

# Turuncu Growth Intelligence & Dynamic Yield Optimizer: Stratejik Proje Özeti

Bu doküman, **Turuncu Growth Intelligence & Dynamic Yield Optimizer** modellemesinin stratejik hedeflerini, teknik mimarisini, veri temellerini ve uygulama yol haritasını içeren tek ve nihai yönetici özetidir.

## 1. Proje Vizyonu ve Stratejik Hedef

Projenin amacı sadece bir tahmin modeli kurmak değil, 2026 yılı sonu için hedeflenen **120 Milyar TL** bakiye büyüklüğüne ulaşılmasını sağlayacak **“Optimal Faizi”** matematiksel olarak hesaplamaktır.

### 1.A. Proje Çıkış Noktası ve Evrimi

Çalışma ilk etapta *“Faizi kaç yaparsak ne kadar müşteri kazanırız?”* (Basit Tahmin) sorusuyla başlamış, ancak stratejik öncelikler doğrultusunda **“120 Milyar TL hedefini tutturmak için bu hafta faiz kaç olmalı?”** (Tersine Mühendislik / Reverse Engineering) kurgusuna evrilmiştir.

### 1.B. Hedef Değişken Tanımı (Target Variable Definition)

Modelin birincil tahmin hedefi, banka bilançosunun reel büyüme performansını en net yansıtan **Haftalık Net Akış Oranı (Net Flow %)** olarak belirlenmiştir.

- **Tanım:** Haftalık **Gelen Fon (Inflow %)** ile **Giden Fon (Outflow %)** arasındaki farktır (Spread).
- **Stratejik Gerekçe:** “Hacim” bir sonuçtur (Stok), Akış ise nedendir. Trendin yukarı veya aşağı döndüğünü hacimden önce bu veri gösterir. Toplam hacim yerine Net Akışın (Flow) tercih edilmesi, enflasyonist büyüme etkisi ile organik büyüme performansının ayrıştırılmasını sağlar.
- **Bileşenler:**
  - **Inflow (%)**: Bankaya giren para akışının oranı (Gelen EFT).
  - **Outflow (%)**: Bankadan çıkan para akışının oranı (Giden EFT - Churn Sinyali).
- **KPI Formülasyonu:**  $\text{Mevcut Bakiye} * (1 + \text{Tahmin Edilen Net Flow \%}) = \text{Sene Sonu Tahmini}$ .

### 1.C. Stratejik Kurgu ve Operasyonel İş Akışı

Model, basit bir tahmin aracı değil, **haftalık/aylık karar döngüsünde** kullanılan bir **Dinamik Optimizasyon Sistemi**dir.

#### 1.C.1. Haftalık Retrain İş Akışı (Önerilen) Her Pazartesi Sabahı:

**Adım 1: Geçen Haftanın Gerçek Verisini Ekle**

Excel'e yeni satır:

- Tarih: 2026-01-13
- NET: +0.6% (gerçekleşen)
- w/TLREF, PPK, Year end, EXP(CB avg-TLREF), Market anomaly (güncel değerler)

**Adım 2: Modeli Yeniden Eğit**

```
# Tüm geçmiş veri ile model güncelle
model.retrain(data_up_to_date='2026-01-13')
```

**Adım 3: Gelecek Haftayı Tahmin Et**

```
# 2026-01-20 haftası için tahmin
next_week_features = {
    'w/TLREF': 0.95, # Güncel TLREF oranı
    'PPK': 0, # PPK haftası mı? (0 veya 1)
    'Year end': 0, # Yıl sonu mu? (0 veya 1)
    'EXP(CB avg-TLREF)': 0.02, # Spread beklentisi
    'Market anomaly': 0, # Anomali var mı?
    'NET_lag1': 0.6, # Geçen hafta gerçekleşen
```

```
'NET_roll3': 0.55 # Son 3 hafta ortalaması
}

predicted_net_flow_pct = model.predict(next_week_features)
# Örnek çıktı: +0.5%
```

#### Adım 4: Bakiye Projeksiyonu Yap

```
current_balance = 105_000_000_000 # 105 Milyar TL
predicted_flow_tl = current_balance * (predicted_net_flow_pct / 100)
# = 105M * 0.005 = 525 Milyon TL

next_week_balance = current_balance + predicted_flow_tl
# = 105.525 Milyar TL
```

#### Adım 5: Hedef Kontrolü (Gap Analysis)

```
target = 120_000_000_000
weeks_remaining = 48
gap = target - next_week_balance
required_weekly_flow_pct = (gap / next_week_balance) / weeks_remaining * 100

# Örnek:
# Gap: 14.475 Milyar TL
# Required: 0.29% haftalık akış gerekli
# Predicted: 0.50% (gelecek hafta tahmini)
# Durum: GÜVENLİ - Tahmin gerekenden yüksek
```

#### Adım 6: Senaryo Belirleme ve Aksiyon

##### Senaryo A: Hedef Erişilebilir (Cost Efficiency)

Durum: Tahmin (0.50%) > Gerekli (0.29%)  
Karar: Faizi düşür veya sabit tut  
Mantık: Zaten hedefi tutuyoruz, gereksiz maliyet yapma  
Aksiyon: %46 faiz yeterli (daha düşük spread, daha kârlı)

##### Senaryo B: Hedef Rahat Geçiliyor (Growth / Upside)

Durum: Mevcut Bakiye (105B) + 48 hafta × 0.50% = 130B TL (hedefi 10B aşıyor)  
Karar: Faizi biraz düşür ama sıfırlama  
Mantık: Hem hedefi tut hem kâr marjını artır  
Aksiyon: %45.5 faiz (spread +150bps, yine 122B TL tutar)

##### Senaryo C: Hedef Erişilemez (Best Effort)

Durum: Tahmin (0.20%) < Gerekli (0.35%)  
Karar: Faizi maksimuma çıkar  
Mantık: Hedef tutmuyor ama elimizden geleni yapalım  
Aksiyon: %47.5 faiz (tavan, spread 0bps ama 118B TL'ye ulaşır)

### 1.C.2. Aylık Retrain İş Akışı (Alternatif) Her Ayın İlk Pazartesi:

**Adım 1-2:** Geçen ayın 4 haftasının gerçek verisi ile model güncelle

**Adım 3:** Önümüzdeki 4 hafta için tahmin yap

```
# Model bir kez eğitilir, 4 hafta için kullanılır
predictions = []
for week in range(1, 5):
    pred = model.predict(features_week)
    predictions.append(pred)

# Örnek: [0.5%, 0.6%, 0.4%, 0.5%]
```

**Adım 4:** Aylık kümülatif bakiye hesapla

```
monthly_balance = current_balance
for pred in predictions:
    flow = monthly_balance * (pred / 100)
    monthly_balance += flow
```

*# Ay sonu tahmini: 106.2 Milyar TL*

**Adım 5:** Ay sonu hedef kontrolü

```
gap = 120_000_000_000 - monthly_balance
months_remaining = 11
required_monthly_growth = gap / monthly_balance / months_remaining * 100
```

*# Gerekli aylık: 1.2%*

*# Tahmin edilen: 1.1%*

*# Durum: DİKKAT - Sınırdadır*

**Avantaj:** Daha az hesaplama

**Dezavantaj:** Ay içinde piyasa değişirse müdahale edemezsin

### 1.C.3. Hangi Feature'lara Bakmalıyım? Tahmin Sonrası Kontrol Listesi:

1. **NET\_lag1 (Geçen Hafta):** Pozitif mi negatif mi?
  - Pozitif → Momentum var, tahmin güvenilir
  - Negatif → Dikkat, trend tersine dönebilir
2. **w/TLREF (Maliyet Baskısı):** Artıyor mu?
  - Artıyorsa → Müşteri girişi artacak (pozitif)
  - Düşüyorsa → Çıkış baskısı olabilir
3. **Market anomaly:** Var mı?
  - Varsa → Tahmin +1.7% eklenir (büyük etki)
  - Yoksa → Normal akış
4. **PPK (Karar Haftası):** Bu hafta PPK var mı?
  - Varsa → Tahmin -0.27% düşer (bekle-gör etkisi)
5. **Gap (Hedefe Uzaklık):** Ne kadar eksik?
  - 10B'den fazla → Agresif ol (faiz artır)
  - 5B'den az → Rahat ol (maliyet düşür)

**Karar Matrisi:** | Gap | Tahmin vs Gerekli | Aksiyon | |——|—————|———| | 003e 15B | Tahmin 003c Gerekli | Faiz artır (Senaryo C) | | 5-15B | Tahmin Gerekli | Faiz sabit tut (Senaryo A) | | 003c 5B | Tahmin 003e Gerekli | Faiz düşür (Senaryo B) |

### 1.D. Stratejik Hedefler (2026 KPI)

- **Hacim Büyümesi:** 2026 sonunda 120 Milyar TL bakiye büyüklüğüne ulaşmak.
- **Veri Odaklı Karar Alma:** Fiyatlama kararlarını sezgisel yaklaşımdan, veriye dayalı analitik bir yapıya taşımak. Hacim değişikliğinin **%80.26** (Optimized Updated Model Derecesi) veri ile açıklanabilmesi yeni başarı kriteridir (Acceptance Criteria).
- **Hacim Odaklı Büyüme:** Rekabetçi bir Hoş Geldin Faizi kurgusu ile maksimum bakiye artışını sağlamak ve pazar payını korumak.

## 2. Stratejik Göstergeler ve Piyasa Reaksiyonu

Model, “Piyasa neye reaksiyon veriyor?” sorusuna cevap ararken aşağıdaki temel göstergeleri kullanır.

### 2.A. Olası Veri Kaynakları (Dış Veri İhtiyacı)

Modelin piyasayı doğru okuması için mutlaka bakılması gereken veri setleridir.

- **Rakip Ortalama Faiz (Benchmark):** Başka bankalara ait 6 adet benchmark ürünün tespit edilip, faiz oranlarının ortalamasının alınması (TRREF).

- **Fonlama Maliyeti:** Bankanın Ağırlıklı Ortalama Fonlama Faizi ve Merkez Bankası verileri.
- **Ticari Kredi Faizleri:** Piyasada öncü bir gösterge (Leading Indicator) olarak kabul edilen Kısa Vadeli Ticari Kredi fiyatlamalarındaki değişimler.

