

Optimize Edilmiş Trend Takip İndikatörü (OTT) ve Stokastik (STOS) İndikatörleri ile Matriks Veri Terminalinde BİST XELKT Endeksinde Algoritmik Trade Örneği

Yavuzhan ERTÜRK^{1*}, Nuran YÖRÜKEREN²

¹Elektrik Mühendisliği/Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, Türkiye

²Elektrik Mühendisliği/Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, Türkiye

*Sorumlu Yazar: yavuzhanerturkmuh@gmail.com

Özet – Finansal piyasalarda piyasa katılımcıları; temel analiz ve teknik analiz yöntemlerini kullanarak ilgilendikleri üründe alım satım kararlarını vermektedir. Temel analiz yöntemlerinde firma, sektör, ekonomi analizlerinden; teknik analiz yöntemlerinde ise trend, destek-direnç, formasyonlar ve indikatörlerden faydalanılmaktadır. Günümüz teknolojisinde algoritmik trade yöntemleriyle finansal piyasalarda alım satım işlemleri robotlar aracılığıyla otomatik olarak yapılabilmektedir. Bu çalışmada Matriks veri terminalinde XELKT endeksi grafiğinde Optimize edilmiş Trend Takip İndikatörü (OTT) ve Stokastik (STOS) indikatörleri ile tasarlanmış, matastock dilinde alım satım algoritmaları oluşturulmuş bir robot ile otomatik emir iletimi üzerine bir çalışma yapılmıştır. Yapılan çalışmada XELKT endeksi grafiği için 1 dakikalık periyotlar kullanılmıştır. Son 30 bin barda yapılan backtestler ile optimum işlem sayısında, maksimum getiri sağlayacak indikatör parametre değerleri Matriks veri terminalinde hesaplatılmıştır. Sonuç kısmında işlem sayısı, getiri eğrisi, al-sat noktalarının grafik üzerinde gösterimine yer verilerek finansal piyasalarda robot çalıştırmanın olumlu olumsuz yanları değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: XELKT, Algoritmik Trade, STOS, OTT

Example of Algorithmic Trading in BIST XELKT Index in Matrix Data Terminal with Optimized Trend Tricker Indicator (OTT) and Stochastic (Stos) Indicators

Abstract - Market participants in financial markets; Using fundamental analysis and technical analysis methods, they make buying and selling decisions in the product they are interested in. In basic analysis methods, from firm, sector and economy analysis; In technical analysis methods, trends, support-resistance, formations and indicators are used. In today's technology, with algorithmic trading methods, trading in financial markets can be done automatically through robots. In this study, a study was carried out on automatic order transmission with a robot designed with Optimized Trend Following Indicator (OTT) and Stochastic (STOS) indicators on the XELKT index graph in the Matrix data terminal, and trading algorithms in matastock language were created. In the study, 1-minute periods were used for the XELKT index graph. With the backtests performed at the last 30 thousand bars, the indicator parameter values that will provide the maximum return in the optimum number of transactions were calculated in the Matrix data terminal. In the conclusion part, the positive and negative aspects of operating a robot in financial markets are evaluated by showing the number of transactions, yield curve, and trading points on the graph.

Keywords: XELKT, Algorithmic Trading, STOS, OTT

I. Giriş

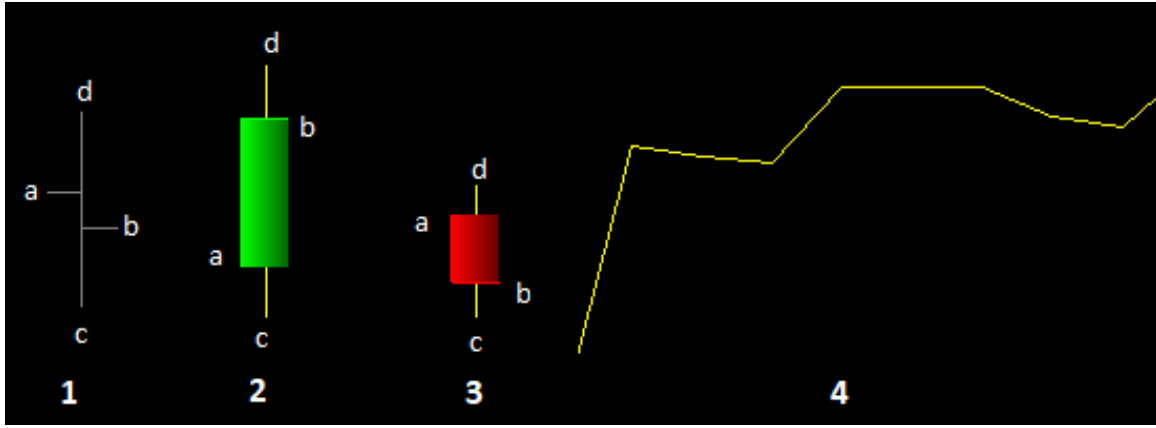
Finansal piyasalarda grafik; geçmiş dönemlerdeki fiyatların açılış değeri, kapanış değeri, en düşük ve en yüksek değerlerinin fiyat zaman skalasında gösterilmesiyle oluşan şekiller bütünüdür. Çubuk grafik, mum grafik, çizgi grafik gibi gösterim farklılıklarına dayanan grafik çeşitleri vardır. Grafiklerin sergilenmesinde 1-5-10-15-20-30-60-240 dakikalık periyotlardan günlük, haftalık, aylık ve yıllık periyotlara kadar bir çok zaman dilimini kapsayan aralıklar kullanılmaktadır. İstenilen periyotta açılan bir grafik üzerinden ilgili bardaki fiyatın o zaman dilimindeki açılış değeri, en düşük değeri, en yüksek değeri ve kapanış değerleri okunabilmektedir.

