

Çok Adımlı Uzay Zamansal Sayısal Hava Durumu Verisi Tahmini

Selim Furkan Tekin^{1, 2}, Bilgin Aksoy³

¹Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü, Bilkent Üniversitesi, Ankara, Türkiye

tekin@ee.bilkent.edu.tr

²DataBoss A. Ş., Ankara, Türkiye

furkan.tekin@data-boss.com.tr

³Enformatik Enstitüsü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara, Türkiye

bilgin.aksoy@metu.edu.tr

1. Giriş

- Günümüzde, yüksek çözünürlüklü sayısal hava durumu tahmini için, fiziksel modeller kullanılmaktadır.
- Bu tahminler için yüksek işlem gücü gerekmektedir.
- Her bir nokta için, diferansiyel denklemler çözülmekte ve atmosfer modellenmektedir.

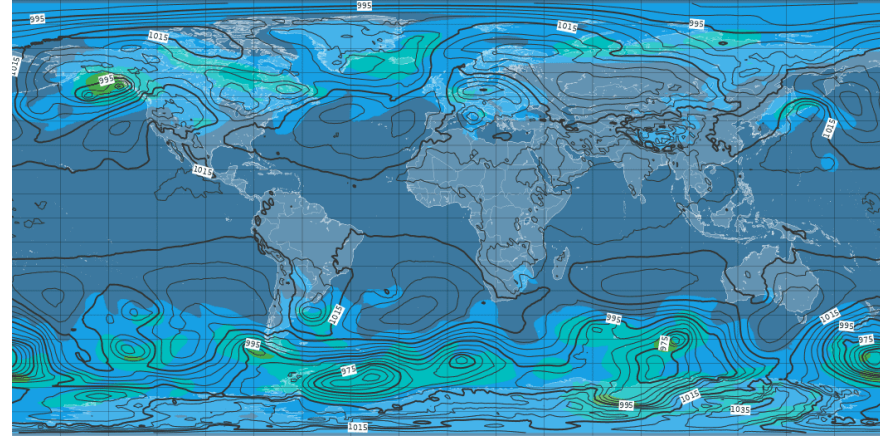


Fig. 1: ICMWF internet web sitesi kapak sayfası görseli, <https://www.ecmwf.int>

1. Giriş

- Alternatif olarak Derin Öğrenme modellerinin performansı incelenmiştir.
- Zamansal ve mekânsal tahmin oluşturabilecek model yapısı amaçlanmıştır.
- Çok adımlı tahmin yapmak hedeflenmiştir. Örneğin 5 gün sonraki hava durumu tahmin yapmak.

2. Yapılmış Çalışmalar

- Bilgisayarlı görü teknikleri kullanarak, radar haritalarının ekstrapolasyonunu oluşturmak. Örnek modeller:
 - *Evrişimli ağlar*
 - *Optik akım yöntemleri*
- *Evrişimli Uzun Kısa Bellekler* yine bilgisayarlı görü tekniği olarak sunulmuştur.

