

# BIST Hisseleri Üzerinde Teknik İndikatörlere Dayalı Algoritmik Ticaret Stratejilerinin Geliştirilmesi ve Backtest Analizi

Elif Akbaş  
Yıldız Teknik Üniversitesi

2 Aralık 2025

## Özet

Bu çalışmanın amacı, finansal zaman serileri üzerinde teknik indikatörleri kullanılarak oluşturulan algoritmik ticaret stratejilerinin performansını incelemektir. Python programlama dili ve 10 yıllık piyasa verileriyle gerçekleştirilen backtest sonucunda elde edilen çıktılar değerlendirilmiştir.

## 1 Giriş

Finansal piyasalarda fiyat hareketlerini tahmin etmek ve sistematik kazanç sağlamak amacıyla algoritmik ticaret yöntemleri giderek yaygınlaşmaktadır. Bu projede temel indikatörler üzerinde quantitative analiz uygulanmıştır.

## 2 Metodoloji

Projede veri analizi ve strateji geliştirme için Python programlama dili kullanılmıştır.

### 2.1 Kullanılan kütüphaneler

- Pandas
- NumPy
- Matplotlib
- yFinance

## 3 Finansal İndikatörler

### 3.1 Finansal İndikatör Nedir?

Finansal indikatörler, fiyat ve hacim gibi ham piyasa verilerinin matematiksel formüllerle işlenmesiyle elde edilen sayısal göstergelerdir. İndikatörleri zaman serisi verileri üzerindeki gürültüyü (noise) temizleyerek trendleri ve dönüş noktalarını daha net görmemizi sağlayan algoritmik araçlardır.

## 3.2 İndikatör Türleri

Algoritmik ticaret stratejilerinde indikatörler, piyasanın farklı dinamiklerini ölçmek amacıyla dört ana kategoriye ayrıılır.

Tablo 1: Finansal İndikatörlerin Kategorilere Göre Sınıflandırılması

Kategori	İndikatör	Temel Amaç ve İşlevi
Trend	SMA	Gürültüyü filtreleyerek ana yönü gösterir.
	EMA	Güncel fiyat'a ağırlık verir, hızlı tepki sağlar.
	ADX	Trendin yönünü değil, gücünü (şiddetini) ölçer.
Momentum	RSI	Aşırı alım/satım bölgelerini (0-100) tespit eder.
	MACD	Ortalamaların farkı ile momentum değişimini ölçer.
Volatilite	Bollinger	Standart sapma ile göreceli oynaklığını ölçer.
	ATR	Hareket aralığını ölçerek stop-loss belirler.
Hacim	VWAP	Hacim ağırlıklı ortalama fiyat.
	OBV	Hacim akışını kümülatif izleyerek teyit sağlar.

### 3.2.1 Trend İndikatörleri (Trend Following)

bu indikatörlerin temel amacı, anlık fiyat dalgalarından kaynaklanan gürültüyü filtreleyerek piyasanın ana yönünü tespit etmektir. Geçmiş verilerden beslendikleri için genellikle fiyatları geriden takip eden bir yapıya sahiptirler.

Tablo 2: Trend Takip Eden Temel İndikatörlerin Karşılaştırması

İndikatör	Temel Amaç
<b>SMA</b>	Geçmiş fiyatların aritmetik ortalamasını alarak piyasa gürültüsünü filtreler ve ana yönü gösterir.
<b>EMA</b>	Güncel fiyatlara daha fazla ağırlık vererek ani piyasa değişimlerine SMA'ya göre daha hızlı tepki verir.
<b>ADX</b>	Trendin yönünden (yükarı/aşağı) bağımsız olarak, mevcut trendin ne kadar güçlü (şiddetli) olduğunu ölçer.

