



**T.C. İSTANBUL T CARET  
ÜNİVERSİTESİ**

**FEN B LİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SİSTEM DİNAMİK SİMÜLASYONU İLE TOPRAKSIZ  
TARIMDA ÇİLEK ÜRETİMİ PROJESİNİN FİNANSAL  
FİZİBİLİTE ANALİZİ**

**Begüm AKAN**

**Danışman**

**Dr. Öğr. Üyesi Emin Başar BAYLAN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
ENDÜSTRİ MüHENDİSLİğİ ANABİLİM DALI  
İSTANBUL 2023**

## KABUL VE ONAY SAYFASI

**Begüm AKAN** tarafından hazırlanan “**Sistem Dinamik Simülasyonu ile Topraksız Tarımda Çilek Üretimi Projesinin Finansal Fizibilite Analizi**” adlı tez çalışması 07/09/2023 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri önünde başarı ile savunularak, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman**

**Dr. Öğr. Üyesi Emin Başar BAYLAN**  
İstanbul Ticaret Üniversitesi

**Jüri Üyesi**

**Doç. Dr. Berk AYVAZ**  
İstanbul Ticaret Üniversitesi

**Jüri Üyesi**

**Prof. Dr. Bahar SENNAROĞLU**  
Marmara Üniversitesi

**Onay Tarihi: 02.10.2023**

İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsünün 02.10.2023 tarih ve 2023/396 numaralı Yönetim Kurulu Kararının 11. maddesi gereğince, ders yüklerini ve tez yükümlülüğünü yerine getirdiği belirlenen “**Begüm AKAN**” adlı öğrencinin mezun olmasına oy birliği ile karar verilmiştir.

**Prof. Dr. Doğan KAYA**  
**Enstitü Müdürü**

## AKADEMİK VE ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

**02.10.2023**

**Begüm AKAN**

# İÇİNDEKİLER

|                                                                                | Sayfa |
|--------------------------------------------------------------------------------|-------|
| İÇİNDEKİLER .....                                                              | i     |
| ÖZET.....                                                                      | iv    |
| ABSTRACT .....                                                                 | v     |
| TEŞEKKÜR.....                                                                  | vi    |
| ŞEKİLLER.....                                                                  | vii   |
| SİMGELER VE KISALTMALAR.....                                                   | viii  |
| 1.GİRİŞ .....                                                                  | 1     |
| 1.1.Topraksız Tarım .....                                                      | 1     |
| 1.1.1.Topraksız tarım nedir? .....                                             | 1     |
| 1.1.2.Topraksız tarımın tarihçesi .....                                        | 1     |
| 1.1.3.Topraksız tarımın amacı .....                                            | 2     |
| 1.1.4.Topraksız tarımı gerektiren nedenler .....                               | 2     |
| 1.1.5.Topraksız tarımın yararları .....                                        | 3     |
| 1.1.6.Topraksız tarımın zararları .....                                        | 4     |
| 1.1.7.Topraksız tarımın çevresel yararları .....                               | 5     |
| 1.1.8.Topraksız tarımın çevresel zararları .....                               | 7     |
| 1.1.9.Topraksız tarım teknikleri.....                                          | 8     |
| 1.1.9.1.Su kültürü (Hiroponik kültür) .....                                    | 8     |
| 1.1.9.1.1.Aeroponik kültürü .....                                              | 8     |
| 1.1.9.1.1.1.Aeroponik sistem çeşitleri .....                                   | 9     |
| 1.1.9.1.1.2.Aeroponik sistemin avantajları .....                               | 10    |
| 1.1.9.1.1.3.Aeroponik sistemin dezavantajları .....                            | 10    |
| 1.1.9.1.2.Akan su kültürü .....                                                | 11    |
| 1.1.9.1.3.Durgun su kültürü.....                                               | 11    |
| 1.1.9.2.Katı Ortam (Substrat) Kültürü .....                                    | 11    |
| 1.1.9.2.1.Organik substratlar .....                                            | 11    |
| 1.1.9.2.2.İnorganik substratlar.....                                           | 12    |
| 1.2.Dikey Tarım .....                                                          | 12    |
| 1.2.1.Dikey tarımın avantajları .....                                          | 14    |
| 1.2.2.Dikey tarım sistem şekilleri .....                                       | 14    |
| 1.3.Çilek Yetiştiriciliği .....                                                | 15    |
| 1.3.1.Çilek hakkında genel bilgiler .....                                      | 15    |
| 1.3.2.Kullanım alanları ve besin değeri .....                                  | 15    |
| 1.3.3.Ekolojik istekleri.....                                                  | 16    |
| 1.3.3.1.İklim istekleri .....                                                  | 16    |
| 1.3.3.2.Toprak istekleri .....                                                 | 16    |
| 1.3.4.Fide üretimi ve dikim zamanları.....                                     | 17    |
| 1.3.4.1.Yaz dikimi .....                                                       | 17    |
| 1.3.4.2.Tüplü taze fide dikimi.....                                            | 17    |
| 1.3.4.3.Kış dikimi.....                                                        | 17    |
| 1.3.4.4.İlkbahar dikimi.....                                                   | 18    |
| 1.3.4.5.Sonbahar dikimi .....                                                  | 18    |
| 1.3.5.Topraksız Tarımda Çilek Yetiştiriciliği.....                             | 18    |
| 1.3.6.Çilek Yetiştiriciliğinde Topraksız Tarımın Avantaj ve Dezavantajları ... | 20    |
| 1.3.7.Topraksız Tarımda Çilek Üretimi Akış Şeması .....                        | 20    |
| 1.3.8.Topraksız Tarımda Yetiştirilen Bazı Çilek Türleri.....                   | 21    |
| 1.4.Topraksız Tarımda Aydınlatma.....                                          | 24    |

