



AKILLI ISITMA, HAVALANDIRMA VE İKLİMLENDİRME SİSTEMİ

PEKİŞTİRMELİ ÖĞRENME PROJESİ

23435004013-MELIKA JIBRIL SEID

03/06/2025 | BURSA TEKNİK UNIVERSİTESİ

İÇİNDEKİLER

PROJENİN TANITIMI	2
PROBLEM DURUMU	2
ORTAM TASARIMI	2
DURUM VE EYLEMLER	2
SABİT DEĞERLER.....	3
FORMULLER.....	3
EĞİTİM DÖNGÜSÜ	4
ÖDÜL FONKSİYONU	4
SONUÇLAR	5
TOPLAM GÜNLÜK ÖDÜL.....	5
AYLIK ÖDÜL	5
ÖRNEK BİR GÜNÜN (240. GÜN) SAATLİK VERİLERİ.....	6
REFERANS	6

PROJENİN TANITIMI

Bu proje İstanbul şehride bulunan bir ofisin akıllı havalandırma sistemini temsil etmektedir. Bu akıllı klima sistemi dışarıdaki ve içerideki hava durumu incelemekle birlikte naive bayes çıkarımı kullanarak mesai saatlerini öğrenip sadece insanlar olduğu zamanda hava sıcaklığının önceden uygun olarak belirlenmiş aralık içerisinde kalmasını sağlamaktadır. Böylece enerjiden tasarruf sağlamaktadır. Öğrenme süreci tablosal Q-öğrenme yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Python dili ve kütüphaneleri kodlamak için kullanılmıştır. Gerekli materyaller ve kodlar github üzerinden paylaşılmıştır.

[Github linki](https://github.com/m3likaj/HVAC-Q-Learning): <https://github.com/m3likaj/HVAC-Q-Learning>

PROBLEM DURUMU

Konut ısıtması, toplam konut enerji tüketiminin %63,1'ini oluşturmaktadır. Maliyet ve enerji tasarrufu amacıyla ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme sistemi otomasyonu, son 20 yıl boyunca araştırma konusu olmuştur.[1] Öğrenme sürecinin amacı, kullanıcının belirlediği sıcaklık değerinin en düşük maliyetle korunmasını sağlamaktır. Bayesyen çıkarım kullanılarak odanın dolu olma durumu tahmin edilir; böylece artık boş olan odaların ısıtılmasına gerek kalmadığından daha fazla maliyet tasarrufu sağlanabilir.

ORTAM TASARIMI

Ortam tasarımı için temel kaynak ve ilham E. Barrett and S. Linder'in "Autonomous HVAC Control, A Reinforcement Learning Approach"[1] makalesinden alınmıştır. Bu makaledeki sabit değerler ve formüller baz alınarak bir ofis ortamı tasarlanmıştır. Ofis İstanbul şehrinde bulunurken 1990 yılındaki hava durumu ile modellenmiştir. Ofisin boyutları 3×3 metredir. Energy Plus [2]sitesinden alınan İstanbulun 1 yıllık hava durum verisine göre sıcaklık -8°C ve 31°C arasında değişmektedir. Ofisin çalışma saatleri ise her gün 8:00-18:00 arasında olacak şekilde belirlenmiştir. Ofisteki insan olup olamama durumu bir sensor tarafından edinmekte olup ilgili sensor her dakikada bir durumu kontrol ederek dönüş sağlamaktadır. Odadaki klima hem ısıtma hem de soğutmayı sağlamaktadır. Ortam gym formatına uygun olacak şekilde kodlanmış olup bayesian çıkarım yapmak için ayrı bir sınıf tanımlanmıştır.

DURUM VE EYLEMLER

Ajan olan klima ortamdan 3 veri almaktadır. Bunlar ofisin sıcaklığı (room temprature/rt), dışarıdaki sıcaklık (outside temprature/ot) ve insanların gelmesine kadar olan tahmini zaman süresi (time to occupancy/tto)dur. Bu verileri aldıktan sonra yapabileceği 3 eylem (action) var. Bunlar da ısıtmayı açma (Heat On), soğutmayı açma (Heat Off) ve klimayı kapatmaktır (Therm Off). Öğrenme süresinde klima her dakikada 3 eylemden birini gerçekleştirmektedir.