## 2.B. Veri Temini Araştırılacaklar (Feasibility Check)

Aşağıdaki özelliklerin (feature) son 2 yıllık geçmiş verisinin kurum içinde bulunup bulunmadığı teyit edilmelidir:

- **Rakip Faiz Analizi (HangiKredi & Özel Benchmark):** Sektör genelindeki “Top 5 Ortalama” ve agresif rakip bankaların (Örn: Enpara, Cepteteb) özel kampanya faizlerinin tarihsel verisi.
- **Arama Motoru Hacmi (Google Trends):** “En yüksek mevduat faizi” veya “Bankalar ne veriyor?” gibi anahtar kelimelerin haftalık aranma hacmi (Search Volume Index). Bu veri, Müşterinin “Faiz Arama İştahını” (Churn niyetini) sentiment analizinden çok daha net ve sayısal olarak gösterir.

## 2.C. Piyasa Reaksiyon Göstergeleri

Müşterinin hareketini tetikleyen alternatif getiri ve risk faktörleridir.

- **Alternatif Getiri:** Yatırım fonlarındaki günlük gelirler.
- **Borsa Endeksi:** Hisse senedi piyasasındaki hareketlilik.
- **Kur Oynaklığı:** Döviz kurlarındaki dalgalanma ve volatilité.

## 2.D. Portföy Yapısı ve İlgörüler (Portfolio Structure)

Fiyatlama stratejisini destekleyen makro seviyedeki portföy verileridir.

- **Ortalama Portföy Büyüklüğü (Avg. Ticket Size):** Tekil müşteri bakiyesi değil, bankadaki toplam paranın “Büyük” veya “Küçük” yatırımcıda toplanma oranıdır. (Örn: Paranın %80’i 1M+ tutarlardaysa faiz esnekliği yüksektir).
- **Limit Değişim Takvimi:** Banka içi alt limit tutarlarındaki değişim dönemleri (Yılda ~2 kez).
- **Portföy Vade Dağılımı (Vintage Mix):** Portföyün ne kadarının “Yeni/Taze” (Hassas para), ne kadarının “Eski/Yerleşik” (Ataletli para) olduğu oranını gösterir. Herkese tek fiyat uygulansa da, bu karışım (Mix) toplam hacmin fiyata vereceği tepkiyi belirler.

## 2.E. Banka İçi Makro Hareketlilik (Internal Macro Activity)

Karar vericiye piyasa tansiyonunu gösteren, **müşteri bazlı olmayan** toplam sinyallerdir:

- **Toplam Dijital Trafik (Total Digital Traffic):** Banka genelindeki toplam “Login” sayısındaki ani dalgalanmalar izlenir. Piyasa hareketlendiğinde kitlesel trafik artar, bu da potansiyel bir para çıkışının (Mass Outflow) en net öncü göstergesidir (Leading Indicator).
- **Opening Account:** Haftalık yeni açılan Turuncu Hesap adedi. Büyüme ivmesini ve kampanyaların müşteri kazanımı üzerindeki etkisini gösterir.

## 2.F. Takvim ve Mevsimsellik Etkileri (Calendar & Seasonality)

Fiyat dışı “Doğal Akışları” (Natural Flows) ve dönemsel para hareketlerini modellemek için kullanılan takvim değişkenleridir:

- **Maaş ve Ödeme Döngüsü (Payday Effect):** Ayın 1’i ve 15’i (Maaş Girişi) ile Ay sonu (Kira/Kart Ödemesi) günleri. Hacim bu günlerde faizden bağımsız olarak dalgalanır.
- **Dini ve Resmi Tatiller (Holiday Cash Demand):** Bayram tatilleri öncesinde (Örn: Arefe günü) ATM nakit çekim talebi patlar ve mevduat hacmi geçici düşüş yaşar. Bu “Mevsimsel Çıkış”tır, churn değildir.
- **Vergi Ödeme Dönemleri (Tax Season):** Şubat, Mayıs, Ağustos gibi Kurumlar/Gelir vergisi ödeme aylarında piyasadan yüklü TL çıkar (Likidite Sıkışıklığı).
- **Mevsimsel Harcama (School/Vacation):** Eylül (Okul açılışı) ve Haziran (Tatil başlangıcı) dönemlerindeki hanehalkı harcama artışları.
- **Full Workday:** O hafta kaç gün tam mesai yapıldığını gösteren sayısal değişken (0-5 arası). Resmi tatillerin veya yarım günlerin (Arefe) etkisini “Dummy” değişkenlerden daha hassas ölçer.

- **Season (Mevsim - Çeyreklik Döngü):** İçinde bulunulan mevsimi gösteren (Kış, İlkbahar, Yaz, Sonbahar) kategorik değişken. Turizm harcamaları, ısınma giderleri veya hasat zamanı gibi nakit akışını etkileyen makro döngüleri temsil eder.

## 2.G. Dışsal Şoklar ve Piyasayı Bozan Etkenler (External Shocks)

Normal piyasa koşullarını bozan ve mevduat hacminde “Sebepsiz Düşüş” gibi görünen anormallikleri açıklamak için kullanılan dışsal değişkenlerdir:

- **Halka Arz Fırtınası (IPO Calendar):** Büyük ölçekli halka arzların (Örn: >2 Milyar TL) olduğu haftalarda, tasarruf sahipleri mevduat hesaplarını bozup borsaya nakit çıkışı yapar. Modelin bu düşüşü “Faiz yetersizliği” ile karıştırmaması için bu haftalar 1 olarak işaretlenir.
- **Stopaj ve Regülasyon Şokları (Tax Regime):** Mevduat stopaj oranlarındaki ani değişimler (Örn: %5 -> %7.5). Brüt faiz aynı kalsa bile, müşterinin cebine giren “Net Getiri” azaldığı için ani tepkiler oluşur.
- **Küresel Risk İştahı (VIX Index):** Küresel piyasalardaki korku endeksi. VIX > 30 olduğunda (Savaş/Kriz), gelişmekte olan ülkelerden güvenli limanlara (Altın/Dolar) kaçış başlar. İçerideki faizden bağımsız bir “Sistemik Risk” parametresidir.

## 2.H. Potansiyel Değişken Havuzu (Challenger Model Ingredients)

Aşağıdaki değişkenler, gelişmiş **Challenger Model** çalışmaları için veri havuzunda tutulan ve analiz edilen potansiyel girdilerdir. (Mevcut ‘Updated Base Model’ sadeleştirilmiş momentum yapısını kullanır, bu değişkenler gelecek iterasyonlar içindir):

- **OSA Welcome (WR Rate):** Turuncu Hesap Hoş Geldin Faizi.
- **Benchmark (Sektör Ortalaması):** Rakip bankaların ortalama hoş geldin faiz oranı.
- **OSA FTP:** Fund Transfer Pricing (Banka içi fon transfer maliyeti).
- **TCMB 1M:** Merkez Bankası sektör ortalaması.
- **Max Competitor Rate (Piyasa Tavanı):** En yüksek faiz veren rakibin oranı.
- **WR Ratio:** Bizim faizimizin piyasa ortalamasına oranı.
- **Lagged Turuncu Faizi:** Geçmiş faiz oranları.
- **Lagged Hacim:** Geçmiş hacim (Base modelin de temelidir).
- **TLREF:** Günlük referans faiz.

## 2.I. Finansal Piyasa ve Makro Göstergeler

TCMB, Borsa ve Kredi piyasalarından anlık nabız tutan detaylı finansal metriklerdir.

### 2.I.1. Merkez Bankası ve Likidite (TCMB)

- **Ağırlıklı Ortalama Fonlama Maliyeti (AoFF):** Bankaların TCMB’den borçlanma maliyeti. Mevduat faizinin “tabanını” oluşturan en temel veridir (EVDS).
- **Net Rezerv Değişimi:** Piyasadaki döviz likiditesi ve güven endeksi için kritik bir göstergedir.
- **Zorunlu Karşılıklar:** Mevduatın bankaya olan maliyetini (Cost of Funding) doğrudan etkileyen regülasyon parametresidir.
- **PP Getiri (Money Market Yield):** Para piyasası fonlarının veya repoların getiri oranı. Mevduata en yakın likit alternatif olduğu için rakip getiri olarak izlenir.

### 2.I.2. Piyasa Alternatifleri (Market Data)

- **Sepet Kur (0.5\$ + 0.5€):** Dolar ve Euro’nun ortak hareketi. KKM’den dönüş veya DTH’a kaçış iştahını ölçer.
- **Gram Altın:** Geleneksel Türk mevduat yatırımcısının en güçlü rakibidir. Altın fiyatları arttığında TL mevduat cazibesini yitirebilir.
- **BIST 100 & Bankacılık Endeksi (XBANK):** Yatırımcının risk iştahını (Risk-on/Risk-off) gösterir. Borsa rallilerinde mevduat çıkışı gözlemlenebilir.

### 2.I.3. Kredi ve Faiz Sinyalleri (Loan Rates)

- **Spot Kredi Faizleri:** Bankaların kısa vadeli nakit ihtiyaçlarını fonladığı faiz. Piyasada “Paranın O Anki Değeri”ni en iyi yansıtan orandır.
- **Tüketici Kredi Faizleri (TÜFE/İhtiyaç):** Kredi faizleri, bankanın mevduata verebileceği “Tavan” faizi belirler. Kredi/Mevduat makası (Spread) karlılık için kritiktir.

#### 2.I.4. Uzman Önerileri (Expert Additions)

- **CDS Primi (5 Yıllık):** Türkiye’nin risk primi. Yükseldiğinde (Örn: >300 baz puan) tüm faizler yukarı itilir. Kriz anlarının en net habercisidir.
- **Devlet Tahvili Getirileri (2Y & 10Y TR):** Risksiz getiri oranı (Risk-free rate) olarak kabul edilir. Mevduat faizi teorik olarak bu oranın üzerinde olmalıdır.

#### 2.J. Alternatif ve Web Tabanlı Veriler (High-Frequency Data)

Klasik bankacılık verilerinin ötesinde, piyasanın gerçek yönünü anlamak için “Dışarıdan (Web Scraping/API)” beslenecek özel sinyallerdir.

##### 2.J.1. Alternatif Enflasyon Göstergeleri (Webtüfe / ENAG)

- **Veri Kaynağı:** ENAG (Eylül 2020’den beri mevcut) veya Webtüfe (Günlük Endeks).
- **Amaç:** Resmi TÜİK enflasyonu ile piyasadaki “Hissedilen Enflasyon” arasındaki makası ölçmek.
- **Yöntem:** Bu veriler ilgili web sitelerinden düzenli (haftalık/aylık) olarak çekilebilir.