**Basit Hareketli Ortalama (Simple Moving Average - SMA):** SMA, en temel trend takip indikatöridür Belirli bir zaman genişliğindeki ( $n$ ) fiyat verilerinin aritmetik ortalamasını alarak hesaplanır.

$$SMA_t = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} P_{t-i} \quad (1)$$

**Üstel Hareketli Ortalama (Exponential Moving Average - EMA):** SMA'nın tüm veri noktalarına eşit ağırlık vermesinden kaynaklanan "gecikme" (lag) problemini çözmek için geliştirilmiştir. EMA, son verilere daha yüksek ağırlık, geçmiş verilere ise üstel olarak azalan ağırlıklar atayarak fiyat değişimlerine SMA'dan çok daha hızlı tepki verir.

$$EMA_t = (P_t \times \alpha) + (EMA_{t-1} \times (1 - \alpha)), \quad \alpha = \frac{2}{n+1} \quad (2)$$

**Average Directional Index (ADX):** J. Welles Wilder tarafından geliştirilen ADX, trendin yönünden bağımsız olarak, mevcut trendin **gücüünü (şiddetini)** ölçen bir indikatördür. 0 ile 100 arasında değer alır. Quant stratejilerinde genellikle piyasa rejimini (Trend vs. Yatay) belirlemek için bir filtre olarak kullanılır.

**Hesaplama Mantığı:** ADX'in hesaplanması üç aşamada gerçekleşir:

- Yönsel Hareket (+DM ve -DM):** Fiyatın bir önceki güne göre yukarı veya aşağı yönlü genişlemesi (Range Expansion) karşılaştırılır.
- Yönsel İndikatörler (+DI ve -DI):** Yönsel hareketler, piyasa volatilitesine (ATR) bölünerek normalize edilir.

$$+DI = 100 \times \frac{\text{Smoothed}(+DM)}{ATR} \quad (3)$$

$$-DI = 100 \times \frac{\text{Smoothed}(-DM)}{ATR} \quad (4)$$

**3. ADX Hesabı:** +DI ve -DI arasındaki farkın toplamına oranı (DX) hesaplanır ve bu değerin hareketli ortalaması alınır.

$$DX = 100 \times \frac{|(+DI) - (-DI)|}{(+DI) + (-DI)} \quad (5)$$

$$ADX = SMA(DX) \quad (\text{Genellikle } n = 14) \quad (6)$$

### Yorumlama mantığı

- **ADX > 25:** Piyasa güçlü bir trend içerisindeidir. Trend takip eden algoritmalar aktif edilmelidir.
- **ADX < 20:** Piyasa yatay (range) seyretmektedir. Trend algoritmaları durdurulmalı, Mean Reversion (Ortalamaya Dönüş) stratejileri (Örn: RSI, Stokastik) devreye alınmalıdır.

### 3.2.2 Momentum İndikatörleri

Fiyat değişiminin hızını ve gücünü ölçer. Genellikle aşırı alım ve aşırı satım bölgelerini tespit etmek için kullanılır.

**Göreceli Güç Endeksi (Relative Strength Index RSI):** Fiyatın içsel gücünü 0 ile 100 arasında normalize eder. RSI, fiyat hareketlerinin hızını ve değişimini ölçen momentum tabanlı bir osilatördür. Belirli bir periyottaki pozitif kapanışların ortalamasının, negatif kapanışların ortalamasına oranlanmasıyla hesaplanır:

$$RSI = 100 - \frac{100}{1 + RS}, \quad RS = \frac{\text{Ortalama Kazanç}}{\text{Ortalama Kayıp}} \quad (7)$$

**MACD (Moving Average Convergence Divergence):** İki hareketli ortalamanın farkına dayalıdır. Hem trend takibi yapan hem de momentumu ölçen hibrit bir göstergedir. MACD, fiyatın kendisiyle değil, fiyatın iki farklı türeviarasındaki fark sinyaliyle ilgilenir.

$$MACD = EMA_{12}(P) - EMA_{26}(P) \quad (8)$$

$$Sinyal = EMA_9(MACD) \quad (9)$$

**Stochastic Oscillator (Stokastik Osilatör)** omentumu ölçen bir başka göstergedir ancak RSI'dan farklı bir mantıkla çalışır. Veri madenciliğindeki "Min-Max Normalizasyonu" teknigine dayanan bu indikatör, anlık kapanış fiyatının, belirli bir zaman dilimindeki (14 periyot) fiyat aralığına göre "konumunu" yüzdesel olarak ifade eder..

**İndikatör iki çizgiden oluşur: Hızlı çizgi (%K) ve Yavaş/Sinyal çizgisi (%D).** Ana çizgi olan %K'nın formülü şöyledir:

$$\%K = 100 \times \frac{C - L_n}{H_n - L_n} \quad (10)$$

Burada:

- $C$ : En son kapanış fiyatı.
- $L_n$ : Son  $n$  periyottaki en düşük fiyat (Lowest Low).
- $H_n$ : Son  $n$  periyottaki en yüksek fiyat (Highest High).