|                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.4.1.Bitki-ışık ilişkisi .....                                                                                    | 24 |
| 1.4.2.Fotoperiyodik aydınlatma .....                                                                               | 25 |
| 1.4.2.1.LED tipi aydınlatma.....                                                                                   | 26 |
| 1.4.3.Bitkisel aydınlatma için tasarım etmenleri .....                                                             | 27 |
| 1.4.3.1.Işık miktarı ve yoğunluğu .....                                                                            | 27 |
| 1.4.3.2.Aydınlatma süresi .....                                                                                    | 27 |
| 1.4.3.3.Işık kalitesi .....                                                                                        | 28 |
| 2.LİTERATÜR ÖZETİ .....                                                                                            | 29 |
| 2.1.Sistem Dinamik Simülasyonu ve Yatırım Değerlemesi Literatür Taraması ...                                       | 29 |
| 3.MATERYAL VE YÖNTEM .....                                                                                         | 33 |
| 3.1.Yatırım ve Proje .....                                                                                         | 33 |
| 3.1.1.Yatırım nedir? .....                                                                                         | 33 |
| 3.1.2.Yatırım çeşitleri .....                                                                                      | 33 |
| 3.1.2.1.Temel yatırımlar.....                                                                                      | 33 |
| 3.1.2.2.Güncelleme yatırımları .....                                                                               | 34 |
| 3.1.2.3.Tamamlayıcı yatırımlar.....                                                                                | 34 |
| 3.1.3.Yatırımın özellikleri.....                                                                                   | 35 |
| 3.1.4.Yatırım amaçları .....                                                                                       | 35 |
| 3.1.5.Proje nedir? .....                                                                                           | 36 |
| 3.1.6.Proje çeşitleri .....                                                                                        | 36 |
| 3.1.6.1.Teknik projeler .....                                                                                      | 36 |
| 3.1.6.2.Sosyal projeler .....                                                                                      | 36 |
| 3.1.6.3.Yatırım projeleri.....                                                                                     | 37 |
| 3.1.6.3.1.Yatırım projelerinin sınıflandırılması.....                                                              | 37 |
| 3.1.6.4. Kısa dönemli ekonomik projeler.....                                                                       | 38 |
| 3.2.Proje Değerleme .....                                                                                          | 38 |
| 3.2.1.Bugünkü değer metodu (BD) .....                                                                              | 38 |
| 3.2.2.Net bugünkü değer metodu (NBD) .....                                                                         | 39 |
| 3.2.3.Gelecekteki değer metodu (GD).....                                                                           | 41 |
| 3.2.4.Net gelecekteki değer metodu (NGD) .....                                                                     | 42 |
| 3.2.5.Yıllık eş değer masraf (YEM), yıllık eş değer hasıla (YEH) ve yıllık eş değer net hasıla (YENH) metodu ..... | 42 |
| 3.2.6.İç karlılık oranı (İKO) metodu.....                                                                          | 43 |
| 3.2.7.Dış karlılık oranı (DIKO) metodu .....                                                                       | 44 |
| 3.2.8.Paranın zaman değerini nazara almayan geri ödeme süresi (GÖS <sub>1</sub> ) metodu.....                      | 44 |
| 3.2.9.Paranın zaman değerini nazara alan geri ödeme süresi (GÖS <sub>2</sub> ) metodu .                            | 44 |
| 3.2.10.Karlılık indeksi (Kİ) metodu .....                                                                          | 45 |
| 3.2.11.Kapitalize değer (KD) metodu.....                                                                           | 45 |
| 3.2.12.Rantabilite (Karlılık) oranı metodu (RO) .....                                                              | 46 |
| 3.3.Sistem Dinamiği .....                                                                                          | 46 |
| 3.3.1.Sistem nedir? .....                                                                                          | 46 |
| 3.3.2.Sistem düşüncesi nedir?.....                                                                                 | 47 |
| 3.3.3.Sistemin özellikleri .....                                                                                   | 47 |
| 3.3.3.1.Açık ve kapalı sistemler.....                                                                              | 47 |
| 3.3.3.2.Sistemin sınırları .....                                                                                   | 48 |
| 3.3.3.3.Çevre .....                                                                                                | 48 |
| 3.3.3.4.Hiyerarşi.....                                                                                             | 48 |
| 3.3.3.5.Entropi ve negatif entropi .....                                                                           | 48 |
| 3.3.3.6.Değişkenler ve parametreler .....                                                                          | 49 |