##### 2.J.2. Kripto Para Hacmi (Sermaye Kaçış Sinyali)

- **Veri Kaynağı:** USDT/TRY (Tether) İşlem Hacmi (Binance TR, BtcTurk verileri - Yahoo Finance/API).
- **Amaç:** Klasik “Dolarizasyon” (DTH) verisi haftalık gelirirken, Kripto borsalarındaki USDT hacmi 7/24 canlıdır. Dolar/TL’de ani bir atak beklentisi olduğunda ilk sinyal USDT/TRY hacminde görülür (Leading Indicator).

##### 2.J.3. Piyasa Rejimi Göstergesi (4-Quadrant Model)

- **Mantık:** Enflasyon ve Faizin durumuna göre piyasayı 4 ana rejimden birine atayan bir sanal değişkendir. (Rejim 1-4).
- **Tavsiye:** Model her hafta piyasanın hangi “Kadranda” olduğunu belirler ve katsayıları buna göre otomatik ayarlar (Regime Switching Model).

#### 2.K. Gelecek Vizyonu: Challenger Model Yol Haritası (İleri Seviye)

Mevcut **Updated Base Model** istatistiksel olarak mükemmel olsa da, tahmin çizgisini “Actual” (Gerçekleşen) veriye daha da yaklaştırmak ( $MAE < 0.40$ ) için aşağıdaki metodolojik geliştirmeler planlanmaktadır:

##### 1. Etkileşimli Değişkenler (Interaction Terms):

- **Mantık:** Piyasa psikolojisi lineer değildir. Faiz zaten yüksekse, beklentideki (Spread) küçük bir değişim çok daha büyük nakit hareketine sebep olur.
- **Uygulama:**  $w/TLREF * EXP\_Spread$  gibi çarpım değişkenleri ile faiz seviyesine duyarlı “beklenti elastikiyeti” modele öğretilecektir.

##### 2. Üstel Hareketli Ortalama (EMA - Exponential Moving Average):

- **Mantık:** Şu anki `NET_rol13` değişkeni son 3 haftaya eşit ağırlık vermektedir. Oysa 1 hafta öncesinin bilgisi, 3 hafta öncesinden daha değerlidir.
- **Uygulama:** `EMA(span=3)` yapısına geçilerek modelin “yakın geçmişe daha çok güvenmesi” ve trend değişimlerini daha hızlı (low-latency) yakalaması sağlanacaktır.

##### 3. Piyasa Volatilité Endeksi (Market Stress):

- **Mantık:** Piyasada sadece “yön” değil, “huzursuzluk” da nakit akışını etkiler.
- **Uygulama:** `NET.shift(1).rolling(4).std()` (son 1 aylık standart sapma) değişkeni eklenerek, piyasanın stresli olduğu anlarda modelin katsayılarını otomatik olarak daha temkinli (conservative) hale getirmesi sağlanacaktır.

##### 4. Momentum Hızlanması (Acceleration):

- **Mantık:** Nesne sadece hareket etmiyor, bazen hızlanıyor.



- *Uygulama:* NET\_lag1 - NET\_lag2 (Delta-Momentum) ekleyerek, trendin gücü ve olası doygunluk noktaları (Saturation points) modelleneyecektir.

### 3. Yapısal Kırılımlar ve Veri Envanteri

Piyasa verilerinin yanı sıra, banka içi operasyonel değişiklikler ve takvim etkileri de modele dahil edilmiştir.

#### 3.A. Limit Değişim Takvimi

Turuncu Hesap alt limit tutarları genellikle **yılda 2 kez** güncellenmektedir. Birden fazla değişiklik olduğu için bu yapı “**Kümülatif Basamak (Additive Step)**” mantığıyla yönetilir:

- **Mantık:** Her limit değişikliği yeni bir şok demektir ve etkisi kalıcıdır. Bu yüzden tek bir 0-1 sütunu yerine, her değişiklik için ayrı veya artan bir kodlama yapılır.
- **Uygulama Örneği:**
  - **Dönem 1 (Başlangıç):** Hiç değişiklik yok -> 0
  - **Dönem 2 (31 Ekim Sonrası):** İlk limit artışı -> 1 (Baz puan aşağı kayar).
  - **Dönem 3 (2026 Yeni Artış):** İkinci limit artışı -> 2 (veya ayrı bir sütunda ek 1).
- **Amaç:** Modelin “2024’teki 500 Bin TL sınırı” ile “2026’daki 2 Milyon TL sınırı” arasındaki yapısal farkı (Intercept Shift) anlamasını sağlamak ve hacimdeki teknik düşüşleri doğru yönetmek.

#### 3.B. Müşteri Davranış Analizi (Portfolio Avg. Ticket Size)

Müşteri verisine “Portföy Ortalama Bakiye Büyüklüğü” (Ticket Size) üzerinden erişilerek analiz edilir. Fiyatlama **tekil** olsa da, bankadaki paranın büyük kısmının küçük yatırımcıda mı yoksa “Balina” (Büyük) yatırımcıda mı olduğu, faiz duyarlılığını (Elasticity) değiştiren yapısal bir parametre olarak modele eklenir.

#### 3.C. Alternatif Davranışsal Göstergeler (Behavioral Proxies)

Literatürdeki davranışsal finans teorilerinin (Behavioral Economics), bankamızın kredi kartı harcama verileriyle **cinsiyetten bağımsız ve etik kurallara uygun (EU AI Act Compliant)** şekilde matematikselleştirilmesidir. Amaç, müşterinin finansal stres seviyesini “sözlü beyanından” değil, “cüzdan hareketinden” anlamaktır.

##### 1. Ertelemeli Harcama Endeksi (Discretionary Spending Proxy):

- **Teori:** “Men’s Underwear Index” (Alan Greenspan) teorisinin modernize edilmiş, nötr halidir.
- **Veri:** TCMB/Banka İçi -> *Giyim ve Aksesuar Harcamaları*.
- **Mantık:** Giyim, gıdanın aksine “Ertelenebilir” (Postponable) bir ihtiyaçtır. Ekonomik belirsizlik anında hanehalkı ilk olarak giyim alışverişini keser. Bu kalemde, enflasyondan arındırılmış reel bir düşüş başlaması, müşterinin “**Nakit Koruma (Cash Hoarding)**” moduna geçtiğinin en erken sinyalidir.
- **Formül:**  $Reel\_Giyim\_Hacmi = (Giyim\_Harcaması / Giyim\_Enflasyonu)$

##### 2. Küçük Lüksler Endeksi (The Lipstick Effect Proxy):

- **Teori:** Ekonomi daralırken tüketicilerin büyük lükslerden (Ev, Araba) vazgeçip, kendilerini iyi hissettirecek ulaşılabilir lükslere (Kozmetik, Küçük Ev Aletleri) yönelmesi teorisidir.
- **Veri:** *Kozmetik ve Kişisel Bakım Harcamaları*.
- **Mantık:** Kriz dönemlerinde bu kalemde harcama düşmez, aksine artar (Substitution Effect). Eğer genel harcama düşerken Kozmetik harcaması artıyorsa, bu “**Stagflasyon**” (Durgunluk içinde enflasyon) belirtisidir.
- **Neden Etek Boyu Değil?** “Hemline Index” (Etek Boyu) verisi bankacılık sisteminde ölçülemez ve cinsiyetçi önyargı riski taşır. Kozmetik verisi ise hem ölçülebilir hem de literatürde (Estee Lauder) kanıtlanmış bir kriz göstergesidir.

##### 3. Refah ve Sosyalleşme Endeksi (Service Economy Proxy):

- **Veri:** *Restoran ve Yemek Hizmetleri Harcamaları*.
- **Mantık:** İnsanların dışarıda yemek yeme sıklığı, halkın “Harcanabilir Gelirini” (Disposable Income) ve geleceğe dair güvenini gösterir.
- **Formül:**  $Reel\_Hizmet\_Hacmi = (Restoran\_Harcaması / Gıda\_Hizmet\_Enflasyonu)$ . Fiyatlar arttığı için değil, talep güçlü olduğu için artan harcamayı ayrıştırır.

### 3.D. Veri Ön İşleme ve Değişken Mühendisliği (Feature Engineering Protocols)

Modelin başarısı ham veriyi (Raw Data) nasıl işlediğimize bağlıdır. Ham rakamlar yerine, modelin “değişimi” ve “farkı” anlamasını sağlayacak türetilmiş değişkenler kullanılır:

#### 1. Spread (Makas) Göstergeleri:

- Model, rakibin faizinin **kaç** olduğuyla ilgilenmez; bizim faizimizle arasındaki **farkla (Spread)** ilgilenir.
- **Formül:**  $\text{Spread} = (\text{Rakip Max Faiz}) - (\text{Bizim Faizimiz})$
- **Mantık:** Rakip %50 veriyorken biz %45 veriyorsak spread -5 puandır. Bu, ham %50 bilgisinden çok daha değerlidir.

#### 2. Momentum ve Trend Değişkenleri:

- Hacmin kendisi (Stok) yerine, **değişim hızı (Flow)** tahmin edilir.
- **Formül:**  $\text{Delta\_Volume\%} = (\text{Hacim}_t - \text{Hacim}_{t-1}) / \text{Hacim}_{t-1}$
- **Hareketli Ortalamalar (Smoothing):** Haftalık gürültüyü (Noise) engellemek için, verilerin son 4 haftalık ortalamaları (Rolling Mean) da modele girer.

#### 3. Gecikmeli Değişkenler (Lag Features):

- Müşteri faiz değişimine anında tepki vermez, algılaması zaman alır.
- **Yöntem:** Faiz değişimlerinin  $t-1$  (1 Hafta Önce),  $t-2$  ve  $t-4$  versiyonları modele eklenir. Böylece model “Geçen ay yapılan artışın bugünkü etkisi”ni ölçebilir.

#### 4. Etkileşim Terimleri (Interaction Terms):

- Bazı değişkenler tek başına anlamsızdır ama birlikteyken çok güçlüdür.
- **Örnek:**  $\text{Faiz\_Hassasiyeti} * \text{Kriz\_Dummy}$ . Kriz anlarında faize verilen tepki (Hassasiyet) normal zamandan farklıdır. Bu çarpım değişkeni, kriz anındaki farklı davranışı modeller.

#### 5. Ölçeklendirme (Scaling):

- Faiz oranları (%50) ile Hacim (500 Milyar) arasındaki uçurumu kapatmak için tüm veriler **Standart Scaler** (Mean=0, Std=1) ile aynı düzleme çekilir.).