3. Problem Tanımı

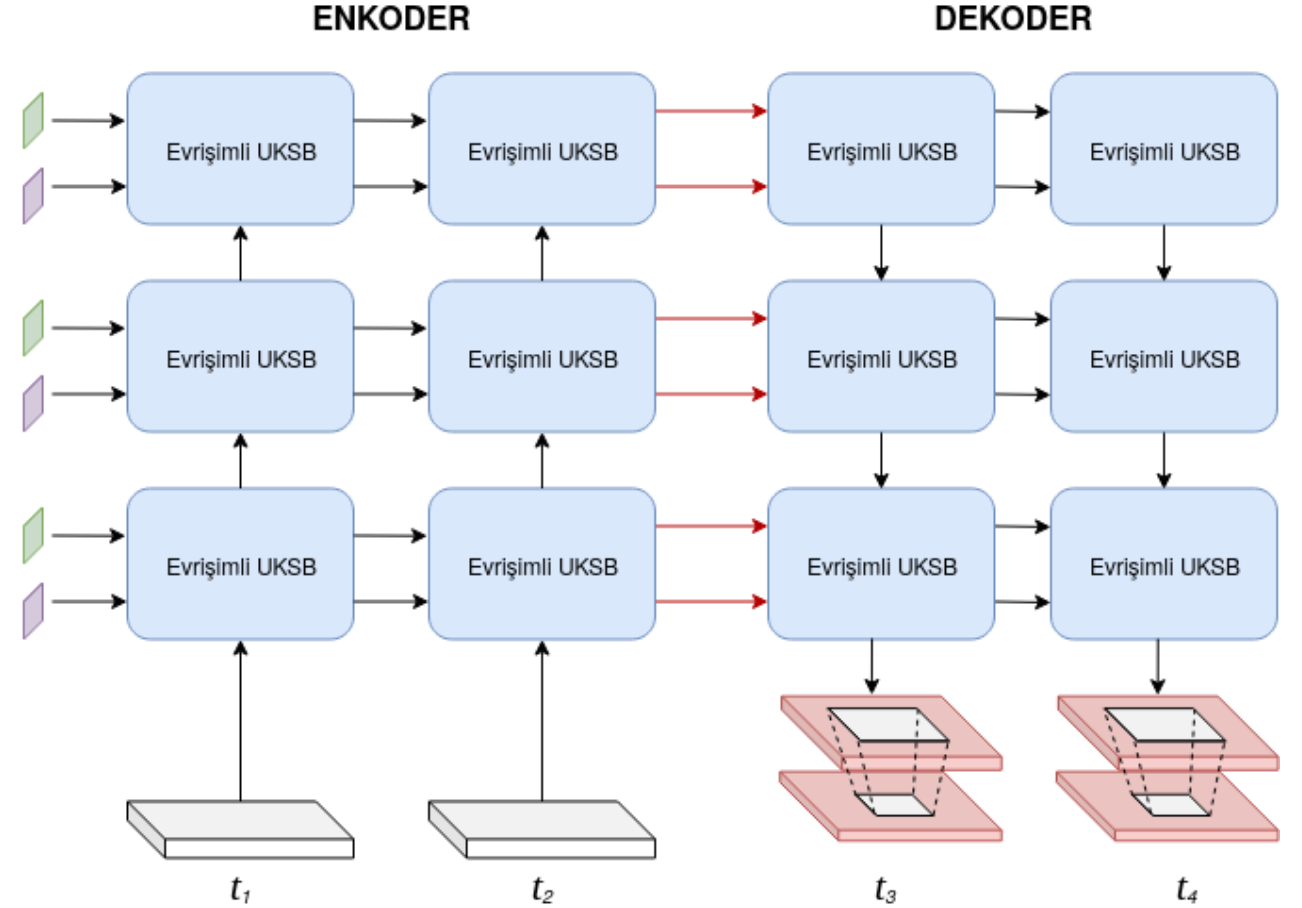
- Modelin girdisi \mathbf{X}_i , $i \in \{t - W_{in}, t - W_{in} + m, \dots, t\}$
- Modelin çıktısı \mathbf{Y}_i , $i \in \{t + m, \dots, t + W_{out}\}$
- $\mathbf{X}_i \in \mathbb{R}^{M \times N \times d}$, $\mathbf{Y}_j \in \mathbb{R}^{M \times N \times d}$
- M, N uzaysal boyutlar, d öznitelik sayısı.
- Veri kümesi:
 - $D: \left\{ \left\{ \mathbf{X}_i \right\}_{i=t-W_{in}}^t, \left\{ \mathbf{Y}_j \right\}_{j=t+1}^{t+W_{out}} \right\}_{t=W_{in}}^{L-W_{out}}$
 - L toplam zamansal adım sayısını temsil etmektedir.