|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| 3.3.3.7.Dengeli durum ve dinamik denge .....       | 49 |
| 3.3.3.8.Girdi, işlem ve çıktı.....                 | 49 |
| 3.3.3.9.Geri besleme .....                         | 49 |
| 3.3.3.10.Eş sonuçluluk .....                       | 50 |
| 3.3.3.11.Karşılıklı bağımlılık .....               | 50 |
| 3.3.3.12.Bütünsellik .....                         | 50 |
| 3.3.3.13.Amaç arama .....                          | 50 |
| 3.3.3.14.Düzen .....                               | 50 |
| 3.3.3.15. Sinerji.....                             | 51 |
| 3.3.3.16.Farklılaşma.....                          | 51 |
| 3.3.4.Sistem dinamiği nedir? .....                 | 51 |
| 3.3.4.1.Sistem yapısı ve davranış özellikleri..... | 53 |
| 3.3.4.2.Sistem dinamik modeli unsurları .....      | 55 |
| 3.3.4.3.1.Nedensel döngü diyagramları.....         | 55 |
| 3.3.4.3.2.Stok ve akış diyagramları .....          | 56 |
| 4.MODEL GELİŞTİRME VE VAKA ÇALIŞMASI .....         | 58 |
| 4.1.Model Geliştirme.....                          | 58 |
| 4.2.Vaka Çalışması.....                            | 69 |
| 5.SONUÇ VE ÖNERİLER .....                          | 84 |
| KAYNAKLAR .....                                    | 87 |
| ÖZGEÇMİŞ .....                                     | 92 |

# ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

## SİSTEM DİNAMİK SİMÜLASYONU İLE TOPRAKSIZ TARIMDA ÇİLEK ÜRETİMİ PROJESİNİN FİNANSAL FİZİBİLİTE ANALİZİ

Begüm AKAN

İstanbul Ticaret Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Emin Başar BAYLAN  
2023, 92 sayfa