Sinyal üretmek ve gürültüyü azaltmak için,  $\%K$  değerinin 3 periyotlu Basit Hareketli Ortalaması (SMA) alınarak  $\%D$  çizgisi oluşturulur:

$$\%D = \text{SMA}(\%K, 3) \quad (11)$$

Bir Quant algoritması için Stochastic Oscillator, fiyat verisini 0 ile 100 arasına **normalize** eden bir araçtır.

- **Aşırı Alım/Satım (Overbought/Oversold):** Değer 80'in üzerindeyse fiyatın istatistiksel olarak aralığın tepesinde olduğu (pahalı), 20'nin altındaysa dipte olduğu (ucuz) varsayılr. Mean Reversion (Ortalamaya Dönüş) stratejilerinde kullanılır.
- **Crossover Sinyali:** Hızlı çizgi ( $\%K$ ), yavaş çizgiyi ( $\%D$ ) kestiğinde algoritmik tetikleyici (trigger) çalışır.

### 3.2.3 Volatilite İndikatörleri

Piyasadaki belirsizliği ve fiyat değişim aralığının genişliğini ölçer.

**Bollinger Bantları:** Fiyatın standart sapmasına dayalı dinamik destek ve direnç seviyeleridir.

$$\text{Upper} = SMA_{20} + (2 \times \sigma), \quad \text{Lower} = SMA_{20} - (2 \times \sigma) \quad (12)$$

Burada  $\sigma$ , fiyat serisinin standart sapmasıdır.

**ATR (Average True Range):** Fiyatın mutlak hareket aralığını ölçer.

$$TR = \max[(High - Low), |High - Close_{prev}|, |Low - Close_{prev}|] \quad (13)$$

$$ATR_t = \frac{ATR_{t-1} \times (n - 1) + TR}{n} \quad (14)$$

### 3.2.4 Hacim İndikatörleri

Fiyat hareketlerinin işlem hacmi ile desteklenip desteklenmediğini analiz eder.

**VWAP (Volume Weighted Average Price):** Hacim ağırlıklı ortalama fiyat, özellikle kurumsal algoritmalar için bir referans noktasıdır.

$$VWAP = \frac{\sum(Price \times Volume)}{\sum Volume} \quad (15)$$

**On-Balance Volume (OBV)** Joe Granville tarafından 1963 yılında geliştirilen OBV, "Hacim Fiyattan Önce Gelir" prensibine dayanan kümülatif bir momentum indikatördür. Fiyat değişimlerini işlem hacmiyle ilişkilendirerek, piyasaya giren ve çıkan para akışını (Smart Money) izlemeyi amaçlar.

**Matematiksel Model (Algoritma):** OBV, özyinelemeli (recursive) bir toplama işlemidir. Bir önceki günün OBV değerine, o günkü fiyat hareketinin yönüne göre işlem hacmi eklenir veya çıkarılır.

Mühendislik notasyonunda, bu işlem *Signum Fonksiyonu* (sgn) kullanılarak tek bir formülde ifade edilebilir:

$$OBV_t = OBV_{t-1} + (V_t \times \text{sgn}(P_t - P_{t-1})) \quad (16)$$

Burada:

- $V_t$ :  $t$  anındaki işlem hacmi.
- $P_t$ :  $t$  anındaki kapanış fiyatı.
- sgn: İşaret fonksiyonudur.
  - $P_t > P_{t-1}$  ise  $+1$  (Hacim toplama eklenir)
  - $P_t < P_{t-1}$  ise  $-1$  (Hacim toplamdan çıkarılır)
  - $P_t = P_{t-1}$  ise  $0$  (OBV sabit kalır)

OBV, algoritmik ticarette genellikle bir **Teyit (Confirmation)**filtresi veya **Uyumsuzluk (Divergence)** dedektörü olarak kullanılır.

- **Trend Teyidi:** Fiyat yükselen bir trendde iken OBV'nin de yükselmesi, trendin hacimle desteklendiğini ve sağlıklı olduğunu gösterir.
- **Negatif Uyumsuzluk:** Fiyat yeni bir zirve yaparken OBV'nin önceki zirvesini geçmemesi, alıcıların gücünün tükenidine ve olası bir trend dönüşüne (Reversal) işaret eder.