3. Problem Tanımı

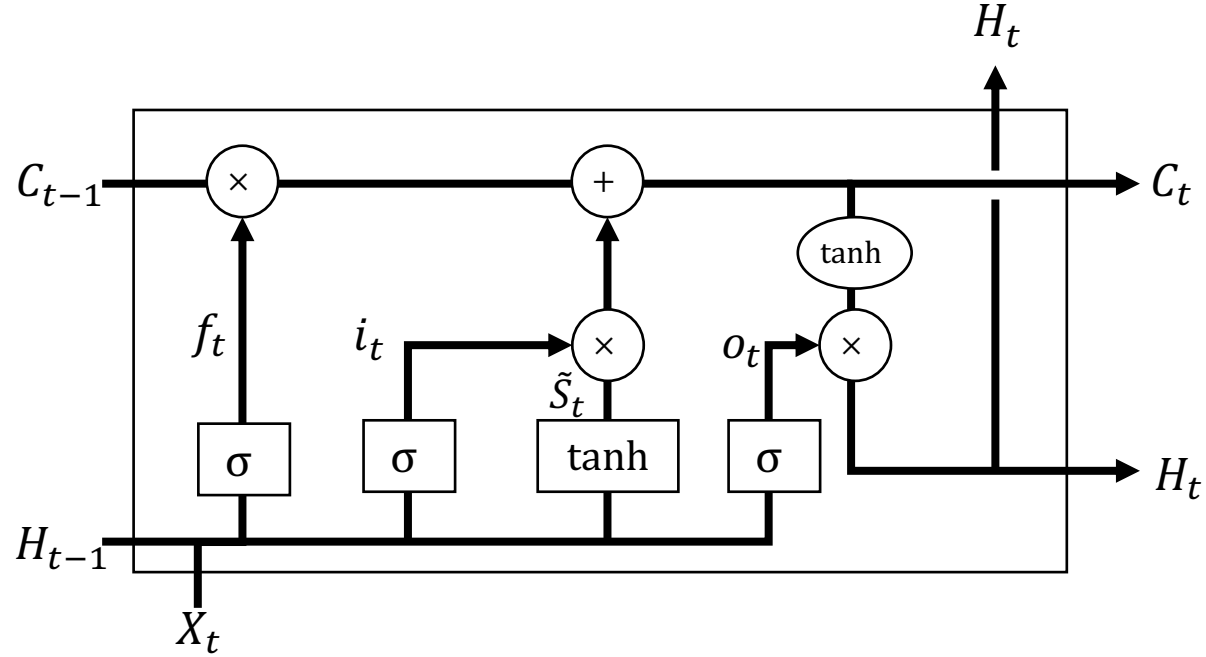
- Veri kümesi $D_{eğitim}$, $D_{doğrulama}$ ve D_{test} olarak 3 bölünmektedir.
- $Y_j \in \mathbb{R}^{M \times N \times d}$ olduğundan problem bir bağlantım problemidir.
- Kayıp fonksiyonu:
 - $L = \frac{1}{MN} \sum_{k=1}^M \sum_{l=1}^N (y_{k,l} - \hat{y}_{k,l})^2$
- Hata fonksiyonu, verinin mini balyalarını kullanarak Adam optimizasyonu ile eğitilecektir.

4. Yöntem

- Kodlayıcı ve şifre çözücü ile iki aşamadan oluşmaktadır
- Girdiler bağlam ve durum vektörlerine kodlanmaktadır
- $h_t = f(x_t, h_{t-1})$
- $c = q(\{h_1, \dots, h_{T_S}\})$
- $f = UKSB, q = h_{T_S}$
- Modelin seq2seq özelliği çok adımlı tahmin yapmayı mümkün kılıyor.



4. Yöntem



$$\begin{aligned}i_t &= \sigma(\mathbf{W}_{xi} * \mathbf{X}_t + \mathbf{W}_{hi} * \mathbf{H}_{t-1} + \mathbf{W}_{ci} \circ \mathbf{C}_{t-1} + \mathbf{b}_i) \\f_t &= \sigma(\mathbf{W}_{xf} * \mathbf{X}_t + \mathbf{W}_{hf} * \mathbf{H}_{t-1} + \mathbf{W}_{cf} \circ \mathbf{C}_{t-1} + \mathbf{b}_f) \\C_t &= f_t \circ C_{t-1} + i_t \circ \tanh(\mathbf{W}_{xc} * \mathbf{X}_t + \mathbf{W}_{hc} * \mathbf{H}_{t-1} + \mathbf{b}_c) \\o_t &= \sigma(\mathbf{W}_{xo} * \mathbf{X}_t + \mathbf{W}_{ho} * \mathbf{H}_{t-1} + \mathbf{W}_{co} \circ C_t + \mathbf{b}_o) \\H_t &= o_t \circ \tanh(C_t)\end{aligned}$$

