

PALM YAĞI FİYATLARINI ETKİLEYEN PARAMETRELER VE FİYAT TAHMİN MODELİ

Hasan ÖZMAY¹

ÖZET

Bitkisel yağ piyasalarında oluşan fiyat hareketlerinden hareketle, özellikle palm yağındaki fiyat dalgalanmaları üzerine bir tahminleme modeli oluşturulması için literatür taraması yapıldı. Yapılan araştırmalar ve taranan makaleler sonucunda emtia piyasalarındaki fiyat hareketlerinden başlayarak fiyat dalgalanmalarına sebep olabilecek parametreler belirlendi. Bu parametreler oluşturulan etki-frekans analiziyle incelendi. Tüm den gelimle başlanan çalışmada etkisi ve gerçekleşme olasılığı yüksek olan parametreler arasında bir ilişki kurmak üzerine yoğunlaşıldı. Tedarik zincirindeki arz talep dengesinden, stok tutma maliyetlerine kadar pek çok teknik terimden faydalanılarak emtia piyasalarındaki fiyat hareketlerinin şirketlerin karlılık hedefleri için ne kadar etkili olabileceği tartışıldı.

Araştırmada bitkisel yağlar ve palm yağı ile ilgili bilgi verilmiş, ardından bu piyasadaki fiyat hareketlerine yönelik parametreler ve tarihsel olaylar incelenmiştir. Palm yağının fiyat dalgalanmaları ile ilgili etkili olabilecek parametrelerin birbiriyle olan ilişkisini anlamlandırabilmek için kullanılacak olan ana metodoloji sistem dinamiğı olarak belirlenmiştir. Fakat sistem dinamiğınden farklı olarak sistemin tamamına odaklanmak yerine, küçük sistemlerin ilişkisine odaklanılmış ve bütündeki payı anlaşılılmaya çalışılmıştır. Bu sebeple de incelenen tüm parametrelerden etkisinin ve gerçekleşme olasılığı yüksek olan odak parametreler belirlenmiştir.

Ortaya konulan metodoloji ile seçilen palm yağı fiyatlarını etkileyen odak parametrelerle eğitilen fiyat tahmin modeli ile palm yağı fiyatlarının yön hareketlerini %75 oranında doğru tahmin etmiştir. Parametrelerin oluşturduğu modeldeki değişkenliklere bağılı olarak palm yağı fiyatlarında değişimler simüle edilmiştir. Bu palm yağı fiyatı tahmin modelinin bir tedarik zinciri modelinde nasıl uygulanabileceğine dair tartışmalar yapılmış ve sonuçlar paylaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Palm Yağı, Fiyat Tahmin Modeli, Sistem Dinamiğı

¹ İstanbul Teknik Üniversitesi, ozmay16@itu.edu.tr

PARAMETERS AFFECTING PALM OIL PRICES AND PRICE FORECASTING MODEL

ABSTRACT

A literature review was carried out for developing a forecasting model based on the price fluctuations observed in the vegetable oil markets, with a particular focus on palm oil. Through an extensive literature review, parameters that could potentially cause price fluctuations, starting from the general price movements in commodity markets, were identified. These parameters were then examined through an impact-frequency analysis. The study, which adopted a deductive approach, concentrated on establishing relationships among parameters that had both high impact and high probability of occurrence. Through the use of various technical supply chain terms ranging from supply-demand balance to inventory holding costs, the impact of price movements in commodity markets on companies' profitability targets was discussed.

The research provided information about vegetable oils and palm oil, followed by an examination of parameters influencing price movements in this market, as well as relevant historical events. Academic articles investigating the parameters that could potentially affect price fluctuations in palm oil were reviewed. System dynamics was determined as the main methodology to understand the interrelationships among these parameters. However, unlike traditional system dynamics approaches that focus on the entire system, this study concentrated on the interactions within smaller subsystems in an effort to comprehend their contribution to the whole. Therefore, among all examined parameters, those with high impact and high likelihood of occurrence were selected for further analysis.

With the presented methodology, the price prediction model trained with the focused parameters affecting the selected palm oil prices predicted the directional movements of palm oil prices with 75% accuracy. Changes in palm oil prices were simulated depending on the variations in the model created by the parameters. Discussions were made on how this palm oil price prediction model could be applied in a supply chain model and the results were shared.

Keywords: Palm Oil, Price Forecasting Model, System Dynamics

GİRİŞ

Günümüzde özellikle gıda, kozmetik ve biyoyakıt sektörlerinde geniş bir kullanım alanına sahip olan palm yağı, küresel talebin artmasıyla birlikte tedarik zinciri yönetimi açısından önemli bir konu haline gelmiştir (Basiron, 2007). Tedarik zinciri, uçtan uca birbirine bağlı halkaların oluşturduğu entegre bir sistem olmasıyla ürünün fikir aşamasından nihai tüketiciye ulaşana kadar geçen süreci incelemektedir. Palm yağı için incelenen tedarik zinciri aşamalarında üreticiden çok uluslu şirketlerin ticaretine kadar geçen süredeki üretim, işleme, lojistik, satış, satınalma ve tüketim aşamaları yer almaktadır.

Palm yağı üretiminin büyük kısmı Güneydoğu Asya bölgesinde yapılmaktadır. Bu bölgedeki üreticilerin elde ettikleri ve çoğunluğu yine bu bölgede işlenen palm meyvelerinden elde edilen ham palm yağının dağıtım yapıları. Fakat palm meyve üretiminde kullanılan orman arazilerinin kaybı, biyoçeşitlilik kaybı, karbon ayak izinin artışı, sürdürülebilirlik konusunda da tedarik zincirinin odaklanması gereken bir alana işaret etmektedir.

Ticaret alanında faaliyet gösteren şirketler, ürün ve hizmetlerini kullanıcılarına sunarken kullandıkları ağ tedarik zinciridir. Şirketler, sundukları ürün ve hizmete göre tedarik zinciri ağlarını farklılaştırarak modelleyebilirler. Çoğu zaman minimum maliyet ve maksimum katma değer ile kurulan tedarik zinciri ağı hedeflerinin yanında şirketler vizyonlarına göre başka hedefler de ekleyebilirler. Örneğin, küresel ısınmayla birlikte dünyada önde gelen firmalar sürdürülebilir politikaları operasyonlarına adapte etmektedir (Hassan, ve diğerleri, 2024). Sunulan hizmete göre üretim ya da dağıtım ağı geniş bir tedarik zinciri modeli ya da tek bir noktadan ürünlerin geniş bir dağıtım ağıyla kullanıcılara ulaşması hedeflenen bir tedarik zinciri modeli kurulabilir. Şirketler, bu modeli stratejik hedeflerine göre seçmelidirler. Küresel ticarette emtia ve navlun piyasasında yaşanan dalgalanmalar, bu modellerin sıklıkla güncellenmesini zorunlu kılabilir. Ancak fiyat dalgalanmaları çoğu zaman tahmin edilemezdir, bu da şirketlerin stratejik karar almasını zorlaştırabilir. Fakat pek çok çalışma birbiri ile ilişkili olayların fiyat hareketleri arasında ilişki göstermiştir (Arintoko, 2021; Zaidi, Karim, & Zaidon, 2022; Pratama, Tooy, & Kim, 2024). Bu bağlamda, emtia piyasalarındaki belirsizliklerin daha etkin yönetilmesi gerektiği anlaşılmaktadır. Şirketler, özellikle ham madde fiyatlarının dalgalanmasını dikkate alarak tedarik zinciri stratejilerini belirlemelidir. Palm yağı piyasasında yaşanan fiyat dalgalanmaları, büyük ölçüde belirli coğrafi bölgelere bağımlıdır ve bu durum firmaların tedarik zinciri kararlarında genellikle göz ardı edilmektedir. Bu çalışma, palm yağı fiyatlarındaki belirsizlikleri sistem analiziyle incelemeyi ve bu belirsizliklerin tedarik zinciri terminolojileri ile fiyat tahminlerine entegre edilmesini amaçlamaktadır.

Bu araştırmanın amacı, palm yağı fiyat dalgalanmalarına neden olan belirsizlikleri belirleyerek, bu faktörlerin geleceğe yönelik stratejik kararlar almayı nasıl etkileyebileceğine dair bir model geliştirmektir. Çalışma, literatürdeki emtia ve bitkisel yağ piyasalarını, palm yağı fiyat parametrelerini inceleyerek, istatistiksel analizlerle desteklenen bir sistem dinamiği modeli sunmayı hedeflemektedir. Sonuç bölümünde ise, firmaların tedarik zinciri ve finansal karar süreçlerine nasıl katkı sağlanabileceği tartışılacaktır.

1. EMTİA PİYASASI VE BİTKİSEL YAĞLAR

Ticarete konu alan malların bütününe emtia denir. Ekonomik faaliyetler çerçevesinde alım-satım yapılan bu malların fiyatları, pazarın dinamiğine göre şekillenirken pek çok faktörden etkilenebilirler. Ayrıca, ekonomik çevreleri etkilediği için emtialar ekonomi çalışmalarında oldukça önemlidir (Ahmad, Khalid, Daud, Arsad, & Mobin, 2023). Farklı bilimsel araştırmalar emtiaları ve fiyat hareketlerini çeşitli metodlarla incelemiştir (Lugo-Arias, ve diğerleri, 2024; Zaidi, Karim, & Zaidon, 2022; Ahmad, Khalid, Daud, Arsad, & Mobin, 2023).

Özellikle son yıllarda artan savaş riskleri, COVID-19 pandemisi, global ekonomik ve sosyal çevrelerdeki etkin değişimle birlikte emtia piyasalarındaki belirsizlikler ve riskler de arttı (Tang, Bu, Ji, & Li, 2024). Bu durum emtia piyasasına satın alınabilecek risklerin fiyatlamasının oluşturduğu gerçek fiyatın üstünde bir değer getirdi. Bu değer, piyasalardaki fiyat yönlerinin kestirilememesi, başarılı fiyat tahmini modellerinin oluşturulamaması, şirketlerin karar almakta gecikmesi veya yanlış kararlar almasına sebep oldu. Ticaret yapan firmalar, belirsizliklerin yaşandığı dönemlerde de faaliyetlerine devam edebilmek için, sürdürülebilir bir karlılık hedefi üzerinden politikalarını belirlemeye çalıştılar. Belirsizliklerin yanında gerçekleşmesi beklenen küresel büyüme de emtia piyasalarında fiyat hareketlerini etkilemiştir. Örneğin, bu yüzyılın ortalarına doğru global gıda tüketiminin 1,5 katına çıkmasının beklenmesi (García-Cáceres, Palacios-Gómez, & Martínez-Avella, 2015), insanlığın en önemli sorunlarından biri olacak olan gıda güvenliği açısından risk teşkil etmekle birlikte, gıda fiyatlarında sert fiyat hareketlerine iyice ivme kazanmıştır (Bala, Alias, Arshad, Noh, & Hadi, 2014).

1.1. Bitkisel Yağlar

Gıda sektörü başta olmak üzere, temizleyici özelliklerinden dolayı kozmetik sektöründe de kullanılan (Kanwal & Musharraf, 2024) bir emtia olan yağlar ise hayvansal ve bitkisel olarak ikiye ayrılır. Kanwal & Musharraf'ın 2024'te yapmış oldukları çalışmalarında toplam yağ piyasasıyla ilgili yıldan yıla yaklaşık %6,5'luk bir büyüklük artışı öngörülmektedir. Susam, hardal, fıstık, soya, zeytinyağı, ayçiçek, avokado, palm gibi farklı bitkilerin meyve, yemiş veya tohumlarından elde edilen yağlara bitkisel yağlar denir. Her bir bitkiden elde edilen yağ miktarı verimlilik anlamında değişkenlik göstermektedir. Dünyanın farklı coğrafyalarında iklime ve toprağa bağlı olarak belirli bitkisel yağlar ön plana çıkmaktadır. Örneğin, dünyanın zeytin yağı üretiminin yaklaşık dörtte üçü Avrupa Birliği'nde gerçekleşmektedir (Theofanous & Tremma, 2024). Bu durum zeytin yağını Avrupa Birliği ekonomisini şekillendiren önemli bir emtia yapmaktadır. Öte yandan, Endonezya ve Malezya, palm yağında dünyadaki üretimin yaklaşık %85'lik kısmını gerçekleştirmektedir (Hassan, ve diğerleri, 2024). Bitkisel yağ ticaretinin ise yaklaşık beşte ikisi palm yağıdır (Murphy, Goggin, & Paterson, 2021). Ayrıca, hindistan cevizinin dörtte üçünün üretimi, bir diğer Asya ülkesi Filipinler ile birlikte Endonezya tarafından gerçekleştirilmektedir (Pratama, Tooy, & Kim, 2024).