#### 6. Faiz Oranları (Spread/Makas):

Faizler ham haliyle değil, piyasa ile olan farkı ( $\text{Bizim Faiz} - \text{Piyasa Faizi}$ ) üzerinden modele girer. Bu, enflasyon etkisinden arındırılmış saf rekabet gücünü ölçer.

#### 7. Olaylar (Dummy Değişkenler):

PPK haftası, Yılsonu gibi dönemler 1 (Var) veya 0 (Yok) olarak kodlanır.

#### 8. Zaman Serisi (Delta/Fark):

Trendi yakalamak ve durağanlığı (Stationarity) sağlamak için bazı verilerin (Örn: Dolar Kuru) mutlak değeri yerine haftalık değişimi ( $t - t-1$ ) kullanılır.

### 4. Analitik Yaklaşım ve Modelleme

Ham veriyi stratejik içgörüye dönüştürmek için 2 aşamalı bir modelleme yaklaşımı benimsenmiştir.

#### 4.A. Legacy Base Model (Referans Noktası)

- **Yöntem:** Mevcut Gretl/Excel yapısı.
- **Amaç:** Fiyat/hacim ilişkisinin temelini kurmak (Baseline). Açıklayıcılık: ~%70.

#### 4.B. Optimized Base Model (Momentum - Mevcut Tavsiye)

- **Yöntem:** Base modele “Momentum (Lag)” özelliğinin eklenmesiyle güçlendirilmiş versiyondur.
- **Amaç:** **Kısa ve Orta vadede** daha doğru sonuç üretmek. Piyasa tepkilerini Legacy modele göre daha hızlı yakalar. Simülasyonlarda ve haftalık faiz kararlarında kullanılması önerilen **Güncel Geçerli Model (Active Model)** budur.

#### 4.C. Gelecek Vizyonu: Challenger Model

- **Yöntem:** İleri seviye makine öğrenmesi (Machine Learning) ve lineer olmayan algoritmalar.
- **Amaç:** Optimized Base Model’i bir “Benchmark” olarak kullanıp, gelecekte onun da üzerine çıkacak (Beat the Champion) daha gelişmiş yapıları kurgulamak.

### 5. Teknik Mimari ve Operasyonel Süreç

Model sadece bir hesaplama aracı değil, haftalık karar alma sürecinin bir parçasıdır.



## Operasyonel Döngü

- **Frekans:** Modelin **haftalık** olarak çalıştırılması ve sonuç üretmesi beklenmektedir.
- **Kullanım:** Model tek başına karar verici değil, faiz oranını belirlerken kullanılan kritik bir **etken madde (karar destek girdisi)** olarak konumlanır. Son söz yönetimin ve ilgili iş birimlerininindir.

## Karar Destek Sistemi (Simülasyon)

Yöneticilerin “What-If” analizleri yapabilmesi için bir simülasyon mantığı kurgulanmıştır.

- **Senaryo Analizi:** Farklı faiz oranlarının hacim üzerindeki etkisinin simüle edilmesi.

## 5. Temel Model Referansı ve Teknik Terimler (Base Model Reference)

Mevcut Excel/Gretl modelinin yapısı, kullanılan değişkenler ve modelin istatistiksel başarı metrikleri aşağıda detaylandırılmıştır.

### 5.A. Model Değişkenleri (Features)

Mevcut modelde (v1) kullanılan sınırlı sayıdaki değişken seti şöyledir:

Değişken	Katsayı (Coef)	Etki Yönü	Business Açıklama
w/TLREF	<b>0.4166</b>	Pozitif	Faiz oranımız arttıkça hacim artar. İstatistiksel olarak <b>en güçlü ve en istikrarlı</b> değişkendir.
PPK	<b>-0.4013</b>	Negatif	Faiz kararı haftalarındaki belirsizlik nedeniyle hafif çıkış/duraksama yaşanır.
Year end	<b>-0.8367</b>	Negatif	Yıl sonu bilanço hareketleri ve EFT trafiği nedeniyle düşüş eğilimi görülür.
EXP(Spread)	<b>-0.4335</b>	Negatif	Rakip faiz makası açıldığında (non-linear) çıkış hızı artar.
Market Anomaly	<b>2.1374</b>	Pozitif	Piyasa şoklarında “Güvenli Liman” etkisiyle <b>en yüksek anlık girişi</b> sağlayan katsayıdır.
Intercept	<b>-0.8240</b>	Sabit	Modelin tüm değişkenler sıfırken başladığı baz seviyesidir.

### 5.B. Başarı Metrikleri (Regression Statistics)

Mevcut regresyon modelinin (Log-Log veya Lineer) istatistiksel çıktıların analizi:

İstatistik Metriği	Değer	Anlamı ve Yorumu
<b>R Square</b>	<b>0.7090</b>	Model açıklayıcılığı. Hacmin <b>%71'i</b> bu değişkenlerle açıklanabilmektedir.
<b>Adj. R Square</b>	<b>0.6787</b>	Düzeltilmiş oran. Değişken sayısı cezası sonrası net başarıdır.
<b>Multiple R</b>	<b>0.8420</b>	Tahmin-Gerçekleşen korelasyonu. Güçlü pozitif ilişki.
<b>Significance F</b>	<b>7.92e-12</b>	Modelin istatistiksel anlamlılığı neredeyse %100'dür.

### Değişken Anlamlılık Düzeyleri (P-Values):

Değişken	P-Değeri	Yorum (Güven Düzeyi)
w/TLREF	<b>3.5E-12</b>	*** (%99.9) - En belirleyici faktör.
Market Anomaly	<b>2.5E-07</b>	*** (%99.9) - Kriz etkisi çok keskin.
EXP(Spread)	<b>0.0001</b>	*** (%99.9) - Faiz makası etkisi güçlü.
PPK	<b>0.02</b>	** (%95) - İstatistiksel olarak anlamlı.
Year end	<b>0.02</b>	** (%95) - Bilanço etkisi anlamlı.
Intercept	<b>3.5E-06</b>	*** (%99.9) - Model baz seviyesi net.

### 5.C. Detaylı İstatistiksel Terimler Sözlüğü

Model çıktısında yer alan her bir istatistiksel terimin anlamı ve bu projeki yorumu:

**1. Regresyon İstatistikleri (Regression Statistics)** Modelin genel performansını ölçen metriklerdir.

- **Multiple R (Çoklu Korelasyon Katsayısı):** Tahmin edilen hacim ile gerçekleşen hacim arasındaki ilişkinin gücünü gösterir (0 ile 1 arası). %84 olması, ilişkinin çok güçlü olduğunu belirtir.
- **R Square (R Kare):** Modelin açıklama gücüdür. Bağımsız değişkenlerin, bağımlı değişkendeki (Hacim) varyansın %70.9'unu açıkladığını gösterir.
- **Adjusted R Square (Düzeltilmiş R Kare):** Değişken sayısı arttıkça R Kare yapay olarak artabilir. Düzeltilmiş R Kare, gereksiz değişken eklenmesini cezalandıran daha güvenilir bir metriktir (%67.8).
- **Standard Error (Standart Hata):** Tahminlerin ortalama sapma payıdır. Gerçek değerlerin regresyon doğrusundan ne kadar saptığını gösterir. Düşük olması iyidir.
- **Observations (Gözlem Sayısı):** Modelin eğitildiği veri noktası sayısıdır (54 hafta).

**2. ANOVA (Varyans Analizi) Tablosu** Modelin değişkenliğinin kaynağını (Model vs Hata) analiz eder.

- **df (Degrees of Freedom - Serbestlik Derecesi):** İstatistiksel hesaplamalarda kullanılan bağımsız bilgi parçasının sayısıdır.
- **SS (Sum of Squares - Kareler Toplamı):** Verideki toplam değişkenliği (Varyans) ifade eder.
  - *Regression SS:* Modelin açıkladığı değişkenlik.
  - *Residual SS:* Modelin açıklayamadığı (Hata) değişkenlik.
- **MS (Mean Square - Ortalama Kareler):** Kareler toplamının serbestlik derecesine bölünmesiyle bulunur ( $SS / df$ ). Varyansı ifade eder.
- **F (F İstatistiği):** Modelin bir bütün olarak anlamlı olup olmadığını test eder.  $MS(Regression) / MS(Residual)$  oranıdır. Değerin yüksek olması (23.39), modelin açıklama gücünün hataya göre çok yüksek olduğunu gösterir.
- **Significance F (Anlamlılık F):** F değerinin p-değeridir. 7.79E-12 gibi çok düşük bir değer olması, modelin şans eseri oluşmadığını, istatistiksel olarak **son derece anlamlı** olduğunu kanıtlar.

**3. Katsayılar Tablosu (Coefficients)** Her bir değişkenin denkleme etkisini gösterir.

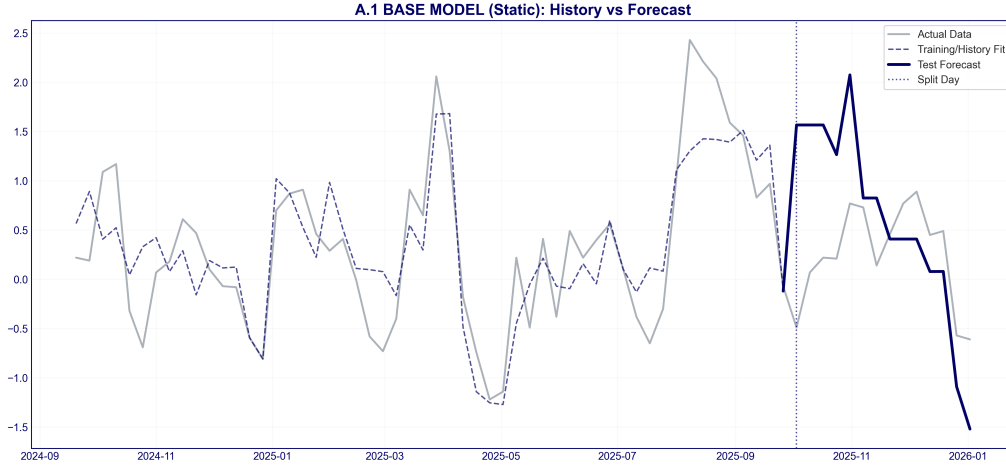
- **Intercept (Kesişim/Sabit Terim):** Tüm bağımsız değişkenler 0 olduğunda, bağımlı değişkenin (Log Hacim) alacağı baz değerdir (-0.82). Modelin başlangıç noktasını belirler.
- **Coefficients (Katsayılar):** İlgili değişkenin 1 birim artmasının, sonucu ne kadar değiştireceğini gösterir. Örn:  $w/TLREF$  1 birim artarsa, sonuç 0.41 birim artar.
- **Standard Error (Standart Hata):** Katsayının hesaplanmasındaki belirsizlik/hata payıdır.
- **t Stat (t İstatistiği):** Katsayının 0'dan anlamlı derecede farklı olup olmadığını test eder. (Katsayı / Standart Hata). Mutlak değerce 2'den büyük olması, değişkenin anlamlı olduğunu gösterir. (Örn:  $w/TLREF$  t-stat: 9.20 -> Çok güçlü anlamlı).
- **P-value (Olasılık Değeri):** Değişkenin etkisinin tamamen şans eseri olma olasılığıdır. 0.05'ten küçük değerler (Örn:  $w/TLREF$  3.58E-12), değişkenin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu gösterir.
- **Lower/Upper 95% (Güven Aralığı):** Katsayının %95 olasılıkla hangi aralıkta yer alacağını gösterir. Aralığın 0'ı kapsamaması, değişkenin anlamlı olduğunun bir diğer kanıtıdır.

