

Portföy Çalışmalarında Makine Öğrenmesi Kullanımı Üzerine Bibliyometrik Bir Değerlendirme

Sema Akin Bas¹

Özet

Bu çalışma portföy ve makine öğrenmesi alanlarında yapılan akademik yayınları sistematik bir şekilde inceleyerek ortaya çıkan literatürü bibliyometrik yöntemle analiz etmeyi amaçlamaktadır. Web of Science (WoS) veri tabanından elde edilen yayınlar ilgili anahtar kelimeler ile taranmış ve elde edilen yayınların yıllara göre eğilimleri, kurumlar, ülkeler, atıf alan çalışmalar, sık kullanılan anahtar kelimeler detaylı olarak değerlendirilmiştir.

Elde edilen bulgular, portföy yönetimi alanında makine öğrenmesi tekniklerinin kullanımının özellikle son yıllarda hızla arttığını göstermektedir. Tahminleme, sınıflandırma ve optimizasyon problemlerinde yapay sinir ağları, rastgele ormanlar, destek vektör makineleri gibi algoritmaların sıklıkla tercih edildiği tespit edilmiştir.

Bibliyometrik analiz ile çalışılan alanın mevcut durumu kapsamlı bir şekilde ortaya konmuştur. Tematik boşluklar ve gelecekteki çalışmalar için potansiyel yönelimleri de işaret etmektedir. Bu yönü ile çalışma hem araştırmacılar hem de uygulayıcılar için referans niteliği taşımaktadır.

1. Giriş

Portföy yönetimi, finansal piyasalarda paydaşların risk ve getiri dengesini sağlamak amacıyla karşılaşılan en temel ve stratejik problemlerden biridir. Yatırımcıların farklı varlık türlerine ilişkin beklentilerini, risk algılarını ve getiri hedeflerini dengeleyerek etkin yatırım kararları almalarını amaçlayan bu alan, hem teorik modeller hem de pratik uygulamalar açısından zengin bir çerçeve sunmaktadır. Geleneksel portföy teorisi, yatırımcıların risk toleransına bağlı

1 Dr. Öğr. Üyesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Matematik Bölümü, İstanbul, Türkiye, akins@yildiz.edu.tr, ORCID: orcid.org/0000-0002-9937-316X

olarak varlıklarını çeşitlendirerek optimal bir getiri sağlamayı hedeflerken, günümüzde portföy yönetimi birçok finansal ve finansal olmayan metriklere dayanarak ele alınmaktadır (Leow vd., 2021). Bununla birlikte finansal piyasalar, teknolojik gelişmeler ve dijitalleşmenin etkisiyle yüksek hacimli veri akışına maruz kalarak karmaşık ve veri yoğunluğunun yüksek olduğu bir alan haline gelmiştir. Finansal piyasaların dinamik yapıda olması ve veri kaynaklarının artması ile birlikte büyük ve karmaşık yapıdaki verilerin içerdiği belirsizlikler ile işlenmesi oldukça kritik bir nokta haline gelmiştir. Karar alma süreçlerinde yetersiz kalan geleneksel yatırım stratejileri yüksek boyutlu ve karmaşık verileri işlemek ve anlamlı içgörülere dönüştürmek konusunda çoğu zaman yetersiz kalmaktadır. Yatırımcıların doğru bilgiye zamanında ulaşmasını ve etkili stratejiler geliştirmesini zorlaştırmaktadır. Bu bağlamda büyük veri kümelerinin işlenebilmesi, karmaşık örüntülerin tanımlanması ve veri odaklı tahminlerde bulunabilmek için daha güçlü, adaptif yöntemlerin kullanılması ihtiyacı doğmuştur. Böylece makine öğrenmesi gibi yeni nesil yaklaşımlar portföy yönetimi problemlerinde ön plana çıkmıştır. Gelişmiş makine öğrenmesi teknikleri, geleneksel modellerin gözden kaçırabileceği, veri içerisindeki ilişkileri belirleyerek portföy yönetimi için etkin çözümler sunmaktadır. Portföy yönetimi sürecinde makine öğrenmesi kullanımı, tahmin doğruluğunu artırmanın yanı sıra sürekli değişen piyasa koşullarında risk ve getiri yönetimine daha dinamik bir yaklaşım sunmaktadır (Behara ve Kumar, 2025). Böylece, yatırım kararlarını optimize etme potansiyeli taşıyan güçlü araçlar olarak öne çıkmaktadır.

Büyük veri teknolojilerinin gelişimi, finansal piyasalarda anlık ve yüksek hacimli olan veri akışını işlenebilir hale getirirken, makine öğrenmesi algoritmaları bu verilerden anlamlı örüntüler çıkarma, sınıflandırma, kümeleme, tahmin yapma gibi görevleri yerine getirmede yüksek başarı göstermektedir. Portföy yönetimi düzeyinde öngörü modelleri sayesinde risk-getiri profilleri daha dinamik bir şekilde optimize edilebilmektedir (Paiva vd., 2019). Klasik istatistiksel tekniklere göre makine öğrenmesi algoritmaları daha esnek bir yapıya sahiptir. Ayrıca doğrusal olmayan ilişkileri ve çok boyutlu veri yapılarını öğrenebilme kapasitesine sahiptir. Portföy yönetimi uygulamalarında hem öngörüselsel hem de sınıflayıcı görevler için destek vektör makineleri, rassal ormanlar, karar ağaçları, gradyan arttırmalı ağaçlar gibi topluluk öğrenmesi algoritmaları kullanılmaktadır (Boudabsa ve Filipovic, 2022; Mienye ve Sun, 2022; Zhao ve Ye, 2024; Ferrouhi ve Bouabdallaoui, 2024). Diğer yandan, yapay sinir ağları, derin öğrenme algoritmaları doğrusal olmayan ilişki yapılarını ortaya çıkarmada oldukça başarılı yöntemlerdendir (Huang vd., 2024; Kubo ve Nakagawa, 2025). Uzun-kısa süreli bellek ağları gibi modeller ise zamana duyarlı finansal zaman