Bitkisel yağların kullanım alanları açısından incelendiğinde, temel olarak gıda sektöründe kullanılmaktadır. Yemeklere lezzet vermesi açısından ayçiçek yağı, zeytin yağı, soya yağı, palm yağı sıklıkla kullanılmaktadır. Ayrıca, bitkisel yağlar biyokütle için de önemli bir kaynaktır (Ahmad, Khalid, Daud, Arsad, & Mobin, 2023). Diğer yandan, badem, kayısı, avokado, hodan, hint bitkisi, makademya fındığı, zeytin, gibi yağlar kozmetik sektöründe cilt bakımı, dudak bakımı, sabun gibi kişisel temizlik alanlarında önde gelen tercihlerdendir (Alvarez & Rodríguez, 2000).

1.2. Palm Yağı

2020 yılı toplam yağ üretim hacminin üçte birini oluşturan palm yağı (Zaidi, Karim, & Zaidon, 2022), palm ağacının meyvesinden ve çekirdeğinden üretilmektedir. Milattan önceye dayanan hikayesiyle palm yağı, Afrika'da keşfedilip günümüzde dünya üretiminin çoğunluğunu oluşturan Asya-Pasifik bölgesine ihraç edilmiştir (Lugo-Arias, ve diğerleri, 2024). Dikildikten yaklaşık 2,5 sene sonra meyve vermeye başlayan palm ağaçları, çeyrek asır kadar meyve vermeye devam etmektedir (Rahman, Safian, Jamaludin, & Osman, 2023). Palm meyvesi zeytin boyutlarında olup, çeperinden ve çekirdeğinden ayrı çeşit yağlar elde edilir. Hem çok çeşitli sektörlerin girdisi olması hem de yüksek yağ verimi sebebiyle palm, dünyanın önde gelen mahsüllerindendir (Yu, ve diğerleri, 2024).

Tedarik zincirinin halkaları düşünüldüğünde tarımsal faaliyetlerden başlayarak bitmiş ürüne kadar olan süreçte ürüne değer katacak faaliyetler açısından palm meyvesinin toplanarak işlenmesi ve uygulanan kimyasal süreçler sonunda son kullanıcı ile buluşması değerlendirilmektedir (Astria, Dachyar, & Nurcahyo, 2021). Bu palm yağı tedarik zinciri halkaları meyve yetiştiricisinden, oleo kimya üreticilerine kadar pek çok sektörü kapsamaktadır (Ratnam, 2022). Palm ağaçlarının dikilmesi ve meyve vermesiyle başlayan süreçte çiftçiler, palm meyvelerini dalları ile birlikte palm meyvesi işleyen tesislere satarlar. Bu tesislerde işlenen meyveler palm yağı ya da palm çekirdeği yağına dönüştürülebilirler. İşlemeden kalan atıklar ise gübre ya da biyokütle için yakıt olarak değerlendirilirler (Gilbert, Zant, & Smit, 2004). Bu tesislerde elde edilen yağlar ise endüstriyel amaçlar olmak üzere, gıda, biyodizel gibi sektörlerde de kullanılmak üzere müşterilere satılabilir ya da uzun süre depolanabilirler.

Palm ağaçlarını dikerek, elde edilen meyvenin yağa dönüşmesindeki zincirin başlangıcında yer alan konumdaki üreticiler, arazi sahibi çiftçiler, devlet ya da özel şirketlerin işlettiği araziler olabilir. Kendi arazisini işleten çiftçiler, üretimdeki sürdürülebilirliği sağlamak amacıyla diktikleri ağaçların meyve vermesini, yaşlanan ağaçların yerlerine ise yenilerinin dikilmesine dikkat etmelidirler. Bu süreçte, özel ya da devlet şirketlerinin işlettiği işletmelerden daha çok ekonomik destek ihtiyacı hissedebilirler. Pek çok ülkede üretimin çoğunu üstlenen, kendi arazisini işleten çiftçiler, politika yapıcılar tarafından artan global talebe karşı üretime devam edebilmeleri için teşvik edilmeli ve krediye daha kolay ulaştırılmalıdır (Hendrawan & Musshoff, 2024). Yeniden ağaçlandırma, üretim açığını kapatmanın yanında aynı zamanda ormansızlaşmayı da azaltır (Hendrawan & Musshoff, 2024).

İklim ve toprak koşulları sebebiyle çoğunlukla ASEAN ülkelerinde yetişen palm sektörü yarattığı iş hacmiyle bu bölgeyi ekonomik olarak etkilemiştir. Günümüzde bu bölgeye bakıldığında, Endonezya'da son 40 yılda 50 kata yakın genişleyen palm yağı alanı (Zhao, ve diğerleri, 2023) ile 2020 yılında Malezya'nın GSYİH'sına yüzde üçlük bir katkı sunan palm yağı sektörü bulunmaktadır (Saparin, ve diğerleri, 2023). Ayrıca, Chandrarin, Sohag, Cahyaningsih, Yuniawan, & Herdhayinta'nın 2022 yılındaki çalışması gösteriyor ki son 20 yılda Endonezya'daki ham palm yağı üretimi 6 kat artmıştır.

Arzın bu denli artmasının başlıca sebebi palm yağına olan talebin artmasıdır. Dünya nüfusundaki artış, önde gelen bir mahsül olan palm yağının da talebini artmıştır (Saparin, ve diğerleri, 2023). Çin, Hindistan, Pakistan ve bazı Afrika ülkeleri, bu artışı oluşturan ülkelere örnek olarak verilebilir (Ahmad, Khalid, Daud, Arsad, & Mobin, 2023). Bir diğer talep ise yatırımcının ve endüstri oyuncularının bu piyasada işlem yapmasından oluşmaktadır (Ahmad, Khalid, Daud, Arsad, & Mobin, 2023). Yatırımcının geldiği verimli bu bitkisel yağ için ASEAN ülkeleri hem sürdürülebilirlik konusunda hem de global dominasyonu korumak amacıyla diplomatik anlamda aktif politikalar yürütmektedir.

2. PALM YAĞI FİYATLARINI ETKİLEYEN PARAMETRELER

Üretimin ve tedarik kaynağının dünyanın bir bölgesinde yoğunlaştığı palm yağının alım satım kararlarını etkileyen pek çok faktör olabilir. Bu faktörlerin başında fiyat gelmektedir. Palm yağı fiyatlarını etkileyen faktörlerin etkisini anlamlandırmak için bir fiyat tahmin modeli çıkartmak önemli bir gerekliliktir. Yapılan literatür taramalarında fiyata etki edebilecek pek çok parametre görülmüş, bu parametreler ekonomik, sosyal ve politik olmak üzere 3 ana başlıkta incelenmiştir.

2.1. Ekonomik Fiyat Parametreleri

Palm yağının fiyatını anlamlandırmak için maliyet parametresi öncelikli olarak incelenmelidir. Palm ağaçlarından elde edilen ürünler değirmenlere satılır. Fakat değirmenlere satılan ürünlerin işlenebilir yağ ve meyveye dönme oranı ise yaklaşık olarak dörtte bir kadardır (Gilbert, Zant, & Smit, 2004). Bu durumda, tarımsal faaliyetlerin devam edebilmesi için bazı ülkeler politikalar geliştirmişlerdir. Yine de, palm yağı maliyetleri değişkenlik gösterebilir (Rahman, Safian, Jamaludin, & Osman, 2023). Öte yandan yüksek maliyetlere üretim yapmak, geliri azaltacağı gibi, tarıma başlamak için gereken desteği de zorlaştıracaktır. Tedarik zincirinin tüm halkaları düşünüldüğünde lojistikten vergiye pek çok gider kalemi de bu işin ticaretindeki maliyetleri artıracaktır.

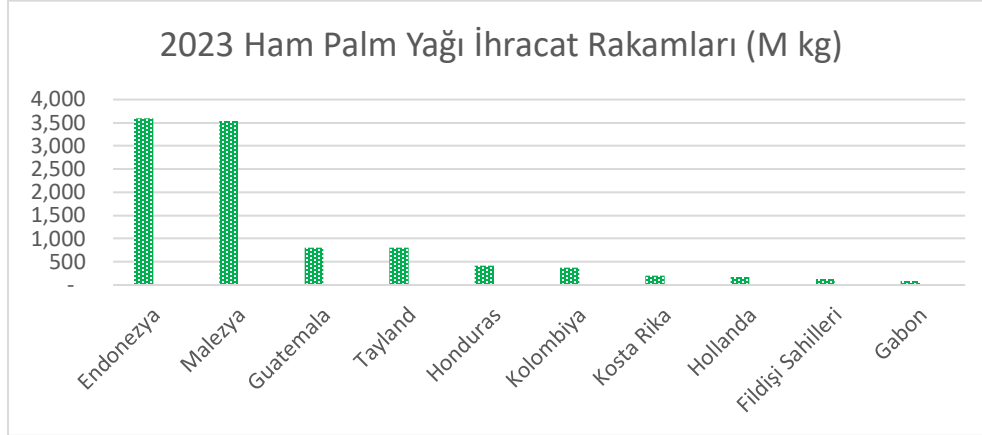
Yaşanılan ekonomik krizler ya da ekonomiyi iyi yönde etkileyen olaylar her sektörü etkileyebileceği gibi palm yağı sektörünü de etkileyebilir. Küresel ve yerel düzeyde faiz oranları, döviz kurları, enflasyon, üretim kapasitesi ve ihracat politikaları gibi faktörler, fiyatlar üzerinde doğrudan veya dolaylı etkiler yaratmaktadır. Bu göstergeler yalnızca piyasa koşullarını değil, aynı zamanda tüketici davranışlarını ve yatırımcı beklentilerini de şekillendirmektedir. Literatürde yapılan çalışmalar, bu değişkenler arasında güçlü nedensellik ilişkileri olduğunu ortaya koymakta; dolayısıyla bu etkilerin anlamlandırılması, fiyat hareketlerine karşı alınacak risklerden etkilenecekler için yararlı olacaktır (Zaidi, Karim, & Zaidon, 2022).

Temelde, faizlerdeki artış şirketlerin bugünkü değerini düşürebileceği gibi, düşük faiz oranları da enflasyonu artırabilir (Arintoko, 2021; Sundoro & Putlia, 2021). Bununla birlikte döviz kurunun da enflasyon ve faiz ile ilişkisi incelenmelidir. Dalgalanmaların arttığı dönemlerde, bağıntılı hareket eden enflasyon ve döviz kuru birlikte hızlıca artışa geçebilir (Chandrarin, Sohag, Cahyaningsih, Yuniawan, & Herdhayinta, 2022).

Bu artış piyasalarda belirsizlik oluştururken, piyasalarda işlem yapan firmaların alacağı kararlardaki risk faktörünü artırabilir. Döviz kurundaki artış, palm yağı sektörünü ve ihraç edilen palm yağınını daha rekabetçi kılmaktadır (Lugo-Arias, ve diğerleri, 2024). 2017 yılında yaptıkları çalışmada Aziz ve Applanaidu bildirmişlerdir ki palm fiyatları ile döviz kurları arasında bir korelasyon bulunmaktadır (Rahman, Safian, Jamaludin, & Osman, 2023). Palm yağı sektörünün dominasyonu elinde bulundurduğu ASEAN ülkelerinin para birimleri olan Endonezya Rupisi ve Malezya Ringitinin ithalat yapan ülkeler ile olan durumları pek çok makalede incelenmiştir (Chandrarin, Sohag, Cahyaningsih, Yuniawan, & Herdhayinta, 2022; Gilbert, Zant, & Smit, 2004; Go & Lau, 2024; Rahman, Safian, Jamaludin, & Osman, 2023).