SABİT DEĞERLER

Ad	Değer
Yüzey Alanı	<ul style="list-style-type: none">○ $Surface Area = 54 m^2$
Hacim	<ul style="list-style-type: none">○ $Volume = 27 m^3$
Isıtıcı Gücü	<ul style="list-style-type: none">○ $Heater output = 1000 W$
Havanın Isı Kapasitesi	<ul style="list-style-type: none">○ $Heat Capacity of Air = 718 J/kgK$
Hava Yoğunluğu	<ul style="list-style-type: none">○ $Air Density = 1.3 Kg/m^3$
Tavan, Zemin ve Duvarın U Değeri	<ul style="list-style-type: none">○ $U_{Ceiling} = 0.4$○ $U_{Floor} = 0.5$○ $U_{Wall} = 0.6$

FORMULLER

Ortamı tasarlamak için E. Barrett and S. Linderin makalesinden aşağıdaki formuller alınarak fonksiyonlara dönüştürülmüştür. Ayrıca çalışma saatlerini tahmin eden bayes çıkarımcı sınıfı tanımlanmıştır ilgili fonksiyonlar, kullandıkları formuller ve görevleri bu şekildedir.

Fonksiyonun/Sınıfın Adı	Görevi	Formül
calculate_heat_transfer	Odanın bileşenleri (zemin, tavan ve duvar) yoluyla dış ortama giden ısı akışını hesaplar.	<ul style="list-style-type: none">○ $Heat Transfer = U_{value} \times Surface Area \times (rt - ot)$<ul style="list-style-type: none">▪ rt = room temprature▪ ot = outdoor temprature○ $Heat Transfer_{Total} = Heat Transfer_{Ceiling} + Heat Transfer_{Floor} + Heat Transfer_{Wall}$

calculate_change_in_temp	Odadaki sıcaklığın değişimini hesaplar	<ul style="list-style-type: none"> ○ $Temperature\ Increase = \frac{(Heater\ Output - Heat\ Transfer_{Total}) \times Time(sec)}{Heat\ Capacity\ of\ Air \times Volume}$
get_outside_temp	Dışarıdaki hava durumunu dakikalık bir şekilde hesaplar	<ul style="list-style-type: none"> ○ $Outdoor\ Temp\ Change\ per\ min = \frac{Temp\ at\ T - Temp\ at\ T+1}{60}$
class BayesianOccupancyPredictor	Odada insan olma ihtimalini hesaplar	<ul style="list-style-type: none"> ○ $P'(s = s a, s = s) = \frac{P(S = S a, S = S) \times Expc + 1}{Expc'}$ <ul style="list-style-type: none"> ▪ $Expc = experience\ counter$ (tecrübe sayacı) ○ $P(X Y) = \frac{P(Y X) \times P(X)}{P(Y)}$

EĞİTİM DÖNGÜSÜ

Eğitim parametreleri bu şekildedir:

- alpha = 0.1
- gamma = 0.99
- epsilon = 1.0
- epsilon_decay = 0.5
- Hedef sıcaklık → 23
- Çalışma saatleri → 8:00 – 18:00
- Sıcaklık Toleransı → ± 2 (21-24°C)
- Günler → 365
- Tekrar sayısı (yıl) → 100

