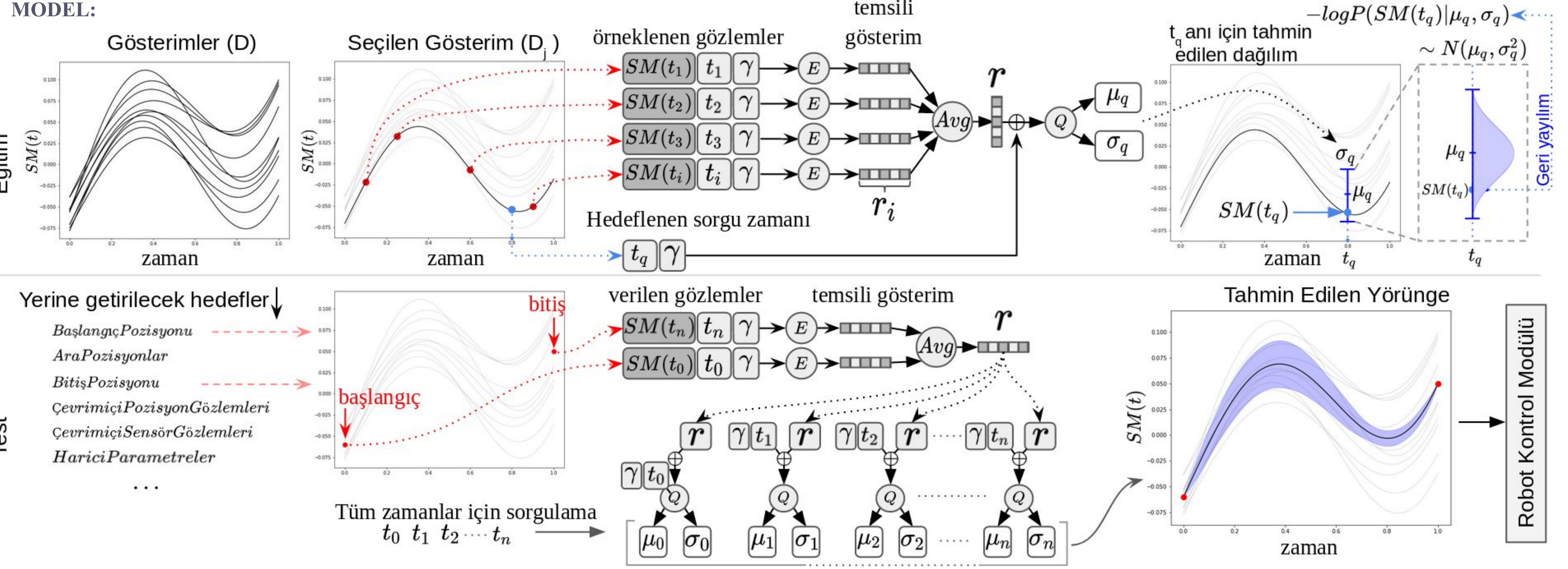


# Şarhlı Sinirsel Motor Primitifleri ile Obje Manipülasyonu Öğrenimi

Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul

Mert İmre, M. Yunus Şeker, Emre Uğur