serilerinin analizinde kullanılmaktadır (Cao vd., 2019; Muroua ve Lamine, 2023). Bu algoritmaları sayesinde karar süreçlerinde karşılaşılabilecek insan hatasına dayalı önyargılar azaltılabilmektedir. Bu nedenle günümüzde portföy yönetimi uygulamalarında yapay zeka temelli akıllı sistemler ön plana çıkmaktadır.

Bu çalışmada, makine öğrenmesi teknikleri kapsamında portföy yönetimi konularının uluslararası literatürdeki gelişiminin bibliyometrik analiz yöntemiyle incelenmesi amaçlanmaktadır. Çalışma kapsamında atıf analizi, anahtar kelime frekans analizi ve yazar iş birliği ağları gibi teknikler kullanılmış ve alandaki önde gelen araştırmacılar, dergiler, ülkeler, temel temalar ve gelişen eğilimler belirlenmiştir. Elde edilen bulgular araştırma eğilimlerini daha net bir şekilde ortaya koyacağı ve ilgili çalışma alanındaki bilgi boşluklarının belirlenmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

2. Yöntem

Bu çalışma, portföy konulu bilimsel çalışmalarda makine öğrenmesi algoritmalarının kullanımı hakkında detaylı bir analiz ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bu doğrultuda, 28.05.2025 tarihinde WoS veri tabanında herhangi bir başlangıç tarihi sınırlaması olmaksızın ve verinin alındığı son tarihi ile “tüm alanlar” alanlarında “portfolio selection” OR “portfolio” AND “machine learning” kelimeleri kullanılarak yapılan arama ile 1526 çalışma listelenmiştir ve elde edilen veri kümesi dışa aktarılmıştır. Bibliyometrik analiz yöntemi kullanılarak verinin tamamı analize dahil edilmiştir. Ayrıca, bibliyometrik analiz için R Studio yazılımında Aria ve Cuccurullo (2017) tarafından geliştirilen bibliometrix kütüphanesi üzerinden biblioshiny kullanılmıştır.

Bibliyometrik analiz, bilimsel yayınlara ait bibliyografik bilgilerin makale, anahtar kelime, yazar ve dergi bazında incelenerek belirli bir araştırma alanının genel yapısını nicel verilerle ortaya koymayı amaçlayan bir yöntemdir (Merigo ve Yang, 2016). Bu analiz türünde, belirli bir bilim dalının değerlendirilmesinin yanı sıra ülkeler, kurumlar veya bireyler düzeyinde de bilimsel üretkenlik değerlendirilerek mevcut duruma ilişkin çeşitli çıkarımların yapılmasına olanak tanınmaktadır (Şakar ve Cerit, 2013).

Literatür incelendiğinde, “Portföy Yönetimi” ve “Makine Öğrenmesi” konularının ayrı ayrı ele alındığı çeşitli yıllarda yapılmış bibliyometrik analiz çalışmalarının mevcut olduğu görülmüştür. Goodell vd. (2021) ortak atıf hem de bibliyometrik bağlantı analizlerini kullanarak, 1986 - Nisan 2021 tarihleri arasında finans alanında yapay zeka ve makine öğrenimi araştırmalarının tematik yapısını çıkarmışlardır. Ahmed vd. (2022) Scopus veri tabanından

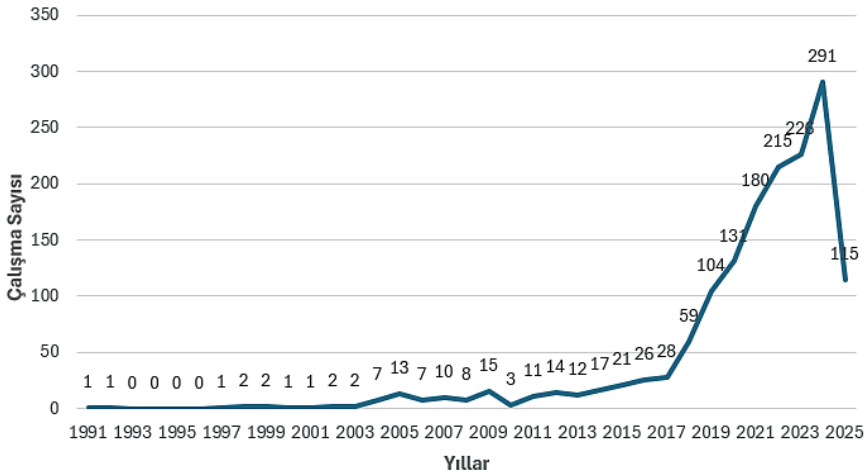
elde ettikleri 2011-2021 yılları arasındaki 348 adet çalışmadan oluşan veri kümesi ile finans alanında yapay zeka ve makine öğrenimi çalışmalarının bibliyometrik analizini yapmışlardır. Bu çalışmanın tarihsel güncelliği ve konunun başlangıcından itibaren dahil edilmesi ile de literatüre katkı sağlayacağı aşıkardır.