Mum grafikler ve bar grafiklerde bu değerler okunabilmekteyken, çizgi grafiklerde yalnızca ilgili periyotların kapanış değerlerinin birleştirilmesi ile oluşturulmasından dolayı açılış değeri, en düşük ve en

yüksek değerlerine ilişkin veriler okunamamakta yalnızca ilgili barın kapanış fiyatı okunabilmektedir[1].

Şekil 1.1'de çubuk grafik, şekil 1.2 ve 1.3'de mum grafik, şekil 1.4'de çizgi grafik gösterimleri örneklendirilmiştir.

Grafiklerde "a" ile gösterilen noktalar ilgili periyotun başlangıç fiyatını, "b" ile gösterilen noktalar ilgili periyotun kapanış değerlerini, "c" ile gösterilen noktalar ilgili periyottaki fiyatın gördüğü minimum değeri, "d" ile gösterilen noktalar ise fiyatın gördüğü maksimum değeri ifade etmektedir. Mum grafikler renklendirme yöntemine göre sergilendiklerinde yeşil mumlar kapanış değerlerinin açılış fiyatlarının üzerinde olduğu yükselişleri ifade ederken, kırmızı mumlar ise kapanış fiyatlarının açılış fiyatının altında olduğu düşüşleri ifade eder[2].



Şekil 1. Çubuk Grafik, Mum Grafik ve Çizgi Grafik Gösterimleri.

II. XELKT ENDEKSİ

Elektrik endeksi; Borsa İstanbul'da işlem gören 20 adet elektrik ve enerji şirketlerine ait hisse senetlerinin performansını ölçmek için kullanılan bir göstergedir. XELKT endeksini oluşturan hisse senetleri AKENR, AKSEN, AKSUE, ARAŞE, AYDEM, BIOEN, CANTE, CONSE, ENJSA, ESEN, GWIND, HUNER, KARYE, MAGEN, NATEN, NTGAZ, ODAS, PAMEL, SMRTG, ZOREN şirketlerine ait hisse senetleridir [3]. Bu çalışmada kurgulanacak alım satım stratejilerini oluşturan algoritmalar XELKT Endeksi üzerinde çalıştırılmıştır.

III. ALGORİTMİK TRADE

Algoritmik trade yöntemiyle gerçek zamanlı yatırımlarda uygun pozisyon alabilmek için geçmiş grafik verileri

kullanılarak farklı indikatörler aracılığıyla alım satım stratejileri oluşturulmakta ve otomatik emir iletimleri sağlanmaktadır. Manuel işlemlerin yanısıra algoritmalar aracılığıyla oluşturulan sistemlerde yatırımcıların emir girmesi yerine veri terminaleri üzerinden otomatik emir iletimi ile işlemler gerçekleştirilmektedir [4].

Algoritmik trade için Matriks veri terminali kullanılmıştır. Matriks veri terminalinde indikatörler penceresi kullanılarak literatürde en çok faydalanılan indikatörlere ulaşılmaktadır.

Şekil 2'de Matriks indikatörler penceresi gösterilmektedir. Bu çalışmada Optimize edilmiş Trend Takip (OTT) indikatörü ve Stokastik (STOS) indikatörleri ile bir strateji oluşturulmuştur.



Şekil 2. Matriks Veri Terminali İndikatörler Penceresi.