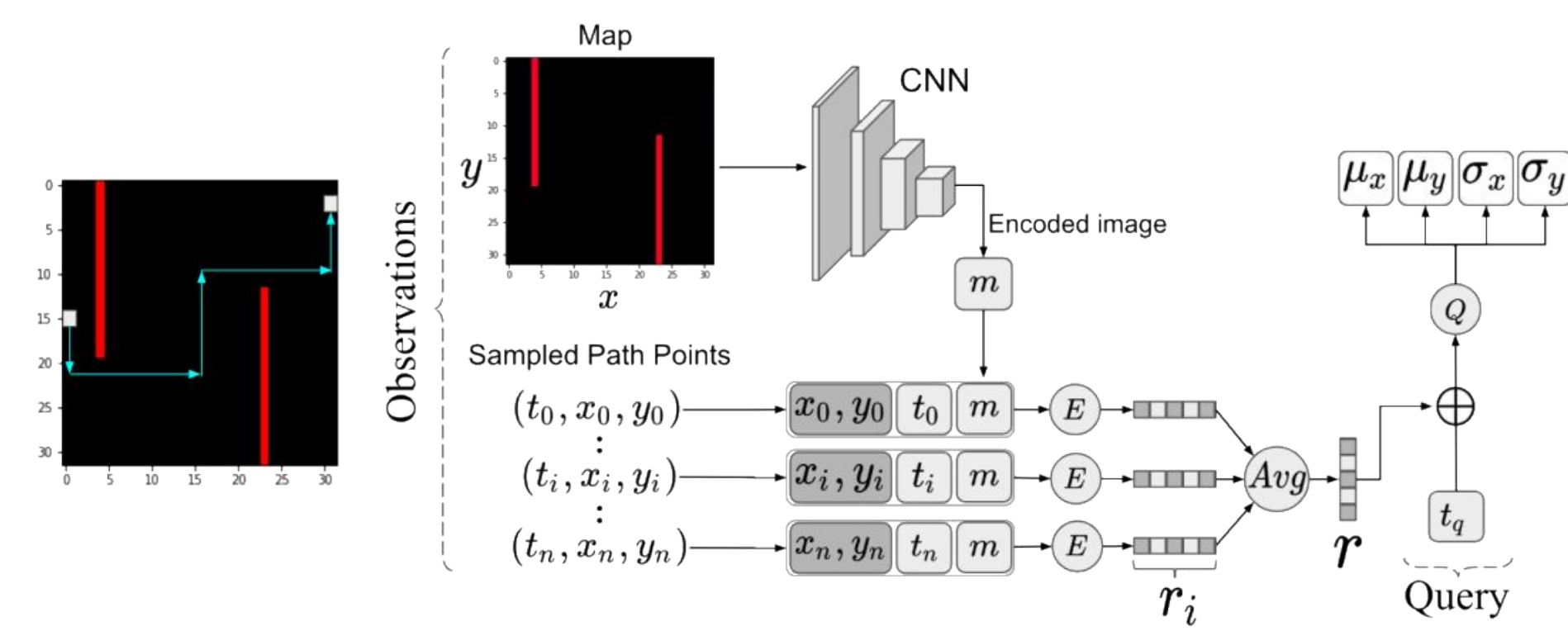


Şekil 1 : CNMP Modeli<sup>[1]</sup>. Üst kısımda ağız eğitimi aşaması, alt kısımda ise ağız tahmin/test aşaması açıklanmıştır.

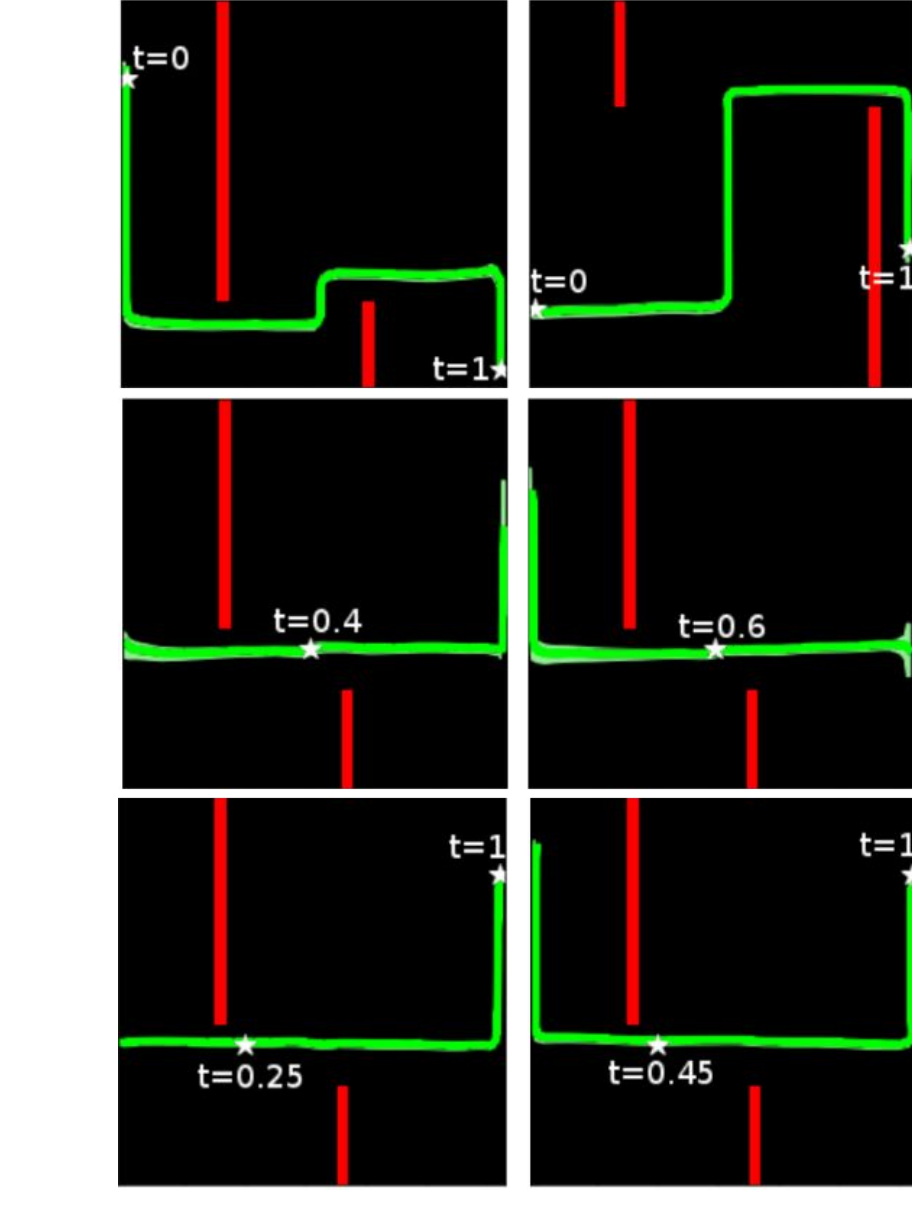
## Deney 1[1]