### 3.2.5 5. Piyasa Gücü (Trend Strength) İndikatörleri

Trendin yönünden ziyade, trendin ne kadar güçlü olduğunu ölçer.

**ADX (Average Directional Index):** Trendin gücünü 0-100 arasında ölçer. 25 üzeri değerler güçlü bir trendin varlığına işaret eder. Hesaplaması +DI ve -DI (Directional Indicators) farklarının düzeltilmiş ortalamasına dayanır.

## 4 Strateji Performans Metrikleri

### 4.1 KPI (Key Performance Indicator) Nedir?

Algoritmik ticarette KPI'lar, geliştirilen stratejinin başarısını, risk seviyesini ve sürdürülebilirliğini ölçen istatistiksel metriklerdir. Sadece kârlılığa bilmek yaniltıcıdır; riskin nasıl yönetildiği KPI'lar ile anlaşıılır.

## 4.2 Temel Performans Metrikleri

### 4.2.1 1. CAGR (Compound Annual Growth Rate)

Yatırımin yıllık bilesik büyümeye oranıdır. Stratejinin zaman içindeki geometrik getirisini gösterir.

$$CAGR = \left( \frac{\text{Bitiş Bakiyesi}}{\text{Başlangıç Bakiyesi}} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \quad (17)$$

(n: Yıl sayısı)

### 4.2.2 2. Sharpe Oranı (Sharpe Ratio)

Birim risk başına elde edilen "ekstra" getiriyi ölçer. Quant analizinde en kritik metriklerden biridir.

$$Sharpe = \frac{R_p - R_f}{\sigma_p} \quad (18)$$

- $R_p$ : Portföy Getirisi
- $R_f$ : Risksiz Faiz Oranı (Örn: ABD Hazine Bonosu)
- $\sigma_p$ : Portföyün Standart Sapması (Volatilite)

### 4.2.3 3. Sortino Oranı

Sharpe oranına benzer ancak sadece "kötü" volatiliteyi (negatif getirilerin standart sapması) dikkate alır. Yukarı yönlü volatiliteyi risk olarak görmez.

$$Sortino = \frac{R_p - R_f}{\sigma_d} \quad (19)$$

( $\sigma_d$ : Downside Deviation / Aşağı Yönlü Sapma)

### 4.2.4 4. Max Drawdown (Maksimum Düşüş)

Stratejinin zirve noktasından (Peak) dip noktasına (Trough) yaşadığı en büyük yüzdesel değer kaybıdır. Sermaye koruma potansiyelini gösterir.

$$MDD = \min \left( \frac{\text{Trough} - \text{Peak}}{\text{Peak}} \right) \quad (20)$$

### 4.2.5 5. Volatilite (Volatility)

Getirilerin standart sapmasıdır. Stratejinin ne kadar dalgalı bir seyr izlediğini gösterir. Yüksek volatilite, yüksek risk anlamına gelir.

### 4.2.6 6. Win Rate (Kazanma Oranı)

Toplam işlem sayısına oranla kârlı işlemlerin yüzdesidir.

$$WinRate = \frac{\text{Kazançlı İşlem Sayısı}}{\text{Toplam İşlem Sayısı}} \quad (21)$$

#### 4.2.7 7. Profit Factor (Kâr Faktörü)

Brüt kârin brüt zarara oranıdır. 1'in üzerindeki değerler stratejinin kârlı olduğunu gösterir. Quantlar genellikle 1.5 ve üzerini hedefler.

$$ProfitFactor = \frac{\sum \text{Brüt Kâr}}{\sum |\text{Brüt Zarar}|} \quad (22)$$

## 5 Backtest Metodolojisi ve Deneysel Sonuçlar

Bu bölümde, geliştirilen algoritmik ticaret stratejisinin Borsa İstanbul (BIST) bünyesindeki seçilmiş varlıklar üzerindeki performansı analiz edilmiştir. Test süreci, Python programlama dili ve pandas kütüphanesi kullanılarak vektörel backtest yöntemiyle gerçekleştirilmiştir.