IV. İNDİKATÖRLER

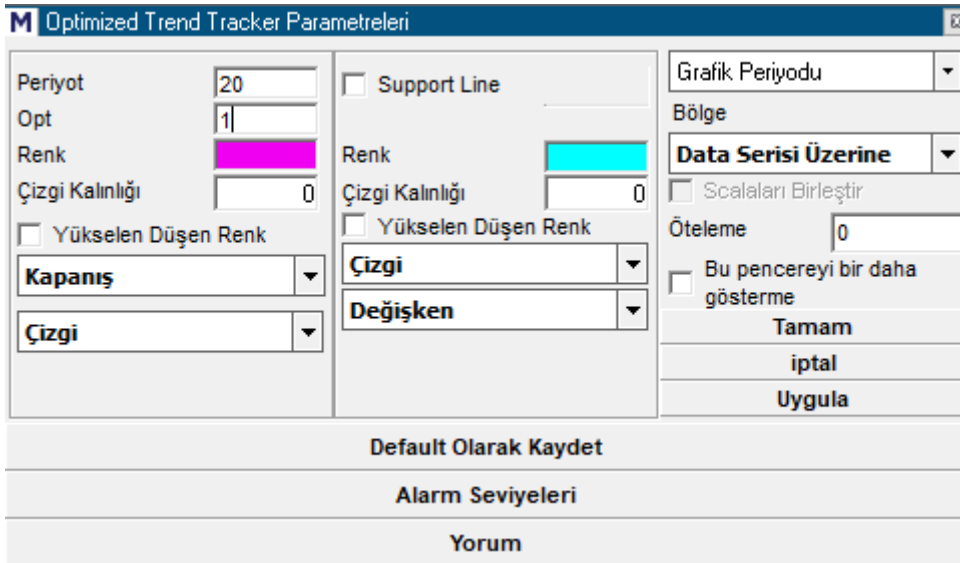
A. OTT İNDİKATÖRÜ

OTT indikatörü Anıl Özekşi tarafından geliştirilmiştir. Grafikte mevcut trendin bulunmasını ya da trendin hangi yönde olduğunun tespiti için tasarlanmış bir göstergedir. Grafikte yükseliş trendi hakim olduğu zamanlarda indikatör çizgisi grafiğin altında yer almakta iken, düşüş trendinin hakim olduğu zamanlarda indikatör çizgisi grafiğin üstünde yer almaktadır. OTT indikatörünün iki farklı parametresi vardır. Birinci parametre ile periyot adeti belirlenmiş olur. Periyot değeri düşürüldüğünde trendin tespiti konusunda indikatör hassasiyeti artırılmakta, periyot değerinin

büyütülmesi ile de trendin tespiti konusunda indikatör hassasiyeti azaltılmış olmaktadır [5].

Stratejinin tasarımcısına göre uzun vade işlemleri tercih edildiğinde periyot değeri daha yüksek seçilmekte, kısa vadeli işlemlerde ise periyot değeri daha düşük değerler tercih edilmektedir.

OTT indikatörünün diğer parametresi opt parametresidir. Opt parametresi bir optimizasyon katsayıdır. Periyot eğrisine benzer şekilde düşük değerler aldığında kısa vadede oluşan dalgalanmaları daha iyi algılamakta, yüksek değerler aldığında ise uzun vadeli trendler için daha kullanışlı olmaktadır.



Şekil 3. OTT İndikatörü Parametre Penceresi.

OTT indikatörünün Matriks veri terminalindeki parametre penceresi şekil 3'te gösterilmektedir.

Periyot ve Opt değerlerinin girilmesiyle grafik üzerine indikatör eğrileri entegre edilebilmektedir.



Şekil 4. OTT İndikatörünün XELKT Endeksi Üzerinde Görünümü.

OTT indikatörünün Periyot değerinin (mavi eğri) 20, Opt değerinin (mor eğri) 1 olarak seçilmesi ile elde edilen indikatör eğrisi şekil 4'te gösterilmektedir. 20 ve 1 değerleri örnek olarak seçilmiştir. Bu değerler üzerinde değişiklik yapılarak çizgilerin hassasiyetleri değiştirilebilmektedir. Mor eğrinin mavi eğriyi yukarı kestiği noktalar alım sinyali, aşağı kestiği noktalar ise satım sinyali olarak değerlendirilmektedir. Periyot değeri 20 den daha yüksek değerler seçildikçe mavi eğrinin grafiği takip etme hassasiyeti azaltılarak anlık fiyat değişimlerine tepkisi geciktirilmiş olacaktır. Benzer şekilde opt parametresinin 1 den daha yüksek değerler seçilmesiyle mor eğri mavi eğriden uzaklaştırılmış olup sinyal üretme sıklığı azaltılmış olacaktır. Bu durum robotun sinyal üretme hızını azaltıp doğru zamanda emir gönderilmesine engel olacaktır.

