



Ders Bilgi Formu

Ders Adı	Kodu	Yerel Kredi	AKTS	Ders (saat/hafta)	Uygulama (saat/hafta)	Laboratuvar (saat/hafta)
Derin Öğrenmenin Matematiksel Temelleri	MTM5134	3	7.5	3	0	0

Önkoşullar	Yok
------------	-----

Yarıyıl	Güz, Bahar
---------	------------

Dersin Dili	İngilizce, Türkçe
-------------	-------------------

Dersin Seviyesi	Yüksek Lisans Seviyesi
-----------------	------------------------

Ders Kategorisi	Uzmanlık/Alan Dersleri
-----------------	------------------------

Dersin Veriliş Şekli	Yüz yüze
----------------------	----------

Dersi Sunan Akademik Birim	Matematik Mühendisliği Bölümü
----------------------------	-------------------------------

Dersin Koordinatörü	Mert Bal
---------------------	----------

Dersi Veren(ler)	
------------------	--

Asistan(lar)ı	
---------------	--

Dersin Amacı	
--------------	--

Dersin İçeriği	
----------------	--

Opsiyonel Program Bileşenleri	Yok
-------------------------------	-----

Ders Öğrenim Çıktıları

Haftalık Konular ve İlgili Ön Hazırlık Çalışmaları

Hafta	Konular	Ön Hazırlık
1	Derin Öğrenmeye Giriş ve Temel Matematiksel Problemler	Kavramsal: Derin öğrenmenin klasik makine öğrenmesinden farkını, "öğrenme problemi"nin bir optimizasyon problemi olarak nasıl formüle edildiğini inceleyin. Matematik: Küme teorisi, fonksiyon kavramı (tanım/değer kümesi), vektör-matris gösterimi, temel türev ve gradyan fikrini gözden geçirin. Hazırlık sorusu: Bir regresyon problemini "en iyi fonksiyonu bulma" problemi olarak nasıl ifade edersiniz?

2	Aktivasyon Fonksiyonları	Kavramsal: Doğrusal olmayan (non-linear) dönüşümlerin ağlara neden gerekli olduğunu inceleyin. Matematik: Reel analiz temelleri, limit, süreklilik, türevlenebilirlik; üstel ve logaritmik fonksiyonlar; sigmoid, tanh, ReLU'nun türev davranışlarını gözden geçirin. Hazırlık: ReLU'nun sıfırda türevlenemez olması pratikte neden büyük bir problem yaratmaz?
3	Maliyet Fonksiyonları	Kavramsal: Kayıp (loss) ile maliyet (cost) fonksiyonu farkını, öğrenmenin bir minimizasyon problemi olarak nasıl kurulduğunu inceleyin. Matematik: Konvekslik kavramı, normlar (L1, L2), olasılık ve olabilirlik (likelihood) temelleri; çapraz entropi (cross-entropy) kaybının olabilirlik ile ilişkisini araştırın. Hazırlık sorusu: MSE konveks bir fonksiyon mudur? Cross-entropy için aynı soruyu sorun.
4	Minimum Bulma Algoritmaları	Ön bilgi: Maliyet fonksiyonları ve konvekslik tekrar edilmeli. Matematik: Çok değişkenli kalkülüs, gradyan, Hessian matrisi, Taylor serisi açılımı; özdeğer/özvektörlerin bir kritik noktanın minimum/maksimum/eyer noktası olup olmadığını nasıl belirlediğini araştırın. Kısa çalışma: İki değişkenli basit bir fonksiyon için 2–3 iterasyon gradyan inişi yapın. Hazırlık sorusu: Öğrenme oranı (learning rate) çok büyük seçilirse yakınsama neden bozulabilir?
5	Soyut Nöron Modeli	Kavramsal: Bir nöronun matematiksel olarak afin dönüşüm + aktivasyon fonksiyonu bileşimi olarak nasıl tanımlandığını inceleyin. Matematik: Lineer cebir, iç çarpım, matris-vektör çarpımı, afin dönüşümler, hiperdüzlemler. Hazırlık sorusu: Tek bir nöron geometrik olarak neyi temsil eder (örn. ikili sınıflandırmada)?