Palm yağı fiyatlarını etkileyen bir diğer ekonomik gösterge ise üretim verileridir. Üretim verileri talebe bağlı yıldan yıla değişebilir, bu da arzı etkilediğinden dolayı fiyata etki etmektedir. Bununla beraber, Bentivoglio, ve diğerlerinin 2018'deki çalışması gösteriyor ki palm yağına ve türevlerine olan talep de artmaktadır (Rahman, Safian, Jamaludin, & Osman, 2023; Zahraee, Golroudbary, Shiwakoti, & Stasinopoulos, 2022). Bu artan talebin araştırılması için, organik ürünlere olan ilginin artması ve liman kapasitelerinin de etkisinin incelendiği görülmüştür (Xin, Sun, & Hansen, 2022; Zahraee, Golroudbary, Shiwakoti, & Stasinopoulos, 2022). Bu artan talep, palm yağı sektörünü de geliştirmekte ve üretim alanlarının genişlemesi ile üretimi artırmaktadır (Astria, Dachyar, & Nurcahyo, 2021). Fakat talebin değişmesinin hızı ile arzın dengelenmesi arasında geçen süreden dolayı üretim verilerinin etkisi daha geç hissedilebilir (Zaidi, Karim, & Zaidon, 2022). Talebin artması gibi, palm ağaçlandırmasındaki artış da üretimi artırabilir (Rajakal, ve diğerleri, 2023). Ayrıca gelir, işsizlik, kültür ve toprak durumu da üretim verisini de etkileyen faktörlerdendir (Purwani, Fasa, Tsanawafa, & Sutisna, 2024). Ülkelerin ihtiyaçlarından daha fazlasını üretmesi, elde kalan ürünler dolayısıyla fiyatları negatif yönde etkiler. Bu sebeple, bazı ülkeler fiyatların ani düşüş ya da yükselişine karşı ihracatı destekleyici ve üreticiyi koruyan politikalar geliştirirler. Örneğin Endonezya, yemeklik palm yağı fiyatlarını dengeleyecek politikalar oluşturmuştur (Sundoro & Putlia, 2021).

Çoğunluğu ASEAN ülkelerinden ihraç edilen palm yağı miktarları, palm yağı fiyatları için dikkate alınması gereken bir diğer ekonomik göstergedir. 2023 yılı ham palm yağı ihracat rakamları Şekil 1'de gösterilmiştir. Dünyanın ham palm yağı ihracatının önde gelen ülkelerinden Malezya'da yapılan çalışmada ihracat rakamları ile palm yağı fiyatları arasında yüksek korelasyon görülmüştür (Mohammadi, 2015). Bir diğer önde gelen ihracat ülkesi olan Endonezya'da ise ham palm yağı ihracatının artmasının, kömür ve ham palm yağı fiyatlarını etkilediği görülmüştür (Chandrarin, Sohag, Cahyaningsih, Yuniawan, & Herdhayinta, 2022). Ayrıca önceki literatür çalışmalarından farklı olarak ASEAN ülkelerinden dünyanın dört bir yanına sevk edilirken genellikle kullanılan gemi taşımacılığı fiyatlarının palm yağı fiyatlarına anlamlı bir etkisi olup olmadığı da araştırılması gereken bir noktadır. Gemi taşımacılığı fiyatlarının palm yağı fiyatları ile etkisi incelenmeli ve fiyat modeli için oluşturabileceği değerler yorumlanması literatür açısından faydalı olacaktır.

Şekil 1: Ülkelere Göre Ham Palm Yağı İhracat Rakamları

Kaynak: World Integrated Trade Solutions, 2025'dan uyarlanmıştır

Gıda ve kozmetik sektöründe bir girdi olarak kullanılan palm yağının pek çok farklı ikame veya tamamlayıcı ürünle ilişkilidir. İkame ürünlerin fiyatı arttığında, ana ürünün talebi genellikle bu ikame ürüne kayar. Palm yağının fiyatının artması soya yağı tüketimini artırır (Sekhar, 2008). Bu sebeple de palm yağı fiyatı ile soya yağı fiyatı arasında doğru orantı bulunmaktadır (Pratama, Tooy, & Kim, 2024; Arintoko, 2021; Gilbert, Zant, & Smit, 2004). Diğer yandan, palm yağı ile ikame ürün olarak gösterilen hindistan cevizi yağında da soya yağı ile benzer fiyat hareketleri görülür. Palm yağının fiyatının yukarı yönlü hareketi, talebi hindistan cevizine yönlendirirken, potansiyel bir pazar olarak hindistan cevizinin ihracat rakamlarını arttırdığı görülmüştür (Pratama, Tooy, & Kim, 2024). Bunun yanı sıra, tamamlayıcı ürünlerin fiyatları ise ters etki yaratır. Tamamlayıcı ürünlerin fiyatı arttığında, ana ürüne olan talep azalır. Palm yağının tamamlayıcı ürünü olarak görülen ayçiçek yağının fiyatının artması, palm yağı talebini düşürürken, fiyatını da azaltır (Arintoko, 2021).

Palm yağının bir diğer kullanımı da biyodizel olabilir. Genellikle ev tüketimindeki bitkisel yağlardan elde edilen bu yakıt için yüksek kaliteli yağlarla elde edilen biyodizelin normal yakıt fiyatından yüksek olması, bitkisel yağ fiyatlarını da yukarı taşımaktadır (Alptekin, Çanakçı, & Şanlı, 2014). Palm yağı üreten ülkelerde yapılan araştırmalarda enerji fiyatlarının artması ya da fosil yakıtlara olan bağlılığın azaltılması hedefleri doğrultusunda biyo yakıtlara yönelik teşvikler verilmektedir (Kochaphum, Gheewala, & Vinitnantharat, 2013; Rahman, Richards, Dargusch, & Wadley, 2023). Palm yağı üreticisi konumundaki ülkelerin biyodizel üretimlerini artırması durumunda palm yağı fiyatlarının nasıl şekillenebileceği konusunda fiyat hareketleri incelenmelidir.

2.1.1 Arz ve Talep Dengesi

Tedarik zincirinin verimliliği, sürdürülebilirlik gereklilikleri ve arz-talep dengesi üzerinde çeşitli ekonomik, çevresel ve politik faktörler etkili olmaktadır. Palm yağı arzı için iklim koşulları, tarım politikaları, üreticiye kredi teşvikleri sunulması, küresel ısınma ve üretim süreçlerine büyük ölçüde bağlıdır. Aynı zamanda, politika yapımcıların iç tüketimi dengelemesi ya da küresel emtia fiyatlarında gerçekleşen hareketlerden dolayı ekin yapılacak bitkinin değiştirilmesine yönelik teşvikler verilmesi de arzı etkilemektedir. Palm yağı fiyatlarını arzın etkilediği kadar talep de etkilemektedir. Talebin hızlıca arttığı dönemde stok seviyeleri azalır ve üretim ile talebin arasındaki açık artar. Düşük stok seviyeleri, talebin arzdan daha fazla olması fiyatlarda artışa sebep olur. Buna karşın ülkeler, üretim ve tüketim dengesini sağlamak üzerine politikalar üretmektedirler. Örneğin, 2022 yılında Endonezya, yenilebilir palm yağında iç tüketimin talebini dengeleyebilmek amacıyla, bu ürünlerin ihracatını yasaklamıştır (Cakarta Ticaret Müşavirliği, 2022). Bu durum, iç tüketimin talebini dengelerken, en büyük palm yağı ihracatçılarından Endonezya'nın ihracatı engellemesiyle, global arzın azalmasına sebep olmuştur. Yasakların başladığı 27 Nisan 2022 günü palm yağı fiyatları yaklaşık %10 artmıştır (Investing.com, 2025).

2.1.2 Stok Tutma Maliyeti

Şirketler talepleri hızlıca karşılayarak müşteri memnuniyeti sağlamak ya da karşılıklı yapılan anlaşmalardan gelecek cezaların önüne geçebilmek adına, ürünlerinden bir miktar stok tutarlar. Tutulan stok, şirketin hareket etmeyen, duran varlığıdır. Şirketler satış yapılarına kadar stoklarından nakit akışı sağlayamazlar. Ürünleri depolamadıkları için tutulan alan, çalışan işçi, harcanan enerji, ödenen sigorta gibi masraflar ürünlerin stokta tutma maliyetini oluşturur. Bu bağlamda şirketler çoğu zamanda stok tutma maliyeti ile yaşayabilecekleri kayıpları dengeleyecek bir optimum noktada stok tutma hedefindedirler. Aynı zamanda şirketler oluşabilecek dalgalı pozisyonlara karşı, stok artırma veya azaltma stratejilerini tercih edebilirler. Palm yağı sektöründeki firmalar gerçekleşen fiyatlara bağlı olarak stok tutma stratejilerini belirlerler. Palm yağı fiyatları arttığında firmalar arzı artırma yönünde stok artırmaya başlarlar. Stok yeterliliğinden etkilenen palm yağı fiyatları, yüksek stok yeterliliğinde azalır (Mohammadi, Arshad, Bala, & Ibragimov, 2015). Bu senaryoda elde edecekleri kazancın bir kısmını stok tutmak için harcamaktadırlar. Bir başka açıdan bakıldığında, palm yağını ham madde olarak kullanan firmalar palm yağı fiyatları azaldığında, stok artırma yönünde strateji belirleyeceklerdir. Bu sebeple stok tutma maliyetleri artacak olan şirketler, stratejilerini en maksimum kazancı vermesi için teslim sürelerine uygun olarak belirlemelidir.

2.1.3 Teslim Süreleri

Palm yağı üretiminin büyük bir kısmı Endonezya ve Malezya gibi ASEAN ülkelerinde yapılması bu ürünlerin lojistiği anlamında önem taşımaktadır. Çoğunlukla ada ülkelerinden oluşan bu coğrafyada, palm yağının da genellikle büyük hacimli ve dökme bir ürün olması ile birlikte ihracat için en uygun yöntem gemi taşımacılığı olarak öne çıkmaktadır. 2023 yılı Malezya ve Endonezya ihracat verilerinde önde gelen 10 ülke Çizelge 1'de belirtilmiştir:

Çizelge 1: 2023 Malezya & Endonezya İhracat Miktarları (FAOSTAT, 2025)

Ülke	Miktar (Ton)	Ülke	Miktar (Ton)
Hindistan	8.221.302	Vietnam	2.053.385
Çin	7.156.442	Yeni Zelanda	1.671.064
Pakistan	3.030.376	Bangladeş	1.648.332
Hollanda	2.805.783	Kore Cumhuriyeti	1.645.836
Amerika Birleşik Devletleri	2.105.155	Mısır	1.203.856

Bu ülkeler ile ihracatçı ülkelerden Malezya'nın Tanjung Pelepas limanı arasındaki yol süreleri Çizelge 2'de belirtilmiştir. İthalat yapan ülkeler için tedarik noktaları global arzın merkezi değişmeyeceğinden dolayı teslim süreleri karar mekanizmalarında daha tahmin edilebilir bir parametre olmuştur. Palm sektöründe bulunan ithalatçı ülkelerdeki firmalar stok yeterliliklerini ortalama yol sürelerine göre optimize ederler. Bu sürelerin dışında üretim, limandan teslim süreleri de kapı teslim süreleri için önemlidir.

Çizelge 2: Tanjung Pelepas Limanı ile Ortalama Gemi Taşımacılığı Süreleri (MSC, 2025)

Ülke	Ort. Gün Sayısı	Ülke	Ort. Gün Sayısı
Hindistan - Mundra	15-20 Gün	Vietnam - Da-Nang	22-25 Gün
Çin - Ningbo	10-14 Gün	Yeni Zelanda - Bluff	41-49 Gün
Pakistan - Karachi	11-20 Gün	Bangladeş - Chattogram	8-11 Gün
Hollanda - Rotterdam	35-42 Gün	Kore Cumhuriyeti - Gwangyang	8-13 Gün
Amerika Birleşik Devletleri - Boston	45-48 Gün	Mısır - Alexandria	50- 56 Gün