**Amaç:** CNMP'nin ham görüntü maskeleri kullanarak öğrenilme kapasitesinin denemesi

**Görev:** Yerleri ve boyutları değişken olan engellerden kaçınma.

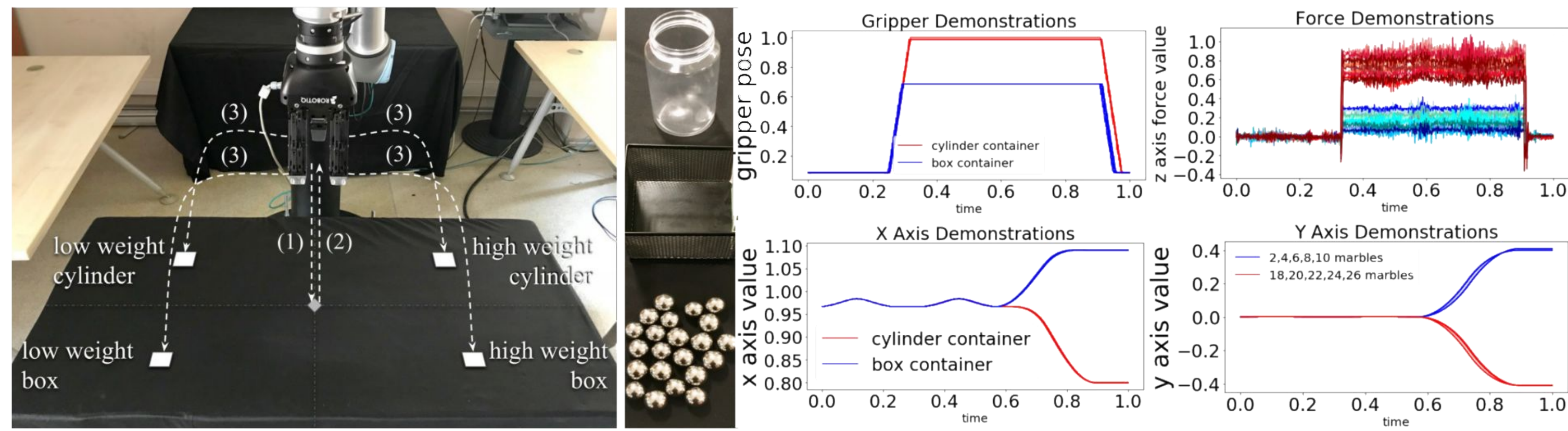


Şekil 2 : CNMP modelinin ham görüntü ile eğitime şeması

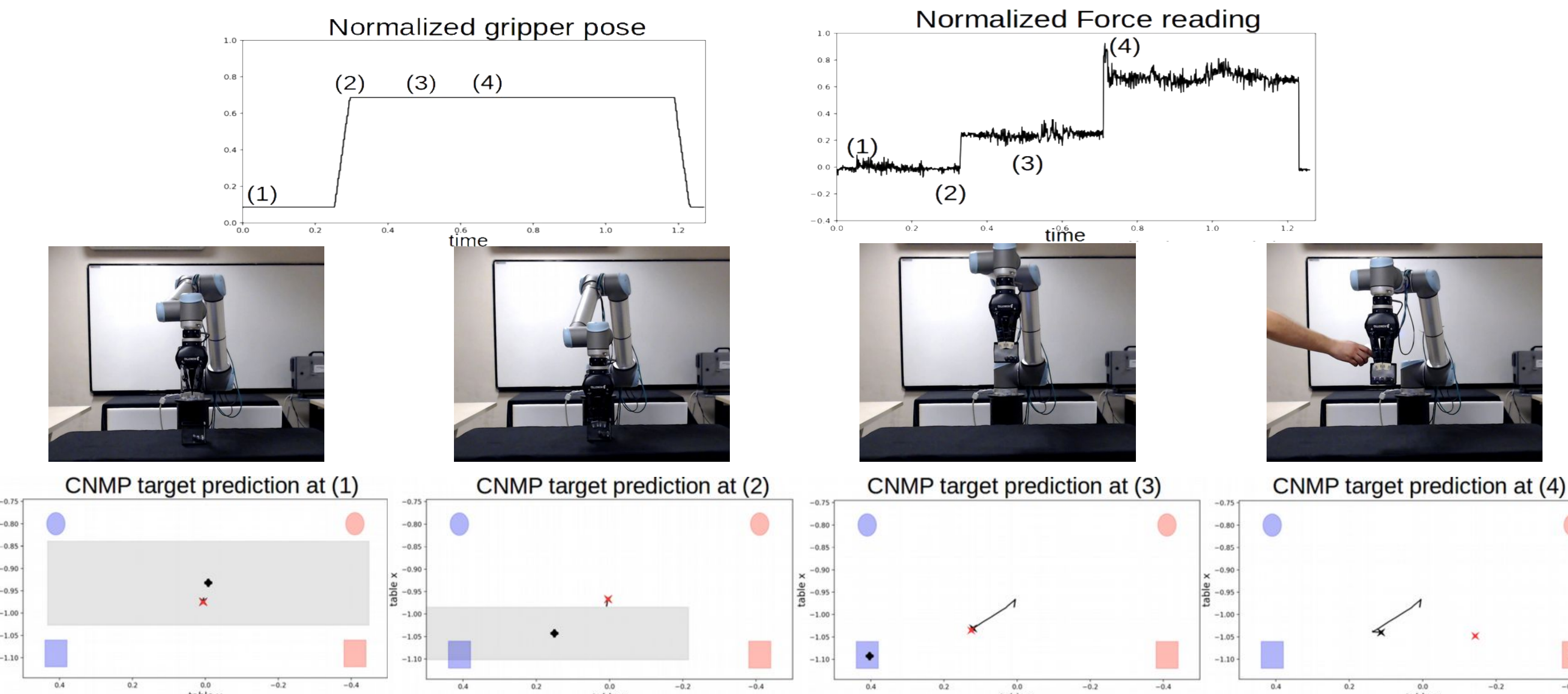


Şekil 3 : Ham görüntüler ile eğitilen CNMP'nin 2 boyutlu hareket uzayındaki özgün durumlarda verdiği sonuçlar.

## Deney 2 [1]



Şekil 4 : CNMP'nin duyudevinimsel uzayda yer alan bilgilere göre Motor Primitif sınıflandırma ve dışsal etkilere karşı koyma kapasitesini test ettiğimiz düzenek. Solda deney düzeneği, ortada deneyde kullanılan materyaller, sağda ise kuvvet ve tutmaç pozisyon okumaları verilmiştir.



Şekil 5 : Test deneyinden bir uygulama örneği, en üstte deney sırasındaki kuvvet ve tutmaç okumaları verilmiştir. Orta sırada bazı işaretli okumalara ait deney anlarından kesitler verilmiştir, en alt sırada ise bu anlardaki tahminler gösterilmiştir.