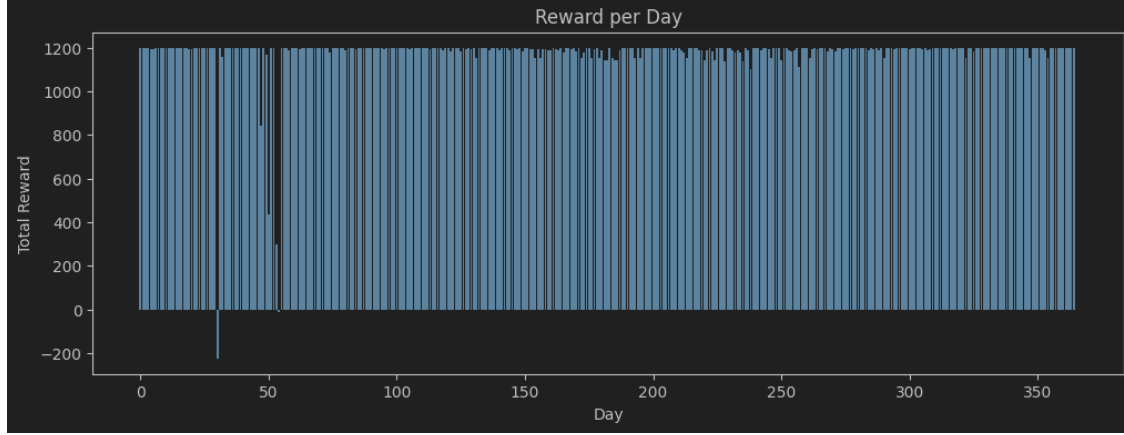
ÖDÜL FONKSİYONU

- Oda sıcakken ısıtmayı açma veya soğukken soğutmayı açma → -5
- İnsanın gelmesine bir saatten fazla varken klimayı açma → -10
- Odada insan varken oda sıcaklığı toleransın dışında ise → -15
- Odada insan varken oda sıcaklığı optimum ise (hedef \pm tolerans) → +30

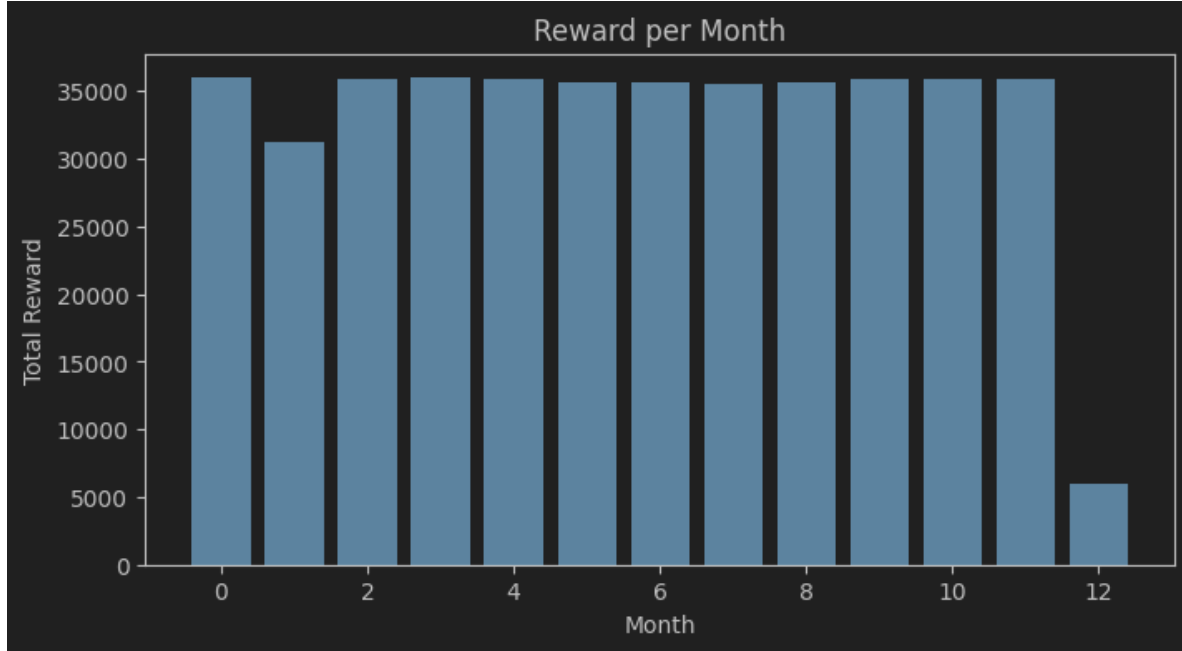
SONUÇLAR

Son yılın eğitim verileri kaydedilmiş olup matplotlib ile çizilmiştir.

TOPLAM GÜNLÜK ÖDÜL



AYLIK ÖDÜL



ÖRNEK BİR GÜNÜN (240. GÜN) SAATLİK VERİLERİ



REFERANS

- [1] E. Barrett and S. Linder, “Autonomous HVAC Control, A Reinforcement Learning Approach,” vol. 9286, A. Bifet, M. May, B. Zadrozny, R. Gavalda, D. Pedreschi, F. Bonchi, J. Cardoso, and M. Spiliopoulou, Eds., in Lecture Notes in Computer Science, vol. 9286. , Cham: Springer International Publishing, 2015, pp. 3–19. doi: 10.1007/978-3-319-23461-8_1.
- [2] U.S. Department of Energy, “Energy Plus.” Accessed: Jun. 03, 2025. [Online]. Available: https://energyplus.net/weather-location/europe_wmo_region_6/TUR/TUR_Istanbul.170600_IWEC