

Fuat Kaan Mirza, Ph.D.

Doğrusal olmayan dinamikler, graf-nonlinear tabanlı karmaşık sinyal işleme, graf teorisi, ağ bilimi, güvenilir-açıklanabilir hesaplamalı yapay zekâ ve karar-bilimsel modelleme, zaman serileri modelleme ve tahmin alanlarında disiplinlerarası araştırmacı

Kadir Has Üniversitesi • Elektrik-Elektronik Mühendisliği

E-posta: fkmirza@ieee.org

ORCID: 0000-0002-7664-0632

Google Scholar • ResearchGate • Kurumsal profil

Özet

Doğrusal olmayan zaman serisi analizi, graf tabanlı sinyal işleme, hesaplamalı zekâ ve karar-bilimsel modellemenin kesişiminde çalışan disiplinlerarası araştırmacı. Araştırma programı; çok ölçekli, durağan olmayan ve karmaşık gözlemlerden güvenilir bilgi çıkarımı için sembolik dinamikler, görünürlük ve durum geçiş grafları, faz uzayı geometrisi, entropi ve fraktal ölçüler, dalgacık ayrıştırıcıları, derin öğrenme ve yorumlanabilir modelleme yöntemlerini ortak bir bilimsel çerçevede bütünleştirir.

Çalışmalarında temel amaç, ham ölçüm dizisini doğrudan sınıflandıran kara-kutu bir model kurmak değildir. Bunun yerine; gözlemin yapısal temsilini, bu temsilin taşıdığı dinamik bilgiyi, öğrenme algoritmasının bu bilgiyi nasıl kullandığını ve elde edilen olasılığın hangi karar koşullarında güvenilir olduğunu aynı analitik zincir içinde ele alırım. Bu yaklaşım; ağ topolojisi, karmaşıklık nicemleyicileri, çok çözünürlüklü sinyal betimleyicileri, kalibrasyon, belirsizlik ve karşı-olgusal açıklamaları birbirine bağlar.

Uygulama alanlarım Türk klasik müziği ve dijital kültür verileri; finansal zaman serileri, kripto-varlıklar ve kredi riski; titreşim analizi, prognostik ve kestirimci bakım; EEG/ECG gibi biyomedikal sinyaller; enerji ve çevre sistemleri; 1, 2 ve 3 boyutlu sinyallerde matematiksel modelleme ve yapay zekâ; yüksek frekanslı kablosuz iletişim ağlarında ayrıştırma ve kestirim algoritmaları; yapay sinir ağlarında optimizasyon, train-loss algoritmaları ve çok girdi-çok çıktı mimarilerin tasarımları ile matematiksel fizik kökenli karmaşık, adaptif sistemleri kapsar. Bu alanlar arasında yöntem aktarımı yaparken, her problemin ölçüm geometrisi, zaman ufku, hata maliyeti ve doğrulama koşullarını ayrı ayrı tanımlar; performansın yanı sıra model kararlılığı, genellenebilirliği ve bilimsel yorumlanabilirliğini de değerlendiririm.

Araştırma yaklaşımım kuram, hesaplama ve uygulama arasında çift yönlü bir ilişki kurmayı hedefler: İstatistiksel fizik, ağ bilimi ve operatör temelli düşünce, veri odaklı modellerin yapısal sınırlarını açıklamak için kullanılır; uygulama verileri ise yeni matematiksel hipotezlerin ve hesaplamalı deneylerin kaynağı olarak görülür. Bu yönelim, güvenilir yapay zekâ, bilimsel makine öğrenmesi ve yüksek etkili karar-destek sistemleri için hem metodolojik hem de uygulamalı katkılar üretmeye odaklanır.

Akademik görev

- **Araştırma Görevlisi** | Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Kadir Has Üniversitesi, İstanbul (2024–günümüz).
- **Doktora Bursiyeri** | **TÜBİTAK 1001-125E734** Türk Müziğinde Form Karakteristikleri, Prozodik Uyum Anlayışının Zamansal Evrimi ve Meşk Zincirleri: Bestekâr–İcracı Etkileşimlerinde Ayırıştırma, Nonlinear Dinamikler ve Ağbilimsel Perspektiflerle Analiz Projesi Doktora Bursiyeri, Yürütücü: Doç. Dr. Tunçer Baykaş, Nisan 2026-Ağustos 2026.
- **Doktora Bursiyeri** | **TÜBİTAK 1505-5220055** Şirket Kredi Başvurularında Dinamik Finansal Skorlama ve Kredilendirme için Yapay Zeka Tabanlı Karar Destek Sistemi Projesi Doktora Bursiyeri, Yürütücü: Dr. Arif Selçuk Öğrenci, 2022-2024.

Eğitim

- **Doktora** | Elektronik Mühendisliği, Kadir Has Üniversitesi (2022–2026). Tez: Development of Nonlinear Techniques and Computational Intelligence for Information Retrieval from Multiscale Time Series Across Diverse Signal Domains. Danışman: Doç. Dr. Tunçer Baykaş. Tez savunması: 30 Nisan 2026.

Doktora tezinden çıkan, hazırlanmakta olan araştırma projeleri:

1. **TÜBİTAK 1001-125E734 (Başlama tarihi: 15 Nisan 2026):** Türk Müziğinde Form Karakteristikleri, Prozodik Uyum Anlayışının Zamansal Evrimi ve Meşk Zincirleri: Bestekâr–İcracı Etkileşimlerinde Ayırıştırma, Nonlinear Dinamikler ve Ağbilimsel Perspektiflerle Analiz, Yürütücü: Doç. Dr. Tunçer Baykaş
 2. **TÜBİTAK 1001 Önerisi:** Dalgacık Tabanlı Çok-Ölçekli Örgütlenme ve Graf Sinyal İşleme ile Karmaşık Uyarım Sistemlerinde Rejim-Bifürkasyon Dinamiklerinin Genellenebilir Zaman Serisi Bilgi Çıkarımı Perspektifiyle Modellenmesi: Biyomedikal ve Titreşim Sinyalleri Üzerinde Kuramsal ve Deneysel Doğrulama, Yürütücü: Doç. Dr. Tunçer Baykaş
 3. **TÜBİTAK 1001 Önerisi:** Milimetre-Dalga/THz Çok-Kullanıcı Çok-Girişli Çok-Çıkışlı (ÇGÇÇ) Sistemlerde Kanal Durum Bilgisinin Geometrik Öğrenimi: Manifold-Tabanlı Doğrusal Olmayan Boyut İndirgeme ve Derin Sinir Ağları ile KDB Sıkıştırma, Geri-Kazanım, Işın Yönetimi ve Girişim Bastırma Algoritmalarının Geliştirilmesi, Yürütücü: Doç. Dr. Tunçer Baykaş
- **Lisans** | Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Kadir Has Üniversitesi 2022.
 - **Lisans** | Bilgisayar Mühendisliği, Kadir Has Üniversitesi 2022.

Araştırma alanları

- **Doğrusal olmayan zaman serisi ve karmaşık dinamikler:** Higuchi ve çok ölçekli fraktal boyut, örnekleme/spektral/difüzyon entropisi, permutation entropisi, Lempel–Ziv karmaşıklığı, rekürens nicemleme analizi ve Lyapunov-türü büyüme ölçüleriyle düzenlilik–rastlantısallık–kaos sürekliliğinin karakterizasyonu; sembolik dinamik dizileri, gecikmeli faz uzayı gömmesi ve faz uzayı geometrisi; çok kararlılık, senkronizasyon, metastabilite, bifürkasyon ve rejim geçişleri; vekil veri sınamalarıyla istatistiksel anlamlılık denetimi ve istatistiksel fizik esinli üretici modelleme.
- **Graf sinyal işleme, ağ bilimi ve topolojik temsil:** Zaman serilerinden türetilen görünürlük ve yatay görünürlük grafları, sembolik durum geçiş ağları, benzerlik ağları ile fiziksel sensör/iletişim ağları; graf Laplasyeni spektrumu, cebirsel bağlantılilik (λ_2), spektral aralık ve spektral entropi, efektif direnç, merkeziyet ölçüleri, topluluk yapısı ve topolojik betimleyiciler; rastgele geometrik ağlar,

zamanla değişen dinamik ağlar, perkolasyon eşiği ve en büyük bileşen/bileşen-boyut istatistikleri; çok ölçekli ağ temsilleri ve spektral erken uyarı göstergeleri.