### 5.1 Veri Seti ve Parametreler

Stratejinin başarımı (robustness), farklı sektör dinamiklerine sahip üç ana hisse senedi üzerinde test edilmiştir: **THYAO.IS** (Ulaştırma), **GARAN.IS** (Bankacılık) ve **ASELS.IS** (Savunma/Teknoloji). Simülasyon ortamında gerçekçi sonuçlar elde etmek adına aşağıdaki varsayımlar kabul edilmiştir:

- **İşlem Maliyeti:** Her işlem (alım ve satım) için %0.02 komisyon uygulanmıştır.
- **Veri Periyodu:** Yahoo Finance üzerinden çekilen Günlük (Daily) kapanış verileri kullanılmıştır.
- **Performans Metrikleri:** Stratejinin başarısı sadece net kâra göre değil; riske göre düzeltilmiş getiri (Sharpe Ratio), sistemin tutarlılığı (Win Rate) ve sermaye erimesi (Max Drawdown) metrikleri üzerinden değerlendirilmiştir.

### 5.2 Deneysel Sonuçlar

Üç farklı varlık üzerinde gerçekleştirilen backtest sonucunda elde edilen performans metrikleri aşağıdaki tabloda (Tablo 1) özetlenmiştir.

Tablo 3: Strateji Performans Metrikleri Karşılaştırması

Metrik	THYAO.IS	GARAN.IS	ASELS.IS
Final Equity (TL)	19,863.60	22,591.60	13,949.75
CAGR (Yıllık Büyüme)	%42.43	%34.83	%48.83
Sharpe Ratio	1.03	0.89	1.15
Max Drawdown	%-60.69	%-51.72	%-63.18
Profit Factor	1.34	1.46	1.24
Win Rate (Başarı)	%54.10	%55.72	%48.21

### 5.3 Sonuçların Analizi ve Yorumlanması

Elde edilen veriler ışığında stratejinin performansı şu başlıklar altında yorumlanabilir:

1. **Getiri Performansı (CAGR ve Profit Factor):** Tüm hisse senetlerinde pozitif Yıllık Bileşik Büyüme Oranı (CAGR) elde edilmiştir. Özellikle **ASELS.IS**, %48.83 ile en yüksek yıllık büyümeye potansiyelini sergilemiştir. Ayrıca tüm senaryolarda **Profit Factor > 1** olması (özellikle GARAN.IS'te 1.46), stratejinin matematiksel bekłentisinin (mathematical expectation) pozitif olduğunu kanıtlamaktadır.
2. **Risk Analizi (Max Drawdown):** Stratejinin en zayıf yönü “Sermaye Erimesi” (Drawdown) olarak görülmektedir. Test edilen dönemde portföy değerlerinde %51 ile %63 arasında değişen maksimum düşüşler yaşanmıştır. Bu durum, stratejinin trend dönüşülerinde veya yatay piyasa koşullarında ciddi sermaye kaybı riski taşıdığını göstermektedir. Bu oranların düşürülmesi için ilerleyen çalışmalarla volatilite bazlı pozisyon büyülüğu (position sizing) algoritmalarının eklenmesi önerilmektedir.
3. **Riske Göre Düzeltılmış Getiri (Sharpe Ratio):** Risk birimi başına düşen getiriyi ifade eden Sharpe Oranı, ASELS.IS ve THYAO.IS için 1.0 seviyesinin üzerinde (Sırasıyla 1.15 ve 1.03). Finans literatüründe Sharpe oranının 1'in üzerinde olması, stratejinin aldığı riske degecek düzeyde getiri sağladığı şeklinde yorumlanır.
4. **Başarı Oranı (Win Rate) İlişkisi:** İlginç bir bulgu olarak; **ASELS.IS** en yüksek getiriye (%48.83) sahip olmasına rağmen, en düşük başarı oranına (%48.21) sahiptir. Bu durum, stratejinin “Trend Following” (Trend Takipçisi) karakteristiğini doğrular: İşlemlerin yarısından fazlası zarar etse bile, yakalanan büyük trendlerin (fat tails) küçük zararları domine ederek portföyü kâra geçirdiği görülmektedir.

## Kaynaklar

- [1] Murphy, John J. *Technical Analysis of the Financial Markets*. New York Institute of Finance, 1999.
- [2] Hull, John C. *Options, Futures, and Other Derivatives*. Pearson, 2017.
- [3] Hilpisch, Yves. *Python for Finance: Mastering Data-Driven Finance*. 2nd Edition. O'Reilly Media, 2018.
- [4] Chan, Ernest P. *Quantitative Trading: How to Build Your Own Algorithmic Trading Business*. John Wiley & Sons, 2009.