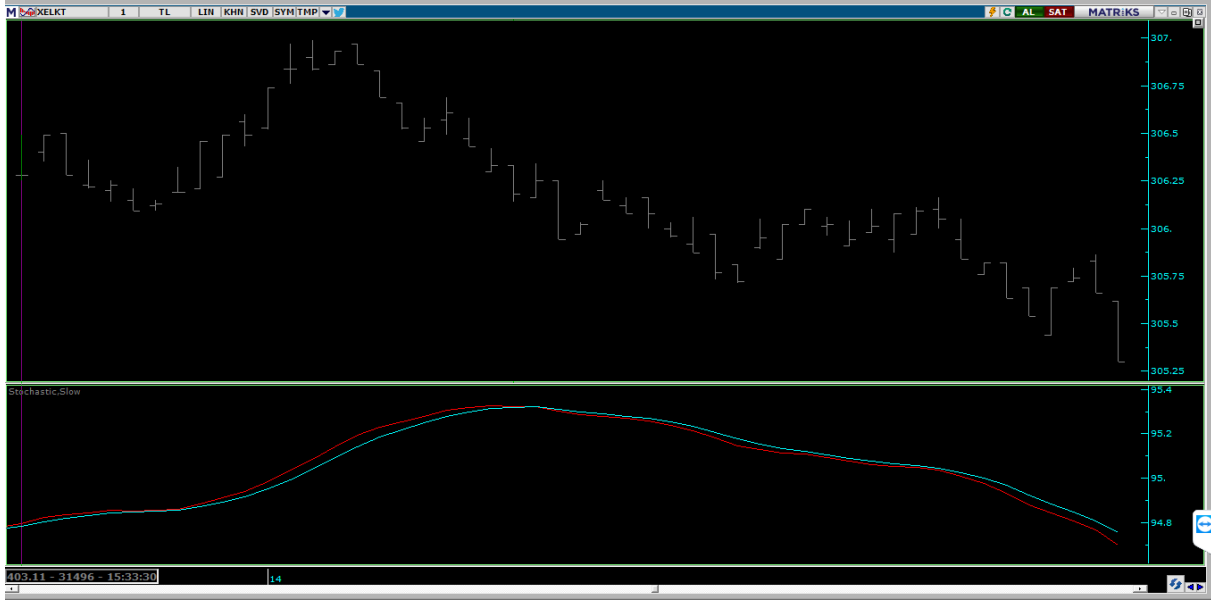
B. STOKASTİK İNDİKATÖRÜ

Stokastik indikatörü 1954 yılında George Lane tarafından ortaya atılan momentum temelli bir indikatördür. Stokastik indikatörü ile seçilen zaman aralığında fiyatın maksimum ve minimum noktalarının anlık fiyata olan yakınlığı hesaplanır. Stokastik indikatörü ile fiyatın momentumu ya da hızı ölçülebilmektedir. Grafikte trend yönünün tespitinde kullanılmaktadır. Stokastik indikatörü iki farklı parametreden oluşmaktadır. Bunlar %K ve %D parametreleridir. %K parametresi hızlı stokastik olarak ifade edilmektedir. %K parametresinin hareketli ortalaması alınması ile yavaş %K parametresi elde edilir. Yavaş %K parametresinin hareketli ortalaması alınarak da %D parametresi hesaplanır [5].

Şekil 5. STOS İndikatörünün Parametre Penceresi.

STOS indikatörünün Matriks veri terminalindeki parametre penceresi şekil 5'de verilmektedir. %K ve Yavaş %K

değerlerinin 500-200 olarak girilmesiyle grafik penceresi üzerinde indikatör görünümü Şekil 6'da gösterilmektedir.



Şekil 6. STOS İndikatörünün XELKT Endeksi Üzerinde Görünümü.

500 ve 200 değerleri örnek olarak seçilmiştir. Bu değerler değiştirilerek indikatör çizgilerinin hassasiyetleri değiştirilmektedir. Kırmızı çizginin mavi çizgiyi yukarı kestiği noktalar alım, aşağı kestiler noktalar satım sinyali olarak değerlendirilmektedir.

V. ALIM SATIM STRATEJİSİNİN OLUŞTURULMASI

Matriks veri terminalinde metastock dilinde kurgulanan algoritmalar aracılığıyla alım satım stratejileri oluşturulabilmekte ve otomatik emir olarak aracı kuruma iletilabilmektedir. XELKT endeksinde çalıştırılmak üzere kurgulanan formülasyonda al sinyalleri için;

```
if(MOV(C,opt1,VAR)>OTT(C,opt1,7),
MOV(C,opt1,VAR)>OTT(C,opt1,opt2) AND
STOSK(opt3,opt4,111,VAR)>STOSD(opt3,opt4,111,VAR) AND
H>REF(HHV(H,20),-1),
MOV(C,opt1,VAR)>OTT(C,opt1,opt2) AND
STOSK(opt3,opt4,111,VAR)>STOSD(opt3,opt4,111,VAR) AND
H>REF(HHV(H,20),-1)) AND
((HOUR()=10 AND MINUTE())>=02) OR HOUR()>=11) AND
((HOUR()=17 AND MINUTE())<=58) OR HOUR()<=16)
```