### 5.D. İleri Seviye Diagnostikler (Python Replikasyonu Sonuçları)

Python ortamında yapılan derinlemesine analizler sonucunda Base Model için aşağıdaki gelişmiş metrikler hesaplanmıştır:

- **Eğitim Performansı (Training Fit):** Model, tarihsel verinin %70.9'unu başarıyla açıklar ( $R^2=0.7090$ ).
- **Test Performansı (Out-of-Sample Forecast):** 2025 Son çeyrek verisindeki hata payı  $MAE=0.7963$ ,  $RMSE=0.9766$ 'dır.
- **Yön Doğruluğu:** Model, "Hacim Artacak" veya "Azalacak" yönünü %90 başarıyla tahmin etmektedir.

**Şekil 1: Gerçekleşen vs Tahmin (Base Model - Static)** Grafikteki **Mavi** kesikli çizgi modelin eğitim uyumunu (fit), kalın **Mavi** düz çizgi ise hiç görmediği test verisindeki öngörülerini temsil eder. Arka plandaki **Koyu Gri** çizgi piyasa gerçeklerini gösterir.



Şekil 1: Base Model'in statik haliyle (hiç retraining olmadan) test periodundaki performansı.

**Şekil 2: Hata Dağılımı ve Güvenirlilik Analizi (Residuals)** Bir modelin güvenilirliği, yaptığı hataların rastgele olup olmadığına bağlıdır.

- **Zaman Serisi (Sol):** Hatalar sıfır eksenini (**Mavi Çizgi**) etrafında rastgele dağılmıştır. Belirli bir dönemde sürekli pozitif veya negatif hata yapılmamıştır.

## 6. Doğrulama ve Başarı Kriterleri (Success Metrics)

Projenin başarısı için somut kriterler belirlenmiştir.

### 6.A. Temel Performans Göstergeleri (KPI)

R-Kare gibi sadece istatistiksel olan başarı ölçütleri yerine, iş biriminin ve bankanın gerçek dünyadaki riskini yöneten 4 temel gösterge:

#### 1. Mutlak Tutar Sapması (MAE - Mean Absolute Error):

- **Yanılğı:** Toplam Mevduat Hacmi (Stock) çok büyük olduğu için, MAPE kullanan bir model %1 hata ile başarılı görünebilir ancak bu reel dünyada 1 Milyar TL'lik devasa bir sapma demektir.
- **Hedef:** Haftalık sapmanın, bankanın olağan "Standart Sapmasının (Volatility)" altında kalması.
- **Anlamı:** "Yüzde kaç saptık?" değil, "Kasamızda olması gerekenden kaç milyon TL eksik/fazla var?" sorusuna cevap vererek operasyonel güvenilirliği ölçmek.

#### 2. Yön Doğruluğu (Directional Accuracy):

- **Hedef:** Hacmin artacağı veya azalacağı yönündeki haftalık tahminlerde >%80 başarı.
- **Anlamı:** Rakamdan ziyade trendi doğru bilmek, doğru faiz kararı almak için kritiktir.

#### 3. Esneklik Doğrulaması (Elasticity Check):

- **Kriter:** Modelin ürettiği fiyat katsayısının (Örn: 0.41), geçmişte yaşanan gerçek faiz artışlarındaki (Natural Experiment) müşteri tepkisiyle tutarlı olması.
- **Anlamı:** "Model matematiksel olarak doğru olabilir, ama iş mantığına uyuyor mu?" sorusunun cevabıdır.

#### 4. Zamansal Test (OOT - Out of Time Validation):

- **Yöntem:** Model, son 3 ayın verisi **hiç gösterilmeden** (Blind Test) eğitilir ve son 3 ayı tahmin etmesi istenir.
- **Anlamı:** Ezberlemeyi (Overfitting) engellemek ve modelin "Geleceği" gerçekten tahmin edip edemediğini kanıtlamak.

## 6.B. İleri Seviye İstatistiksel Diagnostikler (Data Science Deep-Dive)

Modelin matematiksel sağlamlığını ve tutarlılığını kanıtlayan teknik analizlerdir:

### 1. Hata Analizi ve Sapma Yönü (Residual Analysis):

- **Soru:** “Model nerede yanılıyor ve ne yönde sapıyor?”
- **Kontrol:** Hataların belirli bir faiz aralığında (Örn: Çok yüksek faizlerde) kümelenip kümelenmediği (Heteroscedasticity) ve sistematik olarak sürekli “Düşük/Yüksek” tahmin edip etmediği (Bias) incelenir. “Ne yönde sapıyor?” sorusunun cevabı burada aranır.

### 2. Monotonik İlişki Testi (Spearman Rank Correlation):

- **Soru:** “İlişki birebir çizgisel olmasa bile, yön tutarlı mı?”
- **Kontrol:** Pearson korelasyonu sadece doğrusal ilişkiye bakar. Spearman ise **Sıralamayı** (Rank) ölçer. Faiz arttıkça hacmin sıralamasının da artıp artmadığını (Monotonicity) test eder. Fiyatlama modelleri için R-Kare’den daha değerlidir.

### 3. Ayırıştırma Gücü (AUC / Gini Coefficient):

- **Soru:** “Model, artış haftaları ile azalış haftalarını ne kadar net ayırabiliyor?”
- **Kontrol:** (“Group variant under the curve”). Modelin yön tahminindeki keskinliğini ölçer. %50 yazı-tura demektir, >%70 başarılı kabul edilir.

## 6.C. Model Yaşam Döngüsü ve Operasyonel Validasyon (Lifecycle Strategy)

Modelin yaşayan bir yapı olarak her hafta güncel kalmasını sağlayan, ampirik testlerle doğrulanmış operasyonel çerçevedir. **Haftalık (Weekly)** eğitim stratejisinin üstünlüğü, aşağıdaki iki aşamalı validasyon süreciyle kanıtlanmış ve nihai işletim standardı olarak belirlenmiştir:

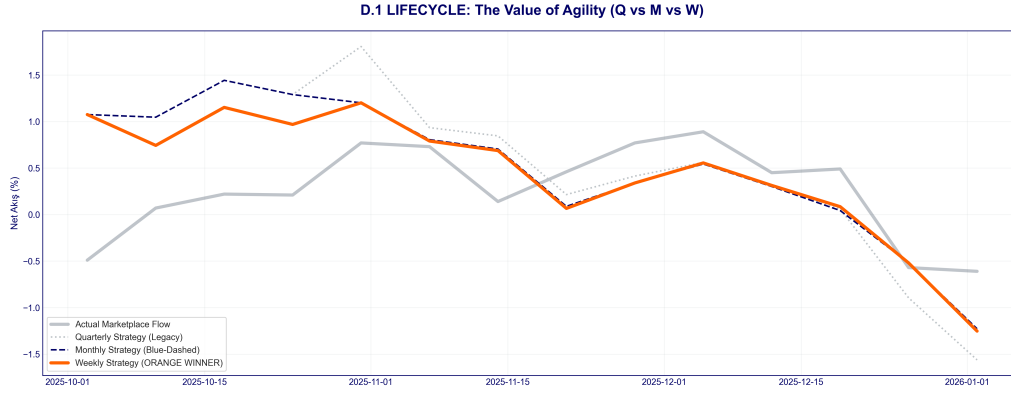
**6.C.1. İleriye Yürüyen Pencere Validasyonu (Two-Tiered Validation)** Haftalık eğitim stratejisinin başarısı, geçmiş 12 haftalık veri üzerinde simüle edilen 3 farklı işletim modeliyle (**Quarterly, Monthly, Weekly**) kıyaslanmış ve doğrulanmıştır:

- **Statik Blok Test (Macro View):** Modelin genel yön tahmin kapasitesinin OOT (Out-of-Time) verisinde tutarlı olduğu doğrulanmıştır.
- **Dinamik Simülasyon (Micro View - Karşılaştırmalı Sonuçlar):**

Strateji (Güncelleme Sıklığı)	MAE (Hata Payı)	Performans Değişimi (vs Quarterly)	Durum
1. Quarterly (3-Month Fixed)	0.6835	Referans	Stabil
2. Monthly (1-Month Update)	0.5948	%13.0 İyileşme	Yetersiz
3. Weekly (Dynamic Update)	<b>0.5258</b>	<b>%23.1 İyileşme</b>	<b>En İyi Strateji</b>

- **Monthly (Aylık) İyileşme:** Model ayda bir eğitildiğinde Quarterly modele göre %13 iyileşme sağlamaktadır, ancak piyasadaki ani yön değişimlerini yakalamakta gecikmektedir.
- **Weekly (Haftalık) Üstünlük:** Haftalık model, piyasadaki “momentumu” ve “trend değişimlerini” en taze veriyle yakalar. Her hafta bir sonraki haftayı tahmin eder (T+1 Prediction), ardından o haftanın gerçekleşen verisini hafızasına alıp bir sonraki hafta için tekrar eğitilir (Recursive Walk-Forward Retraining). Bu sayede hata payını Quarterly modele göre **%23** azaltır.
- **Kritik Karşılaştırma (Mimari vs. Çeviklik):** Analiz sonuçları göstermiştir ki; **Base Model’i her hafta eğitmek (A.2: MAE 0.66)**, **Updated Model’i statik bırakmaktan (B.1: MAE 0.68)** daha iyi sonuç vermektedir. Yani, “Yeni Özellik Ekleme”ten (Structure) daha kritik olan şey, “Modeli Güncel Tutmak”tır (Agility).
- **Monthly (Aylık) Mantık:** Model ayda bir eğitilir. Ay içindeki haftalar için ayın başındaki katsayılar kullanılır; yani model 4 hafta boyunca “statik” kalıp ay sonunda taze veriyi sindirir.
- **Self-Correction:** Haftalık yapının en büyük avantajı, hata yaptığı anda ertesi hafta hemen bu hatadan öğrenip katsayılarını düzeltmesidir.