Yatırım projelerinin hayata geçirilmeden önce üretim ve hedef pazar değerlendirme aşamalarının yanı sıra yatırım kararını etkileyen nakit akışlarının ele alındığı değerlendirme yöntemlerinde, proje sürecine etki eden parametrelerin değişken hareketlerinden kaynaklı, birçok olasılıksal sonuçlar elde edilmekte ve karar verme zorlaşmaktadır. Bu problemin çözümünde net nakit akışı gibi yöntemler sistem dinamiği ile oluşturulan simülasyon ile desteklenerek, oluşabilecek olasılıklar ve hatalar daha etkin şekilde analiz edilebilmektedir. Bu sayede simüle edilmiş projelerde yatırımın kar oranları, girdi ve çıktıları izlenerek, projenin yatırıma değer olup olmadığı kararının verilmesi kolaylaşmaktadır. Bu çalışmada topraksız tarım ile çilek üretimi finansal fizibilite analizi yapılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda nakit akışlarını etkileyen parametrelerin geçmişe dönük 5 yıllık verileri regresyon analizi ile gelecek 10 yıl için tahmin edilmiş ve simülasyonda stok girdisi olarak kullanılmıştır. Sistem dinamiği kullanılarak geliştirilen simülasyon modelinde gelecek 120 aylık tahmin çalışmaları Stella yazılımı ile yapılmıştır. Vaka çalışmasında model 500 defa çalıştırılarak elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Geliştirilen modelde cari talep ve cari satışların arasındaki ilişkiden doğan ve ıskonto oranı, amortisman değeri ve vergi oranının etkisinde olan kar verilerinin gelecek 120 aylık için tahminleri incelendiğinde, projenin 68. ayda başa baş noktasına gelerek kar ettiği sonucuna varılmıştır. Bu sonuç ile projenin hayata geçirilmesi için kabul edilebilir düzeyde olduğuna karar verilmiştir. Meyve-sebze gibi raf ömrü kısa olan, taze tüketim ürünlerin üretiminde simülasyon ile yapılan proje değerlemeleri, projenin risklerinin önceden görülmesine ışık tutacaktır. Bu sayede üreticinin önlem alma ve alternatif gelir oluşturma planları yapmasını destekleyecektir. Simüle edilmiş projelerde, kar oranlarını artırmak ve projenin kabul edilebilirliğini yükseltmek amacıyla, kontratlı satış yapılması önerilebilir. Bu çalışma örnek alınarak ve kesikli olay simülasyonu ile bir adım daha ileri götürülere, yatırım değerlendirme çalışmalarında bir basamak olarak kullanılabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Çilek üretimi, sistem dinamik simülasyonu, stok akış diyagramı, topraksız tarım, yatırım değerlendirme.

# **ABSTRACT**

**M. Sc. Thesis**

## **FINANCIAL FEASIBILITY ANALYSIS OF STRAWBERRY PRODUCTION PROJECT IN SOILLESS AGRICULTURE WITH SYSTEM DYNAMIC SIMULATION**

**Begüm AKAN**

**İstanbul Commerce University  
Graduate School of Sciences  
Department of Industrial Engineering**

**Supervisor: Assist. Prof. Dr. Emin Başar BAYLAN  
2023, 92 pages**

In valuation methods, in which cash flows that affect the investment decision are handled, as well as the production and target market evaluation stages of investment projects before they are implemented, many probabilistic results are obtained due to the variable movements of the parameters affecting the project process and decision making becomes difficult. In the solution of this problem, methods such as net cash flow are supported by the simulation created with system dynamics, and possible probabilities and errors can be analyzed more effectively. In this way, it becomes easier to decide whether the project is worth the investment by monitoring the profit rates, inputs and outputs of the investment in simulated projects. In this study, it is aimed to analyze the financial feasibility of strawberry production with soilless agriculture. For this purpose, retrospective 5-year data of the parameters affecting cash flows were estimated for the next 10 years by regression analysis and used as stock input in the simulation. In the simulation model developed using system dynamics, forecasting studies for the next 120 months were made with Stella software. In the case study, the data obtained by running the model 500 times were evaluated statistically. In the developed model, when the forecasts of the profit data for the next 120 months arising from the relationship between current demand and current sales and which are under the influence of the discount rate, depreciation value and tax rate are examined, it is concluded that the project has reached a breakeven point in the 68th month. With this result, it was decided that the project was at an acceptable level for implementation. Project valuations made by simulation in the production of fresh consumption products with a short shelf life, such as fruits and vegetables, will shed light on predicting the risks of the project. In this way, it will support the producer to take precautions and make alternative income generation plans. In simulated projects, contract sales may be recommended in order to increase profit rates and increase the acceptability of the project. Taking this study as an example and taking it one step further with discrete event simulation, it can be used as a stepping stone in investment valuation studies.

**Keywords:** Investment appraisal, soilless agriculture, stock flow diagram, strawberry production, system dynamic simulation.

## TEŞEKKÜR

Bu araştırmamda beni tüm bilgi ve tecrübesiyle destekleyen, karşılaştığım bütün zorluklarda yolumu açmamı sağlayan ve sonsuz bir sabırla beni motive eden Sayın Danışman Hocam Dr. Öğr. Üyesi Emin Başar BAYLAN' a teşekkürlerimi sunarım.