- **Hesaplamalı zekâ ve güvenilir makine öğrenmesi:** Artık LSTM, ConvLSTM ve evrimsel-yinelemeli mimariler, Transformer ve evrimsel öz-dikkat, doğrusal olmayan manifold gömmeleri; LightGBM/XGBoost/CatBoost ile topluluk ve model füzyonu tasarımları; sınıf dengesizliği ve örnekleme tasarımı, olasılıksal kalibrasyon, belirsizlik nicelemesi ve uyumlu öngörü; SHAP tabanlı öznitelik atfı, kısmi bağımlılık ve karşı-olgusal karar analizi; ablasyon çalışmaları, iç içe çapraz doğrulama, bootstrap güven aralıkları ve dış-örnek değerlendirmeyeyle validasyon tasarımı.
- **Finansal yapay zekâ ve karar bilimi:** Ticari kredi başvuru skorlaması, temerrüt riski, kabul-red eşikleri, portföy sıralaması ve karar maliyeti analizi; çok modellenli ikili skorlama çerçevelerinde Kendall tau tabanlı model uyumu, öznitelik-özgül ve örneklem-güdümlü uyum analizleri ile sıralama kararlılığı; sembolik dinamikler ve durum geçiş graflarıyla rejim-duyarlı hisse senedi öngörüsü, görünürlük grafi temelli topoloji-duyarlı ve açıklanabilir kripto-varlık modelleri; olasılık kalibrasyonu, belirsizlik bölgeleri ve insan denetimli karar-destek tasarımı.
- **Çok alanlı sinyal zekâsı:** Müzik bilişimi ve hesaplamalı etnomüzikoloji (makam tanıma, usûl/ritmik asimetri sınıflandırması, besteci üslubu, koro icrasında kolektif senkronizasyon); titreşim dinamiği, malzeme/durum ayrımı, anomali tespiti, prognostik ve kalan faydalı ömür kestirimine dayalı kestirimci bakım; EEG/ECG biyosinyalleri; birincil enerji arzı ve çok kirleticili hava kalitesi öngörüsü; tüm bu alanlarda ölçümden yapısal temsile, temsilden öğrenen modele ve modelden denetlenebilir karara uzanan ortak yöntem zinciriyle bilgi çıkarımı.
- **Matematiksel modelleme ve bilimsel hesaplama:** Hücrel özdevinirlerde faz sınıflandırması, hasar yayılımı, mikrokanonik ve kanonik motif toplulukları ile Ising eşlemesi; Clifford- ve Grassmann-değerli özdevinirlerde cebirsel değişmezlerin öğrenilmesi; optimal taşıma, operatör kuramı ve spektral analiz; zayıf Maxwell–Chern–Simons öz-indüksiyonu, tekil elektromanyetik akım ilmekleri, Hamiltonyen eğri dinamikleri ve spektral düzenleme problemleri; fizik-bilgili, veri odaklı modelleme ve bilimsel makine öğrenmesi.
- **Biyomedikal ve nörodinamik sinyal analizi:** EEG/ECG ve fizyolojik zaman serilerinde MODWT ve dalgacık paket ayrıştırması, ölçek-bağımlı enerji ve zaman-frekans betimleyicileri; doğrusal olmayan nicemleyiciler (fraktal boyut, entropi ailesi, rekürens nicemleme) ve sembolik durum geçiş istatistikleri; çok modellenli sınıflandırma, olasılık kalibrasyonu ve açıklanabilirlik yoluyla patolojik örüntünün hangi zaman, frekans ve yapısal özelliklerden kaynaklandığını gerekçelendiren, klinik olarak yorumlanabilir sinyal temsilleri ve karar-destek çerçeveleri.

Özgül araştırma uzmanlıkları ve bilimsel ilgi alanları

- **Durağan olmayan zaman serilerinin yapısal yeniden temsili:** Araştırma sorusu, durağan olmayan ve çok bileşenli bir gözlemin bilgi içeriğinin örnek uzayında değil, ona eşlik eden yapısal nesnelerde kodlandığı varsayımının sınanmasıdır: sıralı ölçümler sembolik dinamik dizilerine, görünürlük ve yatay görünürlük graflarına, durum geçiş ağlarına, gecikmeli faz uzayı gömmelerine, rekürens graflarına, çok çözünürlüklü dalgacık katsayılarına ve zaman-frekans enerji dağılımlarına eşlenir. Bu eşlemeler geçici rejimleri, lokal düzensizlikleri, ölçekler arası etkileşimleri ve yapısal kırılmaları ağsal, geometrik ve istatistiksel değişmezlere dönüştürür; böylece ham örnek uzayında görünmeyen düzenlilikler ölçülebilir hâle gelir. Yöntemsel ölçüt, temsilin yalnızca ayırt edici olması değil; gömme parametrelerine, örnekleme frekansına ve pencere uzunluğuna karşı kararlı ve tersine yorumlanabilir olmasıdır.
- **Doğrusal olmayan karmaşıklık nicemleme:** Düzenlilik–rastlantısallık–kaos sürekliliği; Higuchi ve çok ölçekli fraktal boyutlar, örnekleme, spektral ve difüzyon entropileri, permutation entropisi,

Lempel–Ziv karmaşıklığı, rekürens nicemleme analizi (belirlenimcilik, laminarlık, kapan süresi), Lyapunov-türü büyüme ölçüleri ve faz uzayı geometrisi aracılığıyla çok boyutlu bir karmaşıklık vektörü olarak nicelenir. Ölçütlerin gömme boyutuna, gecikmeye, ölçek aralığına ve gürültü düzeyine duyarlılığı sistematik olarak taranır; istatistiksel anlamlılık faz-rastgeleleştirilmiş ve AAFT tipi vekil verilerle sınanır. Kavramsal duruş, karmaşıklık ölçülerini sınıflandırıcıya girdi sağlayan sıradan öznetelikler olarak değil, üretici fiziksel veya davranışsal mekanizmaya ilişkin yorumlanabilir kanıtlar olarak ele alınmaktadır.