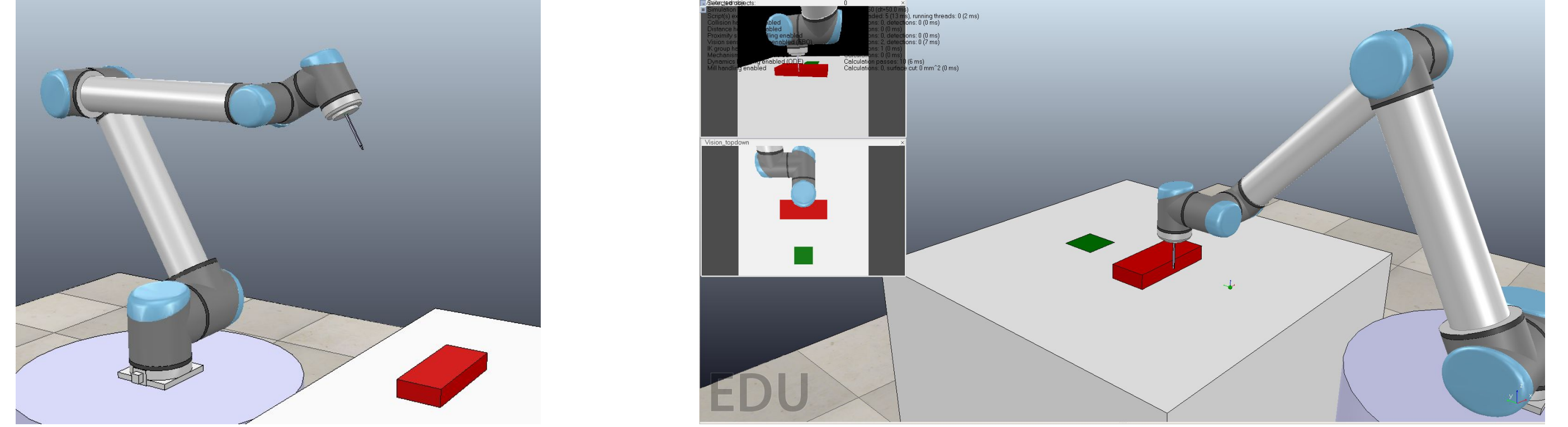
## Giriş

CNMP'nin kapasiteleri:

- Dağılımın birden fazla gösterimden öğrenilmesi (muhtemelen birden fazla çalışma şekli ile).
- Duyudevinimsel yörüngede gömülü olan görev ile ilişkili niteliklerin keşfedilmesi.
- Harici parametre/hedef ↔ karmaşık hareket ilişkisinin az sayıdaki gösterimden öğrenilmesi.
- Çok boyutlu duyudevinimsel uzay ↔ karmaşık hareket ilişkisinin çok sayıdaki gösterimden öğrenilmesi.
- Harici bozulmalara hareket esnasında karşılık verebilme.