5. Deneyler

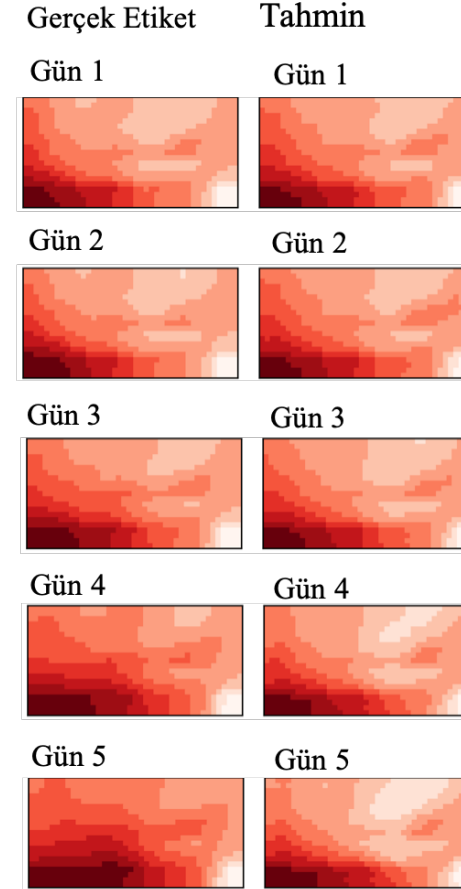
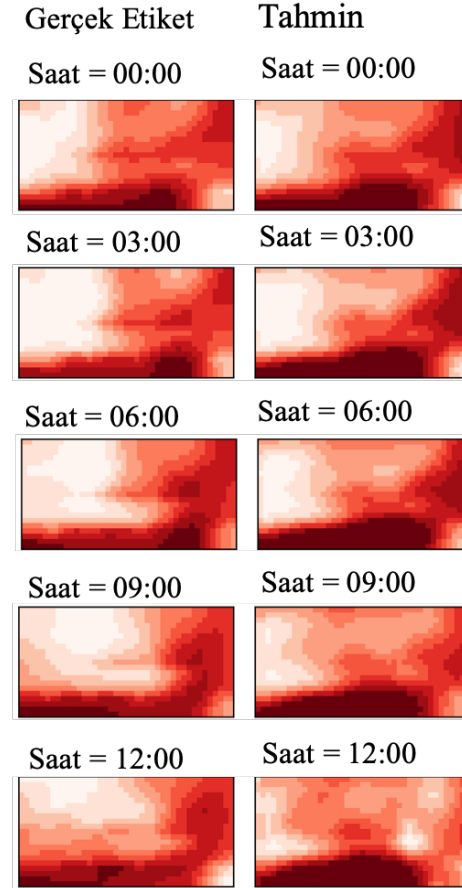
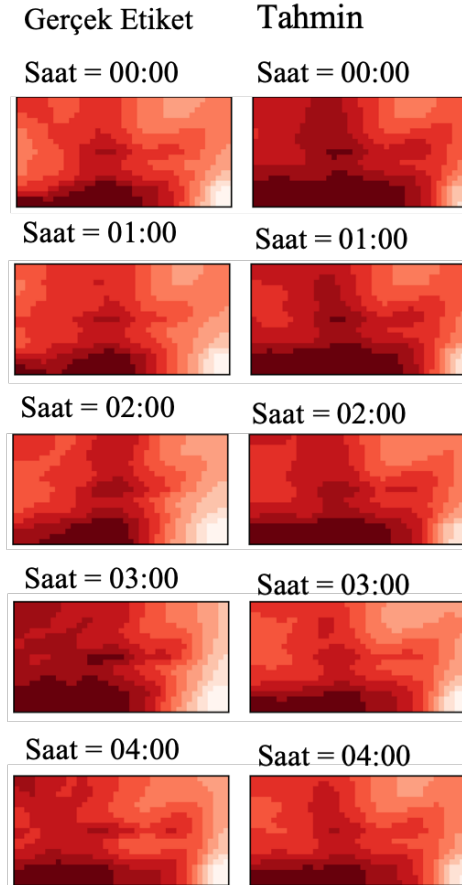
- Kullanılan veri kümesi, 451 günlük Londra hava durumuna aittir.
- Veri kümesinde öznitelik olarak *sıcaklık, basınç, nem, rüzgar yönü, rüzgar hızı* bulunmaktadır.
- Veri $M = 21, N = 41$ boyutundadır. Verinin 1, 3 ve 24 saatlik ortalamaları kullanılmıştır.
- Modele girdi verisi beş zaman adımı olarak verilmiştir ve sonraki beş zaman adımı tahmin edilmiştir.