3. Analiz ve Sonuçlar

Bu çalışmada, WoS veri tabanından alınan veri kümesindeki yayınlar üzerinde bibliyometrik analiz gerçekleştirilmiş olup elde edilen bulgular sunulmuştur.

3.1. Tanımlayıcı analiz: Yayınların gelişimi

Portföy probleminde makine öğrenmesi algoritmaları kullanımı üzerine yapılmış bilimsel yayınların sayısının yıllara göre dağılımı Excel’de oluşturulan grafik ile Şekil 1’de gösterilmektedir. Başlangıç yılının 1991 olduğu veri kümesinde ilgili alanda yapılan araştırmaların sayısının 2003 yılına kadar sadece varlığını sürdürdüğü ve sonrasında genel anlamda her geçen yıl arttığı gözlemlenmektedir. Yayın sayılarında, 2003-2013 yılları arasında yer yer artma ve azalma eğilimi gözlenirken 2013’ten sonra her geçen yıl belirgin bir artış izlemiştir. Bu alandaki araştırma sayısı 2017 yılından sonra önemli ölçüde artarak 2023 yılında 291 çalışma ile zirve yapmıştır. 2025 yılının ilk yarısının tamamlanmamış olduğu dikkate alınırca ilgili yıl için yayın sayılarının artacağı yorumu yapılabilir.



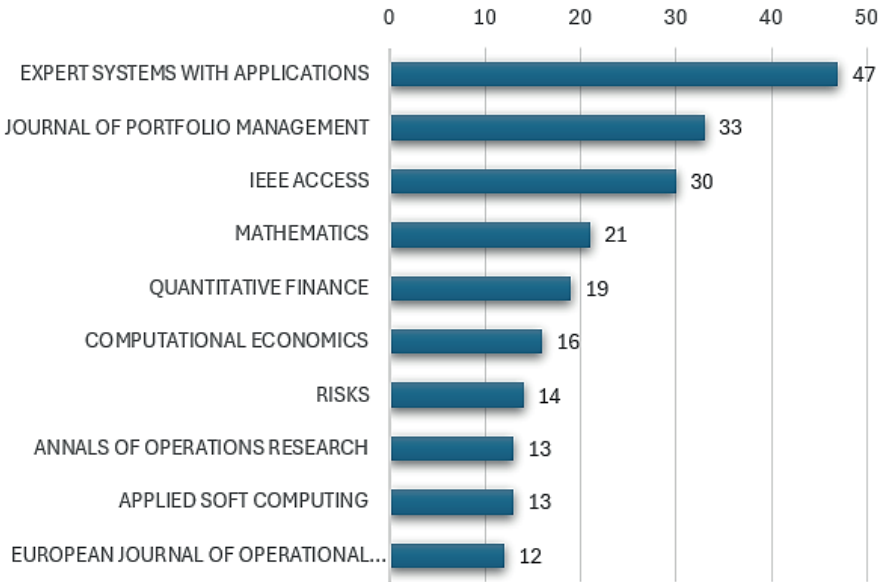
Şekil 1. Zaman İçindeki Yıllık Bilimsel Çalışmalar

Çalışma kapsamında elde edilen veri kümesinde hangi türlerde çalışmaların bulunduğu ve çalışma sayıları incelenmiştir. Buna ilişkin veriler Tablo 1’de sunulmuştur. İlgili konuda tamamlanan çalışmaların çoğunun makale türünde olduğu görülmektedir. Ayrıca, kitap türünde yapılan 10 adet çalışma sayısı ile toplam çalışmalar içerisinde binde 6,5’lik paya sahiptir.

Tablo 1. Çalışmaların Türüne Göre Dağılımları

Çalışma Türü	Çalışma Sayısı	Yüzdeliği
Makale	1,049	%68,7
Konferans Bildirisi	396	%26
İnceleme	62	%4,1
Kitap Bölümü	10	%0,65
Diğer	9	%0,59

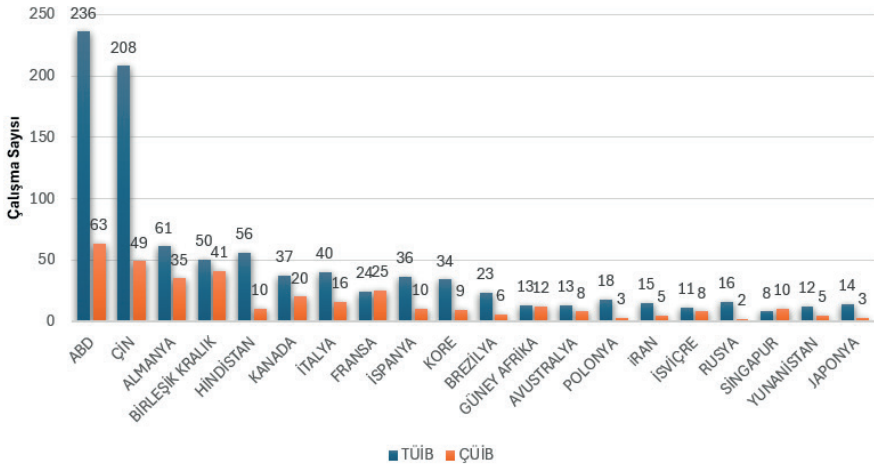
Şekil 2’de, ilgili alandaki toplam yayınların yaklaşık olarak %14,3’ünü temsil ederek en çok yayını bulunan ilk on dergi listelenmektedir. Bu dergiler arasında Expert Systems with Applications açık ara ilgili alanda en çok yayın bulunan dergidir; 218 makalenin 47’si bu dergide yayınlanmıştır ve yaklaşık %21,6’sını temsil etmektedir.