- **Graf sinyal işleme ve dinamik ağ bilimi:** Zaman serilerinden türetilen görünürlük ağları, durum geçiş grafları ve benzerlik ağları ile fiziksel sensör/iletişim ağları, graf Laplasyeni üzerinden ortak bir spektral çerçevede incelenir: cebirsel bağlantılılık (λ_2), spektral aralık ve spektral entropi, efektif direnç, özdeğer yoğunluğu, merkezilik dağılımları, topluluk yapısı ve bileşen-boyut istatistikleri. Sinyaller graf üzerinde tanımlı alanlar olarak ele alındığında; düzgünlük, enerji yoğunlaşması ve graf-filtre yanıtı, klasik zaman-frekans ölçütlerinin yerine geçebilen betimleyiciler sağlar. Temel hipotez, ağ topolojisindeki yeniden yapılanmaların rejim değişimi, bağlantı kaybı, anomali oluşumu ve sistem dayanıklılığıyla sistematik biçimde ilişkili olduğu ve bu ilişkinin ölçekler arası tutarlı bir gösterge kümesiyle izlenebileceğidir.
- **Spektral erken uyarı ve perkolasyon dinamikleri:** Rastgele geometrik ağlar, uyarlanan etkileşim ağları ve fiziksel iletişim/sensör ağlarında perkolasyon eşiğine yaklaşan sistemlerin yapısal öncülleri incelenir; ilgi odağı, kritik noktada ıraksayan büyüklükler değil, eşik öncesinde gecikmesiz ölçülebilen göstergelerdir. Cebirsel bağlantılılık, spektral entropi, özdeğer yoğunluğunun kenar davranışı, en büyük bileşen oranı ve bileşen-boyut entropisi; erken uyarı gücü, yanlış alarm oranı, örneklem boyutundan bağımsızlık ve sonlu-boyut ölçekleme davranışı bakımından karşılaştırılır. Amaç, ani bağlantı kaybı ve faz geçişi için istatistiksel fizik temelli, ağ boyutuna göre normalize edilebilir ve operasyonel eşiğe çevrilebilir bir erken uyarı çerçevesi geliştirmektir.
- **Çok ölçekli sinyal fiziği ve dalgacık tabanlı modelleme:** MODWT, dalgacık paket ayrıştırması, ölçek-bağımlı enerji ve varyans ayrışımı, çapraz-ölçek korelasyonu, harmonik-yapısal betimleyiciler ve zaman-frekans temsilleriyle akustik, titreşimsel, biyomedikal ve çevresel sinyallerin çok ölçekli örgütlenmesi modellenir. Kaydırmaya değişmez ayrışım, ölçek başına enerji-entropi profilleri ve ölçekler arası bağımlılık yapısı, fiziksel süreçlerin farklı zaman ölçeklerinde bıraktığı imzaları birbirinden ayırmak için kullanılır. Yöntemsel hedef, bu imzaları karar modellerine bilgi kaybı olmadan taşımak ve ölçekler arası istatistiksel ya da nedensel bağı, ölçek seçiminin sonuçlar üzerindeki etkisi açıkça raporlanacak biçimde görünür kılmaktır.
- **Müzik bilişimi, hesaplamalı etnomüzikoloji ve kolektif senkronizasyon:** Türk klasik müziğinde makam, usûl, besteci üslubu, perde dizileri, ritmik asimetri ve koro koordinasyonu; kültürel kodların gömülü olduğu doğrusal olmayan dinamik sistemler olarak ele alınır. Spektrogramdan ardışık perde dizisi öğrenen artık LSTM mimarileri, görünürlük grafları, fraktal ve entropik ölçüler, ritmik geçiş ağları ve rekürens analizi birlikte kullanılarak besteci kimliklendirme, makamsal yapı çözümleme ile toplu icrada senkronizasyon ve metastabilite ölçümü gerçekleştirilir. Kuramsal iddia, üslup ve makam gibi kültürel kategorilerin tek bir akustik imzaya indirgenemeyeceği; ancak çok ölçekli dinamik betimleyiciler uzayında nicel, tekrarlanabilir ve müzikolojik olarak yorumlanabilir ayrımlar oluşturduğudur.
- **Biyomedikal sinyal analitiği ve klinik karar desteği:** EEG ve ECG gibi biyofizyolojik sinyaller; dalgacık temsilleri, doğrusal olmayan dinamik nicemleyiciler, sembolik durum geçiş istatistikleri ve açıklanabilir öğrenme modellerinin birleştirildiği çok modellenli bir çerçevede incelenir. Değerlendirme; denek-bağımsız bölmeleme, sınıf dengesizliğine duyarlı ölçütler, olasılık kalibrasyonu ve belirsizlik kestirimi üzerinden yürütülür, kararsız örnekler için erteleme ve uzman yönlendirme seçenekleri tanımlanır. Nihai hedef yalnızca yüksek sınıflandırma başarısı değil; patolojik örüntünün hangi zaman, frekans ve yapısal bileşenlerden kaynaklandığını gerekçelendirebilen, klinik değerlendirmeyi destekleyen güvenilir karar çerçeveleridir.

- **Endüstriyel prognostik ve durum izleme:** Titreşim, bozulma ve operasyonel sensör verilerinden arıza belirtisi çıkarımı; anomali tespiti, sağkalım ve risk modellemesi ile kalan faydalı ömür kestirimi ortak bir bozulma-durumu formalizmi içinde ele alınır. Çok alanlı bozulma imzaları, grup-temelli öznitelik füzyonu, ağ ve dalgacık temsilleri, doğrusal olmayan manifold gömmeleri, belirsizlik nicemleme ve uyumlu öngörü yaklaşımları birleştirilir. Başarı ölçütü salt kestirim hatası değil; uyarı ufkunun bakım penceresine uygunluğu, yanlış alarmin operasyonel maliyeti ve kararların çalışma koşulu değişimleri altındaki kararlılığıdır.
- **Finansal karmaşık sistemler ve sorumlu karar analitiği:** Kredi skorlama, temerrüt riski, kabul-red eşikleri, portföy sıralaması, piyasa rejimleri ve kripto-varlık dinamikleri; tahmin doğruluğu ile karar maliyetinin aynı amaç fonksiyonunda değerlendirildiği bir karar-bilimsel çerçevede incelenir. Model uyumu, olasılık kalibrasyonu, örneklem ve senaryo duyarlılığı, Kendall sıra uyumu, belirsizlik bölgeleri ve insan denetimli yönlendirme; modellerin operasyonel güvenilirliğini ölçen birincil göstergeler olarak kullanılır. Araştırma duruşu, finansal modelin çıktısını nihai bir skor değil; gerekçesi denetlenebilir, maliyeti hesaplanabilir ve sıralama kararlılığı sınanmış bir karar önerisi olarak konumlandırmaktır.
- **Yorumlanabilir ve güvenilir yapay zekâ:** SHAP tabanlı öznitelik atfı, karşı-olgusal açıklamalar, kısmi bağımlılık ve etkileşim analizleri, model uyumu, belirsizlik kestirimi ve karar eşiği analizi; makine öğrenmesi çıktılarını denetlenebilir bilimsel gerekçelere dönüştürmek üzere birlikte kullanılır. Açıklamanın kendisi de bir ölçüm nesnesi olarak ele alınır: atıfların yeniden eğitime, örneklemeye ve veri kaymasına karşı kararlılığı, açıklama ile model davranışı arasındaki tutarlılık ve açıklamaların eyleme çevrilebilirliği sınanır. Öncelik; yüksek performanslı modellerin hangi veri koşullarında kararsızlaştığını, hangi değişkenlere aşırı bağımlı olduğunu ve karar hatalarının maliyet yapısını açıkça ortaya koyan validasyon tasarımlarındadır.
- **Matematiksel fizik, hücrel özdevinirler ve bilimsel makine öğrenmesi:** Hücrel özdevinirlerde faz sınıflandırması, hasar yayılımı, mikrokanonik ve kanonik motif toplulukları, Ising eşlemesi, renormalizasyon fikri ve spektral operatörler üzerinden hesaplamalı kuram geliştirilir; Clifford- ve Grassmann-değerli özdevinirlerde cebirsel değişmezlerin öğrenilebilirliği incelenir. Zayıf alan denklemleri, tekil akım ilmeklerinin elektromanyetik öz-indüksiyonu, Hamiltonyen eğri dinamikleri ve spektral düzenleme problemleri; analitik türetimin sayısal kararlılık analiziyle birlikte yürütüldüğü bir programda ele alınır. Bu programda bilimsel makine öğrenmesi bir vekil model değil; korunum yasalarına, simetrilere ve ölçekleme davranışına uyumu sınanabilen bir kuram-keşif aracıdır.
- **İstatistiksel deney tasarımı ve model validasyonu:** Ablasyon çalışmaları, iç içe çapraz doğrulama, bootstrap güven aralıkları, dış-örnek ve zaman-bloklı değerlendirme, veri kayması analizi, eşik duyarlılığı, hata maliyeti ve öznitelik kararlılığı; bilimsel iddianın kanıt zincirini kuran zorunlu bileşenler olarak tasarlanır. Karşılaştırmalar, hiperparametre bütçesi ve hesaplama maliyeti eşitlenmiş temel modeller üzerinde yürütülür; başarı farkları belirsizlik aralıklarıyla birlikte raporlanır. Benimsenen standart, yüksek performans bildiriminin ötesinde modelin başarısız olduğu koşulları, genellenebilirlik sınırlarını ve yeniden üretilebilirlik gereklerini açık biçimde ortaya koymaktır.
- **Yapısal kanıt zinciri ve karar için bilgi yeterliliği:** Araştırma programının birleştirici sorusu, bir gözlemden türetilen temsilin karar vermek için ne zaman yeterli bilgi taşıdığıdır. Bu amaçla ham gözlem-yapısal dönüşüm-öznitelik/operatör-olasılık tahmini-karar-sonuç zincirindeki her dönüşümün bilgi kaybı, kararlılığı, belirsizliği ve yorumlanabilirliği ayrı ayrı incelenir. Sinyalden görünürlük grafına, dalgacık katsayılarına veya faz uzayına geçişte korunan değişmezler; modelin bu nesneler üzerindeki duyarlılığı; olasılık çıktısının kalibrasyonu; nihai kararın hata maliyeti ve geri-besleme etkisi ortak bir analitik çerçevede birleştirilir. Amaç, yüksek doğruluk üreten ancak gerekçesi belirsiz modeller yerine, hangi yapısal bilginin kararı taşıdığını açıkça gösteren ve temsil değişimi, örneklem kayması ya da operasyonel koşul değişimi altında sınanabilen kanıt-temelli karar