6	Sinir Ağlarının Matematiksel Yapısı	Ön bilgi: Soyut nöron modeli tekrar edilmeli. Matematik: Matris kalkülüsü, zincir kuralı (chain rule), bileşke fonksiyonlar; ileri yayılımın (forward pass) katmanlar arası fonksiyon bileşkesi olarak yazılışını inceleyin. Hazırlık: Geri yayılımın (backpropagation) aslında zincir kuralının otomatik/sistemik uygulanması olduğunu küçük bir 2 katmanlı ağ üzerinde göstermeye çalışın.
7	Yaklaşım Teoremlerine Giriş	Kavramsal: Bir sinir ağının "hangi fonksiyonları temsil edebileceği" sorusunun neden önemli olduğunu inceleyin. Matematik: Fonksiyonel analiz temelleri, kompaktlık, düzgün (uniform) yakınsama; klasik Weierstrass yaklaşım teoremine giriş yapın. Hazırlık sorusu: "Evrensel yaklaşıklama" ifadesi tam olarak ne anlama gelir, her fonksiyon rastgele az hatayla mı yaklaşılabılır, yoksa belirli koşullar altında mı?
8	Midterm 1 / Practice or Review	
9	Tek Boyutlu Girdiler ve Evrensel Yaklaşıklayıcılar	Ön bilgi: Yaklaşım teoremlerine giriş tekrar edilmeli. Matematik: Stone-Weierstrass teoremi, düzgün yakınsama, temel ölçü teorisi kavramlarına giriş. Hazırlık sorusu: Tek gizli katmanlı bir ağın evrensel yaklaşıklayıcı olması, pratikte neden çok derin ağların tercih edilmesini engellemez?
10	Kesin Öğrenme ve Bilgi Temsili	Kavramsal: "Kesin öğrenme" (exact learning) ile "yaklaşık öğrenme" arasındaki farkı inceleyin. Matematik: Bilgi teorisi temelleri, entropi, kombinatorik sayma prensipleri. Hazırlık sorusu: Bir ağın belirli bir eğitim kümesini "ezberlemesi" (interpolate etmesi) ile genelleme yapabilmesi arasındaki matematiksel gerilim nedir?
11	Bilgi Kapasitesi ve Sinir Ağlarının Temsil Gücü	Ön bilgi: Bilgi temsili tekrar edilmeli. Matematik: VC boyutu, kombinatorik sınırlar, olasılıksal genelleme sınırları (generalization bounds) kavramlarına giriş. Hazırlık sorusu: Bir ağın parametre sayısı arttıkça kapasitesi de artar; bu artış neden her zaman daha iyi genelleme anlamına gelmez?

12	Havuzlama ve Evrişimli Sinir Ağlarının Matematiksel Temelleri	Kavramsal: Konvolüsyonel katmanların parametre paylaşımı ve yerellik (locality) ilkelerini inceleyin. Matematik: Konvolüsyon işlemi, temel Fourier fikirleri, tensör cebiri temelleri. Hazırlık sorusu: Havuzlama (pooling) işlemi matematiksel olarak bir bilgi kaybı mıdır, yoksa bir tür değişmezlik mi kazandırır?
13	Tekrarlayan Sinir Ağlarının Matematiksel Temelleri	Ön bilgi: Zincir kuralı ve gradyan tabanlı optimizasyon tekrar edilmeli. Matematik: Dinamik sistemler, fark denklemleri, kararlılık analizi için özdeğerlerin rolü; zamanla geri yayılımda (backpropagation through time) gradyanların neden patlayabileceğini/kaybolabileceğini araştırın. Hazırlık sorusu: Gradyan kaybolması (vanishing gradient) problemi RNN'lerde neden özellikle şiddetlidir?
14	Sınıflandırma Teorisi ve Üretici Modeller	Kavramsal: Ayırıştırıcı (discriminative) ile üretici (generative) modeller arasındaki farkı inceleyin. Matematik: Olasılık dağılımları, Bayes teoremi, karar sınırları (decision boundaries); KL ıraksaması (divergence) kavramına giriş yapın. Hazırlık sorusu: Bir sınıflandırıcının olasılık dağılımını doğrudan modellemesi (üretici) ile sadece karar sınırını öğrenmesi (ayırıştırıcı) arasındaki fark ne zaman pratik önem kazanır?
15	Stokastik Sinir Ağları ve Genel Değerlendirme	Kavramsal: Belirlenimci (deterministic) ağlar ile stokastik ağlar arasındaki farkı inceleyin. Matematik: Stokastik süreçler, Markov zincirleri, temel olasılık teorisi tekrarı. Genel değerlendirme hazırlığı: Dönem boyunca işlenen konulardan (optimizasyon, yaklaşım teoremleri, bilgi kapasitesi, CNN/RNN matematiği) en az ikisini birbirine bağlayan kısa bir literatür/özet çalışması hazırlayın. Tartışma sorusu: "Derin öğrenmenin matematiksel temellerinde bugün hâlâ tam çözülmemiş en önemli soru nedir?"
16	Final	

Değerlendirme Sistemi

Etkinlikler	Sayı	Katkı Payı
Devam/Katılım		
Laboratuvar		
Uygulama		
Arazi Çalışması		
Derse Özgü Staj		
Küçük Sınavlar/Stüdyo Kritiği		
Ödev		
Sunum/Jüri		
Projeler		
Seminer/Workshop		
Ara Sınavlar		
Final		
Dönem İçi Çalışmaların Başarı Notuna Katkısı		0
Final Sınavının Başarı Notuna Katkısı		
TOPLAM		0

AKTS İşyükü Tablosu

Etkinlikler	Sayı	Süresi (Saat)	Toplam İşyükü
Ders Saati			
Laboratuvar			
Uygulama			
Arazi Çalışması			
Sınıf Dışı Ders Çalışması			
Derse Özgü Staj			
Ödev			
Küçük Sınavlar/Stüdyo Kritiği			
Projeler			
Sunum / Seminer			
Ara Sınavlar (Sınav Süresi + Sınav Hazırlık Süresi)			
Final (Sınav Süresi + Sınav Hazırlık Süresi)			
Toplam İşyükü			0
Toplam İşyükü / 30(s)			0.00
AKTS Kredisi			0

Diğer Notlar	Yok
--------------	-----