Şekil 2. Zaman İçinde Öne Çıkan Dergiler

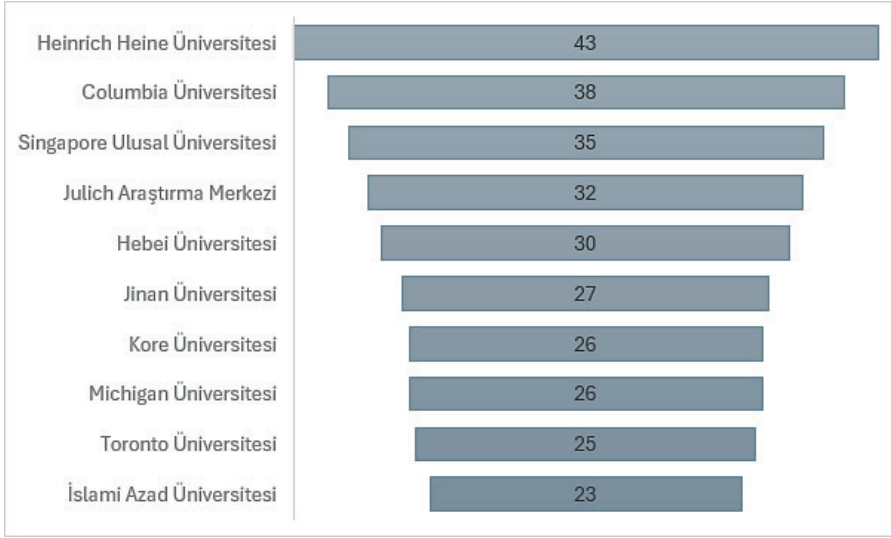
3.2. İş birliği analizi: kurumlar ve ülkeler

Şekil 3'te, ilgili konuda yayın yapan yazarların ülkelerine göre bir grafik oluşturulmuştur. Grafikteki turuncu renk çoklu ülke iş birliği (ÇÜİB)'ni, mavi renk ise yalnızca ilgili kurumu yani tekli ülke iş birliği (TÜİB)'ni temsil etmektedir. Elde edilen bulgulara göre; bu alanda en fazla yayının Amerika Birleşik Devletleri'nde (TÜİB:63 ve ÇÜİB:236) yapıldığı, bunu Çin'in (TÜİB:208 ve ÇÜİB:49) takip ettiği görülmüştür. İlgili konuda en çok yayın yapılan üçüncü ülke ise 35 adet çoklu ülke iş birliği ve 61 adet ülke içi iş birliği ile Almanya'dır (TÜİB:61 ve ÇÜİB:35).



Şekil 3. Sorumlu Yazarın Ülkesi

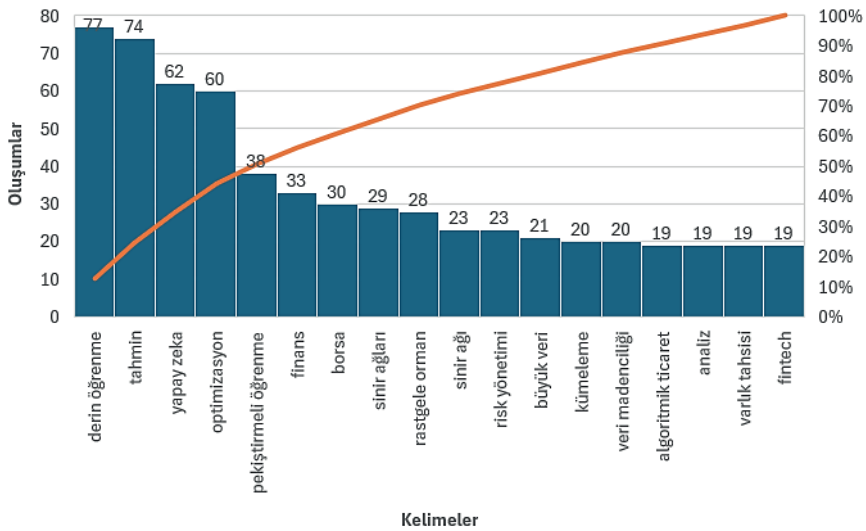
Analizi yapılan konu ile ilgili literatüre en çok katkıda bulunan kurumlar Şekil 4'te listelenmiştir. Kurum bazında, Almanya'daki Heinrich Heine Üniversitesi 43 yayınlı ilk sırada yer alırken toplam 75 yayınlı en etkili kurumlar listesinde Almanya'daki iki adet üniversite bulunmaktadır. Ayrıca ülke bazındaki listede beşinci sırada bulunan Çin'den de iki farklı üniversite en etkili kurumlar listesinde yer almaktadır.