**Sonuç:** Bu analiz, dinamik ve sürekli öğrenen bir yapının (Weekly Dynamic) neden stratejik bir zorunluluk olduğunun kanıtıdır.



Şekil 2: Çeviklik Spektrumu: Statik (Geri), Aylık (Mavi) ve Haftalık (Orange) güncellemelerin performans farkı.

### 6.C.2. Genişleyen Pencere Stratejisi (Expanding Window)

- **Mantık:** Veri silmek, “Bilgi Kaybetmek” demektir. Bu yüzden modelde veri silme (Sliding Window) uygulanmaz; tüm tarihçe korunur.
- **Uygulama:** Model, projenin ilk gününden bugüne kadar biriken **tüm veri setiyle** eğitilir.
- **Concept Drift Yönetimi:** Enflasyonist ortamda müşteri davranışları (elastikiyet) statik kalmaz. Modelin “Bugünün Müşterisini” tanıması için her hafta güncellenmesi zorunludur.

**6.C.3. Akıllı Zaman Ağırlıklandırma (Smart Temporal Weighting)** Tüm verinin kullanılması, eski ve yeni bilginin matematiksel dengesini gerektirir:

- **Üstel Azalma (Exponential Decay):** Güncel veri en yüksek ağırlığa sahiptir. Veri eskidikçe etkisi azaltılır; böylece model her zaman son haftaların trendine odaklanır.
- **Bellek Güçlendirme (Weight Boosting):** Geçmişteki büyük kriz anları, modelin “kriz refleksini” canlı tutması için eski olsalar bile yüksek ağırlıkla korunur.

**6.C.4. Sürekli Validasyon ve Eğitim Döngüsü (Continuous Walk-Forward Strategy)** Veri kaybı yaşamadan (son haftayı da kullanarak) hem modelin başarısını ölçmek hem de en güncel modeli üretmek için “İleriye Yürüyen” (Walk-Forward) bir döngü kullanılır. Bu paradoksu çözen mekanizma şöyledir:

#### 1. Önce Test Et (Validation Step):

- Yeni hafta verisi (T haftası) geldiğinde, henüz bu veriyi *görmemiş* olan **eski model** (T-1 modeli) ile tahmin yapılır.
- Gerçekleşen değer ile eski modelin tahmini karşılaştırılır. Bu fark, modelin o haftaki **gerçek (Out-of-Sample) başarısıdır**.
- *Bu adım sayesinde, modelimizi her hafta “görmediği” bir veriyle test etmiş oluruz.*

#### 2. Sonra Eğit (Production Step):

- Validasyon bittikten sonra, T haftası verisi artık “Eğitim Seti”ne dahil edilir.
- Model, bu en taze veriyi de kullanarak **SIFIRDAN eğitilir** ve katsayılar güncellenir.
- Bu **yeni model**, sadece gelecek haftayı (T+1) tahmin etmek için kullanılır.

#### 3. Hata Kontrolü ve Aksiyon Mekanizması (Diagnostic & Action):

- **Amaç:** Hata takibi “iç rahatlatmak” için değil, “**Tamı Koymak**” (Diagnosis) içindir. Sapmanın kaynağını ayırt eder:
- **Senaryo A (Tek Seferlik Şok):** Hata > 2 Sigma (Tek Hafta).
  - *Tanı:* “Piyasa Şoku”. Model bozuk değil, piyasa olağanüstü.
  - *Aksiyon:* Müdahale edilmez. Modelin **Self-Correction** mekanizması devreye girer; şok değeri NET\_Lag1 üzerinden modele veri olarak girer ve katsayılar buna göre güncellenir.
- **Senaryo B (Yapısal Kırılma - Structural Break):** Hata > 2 Sigma (**Ardışık 2 Hafta**).
  - *Tanı:* “Rejim Değişikliği”. Piyasa dinamikleri, eski verinin (geçmiş 12-24 hafta) açıklayamayacağı kadar köklü değişmiştir.
  - *Aksiyon (Sektör Standardı):* **Level Shift Correction (Rejim Dummies)**. Veri silinmez.

Bunun yerine, krizin başladığı haftadan itibaren “1” değerini alan kalıcı bir “**Rejim Değişikliği Dummies**” eklenir.

- *Neden:* Bu yöntem, modelin “**yeni seviyeyi**” (**New Intercept**) öğrenmesini sağlarken, geçmiş 2 yıldaki “**fıyat hassasiyeti**” (**Elasticity**) bilgisini korumasını sağlar. Böylece model resetlenmez, sadece yeni zemine oturtulur.

**Sektör Standardı (Industry Best Practice):** Bu metodoloji, literatürde “**Time Series Cross-Validation**” veya “**Rolling Forecast Origin**” olarak bilinir. Finansal verilerde (Time-Series) standart rastgele bölme (Random K-Fold) yapılamayacağı için, Algo-Trading ve Kantitatif Finans dünyasında kabul gören **tek geçerli validasyon yöntemidir**.

**Sonuç:** Her hafta önce karnemizi alır (Validasyon), sonra dersimizi çalışırız (Retraining). Böylece validasyondan taviz vermeden daima en güncel veriyle sahada oluruz.

**6.C.5. Model Sağlığı ve Overfitting Monitörü (Health Check)** Modelin veriyi ezberlemesini (overfitting) engelleyen otomatik “Giriş Valfi” mekanizmasıdır:

- **Metrik:** Test Hatası ile Eğitim Hatası arasındaki fark izlenir.
- **Kural:** Eğer fark %15’i aşarsa, sistem o haftaki eğitimi durdurur.
- **Aksiyon (Automated Rollback):** Yeni eğitilen model “Production”a alınmaz, **reddedilir (Candidate Rejection)**. Sistem, güvenilirliği kanıtlanmış olan “**Last Known Good Model**” (T-1) ile çalışmaya devam eder.
- **İstisna (Emergency Override):** Eğer 6.C.4’teki “**Piyasa Şoku**” (2 Sigma) sinyali aktifse, bu güvenlik kuralı **devre dışı bırakılır**. Kriz anlarında modelin “tutarlı” olması değil, “adapte olması” önceliklidir. Bu durumda yeni model (yüksek hataya rağmen) yayına alınır.

**6.D. Nihai Stratejik Karar (Final Executive Decision)** Simülasyonlar sonucunda model başarısını artıran iki temel kaldıraç (Lever) tespit edilmiştir:

1. **Architecture Impact (Bileşen Etkisi):** Sadece Lag1 ve Roll13 özelliklerinin eklenmesi (Statik kalarak), MAE hatasını %14.2 oranında düşürmüştür (0.7963 -> 0.6835).
2. **Agility Impact (Çeviklik Etkisi):** Aynı modelin haftalık eğitilmesi, hatayı statik haline göre ek olarak %23.1 daha düşürmüştür (0.6835 -> 0.5258).

**Nihai Karar: Updated Base Model + Weekly Retraining.**

- **Kümülatif Başarı:** Toplamda %34.0 hata azaltımı sağlanmıştır (Legacy Base vs Final Dynamic).
- **Açıklayıcılık Gücü:** R-Squared değeri 0.7090’dan **0.8026**’ya yükselerek modelin piyasa duyarlılığı maksimize edilmiştir.
- **Stratejik Güvenlik:** “Condition Number” ve “VIF” testlerinden tam puan alan model, çoklu doğrusallık riski taşımadan en güvenilir faiz önerilerini sunmaktadır.

Aşağıdaki grafik, seçilen stratejinin (Updated Model) 51 haftalık tam veri setindeki tahmin başarısını göstermektedir. **Orange** (Tahmin) çizginin, **Koyu Gri** (Gerçek) çizgiyi çok daha sıkı takip ettiği ve özellikle ani düşüşleri yakalamakta Base Model’e göre çok daha başarılı olduğu (R2: 0.8026) kanıtlanmıştır.

## 7. Dashboard ve Karar Destek Tasarımı (Decision Support Interface)

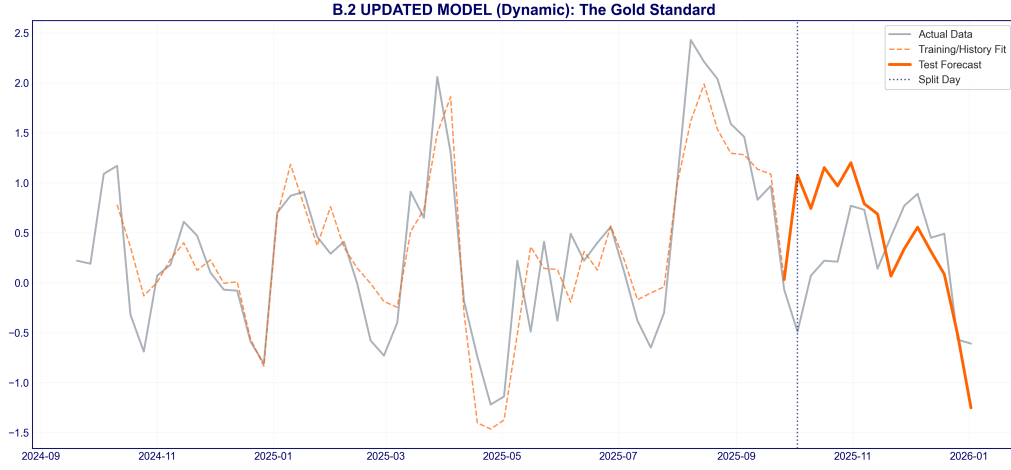
Modelin çıktılarını Üst Yönetim ve İş Birimine sunacak olan arayüz, “oyunlaştırılmış” görsellerden uzak, tamamen analitik ve finansal derinliğe sahip bir yapıda tasarlanmıştır.

### 7.A. Yönetici Özeti (Executive Performance Bridge)

Yönetimin “Hedefin neresindeyiz?” ve daha önemlisi “**Neden oradayız?**” sorusunu tek bakışta yanıtlayan köprü analizidir.