sistemleri geliştirmektedir. Bu yaklaşım; müzikte üslup ayrımını, biyomedikal veride patolojik örüntüyü, endüstride arıza öncülünü ve finansta risk kararını aynı temel soru altında birleştirir: Modelin doğru karar vermesi için gerçekten hangi yapısai bilgi zorunludur?

Hakemli bilimsel yayınlar

1. **Mirza, F. K.**, Pekcan, ., Hekimoğlu, M. ve Baykaş, T. (2026). Topology-aware and interpretable cryptocurrency price forecasting via visibility graphs and ensemble models. *Evolving Systems*, 17, 102. <https://doi.org/10.1007/s12530-026-09867-1>
2. **Mirza, F. K.**, ğrenci, A. S., Bilge, A. H., Togan, A., Kardous, C., Hajjaoui, B., iek, B., Yksel, B., zvural, . G. ve Kasımoğlu, T. (2026). Evaluating model concordance in a multi-model binary scoring framework: feature-specific and sampling-driven agreement analyses using Kendall's tau rank correlation for credit risk assessment. *Neural Computing and Applications*, 38(7). <https://doi.org/10.1007/s00521-025-11806-1>
3. **Mirza, F. K.**, Pekcan, ., Hekimoğlu, M. ve Baykaş, T. (2025). Stock price forecasting through symbolic dynamics and state transition graphs with a convolutional recurrent neural network architecture. *Neural Computing and Applications*, 37(20), 15855–15890. <https://doi.org/10.1007/s00521-025-11325-z>
4. **Mirza, F. K.**, Baykaş, T., Hekimoğlu, M., Pekcan, . ve Paacı Tunay, G. (2025). Decoding rhythmic complexity: A nonlinear dynamics approach via visibility graphs for classifying asymmetrical rhythmic frameworks of Turkish classical music. *Applied Mathematics and Computation*, 507, 129565. <https://doi.org/10.1016/j.amc.2025.129565>
5. **Mirza, F. K.**, z, U., Hekimoğlu, M., Aydemir, M. T., Pural, Y. E., Baykaş, T. ve Pekcan, . (2025). A novel multiscale graph signal processing and network dynamics approach to vibration analysis for stone size discrimination via nonlinear manifold embeddings and a convolutional self-attention model. *Rock Mechanics and Rock Engineering*, 58(11), 12769–12799. <https://doi.org/10.1007/s00603-025-04779-z>
6. **Mirza, F. K.**, Baykaş, T., Hekimoğlu, M., Pekcan, . ve Paacı Tunay, G. (2024). Decoding compositional complexity: Identifying composers using a model fusion-based approach with nonlinear signal processing and chaotic dynamics. *Chaos, Solitons & Fractals*, 187, 115450. <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2024.115450>
7. **Mirza, F. K.**, Grsoy, A. F., Baykaş, T., Hekimoğlu, M. ve Pekcan, . (2024). Residual LSTM neural network for time dependent consecutive pitch string recognition from spectrograms: a study on Turkish classical music makams. *Multimedia Tools and Applications*, 83(14), 41243–41271. <https://doi.org/10.1007/s11042-023-17105-y>
8. **Mirza, F. K.** ve ğrenci, A. S. (2023). Using hybrid approaches for credit application scoring. *IEEE 23rd International Symposium on Computational Intelligence and Informatics (CINTI 2023)*, 111–116. <https://doi.org/10.1109/CINTI59972.2023.10382025>

Seçilmiş yayınların bilimsel katkısı

- **Kredi riski model uyumu ve karar güvenilirliği:** 44.119 ticari taşıt kredisi başvurusu üzerinde altı öğrenme ailesini, öznitelik kümelerini, örnekleme tasarımlarını ve model-füzyonlarını birlikte değerlendirir. Kendall tau tabanlı uyum analizi, salt başarı skorunun ötesine geçerek sıralama kararlılığını, karar tutarlılığını ve ngrsel sinerjiyi ölçülebilir bir yönetim göstergesine dönüştürür.

- **Hisse senedi öngörüsünde rejim-duyarlı temsil:** Fiyat serilerindeki geçişleri sembolik kodlama ve durum geçiş grafi aracılığıyla temsil eder; bu yapısal ara katmanları evrimsel-yinelemeli ağlarla birleştirerek durağan olmayan piyasalarda zaman bağımlılığını ve rejim değişimini karar modelinin doğrudan girdisi yapar.
- **Kripto-varlıklar için topoloji-duyarlı ve açıklanabilir öngörü:** Evolving Systems'te yayımlanan çalışma, kripto-varlık fiyat serilerini görünürlük graflarına dönüştürerek ağ-topolojik özellikleri topluluk öğrencileriyle bütünleştirir. Mimari, tahmin performansını yorumlanabilir öznitelik önemleri ve ağ yapısının piyasa davranışıyla ilişkisi üzerinden karar-destek bağlamına taşır.
- **Usûl sınıflandırması ve kültürel ritim bilimi:** 628 eser ve 40 usûl sınıfı için enerji zarfı, difüzyon entropisi ve görünürlük grafi tabanlı betimleyiciler kullanır; bildirilen 0,99 sınıflandırma başarısı, asimetrik ritmik yapıların doğrusal olmayan dinamikler ve ağ bilimi ile ayrıştırılabileceğini gösterir.
- **Titreşim dinamiği, taş boyutu ayrımı ve kestirimci bakım:** Üç eksenli vibro-dinamik gözlemlerde çok ölçekli graf özelliklerini doğrusal olmayan manifold gömme ve evrimsel öz-dikkat ile birleştirir. Yöntem, üretim/işleme ortamlarında ham titreşimden yorumlanabilir durum göstergesi ve operasyonel ayırım üretmeye yönelik bir prototip çerçevesi sunar.
- **Besteci kimliklendirmesinde model füzyonu:** 380 kompozisyon ve 15 besteci üzerinde çok çözünürlüklü analiz, spektral entropi ve kaotik betimleyicileri LSTM tabanlı model füzyonuyla birleştirir; müzikal üslubun tek bir akustik imzaya indirgenemeyen, çok katmanlı dinamik bir yapı olduğunu nicel olarak ele alır.
- **Makam tanıma ve sıralı perde modelleme:** Spektrogramdan ardışık perde dizisini öğrenen artık LSTM mimarisiyle Türk klasik müziğinde makamın zamansal-melodik organizasyonunu sınıflandırır; bu yaklaşım, ham ses gösterimleri ile kültürel olarak anlamlı tonal kimlik arasında derin bir temsil köprüsü kurar.
- **Araştırma programının metodolojik ortak paydası:** Yayınlar; karmaşık ölçümü yapısal temsile, yapısal temsili öğrenen modele ve öğrenen modeli denetlenebilir karara bağlayan ortak bir zincir kurar. Bu yaklaşım finans, endüstri, biyomedikal sinyal işleme ve müzik bilişimi arasında yöntem aktarımını mümkün kılar.