Sat sinyalleri için ise;

```
if(MOV(C,opt1,VAR)>OTT(C,opt1,7),
MOV(C,opt1,VAR)<OTT(C,opt1,opt2) AND
STOSK(opt3,opt4,111,VAR)<STOSD(opt3,opt4,111,VAR) AND
L<REF(LLV(L,20),-1),
MOV(C,opt1,VAR)<OTT(C,opt1,opt2) AND
STOSK(opt3,opt4,111,VAR)<STOSD(opt3,opt4,111,VAR) AND
L<REF(LLV(L,20),-1)) AND
((HOUR()=10 AND MINUTE())>=02) OR HOUR()>=11) AND
((HOUR()=17 AND MINUTE())<=58) OR HOUR()<=16)
```

Komutları kullanılmıştır.

Komutların ilk satırında yer alan

“if(MOV(C,opt1,VAR)>OTT(C,opt1,7),”

koşulu ile hareketli ortalamanın OTT çizgisi üzerinde olup olmadığı sorgulanarak grafiğin yükseliş trendi ya da düşüş trendinde olduğu tespit edilmektedir. Grafiğin yükseliş trendinde olması durumunda al komutunun ikinci ve üçüncü satırlarında yer alan

“MOV(C,opt1,VAR)>OTT(C,opt1,opt2) AND
STOSK(opt3,opt4,111,VAR)>STOSD(opt3,opt4,111,VAR) AND “

koşulları ile hem OTT indikatörü hem de Stokastik indikatörünün al sinyali ürettiği ortak kesişim yerlerinde sistemin al sinyali üretmesi sağlanmaktadır.

İlk satırda yer alan koşul gereği grafiğin yükseliş trendinde olmadığı zamanlarında ise alım emirlerinin oluşması için komutun altıncı ve yedinci satırlarında yer alan

MOV(C,opt1,VAR)<OTT(C,opt1,opt2) AND
STOSK(opt3,opt4,111,VAR)<STOSD(opt3,opt4,111,VAR) AND

koşulları çalıştırılmaktadır.

Sat sinyalleri içinde al formülasyonu mantığına benzer şekilde yükseliş trendi sorgulanır. Yükseliş trendinin olduğu koşullarda sat formülünün ikinci ve üçüncü satırları, düşüş trendinin olduğu koşullarda ise sat formülünün altıncı ve yedinci satırları çalıştırılmaktadır.

Matriks veri terminalinde XELKT endeksinin grafiği açılarak kahin system tester, yeni sistem adımları izlenerek sistem içerisine al-sat formülleri entegre edilmektedir. Oluşturulan stratejinin geçmiş dönemdeki performansı değerlendirilerek gerçek zamanlı çalışma öncesinde kullanıcıya fikir vermektedir.

Bu çalışmada strateji 1 dakikalık grafik üzerinden çalıştırılmıştır. OTT indikatörü ve STOS indikatörlerinin uygun parametrelerinin tespit edilebilmesi amacıyla hazırlanan strateji üzerinden backtest gerçekleştirilmiştir. Bactest adımından önce formülasyonda yer alan opt değerlerinin indikatörlerin grafik üzerinde sergilenmesi ile anlamlı olan alt değer ve üst değerler belirlenmiştir. Bu değerler OTT indikatörü için; birinci parametresinin alt

değeri 0.6 üst değeri 1; ikinci parametresinin alt değeri 20 üst değeri 40 olarak; STOS indikatörünün birinci parametresinin alt değeri 200 üst değeri 500; ikinci

parametresinin alt değeri 200; üst değer 300 olarak belirlenmiştir. Şekil 7'de iterasyon aralıkları ve iterasyon adımları gösterilmektedir.

Sistem Düzenleme

Sistem: !!!!_01_AL_0_HAM_H

Değişken: OPT3 Test Sayısı : 480

Açıklama:

Optimizasyon Değerleri

Alt Sınır	200	Varsayılan Değer	200	Sil
Üst Sınır	500			Yukle
Adım	100			Kaydet

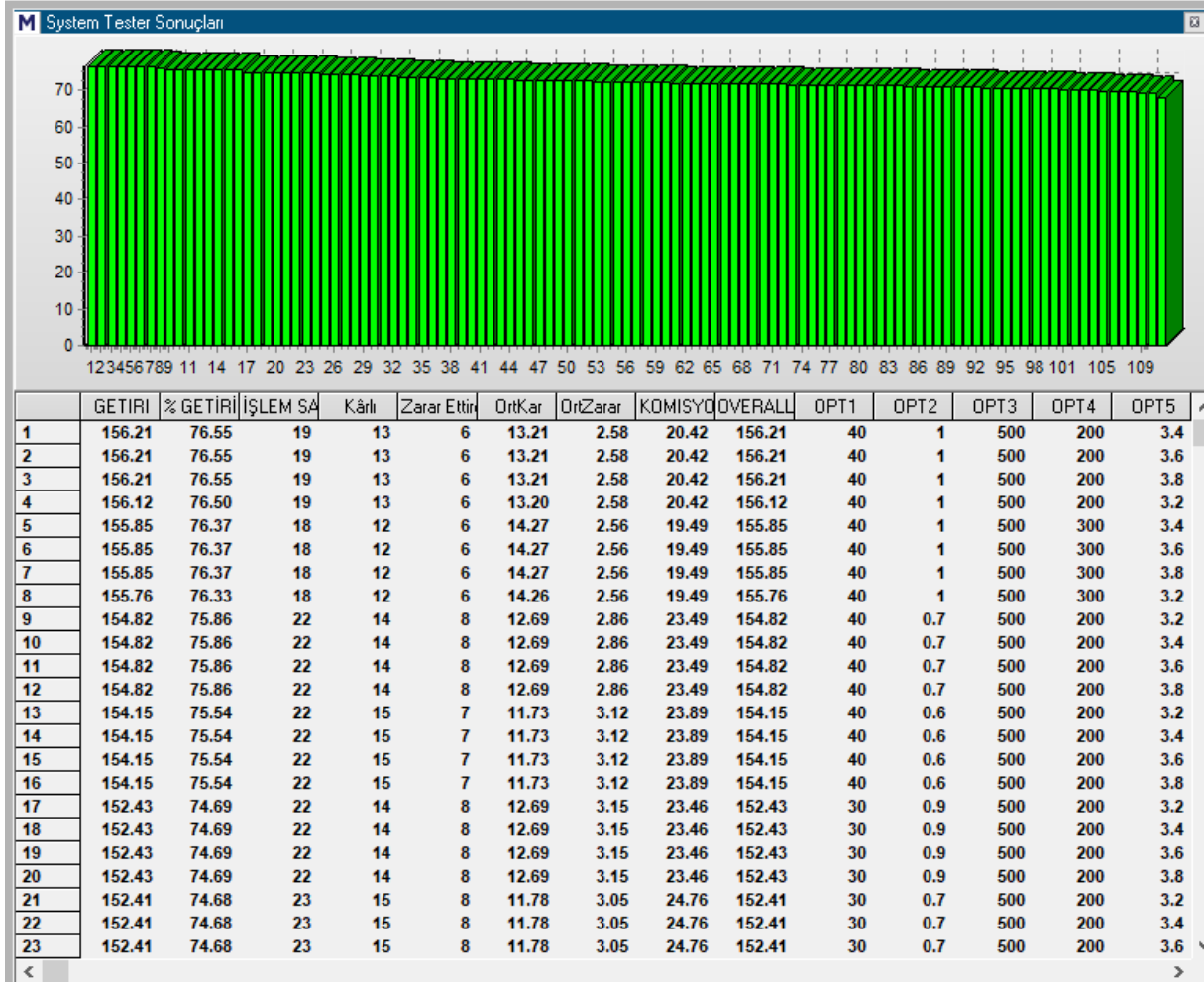
Değişken Adı	Açıklama	Alt Sınır	Üst Sınır	Adım	Varsayıla...	Durum
OPT1	...	20	40	10	20	Kullanımda
OPT2	...	0.6	1	0.1	0.6	Kullanımda
OPT3	...	200	500	100	200	Kullanımda
OPT4	...	200	300	100	200	Kullanımda
OPT5	...	3.2	3.8	0.2	2.7	Kullanımda

AL SAT Açığa Sat Açık Poz. Kapat **Değişkenler** STOP NOT Tamam İptal

Şekil 7. Parametrelere İlişkin Alt Değer Üst Değer ve Adım Aralıklarının Girilmesi.

OTT indikatörünün birinci parametresi için 20-30-40; ikinci parametresi için 0.6-0.7-0.8-0.9-1, STOS indikatörünün birinci parametresi için 200-300-400-500; ikinci parametresi için 200-300 değerlerini alması durumunda son 30 bin barda sağladığı yüzde getiri değerleri, işlem sayıları, karlı ve zararlı işlem sayıları simülasyon sonucunda elde edilmektedir. Şekil 8'de yüzde getiri sıralamasına göre en yüksek getirili parametre eşlenikleri en üstte olacak şekilde simülasyon sonuçları gösterilmektedir.

1 numaralı satırda opt1:40, opt2:1 opt3:500 ve opt4:200 seçilmesi durumunda %76.55 getiri sağlandığı, robotun toplam 19 işlem yaptığı ve bu işlemlerin 13 tanesinin karlı kapatıldığı, 6 işlemin ise zararlı kapatıldığı görülmektedir.