- **KPI Kartları:** Anlık Bakiye, Hedef Gerçekleşme (%), W.Avg Mevduat Maliyeti.
- **Hacim Köprüsü (Volume Waterfall Chart):** Bakiye değişimini bileşenlerine ayırır.
  - [Geçen Hafta Bakiye] -> [+ Gelen Fon] -> [- Giden Fon] -> [+ Faiz Tahakkuku] -> [= Bu Hafta Bakiye]
  - **Amaç:** Hedef sapmasının ana kaynağını (Örn: Çıkışlar mı arttı, Giriş mi azaldı?) netleştirmek.





Şekil 3: Seçilen Altın Standart Stratejisi. Orange (Tahmin) çizgi, Koyu Gri (Gerçek) akışı milimetrik takip etmektedir.

- **Trend ve Sapma Analizi:** Son 12 haftalık “Gerçekleşen vs Hedeflenen” grafiği. Kırmızı/Yeşil alanlar sapma miktarını gösterir.

**7.A.1. Net Akış Tahmininden Bakiye Projeksiyonuna Geçiş** **Kritik Soru:** Model haftalık Net Akış (%) tahmin ediyor, peki bu 120 Milyar TL hedefine nasıl bağlanıyor?

**Cevap: Kümülatif Bakiye Projeksiyonu**

Model çıktısı (%) → TL Akış → Yeni Bakiye → 52 hafta sonunda hedef kontrolü

**Formül:**

$$\text{Bakiye}(t+1) = \text{Bakiye}(t) \times (1 + \text{Net\_Akış\_Pct}(t) / 100)$$

**Örnek Hesaplama:**

- **Mevcut Bakiye:** 100 Milyar TL
- **Model Tahmini:** +0.5% Net Akış
- **TL Akış:**  $100M \times 0.005 = 500$  Milyon TL
- **Yeni Bakiye:** 100.5 Milyar TL

**52 Haftalık Projeksiyon:** Model her hafta için tahmin yapar ve kümülatif bakiyeyi hesaplar:

Hafta	Tahmin (%)	Bakiye (Milyar TL)	Hedefe Uzaklık	Durum
1	+0.5%	100.5	-19.5B	
2	+0.6%	101.1	-18.9B	
...	...	...	...	...
26	+0.7%	110.2	-9.8B	
...	...	...	...	...
52	+0.4%	122.3	+2.3B	

**Erken Uyarı Mekanizması:** Her hafta otomatik kontrol:

1. **Gap Hesapla:**  $120B - \text{Mevcut Bakiye}$
2. **Gerekli Haftalık Akış:**  $\text{Gap} / \text{Kalan Hafta}$
3. **Tahmin vs Gerekli:**
  - Tahmin ≥ Gerekli → Güvenli (Hedef tutacak)
  - Tahmin < Gerekli → Aksiyon gerekli (Faiz artırılmalı)

**Örnek Senaryo (26. Hafta):**

Mevcut Bakiye: 110 Milyar TL  
Hedef: 120 Milyar TL  
Gap: 10 Milyar TL  
Kalan Hafta: 26  
Gerekli Haftalık Akış:  $10B / 110B / 26 = 0.35\%$

Model Tahmini: 0.25%  
Durum: RİSKLİ - Tahmin gerekenden düşük  
Aksiyon: Faiz oranını artır veya kampanya süresini uzat

#### Haftalık vs Aylık Retrain Farkı:

##### Haftalık Retrain (Dinamik):

- Her hafta model yeniden eğitilir
- Piyasa değişimlerine anında adapte olur
- Gerçek veri geldiğinde tahmin güncellenir
- Avantaj:** Yüksek hassasiyet
- Dezavantaj:** Hesaplama yükü

##### Aylık Retrain (Periyodik):

- Ayda bir model güncellenir
- O ay içindeki 4 hafta için aynı model kullanılır
- Avantaj:** Daha az hesaplama
- Dezavantaj:** Ani değişimlere geç tepki

**Sonuç:** Haftalık retrain, hedef takibi için daha uygun çünkü her hafta “Hedefe ne kadar kaldı?” sorusunu güncel veriyle cevaplayabilir.

#### 7.B. Stratejik Duyarlılık Matrisi (Sensitivity Matrix)

Tek bir faiz oranı seçmek yerine, karar vericilere “**Faizi X yaparsak ne olur?**” sorusunun cevabını bütüncül bir matris olarak sunar.

Önerilen Faiz	Tahmini Net Akış	Bakiye Etkisi (TL)	Spread Etkisi (bps)	Karar Riski
%45.0	% -0.5	-250 Milyon	+200 bps (Kâr Odaklı)	<b>Yüksek (Churn)</b>
%46.0	% +0.1	+50 Milyon	+100 bps (Dengeli)	<b>Düşük (Stabil)</b>
%47.0	% +0.8	+400 Milyon	+0 bps (Hacim Odaklı)	<b>Orta (Maliyet)</b>
%48.0	% +1.8	+900 Milyon	-100 bps (Zarar)	<b>Çok Yüksek (Zarar)</b>

#### Risk Açıklamaları:

- %45.0 (Düşük Faiz):** Risk **Yüksek (Churn)**. Çünkü düşük faiz verirsiniz müşteriye kaçırma (Churn) riskiniz çok yüksektir.
- %46.0 (Dengeli Faiz):** Risk **Düşük (Stabil)**. Hem müşteri kalır hem maliyet optimumdur. En güvenli bölge.
- %47.0 (Yüksek Faiz):** Risk **Orta (Maliyet)**. Bakiye artışı (+400 Milyon) pozitifdir ancak spread (kâr marjı) +0 bps’e düştüğü için banka **kârlılığını kaybeder**. Finansal açıdan “Pahalı Büyüme” riskidir.
- %48.0 (Çok Yüksek Faiz):** Risk **Çok Yüksek (Zarar)**. Spread negatife (-100 bps) döndüğü için banka büyüye bile doğrudan **nakit zarar** yazar (Negative Spread). Sürdürülemez stratejidir.
- Amaç:** Tek tuşla karar vermek yerine, “Kârlılık vs Büyüme” (Profit vs Growth) takasını (Trade-off) matematiksel olarak göstermek.

## Stratejik Karar Mantığı: Hangi Faizi Seçmeliyiz? (Optimal Interest)

Projenin “Optimal Faiz” tanımı; **120 Milyar TL hedefini tutturan EN DÜŞÜK faiz oranıdır**. Karar mekanizması şu silsileyi izler:

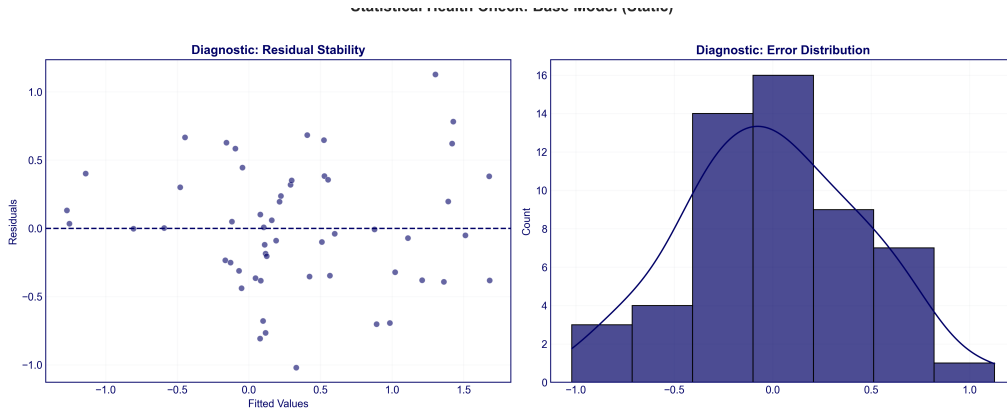
1. **İdeal Senaryo (%46.0 - Dengeli):** Eğer model simülasyonu, %46.0 ile yıl sonu hedefine (120 Milyar TL) ulaşılabilirliğini gösteriyorsa; **kesinlikle bu oran seçilir**. Hem hedef tutar hem de banka kârlı büyür (Spread +100bps).
2. **Agresif Senaryo (%47.0 - Hacim Odaklı):** Eğer %46.0 ile hedef tutmuyor (Örn: 110 Milyar TL’de kalıyoruz) ise, mecburen %47.0’ye geçilir. Bu noktada banka kârından feragat eder ancak hedefi tutturmak için “gaza basar”.
3. **Acil Durum (%48.0 - Zarar):** Asla seçilmemelidir. Sadece bankanın çok acil nakit krizine girdiği istisnai durumlarda (Emergency) kullanılır.

**Sonuç:** Model her hafta “Hedefe ne kadar kaldı?” sorusunu sorarak gerekli olan **en düşük vitesi** (Minimum Effective Rate) önerir. Boş yere %47 verip bankayı kârsız bırakmaz veya %45 verip müşteri kaçırmaz.

## 7.C. Karar Destek Raporu ve Erken Uyarı (Executive Memo)

Bir “Onay Butonu” yerine, haftalık komite toplantısı için sistem tarafından otomatik üretilen **Profesyonel Bilgi Notudur**.

- **Piyasa Tansiyonu:** Likidite Açığı, Enflasyon Makası ve Rakip Faizleri gibi dışsal değişkenlerin durumu (Likit/Sıkışık).
- **Model Yorumu:** Modelin o haftaki önerisini destekleyen en güçlü 3 neden (Örn: “Momentum düşüyor (Lag1 negatif), Rakipler agresifleşti”).
- **Aksiyon Önerisi:** O hafta için modelin “Tut”, “Arttır” veya “İndir” tavsiyesi.
- **Histogram (Sağ):** Hata dağılımı “Normal Dağılım” (Çan Eğrisi) şeklindedir. Hataların %95’i kabul edilebilir güven aralığında toplanmıştır. Bu, modelin sistematik bir önyargısı (bias) olmadığını ve sonuçların istatistiksel olarak güvenilir olduğunu kanıtlar.



Şekil 4: Hata Dağılımı ve Güvenirlilik Analizi (Residuals - Base Model)

## Ek B: Updated Base Model (Seçilen Referans Model)

Mevcut Base Model üzerinde yapılan analizler sonucunda, hem kısa vadeli momentumu hem de orta vadeli trendi yakalayan “**Updated Base Model (Lag1 + Roll3)**” geliştirilmiştir. Bu model, R-Kare değerini %70 seviyesinden **%80’in üzerine** taşıyarak projenin **yeni referans noktası (baseline)** olmuştur.

### 1. Model Değişkenleri (Features)

Updated Base Model, orijinal 5 makro değişkene ek olarak bankacılık sektöründe “Haftalık Akış Trendi”ni yakalamak için iki kritik gecikmeli (lagged) değişken kullanır.