Şekil 4. Konu ile İlgili Alana Katkıda Bulunan Kurumlar

3.3. Ortak Kelime Analizi ile Kritik Odakların Tespiti

Veri kümesinde en sık kullanılan yazar anahtar kelimeleri Şekil 5'te verilmiştir. Grafik oluşturulurken “portfolio” ve “machine learning” anahtar kelimeleri tarama sırasında kullanıldığı ve zaten araştırmanın konusu olduğu için listeden çıkarılmıştır. Ayrıca, “machine” ve “learning” anahtar kelimeleri tek başlarına anlamlı çıkarımlar ifade etmediğinden listeden çıkarılmıştır. Elde edilen bulgulara göre “portfolio” ve “machine learning” anahtar kelimeleriyle birlikte en sık kullanılan anahtar kelimeler “derin öğrenme”, “tahmin”, “yapay zeka” ve “optimizasyon” olduğu görülmüştür. “pekiştirmeli öğrenme”, “sinir ağları”, “rastgele orman” ve “kümele” gibi makine öğrenmesi teknikleri de alanda en çok kullanılan anahtar kelimeler arasında yer almıştır. Ayrıca, geleneksel yöntemlerle işlenemeyecek kadar hacimli, hızlı ve çeşitli veri kümelerini ifade eden “büyük veri” ve bu büyük veri kümeleri içinden anlamlı desenler, ilişkiler ve bilgiler keşfetme süreci olan “veri madenciliği” anahtar kelimeleri tespit edilmiştir. Listedeki diğer anahtar kelimeler incelediğinde kavramların portföy ile ilişkili alanlarda sıklıkla araştırılan kavramlar olduğu görülmüştür. Veri kümesinde en sık kullanılan anahtar kelimeler Şekil 6'daki kelime bulutu ile de görselleştirilmiştir.



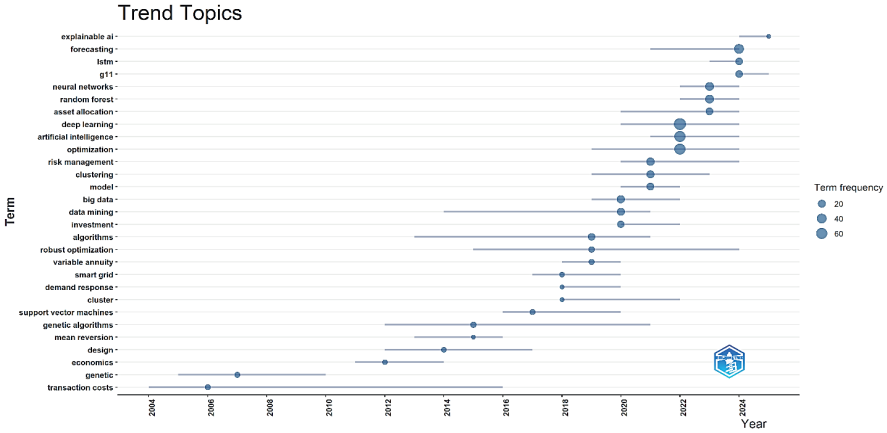
Şekil 5. En İlgili Kelimeler



Şekil 6. Kelime Bulutu

Şekil 7’de, ilgili veri kümesine göre yıllar içinde “Portföy” ve “makine öğrenmesi” ile birlikte araştırılan ve trend olan konular sunulmuştur. Bu bulgulara göre 2004-2010 yıllarında bu alanda trend olan konular sadece “işlem maliyeti” ve “genetik” olup 2004-2025 yılları arasında bu alanda birlikte trend olan çeşitli kavramların bulunduğu gözlemlenmektedir. Ayrıca yıl bazında varlığını en uzun sürdüren trend konu, varlığı boyunca 7 tekrarlama ile 2006 yılında zirve yapan “işlem maliyeti” olmuştur. Konu

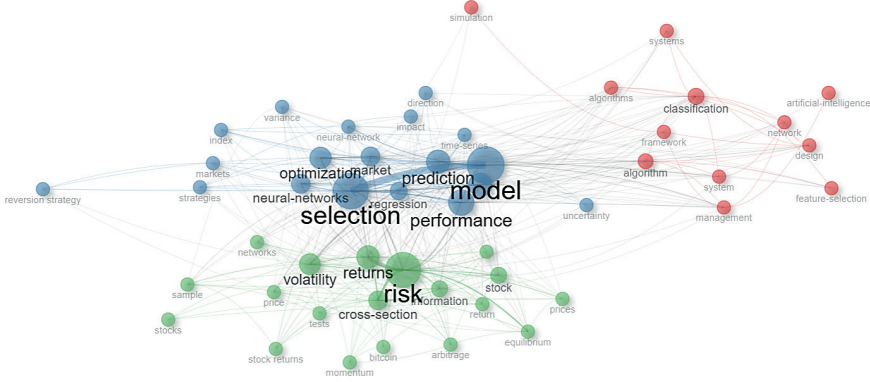
üzerine yapılan araştırmaların 2017 yılından itibaren artış göstermesiyle birlikte (Bkz. Şekil 1), ilgili yıldan itibaren birçok kavram birlikte trend konular arasında bulunmuştur. 2012-2021 yılları arasında uzun bir süre trend konularda varlığını sürdüren “genetik algoritma” ise yerini “kümeleme”, “yapay zeka”, “derin öğrenme”, “rastgele orman” ve “sinir ağları” konularına bırakmıştır. Özellikle, “derin öğrenme”, “yapay zeka” ve “optimizasyon” 2022 yılında trend konuların kullanımında sırasıyla 77, 62 ve 60 kullanım ile zirve yapmıştır. 2024 yılına gelindiğinde bu alanda yapılan çalışmaların sayısında da önemli bir artış olduğu (Bkz. Şekil 1) not edilerek “uzun kısa süreli bellek” kavramının da önem kazandığı görülmektedir. Ayrıca, 2024 yılında 40 kullanım sıklığı ile “tahmin” kavramı da trend olan konular arasında yer almıştır. Öte yandan, 2025 yılı ile birlikte “açıklanabilir yapay zeka” kavramı bu alandaki trend konular arasında yer almıştır.