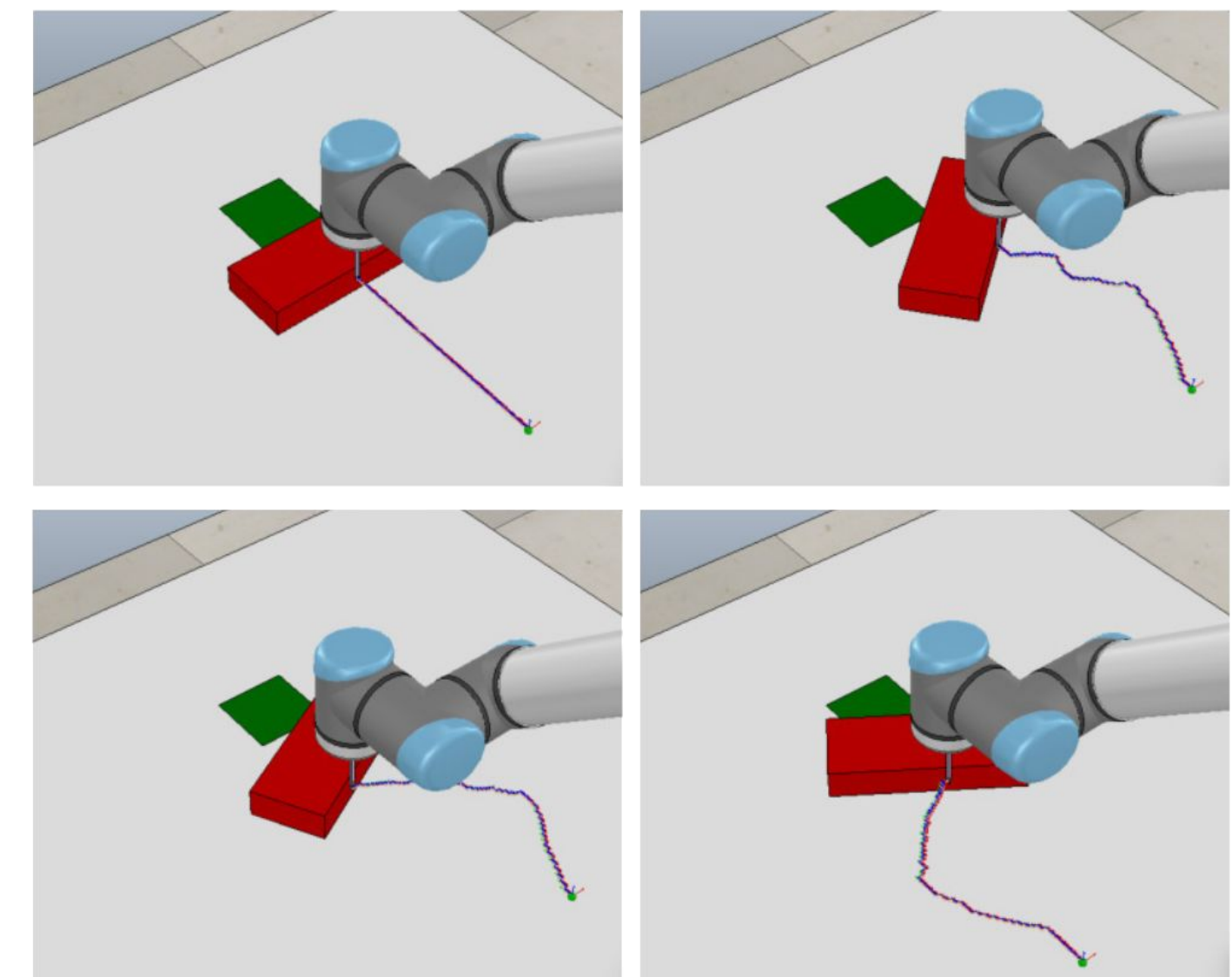
Sıradaki hedeflerden bir tanesi çok daha karmaşık duyudevinimsel uzayda insan gösteriminden öğrenim sağlamak.

## Deney Düzeneği



Şekil 6 : Deney düzeneği gösterilmiştir. Solda 6 serbestlik dereceli UR10 ve ucuna eklenen efektor organ olan tornavida gösterilmiştir. Görev, sağda gösterilen kırmızı renkli 25x10x4 boyutlu objeyi yeşil ile gösterilen alanın ortasına itirmek.

## Gösterimler



Şekil 7 : Gösterimler insan tarafından robotu bilgisayar aracılığı ile yönetilerek sağlanmıştır. İnsan robot hareketini 2 boyutta eklemektedir. Gözlem olarak ise objenin pozisyon ve oryantasyon bilgisi kullanılmaktadır.

## Sıradaki Hedefler

Kuvvet ve tork okumalarını da gözeterek karmaşık bir öğrenme gerçekleştirmek sıradaki hedef. Bunu, gerçek dünyada mıknaş sökme görevinde uygulamayı hedefliyoruz.

## KAYNAKÇA VE TEŞEKKÜR

M. Yunus Seker, Mert İmre, Justus Piater and Emre Uğur, "Conditional Neural Movement Primitives", Robotics: Science and Systems, 2019.  
Bu çalışma Avrupa Komisyonu Ufuk 2020 Programı'nın 731761 numaralı IMAGINE projesi ve Bogazici Araştırma Fonu (BAP) 18A01P5 numaralı IMAGINE-COG++ tarafından kısmi olarak desteklenmiştir.



IMAGINE