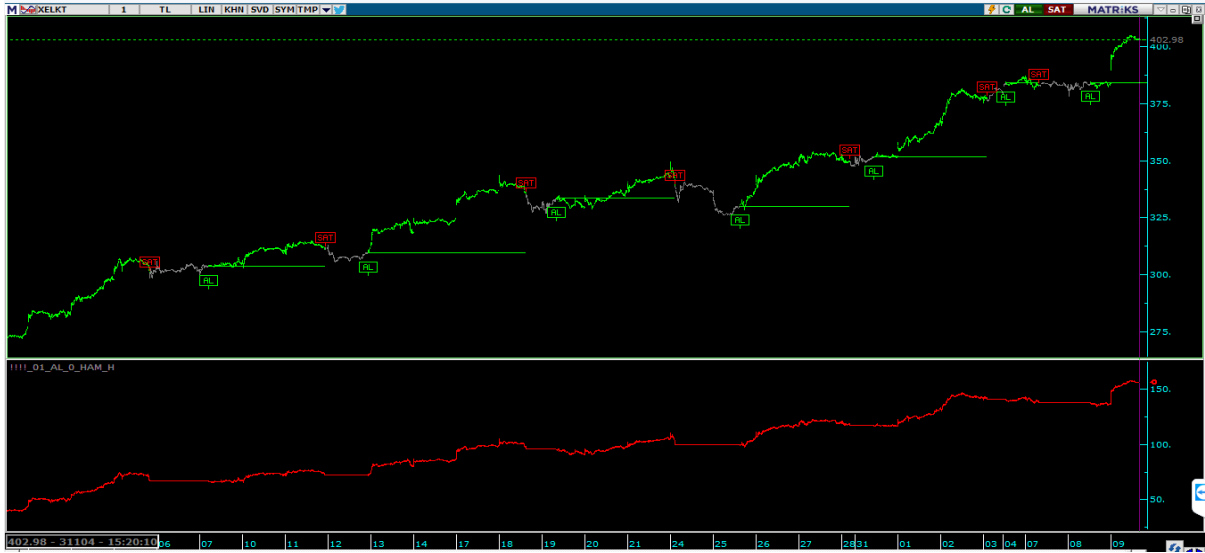


Şekil 8. Simülasyon Sonuçlarının Sergilenmesi.

Sonuçlar satırında opt1 OTT indikatörünün birinci parametresini, opt2 OTT indikatörünün ikinci parametresini, opt3 STOS indikatörünün birinci parametresini, opt4 ise STOS indikatörünün ikinci parametresini göstermektedir. Opt5 parametresi ise zarar kes anlamında stoploss değerini ifade etmektedir.

Şekil 9'da robota ilişkin işlemlerin grafik üzerinde gösterimi verilmiştir. Üst pencerede yer alan beyaz renkli grafik XELKT endeksinin grafiğini göstermektedir. Grafik üzerinde al sinyallerinin oluştuğu noktalar al işareti ile belirtilmiş olup yeşil renk ile al pozisyonun taşındığı anlaşılmaktadır. Sat sinyali üretildiğinde grafik üzerinde sat işareti sinyalin geldiği noktada oluşmakta ve yeşil renkle pozisyon taşıma gösterimi sona ermektedir. Yeniden al sinyali gelene kadar portföyde herhangi bir işlem

bulunmamaktadır. Pencerenin alt kısmında yer alan kırmızı eğri ile robotun al-sat işlemleri ile sağladığı getiri puan cinsinden eğri ile ifade edilmektedir. Şekil-9'da toplam 11 adet işlem gerçekleştiği ve robotun son durumda al pozisyonunu koruduğu görülmektedir.



Şekil 9. Simülasyon Sonuçlarının Grafik Üzerinde Gösterimi.

VI. SONUÇ

Birbirleri ile uyumlu farklı kategorideki indikatörler aracılığıyla kurulan al-sat sistemleri piyasa katılımcılarına birçok avantaj sağlamaktadır. Bu çalışmada trend takip indikatörü olan OTT ile momentum indikatörü olan STOSK'un sinyallerinin birbirleriyle kesiştiği noktalarda emir iletiminin sağlanması ile hatalı bir çok işlemin önüne geçildiği görülmektedir. Tek bir indikatörünün sinyali referans alınarak olası hatalı sinyaller ikinci bir indikatör aracılığıyla azaltılmış olup hatalı işlem sayısı minimuma indirilmiştir. Her iki indikatörün de desteklediği sinyaller aracılığıyla daha az işlemle daha yüksek getiri sağlanmıştır. Piyasa katılımcısı manuel işlemler yerine ekranda zaman harcamadan günlük hayatındaki işlerine devam ederken tasarladığı robot ile finansal piyasalarda işlemler yapabilmektedir. Grafiklerde oluşan anlık dalgalanmalara, olası tuzaklara aldanmadan insan psikolojisinin devre dışı bırakılarak her zaman matematiksel hesaplamalar sonucu karar veren algoritmalar ile daha güvenli bölgede işlemler yapılabilmektedir. Gerçekleşen işlemler tamamen hislerden ve duygulardan arındırılmış olup olası zararların büyümesi önlenmekte ve grafikte oluşan her fırsatın değerlendirilmesi sağlanabilmektedir.