5. Deneyler

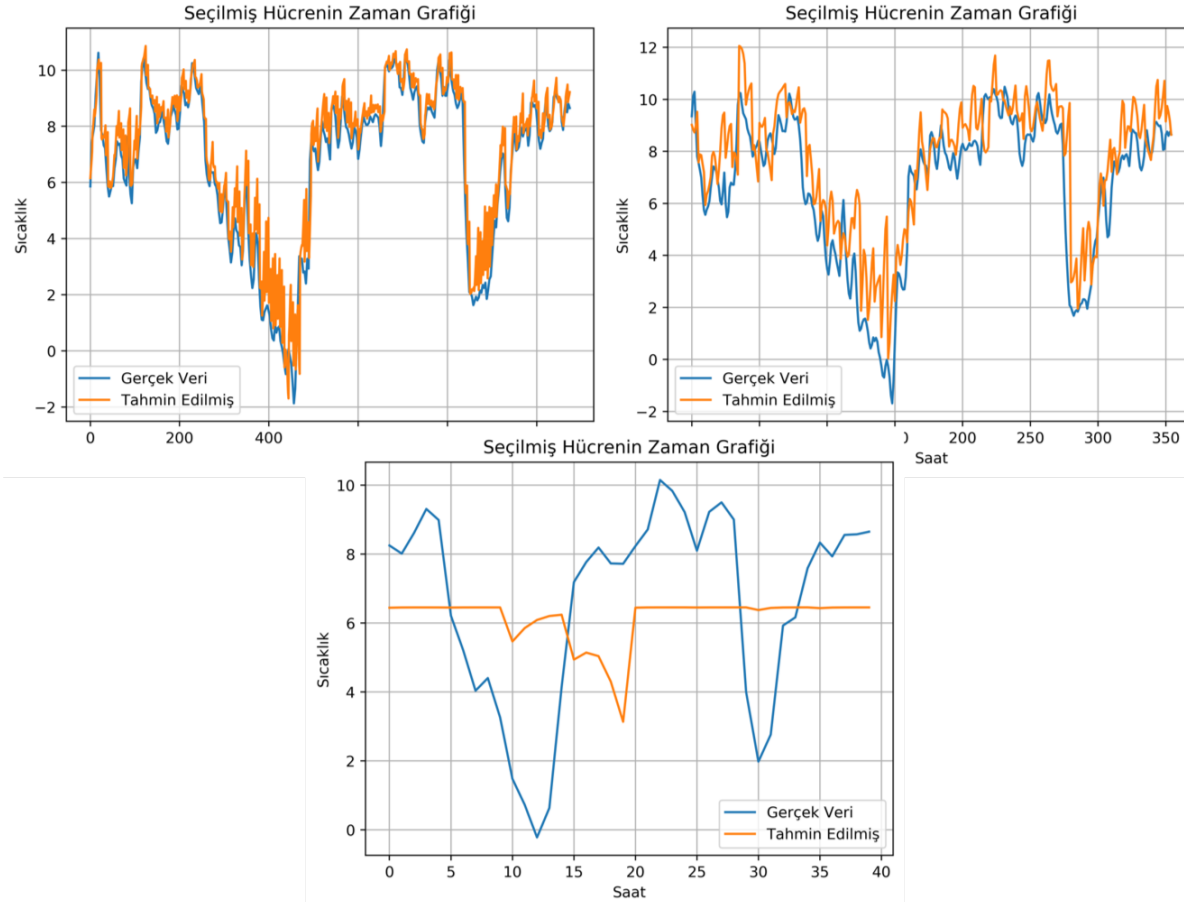
- Karşılaştırma Modelleri:

- Ağırlıklı Kayan Ortalama: Her zamansal adımda tahminin ortalama karesel hatasına bakılarak, Stokastik Gradyan Düşüşü ile zamansal maskedeki her zaman adımındaki ağırlık değeri eğitilmiştir.
- Üstel Kayan Ortalama: Zamansal maske sabittir ve yakın zamandaki değerlere ağırlık vermektedir.
 - $\hat{y}_{T+1|T} = \alpha y_T + \alpha(1 - \alpha)y_{T-1} + \alpha(1 - \alpha)^2 y_{T-2} + \dots$
 - $0 \leq \alpha \leq 1$

5. Deneyler



5. Deneyler



TABLO I: MODEL PERFORMANSLARI

Modeller	Saatlik Aralık		
	1sa (OKH)	3sa (OKH)	24sa (OKH)
AKO	1.89	4.45	15.50
ÜKO	3.21	5.35	16.29
EUKSB	1.08	3.98	11.94

Teşekkürler...