2.2. Sosyal Fiyat Parametreleri

Tarım ürünlerinin yetişmesi için uygun iklim ve toprak şartları önemlidir. Uygun koşulların oluşmasının yanında üreticilerin eğitim bilincinin artırılması, tarımın ilerlemesi için çalışmalar yapılması ve üreticiyi destekleyici politikalar geliştirilmelidir. Farklı bitkisel yağlar benzer ortamlarda yetişebilse de üretim süreçleri ve market dinamikleri birbirinden farklıdır (Gilbert, Zant, & Smit, 2004). İlk meyve verme süresi dikildikten sonra yaklaşık 2 sene süren palm ağaçları, ortalama her 25 ila 30 senede bir yenilenir (Rahman, Safian, Jamaludin, & Osman, 2023). Pek çok nedenden tarım yapılan bu araziler, orman kayıplarına yol açabilir. Oluşabilecek büyük kayıpların riski, palm yağı fiyatlarında etkili olabilecek bir neden olarak görülür. Bununla birlikte meyve vermesi beklenen palm ağaçlarından elde edilecek ürünlerin fiyatlarını tahmin etmek zordur (Purwani, Fasa, Tsanawafa, & Sutisna, 2024). Orman kayıplarının getireceği risk ile yapılan ekim kararının getireceği finansal durumu incelemek için nicel veriler ile inceleme yapılmalıdır. Palm yağı sektörü, Asya kıtası için hem ekonomik hem de sosyal açıdan önemli bir sektördür. Bu sektörün finansal olarak sağladıklarının yanında sosyal olarak da toplumda etkiler bırakmaktadır. Örneğin, Malezya’da doğrudan ya da dolaylı olarak 1 milyon insan bu sektörde çalışmaktadır (Rahman, Safian, Jamaludin, & Osman, 2023). Bu sektörde çalışan kişiler, şirketlerin birbirileri ile olan büyüme yarışı içerisinde, iş değiştirirken kurum kültürlerinin de transferleriyle sosyal olarak da etkileşmektedirler. Bunun yanında, yabancı işçiye bağlılığını, ülkesine geri gönderilen işçilerden sebepli yaşanan işçi kısıtları ile kanıtlayan palm yağı sektörü pandemi dönemindeki ana sorunuyla yüzleşmiştir (Ratnam , 2022). Bunlarla beraber, Wan Daud, ve diğerlerinin 2020 yılındaki çalışması gösteriyor ki palm yağı sektörünü etkileyen bir diğer nokta, yabancı işçilerin haklarının ihlali ve düşük ücret sorunlarıdır (Hassan, ve diğerleri, 2024). Sektördeki problemlerin fiyat hareketlerine etkisini ölçebilecek olan nicel değerler olarak, üretici ülkelerdeki işsizlik rakamları, yabancı işçi oranları ve palm sektörünün elde ettiği kazançlar ele alınabilir. Palm yağı fiyatlarında oluşabilecek dalgalanmalar sektördeki pek çok paydaşı etkilemektedir. Örneğin, bir yatırımcının palm yağı sektöründe yatırım yapması için gereken fiyat istikrarı ya da risk fiyatlandırmasından elde edeceği kazancın dönüş süreci bu sektöre yapacağı yatırımı etkilemektedir. Bu sektöre yapılan yatırımlarla gelen sıcak para, üreticinin üretime devam etmesi için gerekli kredilere ulaşmasının kolaylaştırılması bu sektörünün sürdürülebilirliği için önemlidir. Bu konuda literatürdeki çeşitli çalışmalar da incelenmiştir (Li, 2015).

2.3. Politik Fiyat Parametreleri

Ülkeler karşılıklı anlaşmalar ve konulan kurallara uygun olarak ticaret yapmaktadırlar. Bu anlaşmalar ve kurallar, malın veya hizmetin değerini etkileyebilmektedir. Örneğin, bir ülkenin bir hizmette yerli üretimi artırmak için ithalat vergileri getirmesi ya da ihracata yönelik teşvikler yapması olağan görülmektedir. Facklet & Goodwin’in 2001 yılında yaptıkları çalışma göstermektedir ki piyasanın fiyat hareketleri üzerinde araştırmacılar ve politika yapıcılar önemli bir etki görmektedirler (Theofanous & Tremma, 2024). Palm yağında da üreticileri korumak, topraklarını işlenebilir kılmak ve çevre için sürdürülebilir olmak üzerine çalışmalar yapılmaktadır.

Bu şekilde politika geliştirilmediğinde, üretici konumundaki ülkeler için arz düşebilir ve fiyat artışı ile sonuçlanacak durumlarda talep ikame ürünlere yönlenecektir. 2022 Mayıs'ında 2020 Mayıs'ına göre fiyatı 3 kat artan palm yağı fiyatları ile birlikte üretimi üretim yapan çiftçileri destekleyici politikalar sunulmuş, bu alandaki ağaçlandırma ve gençleştirme faaliyetleri yapılmıştır (Zhao, ve diğerleri, 2023). Endonezya hükümeti palm yağı sektörüne yatırım yapacak firmaların alt yapı çalışmalarını destekleyici materyaller sunmuşlardır (Gilbert, Zant, & Smit, 2004). Endonezya hükümeti aynı zamanda çiftçiler için ödenecek palm yağı meyve fiyatlarını da kurala bağlamıştır (Gilbert, Zant, & Smit, 2004). 2.1. denklemde bu kural gösterilmiştir:

$$\text{PMDF} = K (\text{HPYF} \times \text{HPYİ} + \text{PÇYF} \times \text{PÇYİ}) \quad (2.1)$$

PMDF	:Üreticiye ödenen taze palm meyve dalı fiyatı (Rupi/kg)
HPYF	:Palm meyve dalı işleyen şirketlerin 1 ay önce ihracat ve yurtiçi satışlarda gerçekleştirdiği ortalama ham palm yağı fiyatı (Rupi/kg)
HPYİ	:Ham palm yağının % cinsinden içeriği, yağ çıkarma oranı
PÇYF	:Palm çekirdek yağının ortalama fiyatı (Rupi/kg)
PÇYİ	:Palm çekirdek yağının % cinsinden içeriği, yağ çıkarma oranı
K	:Üreticinin % cinsinden payı

Bunun yanında Endonezya'da küçük ölçekli tarım işletmecilerin işlettiği 2,4 milyon hektarlık alanın yenilenmesi gerektiğinden (Hendrawan & Musshoff, Smallholders' preferred attributes in a subsidy program for replanting overaged oil palm plantations in Indonesia, 2024), arazilerini yenilemesi için çiftçilere destek olacak Peremajaan Sawit Rakyat (PSR) programı gibi politikalar geliştirmişlerdir (Zhao, ve diğerleri, 2023). Malezya hükümeti de palm yağı sektöründeki firmaları destekleyici farklılaştırıcı programları teşvik etmiştir (Go & Lau, 2024). Programa koydukları TRAILS projesiyle de palm yağı habitatının çevresel, sosyal ve ekonomik sürdürülebilirliğe olan etkisini araştırılmasını teşvik etmişlerdir (Hendrawan & Musshoff, 2024). Böylelikle sadece kültürel etkinin de ortaya çıkartabileceği durumlarla bütünleşik bir analiz yapılmıştır.

Risk faktörü fiyat üzerinde anlamlandırılması zor bir etki bırakmaktadır. Ticaretin getirdiği riskin fiyatlandırılması palm yağının fiyat hareketlerinde de etkili olduğu görülmüştür (Khurshid, Khan, Rauf, & Cifuented-Faura, 2024). Pandemi, savaşlar, bölgesel krizler, doğal afetler, politik istikrarsızlık gibi belirsizlikleri artıran durumların palm yağı fiyatlarına olan etkisinin incelenmesi anlamlı bir fiyat modellemesi için gereklidir. Fiyatlardaki dalgalanma ekonomik kalkınmayı engellerken, yatırımlardaki geri dönüşlerdeki risk ve belirsizlikleri ise artırır (Mohammadi, A system dynamics analysis of Malaysian Palm Oil Price Determinants, 2015).

Örneğin, COVID-19 pandemisinin ortaya çıkarttığı belirsizliklerin tedarik zincirlerini etkileyerek palm yağı fiyatlarını nasıl etkilediği bilimsel çalışmalarda da gösterilmiştir (Purwani, Fasa, Tsanawafa, & Sutisna, 2024; Ratnam, 2022; Muainuddin & Abu, 2021; Tang, Bu, Ji, & Li, 2024). Risk ve belirsizliği arttığı ortamda piyasaların nasıl davrandığının incelenmesi, olası bir durumun tekrarında piyasaların nasıl fiyatlanacağına dair fikir verebilmektedir. Son zamanlarda artan ve dünyayı etkileyen bölgesel çatışmalar belirsizlikleri tırmandıkta ve olası savaş riskinin fiyatlandırmasına yol açmaktadır. Palm yağı fiyatları için Khurshid, Khan, Rauf, & Cifuented-Faura'nın 2024 yılında yaptıkları çalışmada palm yağı fiyatının orta belirsizlik seviyesinde arttığı ortaya konulmuştur. Artan belirsizlikler ve küresel krizlerin palm yağı fiyatları üzerindeki etkisini anlamak, gelecekte oluşabilecek benzer durumların fiyatlamasına dair öngörü sağlamak açısından kritik öneme sahiptir.

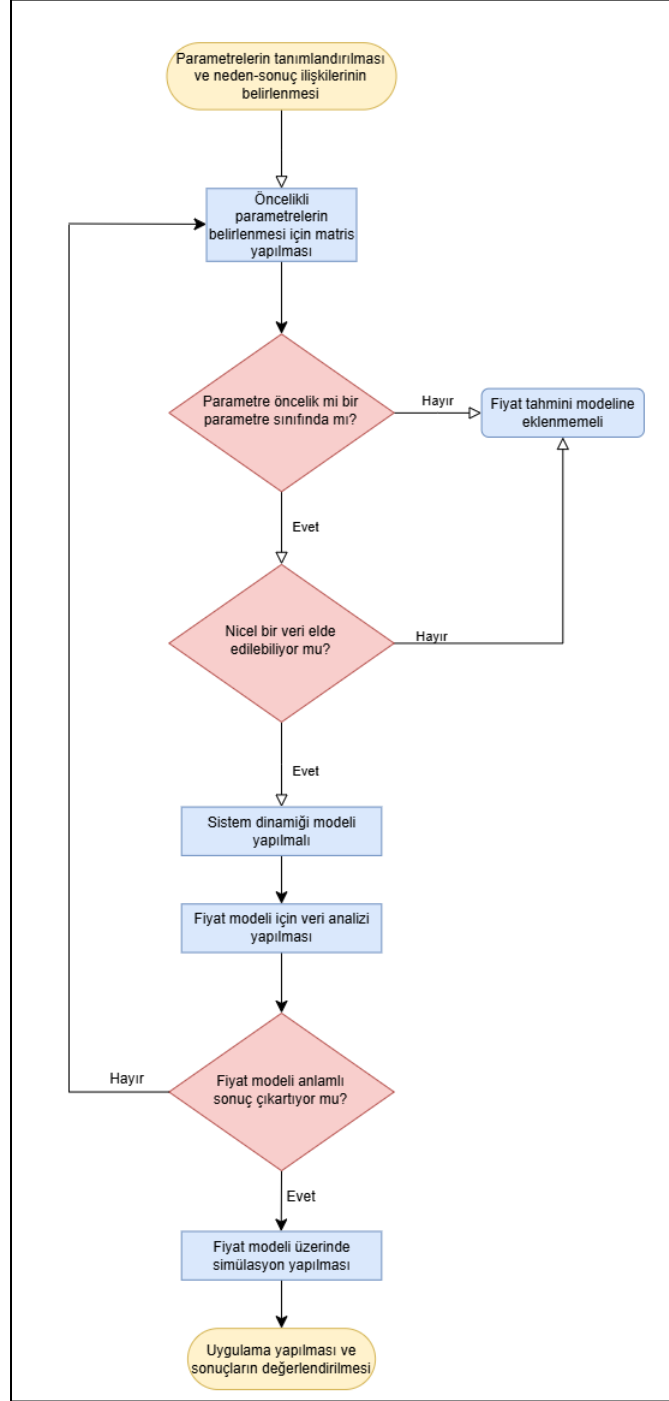
Sağlık, çevre, toplumsal etkiler sebebiyle kitleler bir ürünün kullanılmaması için çağrıda bulunabilir. Bu çağrının toplumdan karşılık bulması durumunda ürüne olan talep azalır. Bu çağrılar bazen belirli bölgelerle kısıtlı kalabilir. Sağlık ve çevresel etkiler sebebiyle palm yağı sektörü de bu çağrılarla karşı karşıya gelmiştir (Ahmad, Khalid, Daud, Arsad, & Mobin, 2023). Özellikle Avrupa Birliği ülkelerinde palm yağı tüketiminin azalmasını, AB'nin yapmış olduğu çağrı ile ham palm yağı ve türevlerinin yasaklama politikaları etkili olmuştur (Sundoro & Putlia, 2021). AB ülkelerinin uyguladığı bu politika "*black campaigning*" olarak literatürde tanımlanmıştır (Pratama, Tooy, & Kim, 2024; Astria, Dachyar, & Nurcahyo, 2021). Palm yağı üzerindeki boykotun AB ülkelerince devam etmesi, bu ülkelere olan talebi azaltırken, üretici ülkeleri diğer ülkelere gelen talepler ya da iç tüketimlerin artması ile dengelemiş olabilir. Boykotun sosyo-kültürel olarak incelenmesinin dışında, ekonomik olarak ne kadar etkili olabilmiş olacağı, palm yağı fiyatlarının hareketleri için anlamlandırılacaktır.