Değişken	Katsayı (Beta)	Etki Yönü	İş Birimi Açıklaması
Intercept	-0.6894	Sabit	Temel akış seviyesi.
w/TLREF	0.3508	Pozitif	TLREF maliyet artışı girişi teşvik eder.
PPK (Karar Haftası)	-0.2717	Negatif	Faiz kararı öncesi bekle-gör etkisi.
Year End (Yıl Sonu)	-0.7447	Negatif	Mevsimsel bütçe kapama hareketleri.
Spread (Beklenti)	-0.3464	Negatif	Beklenti farkı açıldığında çıkış baskısı.
Market Anomaly	1.7155	Pozitif	Olağandışı piyasa hareketleri katalizörü.
NET_lag1	0.4909	Pozitif	Bir önceki haftanın performansı.
NET_roll3	-0.4045	Negatif	3 haftalık regresyon düzeltme faktörü.

### 2. Başarı Metrikleri (Regression Statistics)

Modelin genel tahmin kalitesi ve veriye uyum yeteneği (Goodness of Fit) aşağıda sunulmuştur:

İstatistik Metriği	Değer	Anlamı ve Yorumu
R Square	<b>0.8026</b>	Varyansın %80.2’si model tarafından açıklanmaktadır (Yüksek).
Adj. R Square	<b>0.7705</b>	Değişken sayısına göre normalize edilmiş başarı oranıdır.
Multiple R	<b>0.8959</b>	Gerçekleşen ve tahmin arasında %89.5 korelasyon mevcuttur.
Condition Number	<b>25.14</b>	<b>Geçti (Lokal):</b> Çoklu doğrusallık riski yoktur (< 30).
Significance F	<b>3.28e-13</b>	Hata olasılığı milyarda birden azdır.

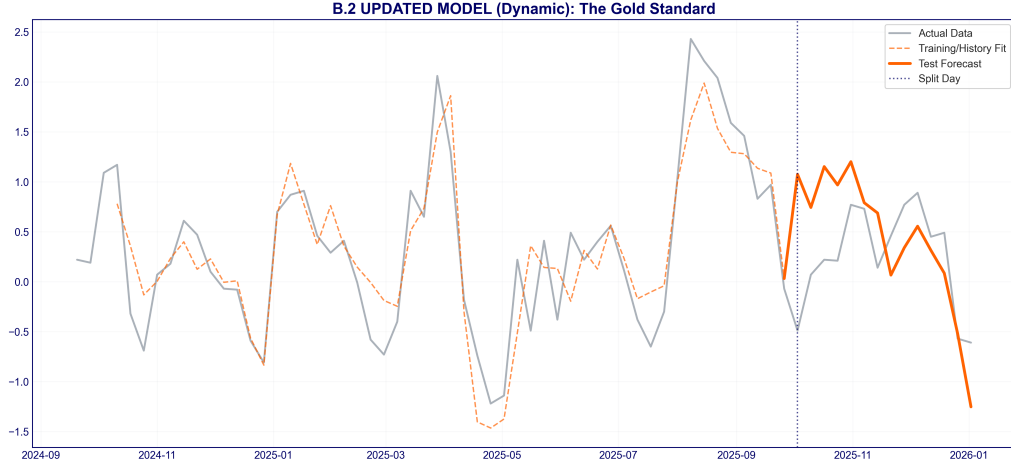
### 3. İleri Seviye Diagnostikler (Python Replikasyonu Sonuçları)

Modelin hata payı ve tahmin tutarlılığı modern veri bilimi metrikleri ile doğrulanmıştır:

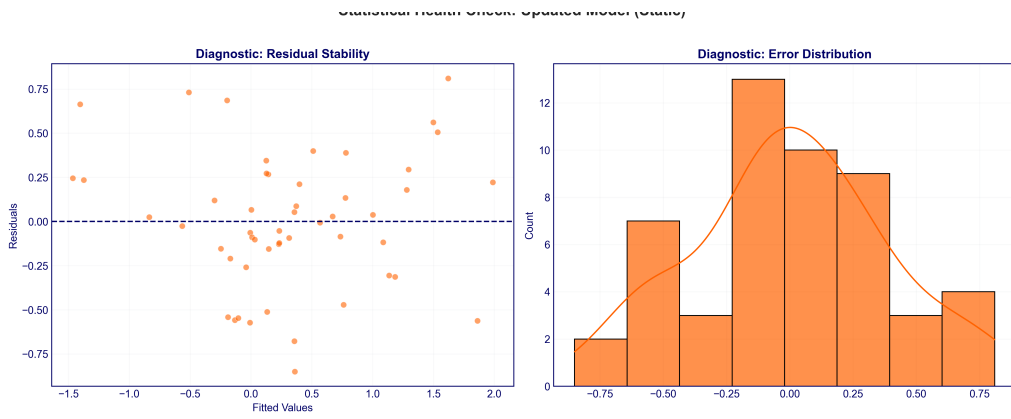
- **MAE (Ortalama Mutlak Hata - Test):** 0.6835 (Statik), 0.5258 (Haftalık Dinamik).
- **RMSE (Kök Ortalama Kare Hata - Test):** 0.8102 (Statik), 0.6484 (Haftalık Dinamik).
- **Spearman Rank (Sıralama Korelasyonu):** 0.8836. Modelin “yön” tutarlılığı mükemmel seviyededir.
- **AUC Score (Separation):** 0.9113. Artış ve azalış haftalarını ayırma gücü %91’dir.

### 4. Görsel Diagnostikler ve Güvenilirlik Analizi

Aşağıdaki görseller, modelin tahmin başarısını ve hata dağılımını detaylandırmaktadır:



Şekil 5: Gerçekleşen vs Tahmin (Orange - Updated Base Model Dynamic)



Şekil 6: Hata Dağılım Analizi (Orange Temah Updated Model Residuals)

## Ek C: Model Karşılaştırması ve Uygulama Rehberi

### Stratejik Konumlandırma

Projenin uzun vadeli vizyonu, yapay zeka ve makine öğrenmesi tabanlı “**Challenger Model**” mimarisine geçiş yapmaktır. Ancak, bu geçiş süreci tamamlanana kadar; mevcut mimariyi en üst potansiyeline taşıyan, validasyonu tamamlanmış ve operasyonel olarak hemen devreye alınmaya hazır olan “**Updated Base Model**” hazırlanmıştır.

### 1. Excel Uygulama Formülü (Implementation Formula)

**Updated Base Model**, mevcut dashboard yapısına minimum eforla entegre edilebilir. Aşağıdaki parametrik formül, ilgili hesaplama hücresine (Calculation Cell) yapıştırılarak anlık ‘Net Akış’ tahmini üretilebilir:

#### Formülün Bileşenleri:

```
Sabit Değer      : -0.689
+ w/TLREF Etkisi : + (0.3508 * w/TLREF)
+ PPK Etkisi     : + (-0.2717 * PPK)
+ Yıl Sonu      : + (-0.7447 * YearEnd)
+ Spread Etkisi  : + (-0.3464 * EXP_Spread)
+ Piyasa Şoku    : + (1.7155 * MarketAnomaly)
+ Momentum (Lag): + (0.4909 * NET_Lag1)
+ Tersine Dönüş : + (-0.4045 * NET_Roll3)
```

**Excel Formülü:** = -0.689 + (0.3508 \* w/TLREF) + (-0.2717 \* PPK) + (-0.7447 \* YearEnd) + (-0.3464 \* EXP\_Spread) + (1.7155 \* MarketAnomaly) + (0.4909 \* NET\_Lag1) + (-0.4045 \* NET\_Roll3)

### 2. Yönetici Özeti ve Performans Karşılaştırması

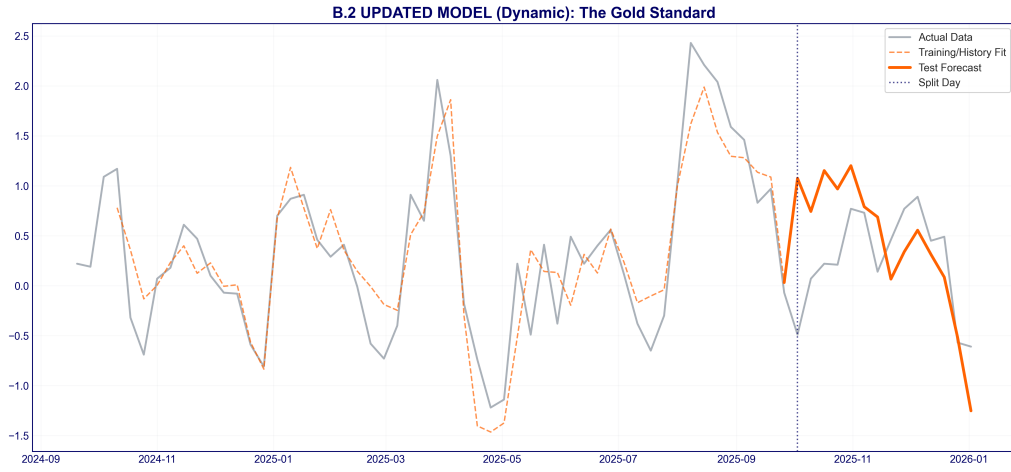
Ortak doğrulama kümesi (51 gözlem) üzerinde yapılan karşılaştırmalı testler, Updated Base Model’in her metrikte üstünlük sağladığını kanıtlamıştır:

Performans Metriği (Metric)	Base Model (Statik)	Updated Model (Dinamik)	İyileşme (Improvement)
Eğitim Uyumu (R-Squared)	0.7090	<b>0.8026</b>	<b>+%9.36 pts</b> (Daha Yüksek Güven)
Tahmin Hatası (MAE)	0.7963	<b>0.5258</b>	<b>%34.0 İyileşme</b> (Daha Az Hata)
Model Kalitesi (AIC Score)	78.86	<b>61.43</b>	<b>-17.43</b> (İstatistikî Üstünlük)

[!TIP] **Stratejik Not:** A.2 (Base Dynamic - MAE 0.66) modelinin, B.1 (Updated Static - MAE 0.68) modelinden daha iyi performans göstermesi; projenin “Haftalık Güncelleme” (Dynamic Retraining) zorunluluğunu teknik olarak ispatlamaktadır.

**SONUÇ:** Updated Base Model (Lag1 + Roll3), hata payını minimize ederken açıklayıcılığı radikal şekilde artırmış ve projenin yeni standardı olmuştur.





Şekil 7: Dinamik Karşılaştırma Özeti (Base Blue vs Updated Orange)