Hakem değerlendirmesi aşamasındaki ön baskı ve açık erişim araştırma çıktıları

1. **Mirza, F. K.** Microcanonical and Canonical Motif Ensembles for Cellular Automata: Ising Correspondence, Damage Spreading, and Phase Classification. SSRN Electronic Journal (2026). <https://doi.org/10.2139/ssrn.7083566>
2. **Mirza, F. K.** Machine Learning the Phase Structure and Algebraic Invariants of Clifford- and Grassmann-Valued Cellular Automata. Research Square (2026). <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-10394430/v1>
3. **Mirza, F. K.** Weak Maxwell–Chern–Simons Self-Induction of Singular Current Loops: Spectral Formulation, Hamiltonian Curve Dynamics, and Numerical Study. SSRN Electronic Journal (2026). <https://doi.org/10.2139/ssrn.6890388>
4. **Mirza, F. K., Baykaş, T., Ediger, V. Ş.** Multiscale Structural Complexity and Cross-National Similarity in Primary Energy Supply Forecasting: A Graph Signal Processing Approach. SSRN Electronic Journal (2026). <https://doi.org/10.2139/ssrn.7240579>
5. **Mirza, F. K., Baykaş, T.,** Multi-Pollutant Forecasting Across Europe: A Methodologically Coherent Benchmark of Deep and Ensemble Learning Architectures. SSRN Electronic Journal (2026). <https://doi.org/10.2139/ssrn.6557144>

6. **Mirza, F. K.,** Baykaş, T., Hekimoğlu, M., Pekcan, Ö. Hybrid Modeling of Remaining Useful Lifetime via Multidomain Degradation Signatures and Group-Wise Feature Fusion. SSRN Electronic Journal (2026). <https://doi.org/10.2139/ssrn.6031200>
7. **Mirza, F. K.,** Baykaş, T., Hekimoğlu, M., Pekcan, Ö. Interpretable Multi-Model EEG Signal Classification Employing MODWT and Nonlinear Dynamics Quantifiers with State Transitional Statistics. SSRN Electronic Journal (2024). <https://doi.org/10.2139/ssrn.4931753>

Sanayi araştırması ve teknik altyapı

Sanayi araştırması yaklaşımı, ham operasyonel veriyi izlenebilir risk sinyallerine ve karar vericinin denetleyebileceği eylem önerilerine dönüştüren uçtan uca sistem tasarımına dayanır. CNC titreşim verileri ve kestirimci bakım için TimescaleDB/PostgreSQL tabanlı zaman serisi arşivleme, bölümlenmiş öznitelik depoları, Numba/PyArrow ile yüksek hacimli işleme, ayrık arıza kümelerine duyarlı eğitim-doğrulama ayrımları ve LightGBM/yığınlama toplulukları geliştirilmiştir.

- **Finansal karar verme altyapısı:** Kredi başvurusu, tahsilat, işlem ve müşteri davranışı verilerinde veri kalite denetimi, zaman sızıntısı önleme, ürün/segment tabakalı örnekleme, maliyet-duyarlı sınıflandırma ve karar eşiği optimizasyonu. Amaç yalnızca temerrüt olasılığı üretmek değil; risk iştahı, portföy kapasitesi ve insan inceleme kaynaklarıyla uyumlu, denetlenebilir kabul/red/yönlendirme politikaları tasarlamaktır.
- **Çok-modelli skorlama ve belirsizlik yönetimi:** LightGBM, XGBoost, CatBoost, lojistik kalibrasyon, derin tablosal modeller ve yığınlama tabanlı çok-modelli çerçeveler; ROC-AUC/Gini yanında kalibrasyon, kabul oranı, risk-kapsama eğrisi, karar kararlılığı, hata maliyeti ve grup-bazlı performans üzerinden karşılaştırılır. Gri bölge/insan-inceleme katmanı, belirsiz örneklerin otomatik karar yerine kanıta dayalı ikinci aşama değerlendirmeye aktarılmasını destekler.
- **Açıklanabilirlik ve model yönetişi:** SHAP-LIME, özellik duyarlılığı, karşı-olgusal açıklamalar, örnekleme/özellik kümesi stres testleri ve Kendall tau tabanlı sıralama uyumu ile model davranışı izlenir. Bu katman, model değişikliklerinin portföy sıralaması üzerindeki etkisini görünür kılar; doğrulanabilir karar kayıtları, periyodik drift analizi ve yeniden eğitim tetikleyicileri için temel sağlar.
- **Operasyonel araştırma ve dağıtım hazırlık:** Tekrarlanabilir veri boru hatları, özellik sözlüğü, deney günlüğü, sürümlenmiş model artefaktları, batch skorlama ve izleme panelleri; risk, bakım ve tahmin kullanım senaryoları için ortak altyapı olarak tasarlanır. Böylece akademik yöntemler deneme-yanılma prototiplerinden ölçülebilir iş etkisi hedefleyen güvenilir karar-destek bileşenlerine dönüştürülür.

Hakem değerlendirmesi / düzeltme aşamasında olan yayınlar

1. **Mirza, F. K.,** Pekcan, Ö., Hekimoğlu, M. ve Baykaş, T. Robust and Interpretable Condition Monitoring of Gearbox–Bearing Systems: Multi-Domain Features, Hierarchical Ensembles, and Cross-Benchmark Evaluation — Evolving Systems.
2. **Mirza, F. K.,** Pekcan, Ö. A Statistical Manifold Approach for Sub-Exponential Relaxation: Rao Distances, Cramér–Rao Bounds, and Identifiability of the Klafter–Blumen Fractal Dimension — CNSNS.
3. **Mirza, F. K.** Spectral Renormalization of the Magnetic Self-Energy of Filamentary Currents on Riemannian Three-Manifolds — Mathematical Physics, Analysis and Geometry.

4. **Mirza, F. K.** Wasserstein Barycentric Reduced-Order Modeling for Transport-Dominated Parametric PDEs — Acta Applicandae Mathematicae.
5. **Mirza, F. K.** Finite Polynomial Averages of Unitary Matrices: Singular-Value Majorization, Loewner Bounds, and Spectral Projectors — Linear Algebra and Its Applications.
6. **Mirza, F. K.,** Baykaş, T., Hekimoğlu, M., Pekcan, Ö. ve Paçacı Tunçay, G. Emergent Synchronization and Metastable Dynamics in Turkish Classical Choral Performances: A Network-Based Nonlinear Analysis.
7. **Mirza, F. K.** Nonlocal Tangent Dynamics and Nonnormal Amplification in Active Stresslet Suspensions — Journal of Engineering Mathematics özel sayısı.
8. **Mirza, F. K.,** Öğrenci, A. S., Bilge, A. H., Togan, A., Kardous, C., Hajjaoui, B., Çiçek, B., Yüksel, B., Özvural, Ö. G. ve Kasımoğlu, T. Evaluating Sampling Sensitivity in Credit Scoring: A Statistical Framework Integrating Predictive Metrics and Distributional Stability Analyses
9. **Mirza, F. K.** Nonlocal Tangent Dynamics and Nonnormal Amplification in Active Stresslet Suspensions — Journal of Engineering Mathematics özel sayısı.
10. **Mirza, F. K.,** Baykaş, T. Physics-Aware Performance Modeling of RIS-Assisted Terahertz MIMO ISAC Links under Joint Propagation, Beam, and Hardware Impairments.
11. **Mirza, F. K.,** Baykaş, T. Physics-Aware Nonstationary Modeling of Urban VHF Channels under Building Diffraction, Street-Canyon Propagation, and Mobility-Induced Fading.
12. **Mirza, F. K.,** Baykaş, T. Spectral Gap as an Early Indicator of Percolation Thresholds in Random Geometric Graphs.