3. METODOLOJİ

3.1. Sistem Tanımı ve Metodoloji Yol Haritası

Palm yağı fiyat tahmini modeli için, fiyat hareketlerinde etkili olan parametrelerin neden-sonuç ilişkilerine odaklanacak parametrelerin tespiti için bir metodoloji geliştirilmiştir. Metodoloji Şekil 2'de belirtilmiştir.

Şekil 2: Metodoloji Adımları



Öncelikli parametreler gerçekleşme olasılığı ve etki olarak 2 ana başlık altında incelenecektir, Değerlendirme gerçekleşme olasılığı için 5 farklı kategori, etki alanı için ise 6 farklı kategoride yapılacaktır. Gerçekleşme olasılığı yüksek ve etki alanı geniş olan doğrudan etkiler temel alınarak bu kriterlere göre kullanılacak uygun fiyat tahmin modeli seçilecektir. Sınıflandırmada kullanılacak matris Çizelge 3’te belirtilmiştir.

Çizelge 3: Parametre Sınıflandırma Matrisi

			Etki					
			Dolaylı			Direkt		
			Ülke	Bölgesel	Küresel	Ülke	Bölgesel	Küresel
P			1	5	7	3	8	10
Olasılık	Çok Düşük	1	1	5	7	3	8	10
	Düşük	3	3	15	21	9	24	30
	Orta	5	5	25	35	15	40	50
	Yüksek	7	7	35	49	21	56	70
	Çok Yüksek	10	10	50	70	30	80	100

Matriste gerçekleşme olasılığı çok düşük sınıf için ortalama 5 yılda bir, düşük sınıf yılda 1, orta sınıf çeyrekte 1 olarak sınıflandırılırken, yüksek ayda 1, çok yüksek ise ayda 1'den fazla kez gerçekleşebilecek olaylar için atanacaktır. Gerçekleşen olaylar ise direkt ya da dolaylı olarak ülkeleri, belirli bölgeleri ya da küresel etkiler oluşturabilir. Yapılan puanlandırma sonucunda ortaya çıkan matriste, gruplandırmalar aşağıdaki gibidir:

- Az öncelikli grup : 1-22
- Orta öncelikli grup : 23-46
- Yüksek öncelikli grup: 47-100

Yüksek öncelikli gruptaki parametrelerin sistem dinamiği bakış açısıyla incelenmesi sonrası seçilen model veya modellerin uygulanması ile ortaya konacak fiyat tahmini modelinden sonra palm yağı sektöründeki firmalar için uygulama alanları belirlenmiştir.

3.2. Parametre Seçimi

Yapılan literatür taramasında palm fiyatlarında etkili olan veya olduğu üzerine tartışılan nicel ve nitel parametreler ile palm fiyatlarında etkili olabilecek olan yeni parametre adayları araştırıldı. Yapılan araştırmalarda elde edilen parametreler etki ve gerçekleşme olasılığına bağlı olarak kategorilendirildi. Örneğin, PSR ya da TRAILS gibi altyapı projeleri belli bir ülkede palm yağı fiyatlarını direkt olarak etkileyebilecek iken, etkileri uzun yıllar sonunda görülebilir. Bunun yanında global palm yağı üretim verisi, gerçekleşen afet, sel, iklim koşulları ve ekonomik şartlara göre çok hızlı değişebilen ve palm yağı fiyatlarını küresel ölçekte direkt etkileyebilecek bir parametredir. Odak grupta değerlendirilen bu parametreler için nicel veriler bulunması amacıyla literatür taraması yapılmıştır. Seçilen parametrelerde son 25 yılın yıllık olarak nicel verisini içerecek şekilde bulunan veriler ve kaynaklar aşağıdaki Çizelge 4'te belirtilmiştir. Yapılan literatür taramasında anlamlı bir nicel veri bulunamayan palm yağı maliyetleri ise fiyat modellerine dahil edilmemiştir. Ayrıca seçilen parametreler ile birlikte incelenmek üzerine palm yağı fiyatları (FRED, 2025), Malezya döviz kuru (Investing, 2025), Endonezya döviz kuru (Investing, 2025) değerleri araştırılmıştır.

Çizelge 4: Parametrelere Dair Veri Kaynakları

Değişken	Tanım	Birim	Dönem	Kaynak
SYUM	Soya Yağı Üretim Miktarı	TON	Yıl	(USDA, 2025)
SYIM	Soya Yağı İhracat Miktarı	TON	Yıl	(USDA, 2025)
HCUM	Hindistan Cevizi Üretim Miktarı	TON	Yıl	(FAOSTAT, 2025)
HCIM	Hindistan Cevizi İhracat Miktarı	TON	Yıl	(USDA, 2025)
SYF	Soya Yağı Fiyatı	\$/TON	Ay	(FRED, 2025)
AYF	Ayçiçek Yağı Fiyatı	\$/Ton	Ay	(indexmundi, 2025)
IEV	İhracatçı ülkenin enflasyon verisi	%	Yıl	(World Bank, 2025)
ULK	Üretici ülkelerin liman kapasiteleri	TEU	Yıl	(World Bank, 2025)
PM	Palm Yağı Maliyetleri			
IGDP	İhracatçı ülkelerin GSYİH rakamları	\$	Yıl	(World Bank, 2025)

LND	Palm yağı ekim alanları	Hektar	Yıl	(Our World in Data, 2025)
GTF	Gemi taşımacılığı endeksi (SCIF)	Endeks	Ay	(Macro Micro, 2025)
PYU	Palm yağı üretim miktarı	Ton	Yıl	(USDA, 2025)
PIV	Palm yağı ihracat miktarı	Ton	Yıl	(USDA, 2025)
PYF	Palm yağı fiyatları	\$/Ton	Yıl	(FRED, 2025)
USDMYR	Ringit Döviz Kuru	RM/\$	Yıl	(Investing, 2025)
USDIDR	Rupi Döviz Kuru	IDR/\$	Yıl	(Investing, 2025)

3.3. Sistem Dinamiği

Palm yağı fiyatlarına etki eden parametrelerin oluşturacağı sistemin kurgulanması için palm yağı fiyatlarının simüle edileceği bir sistem kurmak adına sistem dinamiği yaklaşımından faydalanılmıştır. Bu metodoloji ile her bir parametrenin palm yağı fiyatlarına etkisi dışında parametrelerin birbirleri ile olan etkisinin de ölçülmesi hedeflenmiştir. Ayrıca, sistem dinamiği yaklaşımı ile parametre değerlerinde veya yapısal değişimlerle oluşacak yeni düzen analiz edilebilir (Mohammadi, Arshad, Bala, & Ibragimov, 2015). Sistem dinamiği yaklaşımında sistemi oluşturan yapı taşlarının detaylıca incelenmesi ile sistemde oluşan problemlerin daha iyi analiz edilmesi hedeflenmektedir. Sterman'ın 2000 yılında yaptığı çalışma belirtiyor ki, sistem dinamiğinin adımları sırasıyla, problemin tanımlandırılması; dinamik bir hipotezin formüle edilmesi; simülasyon modelinin ortaya konulması; modelin test edilmesi; sistem tasarımı ve değerlendirilmesidir (Ali, Sulong, Julius, Smith, & Aziz, 2022). Karar vericiler için palm yağı fiyatlarına göre alım-satım kararları verilebilmesi adına palm yağı ekosistemindeki komplek yapı yerine fiyat hareketlerine ölçülebilir etkisi olan odak gruptaki parametreler belirlendi. Bu parametrelerin palm yağı fiyatları ile ilgili literatür taramalarından yola çıkılarak kurulan hipotezleri Çizelge 5'te belirtilmiştir.

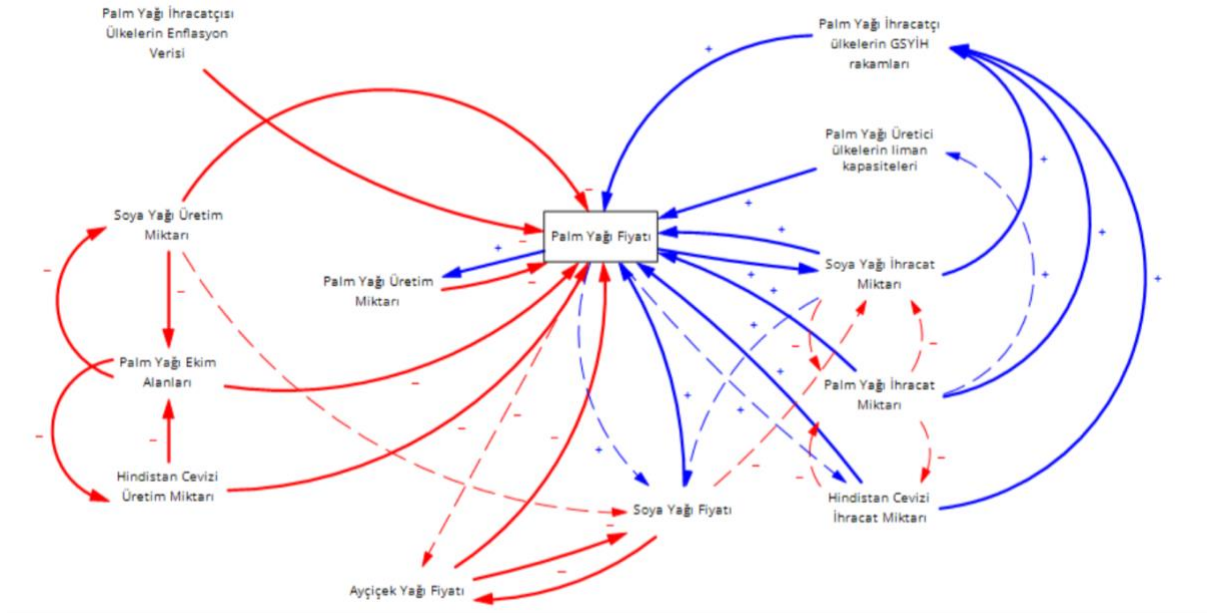
Çizelge 5: Palm Yağı Fiyatları Üzerine Kurulan Hipotezler

Değişken	Değişken Tanımı	Değişken Durumu	Palm Yağı Fiyatı Etkisi
SYUM	Soya Yağı Üretim Miktarı	Artarsa	Azalır
SYIM	Soya Yağı İhracat Miktarı	Artarsa	Artar
HCUM	Hindistan Cevizi Üretim Miktarı	Artarsa	Azalır
HCIM	Hindistan Cevizi İhracat Miktarı	Artarsa	Artar
SYF	Soya Yağı Fiyatı	Artarsa	Artar
AYF	Ayçiçek Yağı Fiyatı	Artarsa	Azalır
IEV	İhracatçı ülkenin enflasyon verisi	Artarsa	Azalır
ULK	Üretici ülkelerin liman kapasiteleri	Artarsa	Artar
IGDP	İhracatçı ülkelerin GSYİH rakamları	Artarsa	Artar
LND	Palm yağı ekim alanları	Artarsa	Azalır
GTF	Gemi taşımacılığı endeksi	Artarsa	Artar
PYU	Palm yağı üretim miktarı	Artarsa	Azalır
PIV	Palm yağı ihracat miktarı	Artarsa	Artar

3.3.1. Nedensel Döngü Diyagramı

Sistemi oluşturan unsurlarının sistemin küçük parçaları olarak ele alındığı ve sistemin davranışını belirledikleri döngüler geri bildirim döngüleridir. Geri bildirim döngüleri dengeleme ve güçlendirme olarak ikiye ayrılmaktadır (Li, 2015). Palm yağı fiyatlarını dengelemeye çalışan sistemimizde fiyatı olumlu yönde etkileyen değişiklikler güçlendirme döngüsünde ele alınırken, fiyatı düşüren değişiklikler ise dengeleme döngüsünde ele alınacaktır. Literatür taraması ve geçmiş verilere dayalı olarak ortaya konan hipotezlere göre palm yağı fiyatları için bir nedensel döngü diyagramı Şekil 3’te oluşturulmuştur.

Şekil 3: Nedensel Döngü Diyagramı



Oluşturulan nedensel döngü diyagramında palm yağı fiyatlarına etki eden odak gruptaki parametreler ile bu parametrelerin birbirlerine olan etkileri gözlemlenmektedir. Örneğin, palm yağı ihracatının artması, aynı arz durumunda talebi artıracak için global palm yağı fiyatlarını artırırken, aynı zamanda palm yağı üretici ülkelerin liman kapasitelerini artırması için de bir neden olarak gösterilir. Bununla birlikte, palm yağı ihracatının artması soya yağı ve hindistan cevizi yağının ihracat miktarlarını azaltabilir.