Şekil 7. Trend Konular

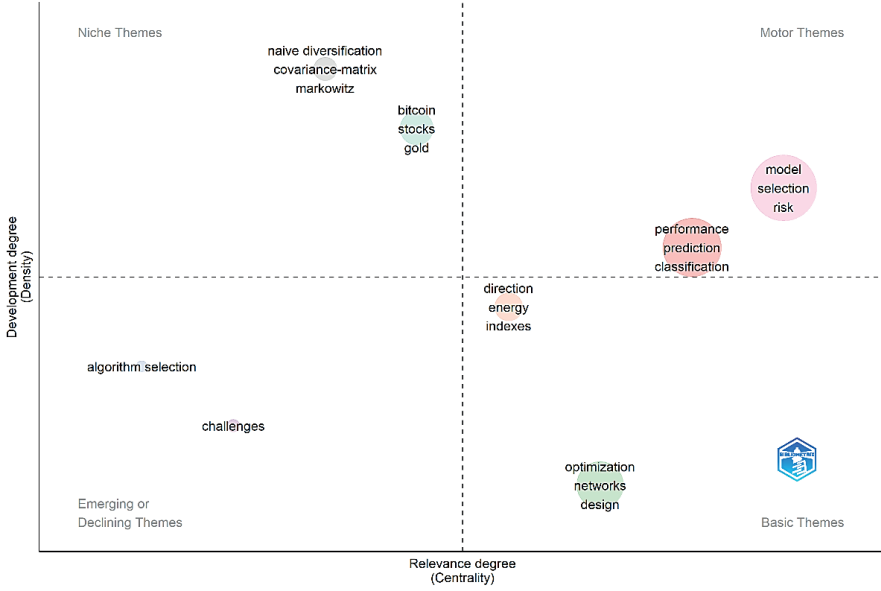
3.4. Bibliyografik Bağlantı Ağlarının Analizi

Şekil 8, anahtar kelimelerin oluşturduğu eş-oluşum ağlarını göstermektedir. Birbiriyle ilişkili üç farklı eş-oluşum kümesinin olduğu görülmektedir. En geniş ağı sahip mavi kümede en belirgin olarak “seçim”, “model”, “performans”, “optimizasyon”, “sinir ağları”, “regresyon” ve “tahmin” gibi anahtar kelimeler yer almıştır. Bu kümede konu ile ilgili diğer anahtar kelimeler de şekilde görülmektedir. Yeşil renkli diğer büyük kümede ise “risk” kavramı ön plana çıkmış olup bu kümede “getiriler”, “kesit” ve “değişkenlik” anahtar kelimeleri yoğun kullanıma sahiptir. Ayrıca, diğer kavramlarla da ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Diğer oluşumda öne çıkan belirli bir anahtar kelime bulunmamakla beraber şekilde de görüldüğü gibi diğer kümelerdeki kavramlar ile oluşturulan ağları içermektedir.



Şekil 8. Eş-oluşum Ağı

Son olarak ilgili veri kümesindeki çalışmalar kullanılarak temel, yükselen veya gerileyen, niş ve motor temalar üzerinden kavramlar belirlenmiştir. Oluşturulan tematik harita Şekil 9’da sunulmuştur. Sağ alt köşede yer alan temel temalar, çalışmalar için genel öneme sahip konuları göstermektedir. Bu bölümde iki farklı küme oluştuğu görülmektedir. Bu kümelerde “yön” ile birlikte “enerji” ve “endeksler” kavramları yer alırken “optimizasyon” kavramıyla sıklıkla “ağlar” ve “tasarım” kavramlarının kullanıldığı görülmüştür. Diğer taraftan, sol alt kısımda yer alan yükselen veya gerileyen temalarda sadece “algoritma seçimi” ve “zorluklar” kavramları ayrı kümeler ile belirgin olarak öne çıkmıştır. “Saf çeşitlendirme”, “kovaryans matrisi” ve “Markowitz”, “Bitcoin”, “hisse senetleri” ve “altın” olmak üzere temel iki küme ile bu konulardaki çalışmaların bu alanda niş temalar olduğu tespit edilmiştir. Niş temalar, ilgili kavramların kendi aralarında güçlü bağlantılara sahip olduğunu ve diğer konulardan farklı olduğunu göstermektedir. Son olarak, motor temalarda görece olarak daha büyük iki küme oluşumu bulunmaktadır. Kümelerin büyüklüğü araştırmalarda sıklıkla kullanıldığını göstermektedir. Burada “tahmin”, “optimizasyon” kavramı ile “performans” ve “model” ile “risk” kavramları bir arada ele alınmıştır. Diğer bir deyişle, çalışmalar arasında en önemli ve gelişmiş ana çalışma alanları olarak kabul edilen konulardır.