İleri hazırlık / hedef dergi belirlenmiş yayınlar

1. **Mirza, F. K.** Spectral Transitions in State-Adaptive Kuramoto Networks: Transfer Operators, Fourier–Bessel Kernels, and Laplacian Resolvents — Complex Analysis and Operator Theory.
2. **Mirza, F. K.** Discrete-Event Simulation of Synchronization and Fragmentation Transitions in State-Adaptive Small-World Networks — Mathematics and Computers in Simulation.
3. **Mirza, F. K.** Quantitative Mean Ergodic Bounds for Finite Graph Dynamical Systems — Linear Algebra and Its Applications.
4. **Mirza, F. K.** Graph Optimal Transport Metrics for Detecting Synchronization and Fragmentation Transitions in Networked Dynamical Systems — Differential Equations and Dynamical Systems.
5. **Mirza, F. K.** Hamilton–Jacobi Optimal Transport Metrics for Early Detection of Bifurcations in Spatiotemporal Dynamical Systems — Journal of Computational Physics / CM&A.
6. **Mirza, F. K.** Exact Mean-Square Stability and Wavenumber-Selective Amplification in Randomly Switched Wave Media — Wave Motion.
7. **Mirza, F. K.,** Pekcan, Ö., Hekimoğlu, M. ve Baykaş, T. MODWT-Based Multiresolution Graph Features for Retail Demand Forecasting — International Journal of Forecasting.
8. **Mirza, F. K.,** Pekcan, Ö., Hekimoğlu, M. ve Baykaş, T. Palaces of Light, Shadows of Empire: Symmetry, Entropy, and Complexity in Orientalist Painting

Güncel araştırma programı: tematik portföy

- **Müzik bilişimi:** Makam, usûl, besteci kimliklendirmesi ve koro senkronizasyonu üzerinden Türk klasik müziğinin çok ölçekli, yapısal ve ağ-dinamik çözümlemesi.

- **Finansal ve tablosal öğrenme:** Sembolik dinamikler, durum geçiş grafları, güvenilir model füzyonu, imbalanced learning ve kredi riski kararlarının kararlılığı.
- **Prognostik ve durum izleme:** Titreşim analizi, çok alanlı bozulma imzaları, kondisyon izleme, RUL tahmini ve endüstriyel veri altyapıları.
- **Matematiksel fizik ve ağ bilimi:** Hücresel özdevinirler, motif toplulukları, perkolasyon, spektral aralık, optimal taşıma, operatör kuramı ve elektromanyetik akım ilmekleri.
- **Kablosuz haberleşme:** RIS destekli THz MIMO/ISAC, kentsel VHF kanalları, graf sinir ağlarıyla bağlantı kestirimi ve güvenilir yönlendirme.

Akademik hakemlik

Aşağıdaki dergiler için hakemlik faaliyeti yürütülmüştür: Biomedical Signal Processing and Control; Advances in Complex Systems: A Multidisciplinary Journal; Applied Soft Computing; Cognitive Neurodynamics; Discover Artificial Intelligence; Discover Computing; Expert Systems with Applications; IEEE/ACM Transactions on Audio, Speech, and Language Processing; Multimedia Tools and Applications; Scientific Reports; Neural Processing Letters; Artificial Intelligence Review; Machine Learning; npj Heritage Science; Acta Universitatis Sapientiae, Informatica; Journal of Computational and Applied Mathematics; Signal Processing; Physica A: Statistical Mechanics and its Applications; International Journal of Computational Intelligence Systems; Frontiers in Artificial Intelligence; Frontiers in Human Neuroscience.

Hakemlik yaklaşımı; deneysel tasarımın karıştırıcı etkenlere duyarlılığı, ablasyon yeterliliği, ölçüt–iddia uyumu, istatistiksel sına, belirsizlik kalibrasyonu ve hesaplama maliyetinin raporlanması eksenlerinde yapılandırılmıştır.

Teknik yetkinlikler

- **Bilimsel programlama ve sayısal prototipleme:** Python, MATLAB, SQL, Bash/WSL, JavaScript/Node.js, Java, C, C++, R, HTML, Jupyter ve Git ile algoritma prototipleme, çoklu deney senaryosu kurma, yüksek boyutlu veri işleme ve yayın-uyumlu hesaplama akışları geliştirme.
- **Zaman serisi ve sinyal işleme:** Örnekleme/yeniden örnekleme, detrending, normalizasyon, filtreleme, STFT ve zaman–frekans gösterimleri, MRA, CWT, MODWT/dalgacık paketleri, enerji zarfı, perde/harmonik betimleyiciler, otokorelasyon, gecikmeli gömme, rekürens grafi ve vekil veri testleri.
- **Doğrusal olmayan nicemleme:** Higuchi ve Katz fraktal boyutları, çok ölçekli entropi aileleri, spektral/difüzyon entropisi, Lempel–Ziv karmaşıklığı, RQA ölçütleri, kaos göstergeleri, faz uzayı topolojisi ve ölçek-duyarlı özellik seçimi. Gecikmeli faz uzayı, ilk karşılıklı bilgi minimumu ve yanlış en yakın komşu oranı kullanılarak (τ, m) parametreleriyle yeniden kurulur; Lyapunov üssü, rekürens oranı, determinism, laminarity, trapping time ve çizgi uzunluğu dağılımları üzerinden kararlılık, öngörülebilirlik ve intermittency analizi.
- **Ağ bilimi ve graf hesaplama:** Görünürlük ve durum geçiş grafları, ağırlıklı/yönlü ağ ölçütleri, merkeziyet, motif, topluluk algılama, Laplasyen spektrumu, algebraic connectivity, perkolasyon simülasyonları, graf sinyal işleme ve NetworkX/Graphviz tabanlı yapısal görselleştirme.
- **Makine öğrenmesi ve derin mimariler:** scikit-learn, PyTorch, TensorFlow, LightGBM, XGBoost, CatBoost; LSTM, GRU, ConvLSTM, 1B/2B CNN, Transformer, öz-dikkat, çok görünüşlü model füzyonu, sınıf-ağırlıklı eğitim, erken durdurma, hiperparametre araması ve çapraz doğrulama.

- **Tablosal risk modelleme:** Kredi riskinde kategorik/nümerik öznitelik mühendisliği, sınıf dengesizliği, segment-bazlı örnekleme, olasılık kalibrasyonu, ROC-AUC/Gini/KS/PR-AUC, maliyet-duyarlı eşik seçimi, kabul oranı–risk dengesi, sıralama kararlılığı ve model uyumu analizi.
- **Açıklanabilirlik, belirsizlik ve model denetimi:** SHAP-LIME ve permütasyon önemleri, kısmi bağımlılık incelemeleri, karşı-olgusal açıklamalar, kalibrasyon eğrileri, güven aralığı/bootstrapping, veri kayması, özellik kayması, performans ayrışması ve insan-inceleme gerektiren belirsizlik bölgelerinin tasarımı.
- **İstatistiksel çıkarım ve deney tasarımı:** Hipotez sınamaları, etki büyüklüğü, çoklu karşılaştırma farkındalığı, bootstrap, stratified/grouped/time-series çapraz doğrulama, ablation çalışmaları, duyarlılık analizleri, hata ayrıştırma ve metrik–iddia uyumunun eleştirel değerlendirilmesi.
- **Veri mühendisliği ve yüksek hacimli işleme:** MS-SQL, Parquet, JSON, TimescaleDB/PostgreSQL, PyArrow, Pandas, NumPy, Numba ve bölümlenmiş öznitelik depoları ile zaman damgalı veri modelleme, bellek-duyarlı toplu işleme, veri kalite denetimi, şema yönetimi ve ölçeklenebilir batch analizi.