3.3.2. Fiyat Modeli

Nicel veriler elde edilen parametrelere öncelikle korelasyon testi uygulanmıştır. Korelasyon testi ile parametrelerin palm yağı ve birbirleri arasındaki ilişki analiz edilir. Mutlak değeri bire yakın olan korelasyon sonucu güçlüdür. Korelasyon sonucu sıfıra yakın ise parametrelerin arasındaki ilişki zayıftır. Yapılan bu testlerde palm yağı fiyatları ile yüksek korelasyonu olan soya yağı fiyatları (~ 0.93), ayçiçek yağı fiyatları (~ 0.88) gibi parametreler tespit edilmiştir. Kendi içlerinde de yüksek korelasyona sahip parametreler tespit edildiğinden tüm parametrelerle oluşturulacak çoklu regresyon modelinden anlamlı sonuç alınamadı. Palm yağı fiyatlarını tahmin eden en az iki parametrenin yüksek korelasyon değerine sahip olmasının, birbirlerine benzer parametreler olacağından birinin denklemden çıkartılması hedeflenmektedir.

Şekil 4: Korelasyon Matrisi

	PYF	AYF	HCIM	HCUM	IEVMYR	IGDPMYR	LNDMY	PIV	PYU	SYIM	SYUM	SYF	ULKMYR	USDMYR	GTF
PYF	1.00	0.88	0.32	-0.52	0.30	0.80	0.75	0.71	0.74	0.32	0.71	0.93	0.77	0.15	0.71
AYF	0.88	1.00	0.16	-0.33	0.42	0.64	0.63	0.53	0.50	0.03	0.43	0.97	0.56	-0.28	0.54
HCIM	0.32	0.16	1.00	-0.06	-0.19	0.26	0.20	0.19	0.27	0.26	0.27	0.30	0.23	0.17	0.57
HCUM	-0.52	-0.33	-0.06	1.00	0.08	-0.58	-0.53	-0.54	-0.62	-0.53	-0.67	-0.33	-0.65	-0.35	-0.38
IEVMYR	0.30	0.42	-0.19	0.08	1.00	0.05	-0.01	0.02	-0.04	-0.10	-0.09	0.39	-0.01	-0.20	0.16
IGDPMYR	0.80	0.64	0.26	-0.58	0.05	1.00	0.95	0.96	0.97	0.49	0.94	0.69	0.97	0.19	0.38
LNDMY	0.75	0.63	0.20	-0.53	-0.01	0.95	1.00	0.96	0.94	0.44	0.90	0.66	0.95	0.09	0.25
PIV	0.71	0.53	0.19	-0.54	0.02	0.96	0.96	1.00	0.97	0.54	0.94	0.58	0.97	0.20	0.20
PYU	0.74	0.50	0.27	-0.62	-0.04	0.97	0.94	0.97	1.00	0.58	0.99	0.58	0.98	0.36	0.35
SYIM	0.32	0.03	0.26	-0.53	-0.10	0.49	0.44	0.54	0.58	1.00	0.67	0.10	0.62	0.47	0.28
SYUM	0.71	0.43	0.27	-0.67	-0.09	0.94	0.90	0.94	0.99	0.67	1.00	0.51	0.98	0.45	0.37
SYF	0.93	0.97	0.30	-0.33	0.39	0.69	0.66	0.58	0.58	0.10	0.51	1.00	0.62	-0.18	0.65
ULKMYR	0.77	0.56	0.23	-0.65	-0.01	0.97	0.95	0.97	0.98	0.62	0.98	0.62	1.00	0.30	0.37
USDMYR	0.15	-0.28	0.17	-0.35	-0.20	0.19	0.09	0.20	0.36	0.47	0.45	-0.18	0.30	1.00	0.29
GTF	0.71	0.54	0.57	-0.38	0.16	0.38	0.25	0.20	0.35	0.28	0.37	0.65	0.37	0.29	1.00

Parametrelerin oluşturduğu korelasyon matrisi Şekil 4'te gösterilmiştir. Tüm parametrelerin oluşturduğu çoklu regresyon modelinin anlamlı bir sonuç oluşturmadığı ve doğru tahminlemeye olanak sağlamayacağı öngörüsü ile modeli iyileştirmek için bazı adımlar uygulanmıştır. Zamana dayalı tahminlemede kullanılacak modeldeki parametrelerin ortalaması ve varyansının zamanlama değişmeyen bir seri olup olmadığını Augmented Dickey-Fuller (ADF) birim testi ile kontrol edilmiştir. Serinin orijinal hali durağan değil ise, birinci farkının durağan olup olmaması kontrol edilmiştir. ADF uygulanan parametrelere ait sonuçlar Çizelge 6'da gösterilmiştir. Orijinal halinde ya da birinci farkında ADF'e göre durağan sonuçlar elde edilen parametreler yıldız ile işaretlenmiştir. Durağan olmayan parametreler ise modelden çıkartılmıştır. Modelden çıkartılan parametreler HCUM, HCIM, SYF, PIV'dır.

Çizelge 6: ADF Testi Sonuçları

Değişken	Orjinal	Birinci Fark	Değişken	Orjinal	Birinci Fark
SYUM	0.9422	-3.9860	ULK	-5.5395	
	0.9936	0.0014*		0.0000*	
SYIM	-2.6919	-4.4503	IGDP	-0.5055	-4.5241
	0.0754	0.0002*		0.8909	0.0001*
HCUM	3.0225	0.5584	LND	-2.1405	-4.6533
	1.0	0.9865		0.2285	0.0001*
HCIM	-1.9523	1.4297	GTF	-6.0506	
	0.3078	0.9972		0.0000*	
SYF	-1.6702	-1.8158	PYU	-2.2260	-4.3047
	0.4465	0.3726		0.1969	0.0004*

AYF	-3.5674		PIV	1.4983	1.7084
	0.0064*			0.9975	0.9981
IEV	-4.3765		USDMYR	-2.0381	-3.3986
	0.0003*			0.2700	0.0110*

Odak gruptaki parametrelerle model 2000-2022 yılları arasındaki verilerle eğitilmiş, elde edilen model 2023-2024 yılları için tahminleme yapılmıştır. Nicel parametrelerden tahminleme için kullanılabilecek olan parametrelerin tespitinin ardından, güçlü korelasyon ilişkisi barındıran çok sayıda parametrenin, bilgi kaybını azaltılacak şekilde yeni boyutlara indirgenmesini sağlayan temel bileşen analizi kalan parametreler için uygulanmıştır. T yılındaki palm yağı fiyatını tahminlemeye yardımcı olacak regresyon modeli temel bileşenlerle basitleştirilmiş denklem 2.1’de ifade edilmiştir, modelin açık hali denklem 2.2’de ifade edilmiştir:

$$PYF = k + b_0 \cdot TB1 + b_1 \cdot TB2 \quad (2.1)$$

k = model sabiti,

b = katsayı (0,1)

TB = temel bileşenler (1,2)

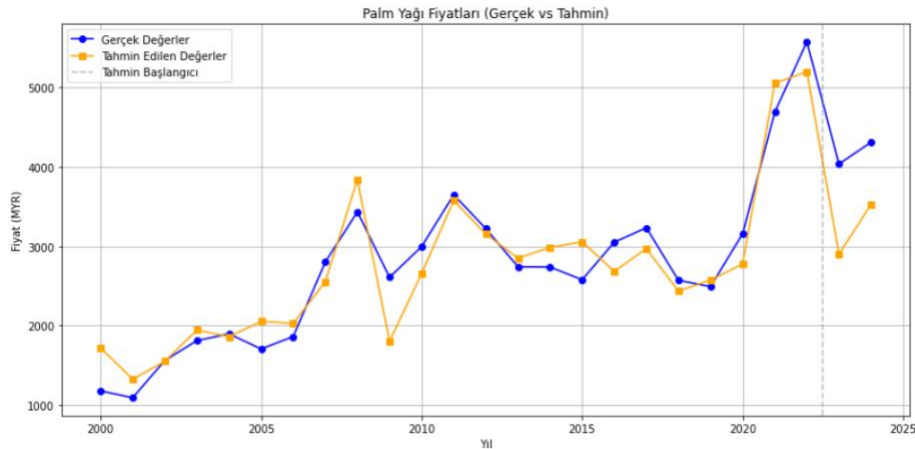
$$PYF = 2724.06 + 306.72 \cdot AYF + 79.2 \cdot IGDPMYR - Trend + 310.14 \cdot ULKMYR + 122.91 \cdot USDMYR - Trend + 290.44 \cdot GTF + 114.164 \cdot IEVMYR - 123.90 \cdot SYIM - Trend - 52.3175 \cdot LNDMY - Trend - 45.505 \cdot PYU - Trend - 128.984 \cdot SYUM - Trend \quad (2.2)$$

Durağanlık testi ve temel bileşen analizi uygulanarak yapılan fiyat tahmin modellemesi ile elde edilen modelin sonuçları Şekil 5’te gösterilmiştir.

Şekil 5: Fiyat Tahmin Modeli Sonuçları

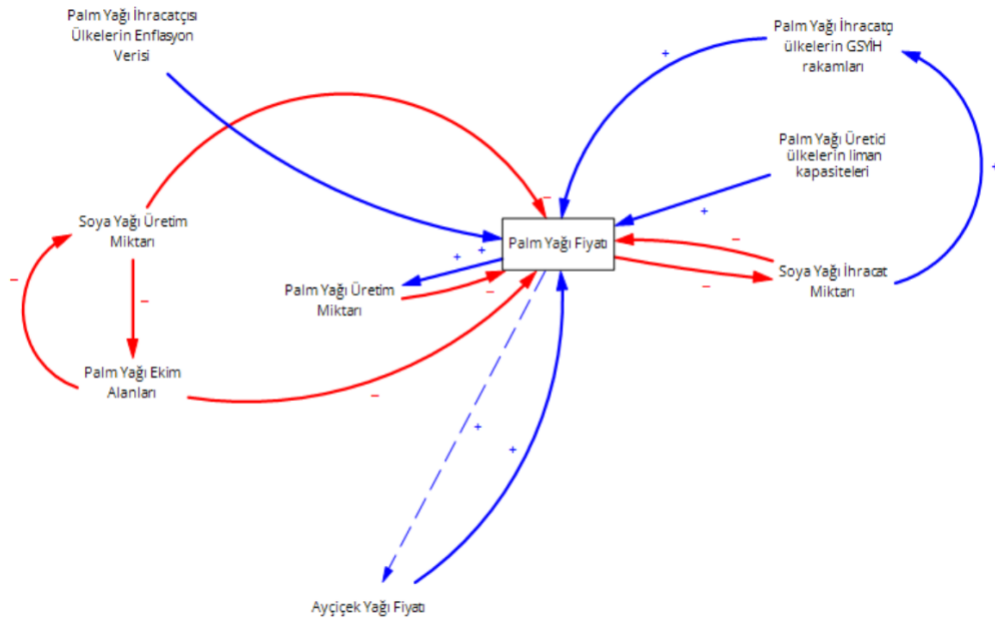
OLS Regression Results						
Dep. Variable:	PYF	R-squared:	0.897			
Model:	OLS	Adj. R-squared:	0.887			
Method:	Least Squares	F-statistic:	87.49			
Date:	Sat, 03 May 2025	Prob (F-statistic):	1.29e-10			
Time:	13:51:53	Log-Likelihood:	-165.84			
No. Observations:	23	AIC:	337.7			
Df Residuals:	20	BIC:	341.1			
Df Model:	2					
Covariance Type:	nonrobust					
	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]
const	2724.0621	73.218	37.205	0.000	2571.333	2876.791
PC1	394.4531	39.864	9.895	0.000	311.298	477.609
PC2	459.0171	52.282	8.780	0.000	349.958	568.076
Omnibus:	0.771	Durbin-Watson:	2.007			
Prob(Omnibus):	0.680	Jarque-Bera (JB):	0.620			
Skew:	0.371	Prob(JB):	0.733			
Kurtosis:	2.691	Cond. No.	1.84			

2000-2022 yılları arasındaki veriler kullanılarak oluşturulan modelin tahminleri ve gerçek değerler Şekil 6'daki gibidir. Palm yağını etkileyen parametrelerdeki değişimlerin palm yağı fiyatlarını hangi yönde etkileyeceğini birden fazla parametrenin etkisiyle ölçmeye çalışan 2000-2022 yılları arasında eğitilen modelde 2023 ve 2024 için palm yağı ekim alanları ve ihracatçı ülkelerin liman kapasiteleri dışındaki parametrelerde gerçekleşen değerler kullanılırken, bu parametreler için geçmiş veriye istinaden yapılan modellerden elde edilen tahmin değerleri kullanılmıştır. 2023 – 2024 yılları için yapılan tahminlemede fiyat yönleri doğru şekilde tahmin edilmiştir. Modelde 2000-2024 yılları arasındaki verilerde palm yağı fiyatlarının artış veya azalış tahminleri %75 doğru tahminlenmiştir.