Olası elektrik kesintileri ya da internet kesintilerine karşı sanal sunucu ve kesintisiz güç kaynakları cihazlarından destek alarak sistemlerin kesintisiz çalışmaları sağlanabilmektedir. Hazırlanan robotlarda zamanla grafikteki değişimler nedeniyle kullanılan parametre değerlerinin performansları düşebilmektedir.

Belirli zaman aralıklarında, hazırlanan robotlarda optimizasyonlar yapılarak en uygun parametre değerleri güncellenmelidir. Bu zaman aralıkları kullanılan periyotlara göre değişiklik gösterebilmektedir. 60 dakikanın altındaki periyotlarda çalışan sistemler için daha sık revizeler gerekirken 240 dakikalık ve günlükte çalışan sistemlerde daha uzun aralıklarla revizeler yapılabilmektedir.

Gerçekleştirilen revizelerle kullanılan robotların performansları artmakta ve % getirileri daha iyi sonuçlar vermektedir.

KAYNAKLAR

- [1] H.Diler, "An Application Of Technical Analysis To Istanbul Stock Exchange For The Period Between 2001-2020", Yüksek Lisans Tezi, Türk Alman Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 2021.
- [2] M.A.Tarifi, "The Effectiveness Of Technical Analysis On Cryptocurrency Market", Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Aydın Üniversitesi, Lisans Üstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 2021.
- [3] <https://www.gcmyatirim.com.tr/borsa/endeks/bist-elektrik-xelkt>
- [4] M.S.Çelik ve M.B.Öztürk, "Algorithmic And High Frequency Trading Strategies In Capital Markets" Nigde Omer Halisdemir University Journal of Social Sciences Institute, vol 4, no 1, s.77-85, Jun 2022.
- [5] <https://www.matriksdata.com/website/bireysel-urunler/matriks-veri-terminali/dokumanlar/matriks-veri-terminali-indikatorler-dokumani>
- [6] L.Xucheng ve P.Zhihao, "A Novel Algorithmic Trading Approach Based on Reinforcement Learning", 11th International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation (ICMTMA), doi:10.1109/icmtma.2019.00093, April 2019.
- [7] X.Jia ve R.Y.K. Lau, "The Control Strategies for High Frequency Algorithmic Trading", IEEE 4th International Conference on Control Science and Systems Engineering (ICCSSE), doi:10.1109/ccsse.2018.8724810, August 2018.
- [8] A.Thavaneswaran, Y.Liang, Z.Zhu, R.K.Thulasiram, "Novel Data-Driven Fuzzy Algorithmic Volatility Forecasting Models with Applications to Algorithmic Trading" 2020 IEEE International Conference on Fuzzy Systems(FUZZ-IEEE). doi:10.1109/fuzz48607.2020.917773, July 2020.
- [9] Y.Li, W.Zheng, Z.Zheng, Z. "Deep Robust Reinforcement Learning for Practical Algorithmic Trading" IEEE Access, 1-1. doi:10.1109/access.2019.2932789, August 2019.
- [10] G.Nuti, M.Mirghaemi, P.Treleven, C.Yingsaeree, "Algorithmic Trading" Computer, vol44, no11, doi:10.1109/mc.2011.31, January 2011.

[11] S.Yang, M.Paddrik, R.Hayes, R., A.Todd, A. Kirilenko, P. Beling, W.Scherer, "Behavior based learning in identifying High Frequency Trading strategies" IEEE Conference on Computational Intelligence for Financial Engineering & Economics (CIFER), doi:10.1109/cifer.2012.6327783, March 2012.

[12] C.Tudor, R.Sova, "Flexible Decision Support System for Algorithmic Trading: Empirical Application on Crude Oil Markets", IEEE, vol 10, January 2022.

[13] A.A.Grover, A. R.S.Gabriel, "Analysis of Algorithmic Trading with Q-Learning in the Forex Market" International Conference on Emerging Smart Computing and Informatics (ESCI), doi:10.1109/esci50559.2021.939694, April 2021.

[14] A.Ozdemir, S.Bogosyan, "Neural Network based Trading Signal Generation in Cypto-Currency Markets" International Conference on Artificial Intelligence and Data Processing(IDAP),doi:10.1109/idap.2018.8620889, September 2018.