Bilimsel yöntem ve analitik tasarım yetkinlikleri

1. Problem formülasyonu ve araştırma sorusunun mühendisliği

- Uygulama problemlerini yalnızca “tahmin edilecek hedef” olarak değil; gözlenebilir sistem davranışı, veri üretim mekanizması, fiziksel/operasyonel kısıtlar ve karar sonuçlarıyla birlikte tanımlar.
- Zaman serisi, ağ, sinyal veya tablosal veri için hedef değişkeni; zaman ufkunu, tahmin anını, karar birimini, hata tiplerini ve örneklem bağımlılıklarını açık biçimde ayırır.
- Finansal temerrüt tahmininde yanlış kabul–yanlış red maliyetini; kestirimci bakımda kaçırılan arıza ile gereksiz bakımın maliyetini; biyomedikal sınıflandırmada ise yanlış negatif ve yanlış pozitif risklerini problem tasarımına doğrudan dâhil eder.
- Araştırma sorusunu “hangi model daha yüksek doğruluk verir?” düzeyinden, “hangi yapısal temsil hangi koşullarda güvenilir, kararlı, yorumlanabilir ve eyleme dönük sonuç üretir?” düzeyine taşır.
- Durağan olmama, örneklem seçimi, veri sızıntısı, sınıf dengesizliği, gecikmeli etki, rejim değişimi ve dış-örnek kayması gibi sorunları analiz tasarımının başında tanımlar.

2. Yapısal temsil seçimi ve çoklu bakış açılı veri modelleme

- Aynı gözlemi ham zaman serisi, zaman-frekans düzlemi, dalgacık katsayıları, spektral betimleyiciler, sembolik diziler, gecikmeli faz uzayı, rekürens matrisi, görünürlük grafi, durum geçiş ağı ve tablosal öznitelik uzayı üzerinden paralel olarak inceleyebilir.
- Temsil seçimini model öncesi bir hipotez olarak ele alır: örneğin, bir müzik kaydında ritmik organizasyonun görünürlük ağındaki; bir EEG sinyalindeki düzensizliğin çok ölçekli entropide; kredi verisindeki karar sınırının ise öznitelik etkileşimleri ve sıralama yapısında daha iyi görünür hâle gelip gelmediğini test eder.
- Fraktal boyut, entropi, spektral eğim, dalgacık enerjisi, ağ merkeziliği, Laplasyen özdeğerleri, bileşen yapısı ve rekürens ölçütlerini salt yüksek boyutlu öznitelikler olarak değil, sistemin olası dinamik mekanizmasına ilişkin nicel göstergeler olarak yorumlar.
- Türk klasik müziği, titreşim verisi, finansal piyasa serileri ve biyomedikal işaretler gibi farklı alanlarda, alan bilgisini temsil tasarımına dâhil eden hibrit sinyal–ağ–öğrenme mimarileri geliştirir.
- Bir temsilden elde edilen performans artışının, gerçek yapısal bilgi kazanımından mı yoksa örnekleme/ölçekleme tercihinin mi kaynaklandığını ablation ve sağlamlık deneyleriyle ayırır.

3. Modelleme, karşılaştırma ve füzyon tasarımı

- Klasik istatistiksel modelleri, ağaç tabanlı topluluk yöntemlerini, derin öğrenme mimarilerini ve yapısal/hibrit modelleri aynı deney çerçevesinde karşılaştırır.
- k-en yakın komşu, lojistik regresyon, LightGBM, XGBoost, CatBoost, destek vektör makineleri ve istatistiksel temel modelleri; CNN, LSTM, residual LSTM, ConvLSTM, dikkat tabanlı ağlar ve tablosal Transformer mimarileriyle amaç-uygun biçimde konumlandırır.
- Özellikle model seçimini doğruluk ile sınırlamaz; AUC, PR-AUC, F1, duyarlılık, özgüllük, Gini, Brier skoru, kalibrasyon hatası, güven aralığı, işlem süresi ve bellek maliyetini birlikte değerlendirir.
- Model füzyonunda yalnızca oy çokluğu veya ortalama alma uygulamak yerine, modellerin hata korelasyonunu, tahmin sıralaması uyumunu, çeşitliliğini ve belirsizlik bölgelerindeki davranışını inceler.
- Finansal skorlama çalışmalarında Kendall'ın τ katsayısı ve sıra uyumu analizleriyle modellerin müşterileri ne kadar benzer biçimde sıraladığını; müzik ve biyomedikal sınıflandırmada ise sınıf-bazlı hata yapısını ve karışma örüntülerini değerlendirir.
- Modelin farklı veri bölmeleri, farklı zaman dönemleri, farklı sensör/kişi grupları ve farklı ölçek parametreleri altında ne kadar kararlı kaldığını temel bir bilimsel sonuç olarak raporlar.

4. Belirsizlik, kalibrasyon ve karar politikası tasarımı

- Olasılık çıktısını nihai karar olarak değil, bir karar politikası için girdi olarak ele alır. Olasılık–eylem dönüşümünü eşik seçimi, maliyet yapısı, karar kapsamı, güven düzeyi ve gerektiğinde insan onayı ile birlikte tasarlar.
- Kredi riski modellemesinde yüksek güvenli kabul ve red bölgelerini belirsiz/ara bölgeden ayıran çok aşamalı karar yapıları üzerinde çalışır; belirsiz örnekleri ikinci model, uzman incelemesi veya ek veri toplama sürecine yönlendiren akışlar kurar.
- Kalibrasyon eğrileri, Brier skoru, güvenilirlik diyagramları ve eşik duyarlılığı analizleriyle “yüksek olasılık” ifadesinin ne ölçüde gerçek riskle uyumlu olduğunu değerlendirir.
- Sınıflandırma eşiğinin sabit bir teknik ayar değil; portföy riski, kapasite, düzenleyici gereklilik, müşteri deneyimi ve hata maliyetleriyle değişen stratejik bir parametre olduğunu vurgular.
- Endüstriyel bakım uygulamalarında alarm eşiğini arıza olasılığı, kalan faydalı ömür, bakım penceresi ve üretim kesintisi maliyetiyle ilişkilendirir.
- Açıklanabilirlik, belirsizlik ve insan denetimini otomatik karar süreçlerine sonradan eklenen unsurlar değil, model tasarımının ayrılmaz parçaları olarak görür.

5. Deney tasarımı, validasyon ve bilimsel sağlamlık

- Eğitim, doğrulama ve test ayrımlarını veri üretim sürecine uygun şekilde kurar; zaman serilerinde ileriye dönük ayırım, birey/sensör bazlı ayırım ve dönem-dışı test gibi sızıntıyı engelleyen protokolleri tercih eder.
- Stratifiye çapraz doğrulama, iç içe model seçimi, bootstrap güven aralığı ve dış-örnek değerlendirme yöntemlerini birlikte kullanarak performansın rastlantısal değişkenliğini görünür kılar.
- Ablation deneyleriyle öznitelik gruplarının, temsil adımlarının, ölçek parametrelerinin, model bloklarının ve füzyon stratejilerinin marjinal katkısını ölçer.
- Veri kayması, sınıf oranı değişimi, gürültü ekleme, eksik veri, örneklem hacmi azalması ve parametre duyarlılığı altında model davranışını test eder.
- Negatif sonuçları ve başarısızlık kiplerini, örneğin bir temsilin genellenememesi, bir derin modelin küçük veri altında kararsızlaşması veya bir öznitelik grubunun beklenen katkıyı vermemesi, araştırma sonucunun parçası olarak ele alır.

- Hesaplama maliyeti ile bilimsel getiriye birlikte değerlendirir; yüksek karmaşıklıkta mimarilerin daha sade ve açıklanabilir temel modellere karşı sağladığı ek faydayı açıkça sorgular.

6. Bilimsel görselleştirme ve sonuçların teşhise dönüştürülmesi

- Görselleştirmeyi estetik bir son adım değil, hipotez geliştirme, model tanılama ve bilimsel iletişim aracı olarak kullanır.
- Faz diyagramlarıyla sistem rejimlerini; zaman-ölçek haritalarıyla geçici frekans/enerji örüntülerini; rekürens grafikleriyle dinamik tekrar yapılarını; ağ çizimleri ve spektral profillerle topolojik dönüşümleri inceler.
- ROC ve kesinlik-duyarlılık eğrilerini sınıf dengesizliği ve karar eşiği bağlamında; kalibrasyon eğrilerini olasılık güvenilirliği bağlamında; karışıklık matrislerini ise sınıf-bazlı hata mekanizmaları bağlamında yorumlar.
- SHAP/LIME dağılımları, öznelilik-etki grafikleri ve karşı-olgusal örneklerle modelin hangi değişkenlere, hangi değer aralıklarında ve hangi etkileşimler üzerinden duyarlı olduğunu gösterir.
- Perkolasyon ve dinamik ağ çalışmalarında λ_2 , spektral entropi, en büyük bileşen oranı ve bileşen-boyut dağılımlarını aynı görsel çerçevede izleyerek kritik geçişlerin öncül imzalarını belirlemeyi hedefler.
- Yayın figürlerini, yalnızca ana sonucu destekleyecek değil; belirsizliği, farklı senaryoları, karşılaştırma adaletini ve model sınırlılıklarını da görünür kılacak biçimde tasarlar.