Şekil 6: Palm Yağı Fiyatları Tahmin Modelinin Yıllara Göre Çizgi Grafiği

Yapılan literatür taraması ve verilere dayalı olarak ortaya konan hipotezlere göre palm yağı fiyatları için oluşturulan nedensel döngü diyagramı, bazı parametrelerin modelden çıkartılması, bazı hipotezler için ise anlamlı bir sonuç elde edilememesi sebebiyle fiyat tahmin denkleminin ardından tekrardan oluşturulmuştur. Güncellenen nedensel döngü diyagramına göre direkt olarak palm yağı fiyatlarına etki eden parametreler dışında, soya yağı üretim miktarı ile palm yağı ekim alanları arasındaki ilişki ile palm yağı ihracatçısı ülkelerin GSYİH rakamları ile soya yağı ihracat miktarı arasındaki ilişki de palm yağı fiyatlarını etkilemektedir. Güncellenen nedensel döngü diyagramı Şekil 7’de belirtilmiştir.

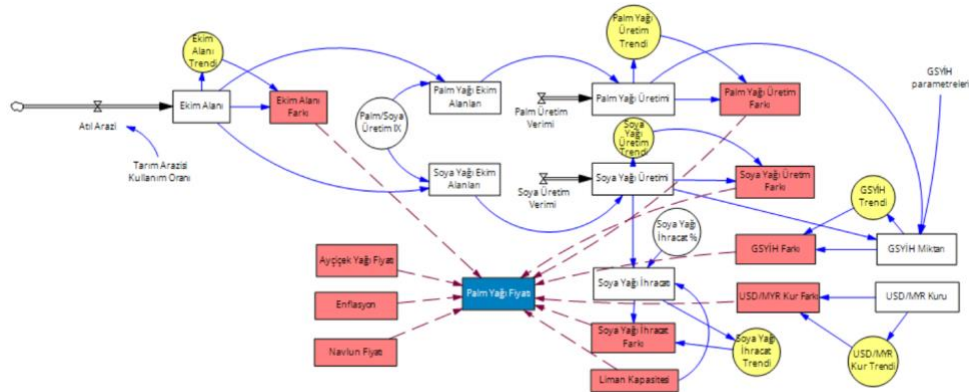
Şekil 7: Güncellenen Nedensel Döngü Grafiği



3.3.3. Stok-Akış Modeli

Palm yağı fiyatlarında palm yağı üretimleri, ülkelerin gayrisafı yurt içi hasılası ve enflasyon vb. etkileri ile oluşturulan fiyat tahmin modelini kullanarak çalışan palm yağı fiyatları stok-akış modeli Şekil 8’deki gibidir. Bu stok-akış modeli ile tarım arazisi kullanım oranları, üretim verimlilikleri değiştirilerek palm yağı fiyatlarında oluşabilecek değişkenlikler test edilmiştir.

Şekil 8: Stok Akış Diyagramı



3.4. Senaryo Analizi ve Simülasyon

Şekil 8’de belirtilen stok-akış çalışmasında tarım arazi kullanım oranı, palm/soya üretim endeksi, bitkisel yağların üretim verimlilikleri ve liman kapasitelerine göre simülasyonlar oluşturulmuştur. Yapılan simülasyon çalışmasında tarım arazi kullanım oranı arttığında, atıl araziler palm yağı üretimde kullanılacağından dolayı palm yağı fiyatları düşecektir. Benzer şekilde palm yağının üretim verimliliğinde oluşan artış, palm yağı fiyatlarını düşürecektir. Palm yağı ve soya yağı fiyatlarında oluşabilecek dalgalanmalar, hükümetlerin uygulayacağı politikalar ile birlikte atıl arazilerin kullanımının palm yağından yana tercih edilmesi soya yağı üretim miktarını etkilediğinden dolayı, palm yağı üretiminin artmasına bağlı fiyatların düşmesi beklenirken, palm yağı fiyatlarını arttırdığını gözlemlenmiştir. Bir diğer senaryo olarak ise, liman kapasiteleri arttığında, ihracatın önündeki engeller azalacağından dolayı palm yağı fiyatlarının arttığı gözlemlenmiştir.

3.5. Uygulama Alanları

Palm yağı fiyatlarının, palm yağı parametrelerine göre değişiminin incelenmesi için ortaya konulan çalışma ile aşağıdaki fırsatlar bulunmaktadır:

- Şirketler karar mekanizmalarında ham maddelerin gerçekleşebilecek fiyatlar yerine gerçekleşen fiyatları kullanması,
- Palm yağı tedarikinin çoğunluğunun Dünya'nın tek bir noktası üzerine kurulu olması,
- Ham madde fiyat değişimleriyle stok maliyeti kıyaslamasının yapılmaması.

Bu fırsatların değerlendirilebileceği uygulama alanlarından bir tanesi, palm yağı kullanarak üretim yapan firmaların tedarik zinciri modellerine bu çalışmanın adapte edilmesi ile olacaktır. Firmalar tedarik sürecinin başlangıcında gerçekleşen maliyetlere göre satınalma kararı verirken, gelecekte oluşabilecek fiyat dalgalanmalarına göre alım miktarlarını ihtiyaçlarından daha fazla olarak ayarlayabilirler.

Alım miktarlarını ihtiyaçlarından daha fazla olarak verdikleri kararlarda, oluşabilecek fiyat dalgalanmalarında yaşayacakları dezavantaj ile stok tutma maliyeti arasındaki farka bakarak karar vermelilerdir. Özellikle dünya palm yağı tedarığının dörtte üçten fazlasını Güneydoğu Asya ülkelerinin oluşturduğu palm yağının (Zaidi, Karim, & Zaidon, 2022), tek bir lokasyondan arzının yapılması tedarik sürelerindeki belirsizlikleri daha öngörülebilir kılmaktadır. Bu sebeple firmalar, öngördükleri fiyat dalgalanmalarına karşı, tedarik zincirlerinin stoklama kararları ile maliyetleri optimize etmeye çalışmaktadır. Stok tutma maliyeti ile farklı fiyat olasılıklarının karşılaştırıldığı optimizasyon modeli denklem 2.3'deki gibidir:

$$\text{Max } [MT * \sum_{i=1}^n P_i * [((PYT_i - PYM) - STM * T)] \quad (2.3)$$

Kısıtlar:

$$MT \geq 0$$

Değişkenler:

PYM: Palm yağı maliyeti (\$/ton)

PYT_i: i. senaryodaki palm yağı fiyat tahmini (\$/ton)

P_i: i. senaryonun gerçekleşme olasılığı

STM: Stok tutma maliyeti (\$/ton/dönem)

T: Stokta bekleme süresi (dönem)

MT: Fazladan alım yapılarak, stok tutulacak miktar (ton)

Palm yağı fiyat tahmin modellemesi, sadece tedarik zinciri stratejilerinin geliştirilmesinde değil, aynı zamanda finansal risk yönetimi süreçlerinde de önemli bir rol oynayabilir. Şirketlerin bütçeleme ve maliyet hesaplamalarında geçmiş fiyat hareketlerinin ötesine geçerek, geleceğe yönelik öngörülerde bulunmaları stratejik karar alma kabiliyetlerini artırır. Özellikle yüksek hacimli üretim yapan firmalar için, ham maddeye ilişkin fiyat dalgalanmalarının doğru öngörülmesi; fiyat sabitleme anlaşmaları, hedge işlemleri ya da alternatif tedarik kaynaklarının değerlendirilmesi gibi risk azaltıcı adımların zamanında atılmasına olanak sağlar. Bu da şirketlerin rekabetçiliklerini artırmalarına katkı sunar.

Palm yağı fiyatlarının öngörülmesi, yalnızca endüstriyel üreticiler için değil, tarım politikaları ve çiftçilerin ürün tercihleri açısından da önemli bir uygulama alanı sunar. Özellikle tropikal bölgelerde palm yağı üretimi yapan çiftçiler, yıllık fiyat tahminleri doğrultusunda ekim yapacakları ürünleri belirlerken daha bilinçli kararlar alabilirler. Bu sayede, sadece kısa vadeli gelir beklentileri değil, uzun vadeli kazanç potansiyeli de değerlendirilmiş olur. Tarım arazilerinin verimli kullanımı ve üretim çeşitliliğinin korunması adına, bu tür ekonomik modellemelerle desteklenen karar mekanizmaları, tarımsal planlama ve kaynak yönetiminde stratejik bir araç haline gelir.

Palm yağı üretimi, doğru planlama ve fiyat tahminleri ile tarım endüstrisindeki yaşanılabilir ekonomik krizleri de kontrol altına alınabilir. Fiyatların öngörülebilir olması, firmaların yalnızca ekonomik değil, aynı zamanda çevresel etkileri de dikkate alan üretim ve tedarik kararları almalarını sağlar. Örneğin, ormansızlaşma gibi çevresel tehditlerin önüne geçilmesi için sürdürülebilir üretim sertifikalarına sahip tedarikçilerle çalışmak, uzun vadeli maliyet avantajı sağlarken çevresel sorumluluğu da yerine getirme imkânı tanır. Böylece, fiyat tahmin modelleri sadece finansal kârlılık değil, aynı zamanda doğaya duyarlı bir üretim anlayışının da destekleyicisi olabilir.

SONUÇ

Palm yağı, küresel ölçekte en çok tüketilen ve ticareti yapılan bitkisel yağlardan biri olup, özellikle gıda ve kozmetik endüstrilerinde kullanılan bir hammaddedir. Bu yaygın kullanımı, palm yağının fiyatlarının küresel düzeyde pek çok sektörü etkileyen önemli bir değişken olmasına yol açmaktadır. Bu çalışmada, palm yağı fiyatlarındaki dalgalanmaların ardındaki temel dinamiklerin anlaşılması, öngörülebilmesi ve modellenmesi amacıyla analizler yapılmış ve parametrelerin etkisinin görüldüğü fiyat tahmin modeli ortaya konulmuştur. Yapılan bu çalışma ile palm yağı sektöründe olan firmalar ve tarım endüstrisindeki paydaşlar için uygulama alanları önerilmiştir.

Çalışmanın özgün yönlerinden biri, sistem dinamiği yaklaşımının klasik kullanım biçiminden sapılarak, tüm sistemin modellenmesi yerine daha küçük alt sistemlerin incelenmesine ve bu alt sistemlerin birbirleriyle olan ilişkilerinin ortaya çıkarılmasına odaklanılmış olmasıdır. Böylece sistemin genel işleyişini bozabilecek ya da kırılmalık yaratabilecek kilit noktalara daha yakından odaklanmak mümkün olmuştur. Bu yaklaşım sayesinde, klasik sistem dinamiği modellemelerindeki soyut yapının yerine, daha uygulanabilir ve sahaya kolayca entegre edilebilir bir yapı ortaya konmuştur. Palm yağı satın alma kararları verilirken öngörü sunabilecek modelleme ile palm yağı fiyatlarının tahminlemesi için mevcut parametrelerin güncel verilerle sürekli yenilebilir bir model metodolojisi sunulmuş, güncel geçmiş verilerle %75 doğrulukta palm yağı fiyatlarının artış veya azalış yönleri tespit edilmiştir. Bu sonuçlar ile mevcut verilerle tedarik zinciri yönetimleri açısından karar destek sistemi olarak kullanılabilme potansiyeli olan bir model sunulduğu görülmüştür. Özellikle yüksek fiyat oynaklığına sahip emtia piyasalarında faaliyet gösteren firmalar için bu tür bir tahmin modelinin mevcut operasyonel planlara entegre edilmesi, maliyetlerin optimize edilmesi ve kârlılığın artırılması açısından kritik öneme sahiptir. Bu bağlamda çalışmanın önerdiği model, sadece geçmişi analiz eden bir yapı değil; geleceğe dönük proaktif kararların alınmasını mümkün kılan bir sistem olarak değerlendirilmelidir.

