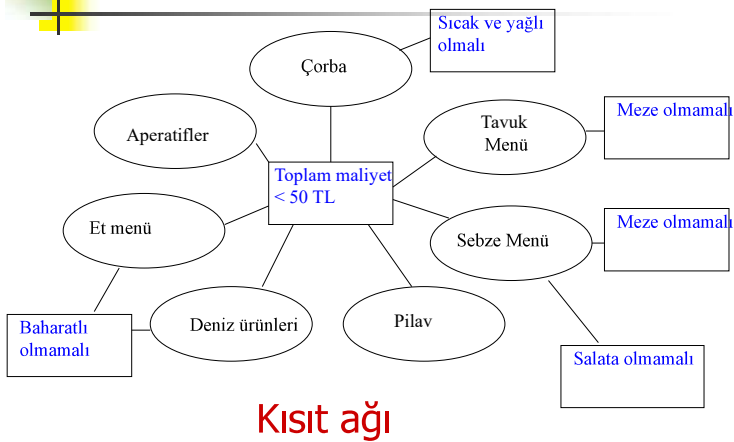
1

## CSP - Biçimsel İfadesi

- CSP  $\rightarrow (X, D, C)$  üçlüsünden oluşur.
- $X$ :  $X_1, X_2, \dots, X_n$  değişkenler kümesi
- $C$ :  $C_1, C_2, \dots, C_m$  kısıtlar kümesi
- $D$ : Her bir  $X_i$  için mümkün değerler alanı  $D_i$  kümesi
- Amaç kısıtlara uygun olarak değerlerin değişkenlere atanması

2

## Constraint Satisfaction Problem



3

## CSP vs Standart Arama Problemi

- Standart arama problemi:
  - Durum- ardıl fonksiyonunu, sezgisellik fonksiyonunu ve amaç denemesini destekleyen veri yapısı
- CSP:
  - Durum  $D_i$  alanından değerler alan  $X_i$  değişkenleri ile tanımlanır
  - Standart arama algoritmalarından daha güçlü olan genel amaçlı algoritmalar oluşturulmasına olanak sağlar

4

## Atama

- Hiçbir kısıtı bozmayan atamaya **uyumlu** veya **legal atama** denir
- **Tam atamada** tüm değişkenler kullanılmış oluyor
- CSP'nin **çözümü**- Tüm kısıtları tatmin eden tam atama

5

## CSP-arama sorunu

- **Başlangıç Durum**: boş atama {}; hiçbir değişkene değer atanmamış
- **Ardıl işlev**: değer atanmamış her hangi değişkene, önceki atamalarla uyumsuzluk oluşturmayan değer atanabilir
- **Amaç Denemesi**: atama tamdır ve kısıtlar sağlanmıştır
- **Yol Değeri**: her bir adım için değer (=1)

N değişkenli sorun için her bir çözüm n'ci derinlikte ortaya çıkıyor  
→ derinine arama yöntemini kullanmalı

6

## Örnek: Harita renklendirme

- **Değişkenler** *WA, NT, Q, NSW, V, SA, T*
- **Alanlar**  $D_i = \{\text{kırmızı, yeşil, mavi}\}$
- **Kısıtlar**: komşu bölgeler farklı renklerle boyanmalıdır
- Yani  $WA \neq NT$ , veya  $(WA, NT)$  için  $\{(\text{kırmızı, yeşil}), (\text{kırmızı, mavi}), (\text{yeşil, kırmızı}), (\text{yeşil, mavi}), (\text{mavi, kırmızı}), (\text{mavi, yeşil})\}$  kümeleri izin verilir



Birden fazla mümkün çözümler mevcuttur:

{WA=kırmızı, NT=yeşil, Q=kırmızı, NSW=yeşil, V=kırmızı, SA=mavi, T=kırmızı}

7

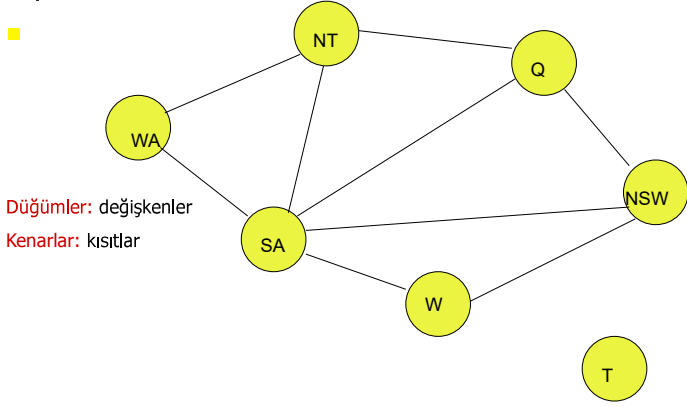
## Örnek: Harita renklendirme (çözüm)



- **Çözümler tam** ve atamalar uyumludur (kısıtlar bozulmuyor);
- WA = kırmızı, NT = yeşil, Q = kırmızı, NSW = yeşil, V = kırmızı, SA = mavi, T = yeşil

8

## Kısıtlar Grafi



9

## Kısıtların Türleri

- Tek terimli (Unary) kısıtlar tek değişkeni kapsar
  - $SA \neq \text{green}$   
(Güney Avustraliya 'nın rengi yeşil olmamalıdır)
- İkili (binary) kısıtlar değişkenler çiftini kapsar
  - $SA \neq WA$
- Yüksek dereceli kısıtlar 3 veya daha çok değişkeni kapsar
  - Şifreli aritmetik problemleri (cryptarithmic column constraints)

10

## Kısıtların Türleri (devamı)

- Mutlak (absolute) kısıtlar- bu kısıtın bozulması potansiyel çözümü engeller
- Tercih (preference) kısıtları -hangi kısıtın öncelikli olacağı gösteriliyor
  - Ders programında hocaların isteklerinin dikkate alınması
  - Kısıtlara belirli ağırlıklar verilebilir

11

## Gerçek dünya CSP sorunları

- Atama sorunları
  - Hangi hocalar hangi ders?
- Zaman çizelgesi sorunları
  - Hangi sınıf ne zaman ve nerede?
- Nakliye Planlama
- Fabrika Planlama
- Kat Planlama

12

## CSP sorunlarının çözümü:

Herhangi bir arama algoritması ile bu sorunu çözmek mümkündür.

- enine aramada en üst seviyede dallanma etkeni  $nd$  ( $n$  değerler,  $d$  değişkenler sayısıdır)
- $n!d^n$  - yapraklı ağaç (tüm mümkün tam atamalar sayısı  $d^n$ )

**Sıra bağımsızlık (commutativity)**-hareketler kümesinin uygulanma ardışıklığı sonucu etkilemez

Değerleri değişkenlere atamakla, atama sırasına bağlı olmadan aynı kısmi atamalara ulaşılabilir

13

## Özet

- CSP'ler aşağıdaki sorunların özel türüdür:
- - Durumlar, belirlenmiş değişkenler kümesinin değerleri ile tanımlanır
  - Amaç denemesi, değişkenlerin değerlerine koyulan kısıtlarla tanımlanır

- 
- 
- 

14