Araştırma gündemi ve ileri bilimsel yönelimler

1. **Yapı-duyarlı öğrenme ve temsil kuramı:** Araştırma gündeminin temel sorusu, zaman serisi için seçilen temsilin öğrenilebilirliği nasıl değiştirdiğidir. Ham örnek dizilerini sembolik yörüngeler, görünürlük grafları, durum geçiş matrisleri, gecikmeli gömme uzayları, rekürens yapıları ve çok ölçekli dalgacık-spektral betimleyicilerle eşleştirir. Bu temsil ailelerinin; sınırlı örneklem, gürültü, eksik gözlem, örnekleme frekansı değişimi ve rejim geçişi altında hangi istatistiksel bilgiyi koruduğunu; hangi ağ, Transformer veya yinelemeli mimariyle daha kararlı birleştirdiğini araştırır.
2. **Doğrusal olmayan nicemleme ve çok ölçekli bilgi ölçütleri:** Fraktal boyut, çok ölçekli entropi, spektral/difüzyon entropisi, karmaşıklık, rekürens ölçütleri ve faz uzayı geometrisinin birbirini tamamlayan ya da tekrarlayan bilgi içeriklerini sistematik olarak inceler. Hedef; yüksek boyutlu özellik yığınları üretmek değil, gözlenen dinamiğin ölçek-bağımlı düzenini, rastlantısallık bileşenini ve deterministik yapısını ayırt eden parsimonik özellik kümeleri tasarlamaktır. Bu alan, müzik, biyomedikal sinyal, finans ve titreşim verileri arasında aktarılabilir metodolojik çekirdek oluşturur.
3. **Spektral kritik geçiş analizi ve ağ dayanıklılığı:** Rastgele geometrik ağlar, uyarlanır etkileşim ağları, sensör ağları ve süreç ağlarında Laplasyen spektrumu, cebirsel bağlantılılık, en büyük bileşen, bileşen-boyut dağılımı, spektral entropi ve ağ merkeziliklerinin eşzamanlı davranışını inceler. Özellikle perkolasyon eşiği, bağlantı kaybı, senkronizasyon bozulması ve parçalanma öncesinde gözlenen spektral öncülleri; klasik dev bileşen ölçütlerinin sağlayamadığı erken-uyarı bilgisi bakımından karşılaştırır.
4. **Dinamik ağlardan öngörüye:** Görünürlük ve durum geçiş graflarını yalnızca tanımlayıcı ağlar olarak değil, tahmin modelinin ara temsili olarak kullanır. Ağ tabanlı merkezilik, motif, yoğunluk, geçiş olasılığı ve spektral özneliliklerin LSTM, ConvLSTM, Transformer, topluluk öğrenicileri ve kalibrasyon katmanlarıyla nasıl birleştirilebileceği; zamanla değişen piyasa, enerji, endüstri ve akustik sinyallerde araştırılan temel alt alandır.
5. **Karmaşık kültürel verinin nicel bilimi:** Türk klasik müziğinde makam, usûl, besteci üslubu ve koro koordinasyonunu, salt etiket tahmini nesneleri olarak değil; ritmik hiyerarşi, form, tonal seyir,

performans içi uyum ve kolektif zamanlama üzerinden incelenen çok katmanlı dinamik sistemler olarak ele alır. Enerji zarfı, perde dizileri, entropik göstergeler, görünürlük grafi ve çok çözünürlüklü akustik betimleyicilerle kültürel ses arşivlerinin ölçülebilir bir dinamik atlasının kurulmasına yönelir.

6. **Güvenilir finansal otomasyon ve model risk bilimi:** Kredi ve piyasa kararlarında tahmin başarısını tek amaç olarak değil; kalibrasyon, sıralama kararlılığı, portföy kapsamı, kabul oranı, hata maliyeti, karar eşiği ve model değişimine duyarlılıkla birlikte değerlendirir. Kendall tau tabanlı model uyumu, çok-modelli skrolama, segment-bazlı örnekleme, gri bölge/ikinci inceleme tasarımı, karşı-olgusal açıklama ve özellik stres testlerini; otomatik kararın denetlenebilirlik sınırlarını nicelleştiren tamamlayıcı araçlar olarak geliştirir.
7. **Piyasa mikro-yapısı, kripto-varlıklar ve topolojik finans:** Hisse senedi ve kripto-varlık fiyat serilerinde sembolik geçişler, görünürlük grafi topolojisi, volatilité kümelenmesi, rejim değişimi ve tahmin-hata asimetrisini bir arada incelemeyi hedefler. Ağ temsillerinin, fiyatın seviyesinden ziyade piyasadaki yapısal yeniden düzenlenmeyi yakalayabilme potansiyeli; yorumlanabilir topluluk modelleri ve risk-duyarlı tahmin değerlendirmesiyle birlikte ele alınır.
8. **Endüstriyel fizik-bilgili yapay zekâ ve prognostik:** Titreşim, akustik emisyon, işletim koşulu ve bozulma verilerinde çok alanlı imzaları birleştirir. MODWT, zaman-frekans özellikleri, doğrusal olmayan karmaşıklık göstergeleri, grafik temsiller, dikkat mekanizmaları ve durum-uzayı modelleri aracılığıyla erken arıza tespiti, arıza modu ayrımı, kalan faydalı ömür tahmini ve bakım önceliklendirmesi için güvenilir kanıt zincirleri kurmayı amaçlar.
9. **Biyomedikal sinyal zekâsı ve yorumlanabilir sınıflandırma:** EEG/ECG ve benzeri fizyolojik sinyallerde dalgacık ayrıştırması, doğrusal olmayan nicemleyiciler, geçiş istatistikleri, çok-modelli füzyon ve sınıf dengesizliği altında güvenilir değerlendirme üzerinde çalışır. Araştırma ilgisi, yalnızca yüksek sınıflandırma oranı değil; hangi zaman-ölçek yapısının klinik olarak anlamlı ayrım taşıdığını ve modelin bu ayrımı ne kadar kararlı kullandığını göstermektir.
10. **Matematiksel fizik, operatör yapıları ve bilimsel makine öğrenmesi:** Hücrel özdevinirler, mikrokanoik/kanoik motif toplulukları, hasar yayılımı, renormalizasyon, zayıf Maxwell-Chern-Simons formülasyonları, spektral operatörler ve optimal taşıma metriklerini kuram-simülasyon-veri üçgeninde ele alır. Bu yönelim, faz sınıflandırması, kararlılık/duyarlılık analizi ve fiziksel kısıtların veri-odaklı modeller içine yerleştirilmesi için yeni matematiksel diller geliştirmeyi amaçlar.
11. **Açık, eleştirel ve istatistiksel olarak savunulabilir metodoloji:** Her çalışma için veri bölme mantığı, zaman sızıntısı denetimi, baz model seçimi, hiperparametre arama bütçesi, ablation yeterliliği, grup/zaman bazlı çapraz doğrulama, belirsizlik aralığı, hesaplama maliyeti ve başarısızlık örneklerinin birlikte raporlanmasını savunur. Bu yaklaşım, yüksek metrik değerlerini tekrarlanabilir bilimsel kanıtlarla ayırmayı; karmaşık modellerin faydasını ise daha basit, güçlü referanslara karşı görünür biçimde sınamayı hedefler.

Dil yetkinliği

- **Türkçe** | Ana dil.
- **İngilizce** | İleri seviye; akademik yazım, hakemlik ve bilimsel iletişim.