Bununla birlikte, çalışmanın sınırlılıkları da göz önünde bulundurulmalıdır. Öncelikle, modelin temel aldığı verilerin çoğu tarihsel verilere dayanmaktadır ve bu veriler bazı durumlarda güncel politik ya da çevresel gelişmeleri yansıtmayabilir. Ayrıca, modelin öngörü gücü, kullanılan parametrelerin doğruluğu ve verilerin güncelliği ile doğrudan ilişkilidir. Dolayısıyla, modelin etkin bir biçimde çalışabilmesi için düzenli olarak veri güncellemesi yapılması ve yeni gelişmelerin modele entegre edilmesi gerekmektedir.

Sonuç olarak bu çalışma, palm yağı fiyatlarındaki dalgalanmaları daha iyi anlamak ve öngörebilmek için sistem dinamiği temelli simülasyonlarla desteklenebilecek, çok parametrelili bir fiyat tahmin modeli geliştirmiştir. Modelin tedarik zinciri uygulamalarında, karar destek sistemlerinde ve stratejik planlama süreçlerinde etkin bir biçimde kullanılabileceği görülmüştür. Gelecekte yapılacak çalışmalarla bu modelin farklı emtialara uyarlanması, daha geniş coğrafi veri setleri ile test edilmesi ve yapay zekâ tabanlı öğrenme algoritmalarıyla desteklenmesi, literatüre ve uygulamaya önemli katkılar sağlayacaktır. Bu yönüyle çalışma, hem akademik dünyaya hem de reel sektöre yönelik somut bir model önerisi sunarak önemli bir boşluğu doldurmuştur.

KAYNAKÇA

- Ahmad, A., Khalid, A., Daud, S., Arsad, Z., & Mobin, M. (2023). Energy Futures Price Bubbles and Asset Co-movements with Crude Palm Oil Futures: Through the Lenses of Geopolitical Events and Speculation. *Jurnal Pengurusan*.
- Ali, M., Sulong, S., Julius, K., Smith, C., & Aziz, A. (2022). Using a participatory system dynamics modelling approach to inform the management of Malaysian rubber production. *Agricultural Systems*, 202.
- Alptekin, E., Çanakçı, M., & Şanlı, H. (2014). Biodiesel production from vegetable oil and waste animal fats in a pilot plant. *Waste Management*, 34(11), 2146-2154.
- Alvarez, A., & Rodríguez, M. (2000). Lipids in pharmaceutical and cosmetic preparations. *Grasas y Aceites*, 51(1-2), 74-96.
- Arintoko, A. (2021). The Stock Price Response of Palm Oil Companies to Industry and Economic Fundamentals. *The Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 8(3), 99-110.
- Astria, N., Dachyar, M., & Nurcahyo, R. (2021). System Dynamics Modelling Approach for Palm Oil Supply Chain under Various Policy Interventions: A Case Study in Indonesia's Private Company. *Proceedings of the 11th Annual International Conference on Industrial Engineering and Operations Management* (s. 1760-1771). Singapore: IEOM Society International.
- Bala, B., Alias, E., Arshad, F., Noh, K., & Hadi, A. (2014). Modelling of food security in Malaysia. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 47, 152-164.
- Basiron, Y. (2007). Palm oil production through sustainable plantations. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 109(4), 289-295.
- Cakarta Ticaret Müşavirliği. (2022, Nisan 25). Ticaret Araştırmaları ve Risk Değerlendirme. Ticaret Bakanlığı: <https://dtybs.ticaret.gov.tr/blog/post/12501/> adresinden alındı
- Chandrarin, G., Sohag, K., Cahyaningsih, D., Yuniawan, D., & Herdhayinta, H. (2022). The response of exchange rate to coal price, palm oil price, and inflation in Indonesia: Tail dependence analysis. *Resources Policy*, 77.
- FAOSTAT. (2025, March 08). Detailed Trade Matrix: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/TM> adresinden alındı

- FAOSTAT. (2025, March 14). Coconut Oil Production Data: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> adresinden alındı
- FRED. (2025, March 16). Federal Reserve Bank of St. Louis: <https://fred.stlouisfed.org/series/PPOILUSDM#> adresinden alındı
- FRED. (2025, March 14). Federal Reserve Bank of St. Louis: <https://fred.stlouisfed.org/series/PSOILUSDM> adresinden alındı
- García-Cáceres, R., Palacios-Gómez, F., & Martínez-Avella, M. (2015). Tactical optimization of the oil palm agribusiness supply chain. *Applied Mathematical Modelling*, 39(20), 6375-6395.
- Gilbert, C., Zant, W., & Smit, H. (2004). Feasibility of making price risk management instruments available to oil palm smallholders in Indonesia and Thailand. ESI-VU.
- Go, Y.-H., & Lau, W.-Y. (2024). Terms of trade or market power? Further evidence from dynamic spillovers in return and volatility between Malaysian crude palm oil and foreign exchange markets. *The North American Journal of Economics and Finance*.
- Hassan, M., Farid, M., Zakaria, M., Ariffin, H., Andou, Y., & Shirai, Y. (2024). Palm oil expansion in Malaysia and its countermeasures through policy window and biorefinery approach. *Environmental Science and Policy*.
- Hendrawan, D., & Musshoff, O. (2024). Risky for the income, useful for the environment: Predicting farmers' intention to adopt oil palm agroforestry using an extended theory of planned behaviour. *Journal of Cleaner Production*, 475.
- Hendrawan, D., & Musshoff, O. (2024). Smallholders' preferred attributes in a subsidy program for replanting overaged oil palm plantations in Indonesia. *Ecological Economics*, 224.
- indexmundi. (2025, March 14). Index Mundi: <https://www.indexmundi.com/commodities/?commodity=sunflower-oil&months=360> adresinden alındı
- Investing. (2025, March 16). Investing: <https://www.investing.com/currencies/usd-myr> adresinden alındı
- Investing. (2025, March 16). Investing: <https://www.investing.com/currencies/usd-idr-historical-data> adresinden alındı
- Investing.com. (2025, May 4). Investing.com: https://www.investing.com/commodities/palm-oil-usd-historical-data?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=16816825653&utm_content=591978799167&utm_term=dsa-1518303922764_&GL_Ad_ID=591978799167&GL_Campaign_ID=16816825653&ISP=1&gad_source=1&gad_campaign adresinden alındı
- Kanwal, N., & Musharraf, S. (2024). Analytical approaches for the determination of adulterated animal fats and vegetable oils in food and non-food samples. *Food Chemistry*.
- Khurshid, A., Khan, K., Rauf, A., & Cifuented-Faura, J. (2024). Effect of geopolitical risk on resources prices in the global and Russian-Ukrainian context: A novel Bayesian structural model. *Resources Policy*, 88.

- Kochaphum, C., Gheewala, S., & Vinitnantharat, S. (2013). Does biodiesel demand affect palm oil prices in Thailand? *Energy for Sustainable Development*, 17(6), 658-670.
- Li, Q. (2015). Analysis of oil market fundamental using a system dynamics approach. Engineering Systems Division. Massachusetts Institute of Technology.
- Lugo-Arias, E., Lugo-Arias, J., Vargas, S., Pacheco, M., Granados, I., Heras, C., & Hernández, D. (2024). Determinants of the competitiveness of world palm oil exports: A cointegration analysis. *Transnational Corporations Review*, 16(3).
- Macro Micro. (2025, March 15). Macro Micro: <https://en.macromicro.me/series/7541/china-scfi> adresinden alındı
- Mohammadi, S. (2015). A system dynamics analysis of Malaysian Palm Oil Price Determinants. Universiti Putra Malaysia.
- Mohammadi, S., Arshad, F., Bala, B., & Ibragimov, A. (2015). System Dynamics Analysis of the Determinants of the Malaysian Palm Oil Price. *American Journal of Applied Sciences*, 12(5), 355-362.
- MSC. (2025, March 08). MSC: <https://www.msc.com/en/search-a-schedule> adresinden alındı
- Muainuddin, M., & Abu, N. (2021). Forecasting the Malaysian Crude Palm Oil Price during COVID-19 Pandemic. *Global Business and Management Research: An International Journal*, 13(4), 564-574.
- Murphy, D., Goggin, K., & Paterson, R. (2021). Oil palm in the 2020s and beyond: challenges and solutions. *CABI Agriculture and Bioscience*, 2-39.
- Our World in Data. (2025, March 15). Our World in Data: <https://ourworldindata.org/grapher/land-use-palm-oil?tab=table&time=2000..latest> adresinden alındı
- Pratama, B., Tooy, D., & Kim, J. (2024). Price Competition and Shifting Demand: The Relation between Palm and Coconut Oil Exports. *Sustainability*.
- Purwani, S., Fasa, R., Tsanawafa, A., & Sutisna, S. (2024). Long-Term Prediction of Oil Palm Fresh Fruit Bunch Prices in Riau Province Post-Pandemic Using a Discrete-Time Markov Chain. *IAENG International Journal of Applied Mathematics*, 54(6), 1225-1232.
- Rahman, A., Richards, R., Dargusch, P., & Wadley, D. (2023). Pathways to reduce Indonesia's dependence on oil and achieve longer-term decarbonization. *Renewable Energy*, 202, 1305-1323.
- Rahman, N., Safian, S., Jamaludin, S., & Osman, A. (2023). The Determinants of Palm Oil Price in Malaysia. *International Journal of Academic Research in Economics & Management Sciences*, 12(1).
- Rajakal, J., Hwang, J., Hassim, M., Andiappan, V., Tan, Q., & Ng, D. (2023). Integration and Optimisation of Palm Oil Sector with Multiple-Industries to Achieve Circular Economy. *Sustainable Production and Consumption*, 40, 318-336.
- Ratnam, M. (2022). Disruptions in the Upstream Palm Oil Supply Chain: A Case of COVID-19's Impact on Upstream Intermediaries in Malaysia. *International Journal of Environmental Sustainability and Green Technologies*, 13(1).

- Saparin, N., Taufik, A., Nizar, N., Jalil, A., Abidin, S., & Bujang, A. (2023). The dynamics of palm oil supply chain. *Innovation of Food Products in Halal Supply Chain Worldwide*, 179-193.
- Sekhar, C. (2008). Price Formation in the World Soybean Oil Market - An Econometric Analysis. *Indian Economic Review*, 43(2), 183-204.
- Sundoro, H., & Putlia, G. (2021). The cooking palm oil price determinants after palm oil-free labeling. *Jurnal Ekonomi Dan Bisnis*, 24(1), 83-98.
- Tang, W., Bu, H., Ji, Y., & Li, Z. (2024). Market uncertainty and information content in complex seasonality of prices. *Pacific-Basin Finance Journal*, 86.
- Theofanous, P., & Tremma, O. (2024). Price linkages in major EU virgin olive oil markets. *The Journal of Economic Asymmetries*, 30.
- USDA. (2025, March 14). United States Department of Agriculture Foreign Agricultural Service: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery> adresinden alındı
- USDA. (2025, March 15). United States Department of Agriculture Foreign Agricultural Service: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery> adresinden alındı
- World Bank. (2025, March 14). World Bank Group Data: <https://data.worldbank.org/indicator/FP.CPI.TOTL.ZG?locations=ID&start=2000> adresinden alındı
- World Bank. (2025, March 15). World Bank Group Data: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD?locations=ID-MY> adresinden alındı
- World Integrated Trade Solutions. (2025, March 03). WITS: <https://wits.worldbank.org/trade/comtrade/en/country/ALL/year/2023/tradeflow/Imports/partner/WLD/product/151110> adresinden alındı
- Xin, Y., Sun, L., & Hansen, M. (2022). Oil palm reconciliation in Indonesia: Balancing rising demand and environmental conservation towards 2050. *Journal of Cleaner Production*, 380(2).
- Yu, H., Fu, D., Yuan, Z., Tang, J., Xiao, Y., Kang, L., . . . Su, F. (2024). Regimes of global and national oil palm cultivations from 2001 to 2018. *Global Environmental Change*, 86.
- Zahraee, S., Golroudbary, S., Shiwakoti, N., & Stasinopoulos, P. (2022). Palm oil biomass global supply chain: environmental emissions vs. technology development of maritime transportation. *Procedia CIRP*, 105, 817-822.
- Zaidi, M., Karim, Z., & Zaidon, N. (2022). External and Internal Shocks and the Movement of Palm Oil Price: SVAR Evidence from Malaysia. *Economies*, 10(1).
- Zhao, J., Elmore, A., Lee, J., Numata, I., Zhang, X., & Cochrane, M. (2023). Replanting and yield increase strategies for alleviating the potential decline in palm oil production in Indonesia. *Agricultural Systems*, 210.