Şekil 9. Tematik Harita

3.5. Alıntı Analizi: Ana Makaleler ve Yazarlar

Veri kümesindeki çalışmalar toplam atıf sayılarına göre sıralanmış ve en yüksek atıf sayısına sahip 10 çalışma Tablo 2’de listelenmiştir. Listenin %20’sine karşılık gelen 2 yayın ile ilgili konuda en çok atıf alan yayınların “Expert Systems with Applications” dergisinde yayımlandığı görülmektedir.

Tablo 2. En çok atıf alan yayımlar

Yazar(lar)	Başlık	Anahtar Kelimeler	Yıl	Dergi	Atıf Sayısı
Hazan, E., Agarwal, A. ve Kale, S.	<i>Logarithmic regret algorithms for online convex optimization</i>	<i>Online learning; Online optimization; Regret minimization; Portfolio management</i>	2007	<i>Machine Learning</i>	570
Cavalcante, R. C., Brasileiro, R. C., Souza, V. L., Nobrega, J. P. ve Oliveira, A. L.	<i>Computational Intelligence and Financial Markets: A Survey and Future Directions</i>	<i>Financial markets; Computational intelligence; Trading systems; Deep learning; Online learning</i>	2016	<i>Expert Systems with Applications</i>	358
Elmachtoub, A. N. ve Grigas, P.	<i>Smart “Predict, then Optimize”</i>	<i>Prescriptive analytics, Data-driven optimization; Machine learning; Linear regression</i>	2022	<i>Management Science</i>	320
Hutter, F., Xu, L., Hoos, H. H. ve Leyton-Brown, K.	<i>Algorithm runtime prediction: Methods & evaluation</i>	<i>Supervised machine learning; Performance prediction; Empirical performance models; Response surface models; Highly parameterized algorithms; Propositional satisfiability; Mixed integer programming; Travelling salesperson problem</i>	2014	<i>Artificial Intelligence</i>	303
Goodell, J. W., Kumar, S., Lim, W. M., ve Patnaik, D..	<i>Artificial intelligence and machine learning in finance: Identifying foundations, themes, and research clusters from bibliometric analysis</i>	<i>Artificial intelligence; Bibliometric analysis; Finance; Machine learning; Review</i>	2021	<i>Journal of Behavioral and Experimental Finance</i>	300

Kerschke, P., Hoos, H. H., Neumann, F., ve Trautmann, H.	<i>Automated Algorithm Selection: Survey and Perspectives</i>	<i>Automated algorithm selection; Automated algorithm configuration; Combinatorial optimization; Continuous optimization; Machine learning; Metalearning; Feature-based approaches; Exploratory landscape analysis; Data streams</i>	2019	<i>Evolutionary Computation</i>	255
Wang, X., Wang, B., Liu, S., Li, H., Wang, T., ve Watada, J.	<i>Fuzzy portfolio selection based on three-way decision and cumulative prospect theory</i>	<i>Fuzzy portfolio selection; Three-way decision; Cumulative prospect theory; Expected utility theory</i>	2022	<i>International Journal of Machine Learning and Cybernetics</i>	208
Helmbold, D. P., Schapire, R. E., Singer, Y., ve Warmuth, M. K.	<i>On-line portfolio selection using multiplicative updates</i>	<i>Portfolio selection; Rebalancing; Machine learning algorithms</i>	1998	<i>Mathematical Finance</i>	200
Li, B., ve Hoi, S. C.	<i>Online Portfolio Selection: A Survey</i>	<i>Design; Algorithms; Economics; Machine learning; Optimization; Portfolio selection</i>	2014	<i>ACM Computing Surveys</i>	181
Bustos, O., ve Ponares-Quimbaya, A.	<i>Stock market movement forecast: A Systematic review</i>	<i>Stock market forecast; Machine learning; Financial modeling</i>	2020	<i>Expert Systems with Applications</i>	174

4. Sonuç

Bu çalışma kapsamında, portföy yönetimi ve makine öğrenmesi temalı literatür bibliyometrik analiz ile incelenmiştir. Alandaki akademik eğilimler, yayın yapıları, öne çıkan kurumlar ve dergiler, sıkça kullanılan anahtar kelimeler ve tematik haritaları yorumlanmıştır. Elde edilen bulgular, bu alanda gerçekleşen çalışmaların son yıllarda ivme kazanarak makine öğrenmesi tekniklerinin portföy yönetimi çalışmalarında daha fazla yer bulduğunu gözler önüne sermektedir. Daha sonra çalışmaların yürütüldüğü ülkeler ve kurumlar ile sorumlu yazarların ülkeleri belirlenmiştir. Yazar anahtar kelimeleri kullanılarak veri kümesinde en sık tekrar eden anahtar kelimeler yardımıyla yapılan çalışmalarda önemli noktalar tespit edilmiştir. Özellikle derin öğrenme, öngörü modelleri ve risk optimizasyonu gibi alt başlıkların da ön plana çıktığı görülmektedir. Ayrıca, ilgili anahtar kelimeler ile bu alandaki trend konular belirlenerek veri kümelemesi aracılığıyla terimler arasında bir ağ ve tematik bir harita oluşturulmuştur. Son olarak, atıf analizi ile en sık atıf alan on yayın listelenmiştir.

Yapılan analiz sonucunda, portföy yönetiminde makine öğrenmesi yöntemlerinin sadece teknik bir araç olarak kullanımı değil, aynı zamanda yatırım karar süreçlerinde stratejik bir bileşen olarak konumlandığını ortaya koymaktadır. Literatürdeki odak değişimleri, bu alanda yeni araştırma fırsatlarının ve metodolojik yaklaşımların geliştiğini göstermektedir. Bu yönüyle çalışma, literatürdeki mevcut boşlukları ve gelişim alanlarını belirlemeye katkı sağlamanın yanı sıra yapılacak olan araştırmalar için yönlendirici bir çerçeve sunmaktadır.

Kaynaklar

- Ahmed, S., Alshater, M. M., Ammari, A. E., ve Hammami, H. (2022). Artificial intelligence and machine learning in finance: A bibliometric review. *Research in International Business and Finance*, 61, 101646.
- Aria, M. ve Cuccurullo, C. (2017). Bibliometrix: a R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959-975. DOI: 10.1016/j.joi.2017.08.007
- Behera, J., ve Kumar, P. (2025). An approach to portfolio optimization with time series forecasting algorithms and machine learning techniques. *Applied Soft Computing*, 112741
- Boudabsa, L., ve Filipović, D. (2025). Ensemble learning for portfolio valuation and risk management. *Quantitative Finance*, 25(3), 421-442.
- Bustos, O., ve Pomares-Quimbaya, A. (2020). Stock market movement forecast: A systematic review. *Expert Systems with Applications*, 156, 113464.
- Cao, J., Li, Z., ve Li, J. (2019). Financial time series forecasting model based on CEEMDAN and LSTM. *Physica A: Statistical mechanics and its applications*, 519, 127-139.
- Cavalcante, R. C., Brasileiro, R. C., Souza, V. L., Nobrega, J. P., ve Oliveira, A. L. (2016). Computational intelligence and financial markets: A survey and future directions. *Expert Systems with Applications*, 55, 194-211.
- Elmachtoub, A. N., ve Grigas, P. (2022). Smart “predict, then optimize”. *Management Science*, 68(1), 9-26.
- Ferrouhi, E. M., ve Bouabdallaoui, I. (2024). A comparative study of ensemble learning algorithms for high-frequency trading. *Scientific African*, 24, e02161.
- Goodell, J. W., Kumar, S., Lim, W. M., ve Pattnaik, D. (2021). Artificial intelligence and machine learning in finance: Identifying foundations, themes, and research clusters from bibliometric analysis. *Journal of Behavioral and Experimental Finance*, 32, 100577.
- Hazan, E., Agarwal, A., ve Kale, S. (2007). Logarithmic regret algorithms for online convex optimization. *Machine Learning*, 69(2), 169-192.
- Helmhold, D. P., Schapire, R. E., Singer, Y., ve Warmuth, M. K. (1998). On line portfolio selection using multiplicative updates. *Mathematical Finance*, 8(4), 325-347.
- Huang, S., Cao, L., Sun, R., Ma, T., ve Liu, S. (2024). Enhancing Portfolio Optimization: A Two-Stage Approach with Deep Learning and Portfolio Optimization. *Mathematics*, 12(21), 3376.
- Hutter, F., Xu, L., Hoos, H. H., ve Leyton-Brown, K. (2014). Algorithm runtime prediction: Methods & evaluation. *Artificial Intelligence*, 206, 79-111.

- Kerschke, P., Hoos, H. H., Neumann, F., ve Trautmann, H. (2019). Automated algorithm selection: Survey and perspectives. *Evolutionary computation*, 27(1), 3-45.
- Kubo, K., ve Nakagawa, K. (2025). Portfolio optimization using deep learning with risk aversion utility function. *Finance Research Letters*, 74, 106761.
- Leow, E. K. W., Nguyen, B. P., ve Chua, M. C. H. (2021). Robo-advisor using genetic algorithm and BERT sentiments from tweets for hybrid portfolio optimisation. *Expert Systems with Applications*, 179, 115060.
- Li, B., ve Hoi, S. C. (2014). Online portfolio selection: A survey. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 46(3), 1-36.
- Merigó, J. M. ve Yang, J. B. (2017). A bibliometric analysis of operations research and management science. *Omega*, 73, 37-48.
- Mienye, I. D. ve Sun, Y. (2022). A survey of ensemble learning: Concepts, algorithms, applications, and prospects. *Ieee Access*, 10, 99129-99149.
- Mroua, M., ve Lamine, A. (2023). Financial time series prediction under Covid-19 pandemic crisis with long short-term memory (LSTM) network. *Humanities and Social Sciences Communications*, 10(1), 1-15.
- Paiva, F. D., Cardoso, R. T. N., Hanaoka, G. P., & Duarte, W. M. (2019). Decision-making for financial trading: A fusion approach of machine learning and portfolio selection. *Expert systems with applications*, 115, 635-655.
- Şakar, G. D., ve Cerit, A. G. (2013). Uluslararası alan indekslerinde türkiye pazarlama yazını: bibliyometrik analizler ve nitel bir araştırma. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 27(4), 274201337-274201362.
- Wang, X., Wang, B., Liu, S., Li, H., Wang, T., ve Watada, J. (2022). Fuzzy portfolio selection based on three-way decision and cumulative prospect theory. *International Journal of Machine Learning and Cybernetics*, 13(1), 293-308.
- Zhao, M., ve Ye, N. (2024). High-Dimensional Ensemble Learning Classification: An Ensemble Learning Classification Algorithm Based on High-Dimensional Feature Space Reconstruction. *Applied Sciences*, 14(5), 1956.