Araştırmanın yürütülmesinde maddi ve manevi yardımlarını esirgemeyen tüm Limak International Hotels & Resorts ailesine, başta sayın patronlarım, koordinatörlerim, müdürlerim ve değerli çalışma arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Yıllar sonra vazgeçtiğim yüksek lisans hayalimi gerçekleştirmeme sebep olan, tüm öğretilerini miras bırakan ve beni yüreklendiren Doç. Dr. Fatma ÖZSOY IŞIK ve rahmetli Yrd. Doç. Dr. İlyas ÇELİK' e teşekkür ederim.

Beni bu günlere yetiştiren, eğitimi sevdiren, hayatları boyunca üzerimden desteğini ve sevgisini esirgemeyen rahmetli dedem, rahmetli annem ve rahmetli babama sonsuz saygı ve sevgilerimi sunarım.

Begüm AKAN  
İSTANBUL, 2023

## ŞEKİLLER

|                                                                                                     | Sayfa |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Şekil 1.1. Topraksız tarım teknikleri .....                                                         | 8     |
| Şekil 1.2. Ülkemizdeki tescilli çilek çeşitleri.....                                                | 23    |
| Şekil 1.3. Kısa ve nötr gün çilek çeşitleri.....                                                    | 24    |
| Şekil 3.1. Sistem davranış özellikleri.....                                                         | 54    |
| Şekil 3.2. Stok akış diyagramı elemanları.....                                                      | 57    |
| Şekil 4.1. Topraksız tarımda çilek üretimi finansal fizibilite analizi stok akış<br>diyagramı ..... | 60    |
| Şekil 4.2. Sistem dinamik simülasyonu formül tablosu.....                                           | 64    |
| Şekil 4.3. Amortize edilmiş varlıkların değeri .....                                                | 70    |
| Şekil 4.4. Kar kümülatif toplam histogram grafiği .....                                             | 71    |
| Şekil 4.5. Maksimum gelir histogram grafiği .....                                                   | 71    |
| Şekil 4.6. Minimum gelir histogram grafiği .....                                                    | 72    |
| Şekil 4.7. Ortalama gelir histogram grafiği.....                                                    | 72    |
| Şekil 4.8. Gelir standart sapma histogram grafiği.....                                              | 73    |
| Şekil 4.9. Maksimum gider histogram grafiği .....                                                   | 73    |
| Şekil 4.10. Minimum gider histogram grafiği.....                                                    | 74    |
| Şekil 4.11. Ortalama gider histogram grafiği.....                                                   | 74    |
| Şekil 4.12. Gider standart sapma histogram grafiği.....                                             | 75    |
| Şekil 4.13. Minimum birinci kalite çilek cari talep histogram grafiği.....                          | 75    |
| Şekil 4.14. Maksimum birinci kalite çilek cari talep histogram grafiği.....                         | 76    |
| Şekil 4.15. Ortalama birinci kalite çilek cari talep histogram grafiği .....                        | 76    |
| Şekil 4.16.. Birinci kalite çilek cari talep standart sapma histogram grafiği .....                 | 77    |
| Şekil 4.17. Minimum birinci kalite çilek cari satış histogram grafiği.....                          | 77    |
| Şekil 4.18. Maksimum birinci kalite çilek cari satış histogram grafiği .....                        | 78    |
| Şekil 4.19. Ortalama birinci kalite çilek cari satış histogram grafiği.....                         | 78    |
| Şekil 4.20. Birinci kalite çilek cari satış standart sapma histogram grafiği .....                  | 79    |
| Şekil 4.21. Minimum üçüncü kalite çilek cari talep histogram grafiği.....                           | 79    |
| Şekil 4.22. Maksimum üçüncü kalite çilek cari talep histogram grafiği.....                          | 80    |
| Şekil 4.23. Ortalama üçüncü kalite çilek cari talep histogram grafiği.....                          | 80    |
| Şekil 4.24. Üçüncü kalite çilek cari talep standart sapma histogram grafiği .....                   | 81    |
| Şekil 4.25. Minimum üçüncü kalite çilek cari satış histogram grafiği.....                           | 81    |
| Şekil 4.26. Maksimum üçüncü kalite çilek cari satış histogram grafiği .....                         | 82    |
| Şekil 4.27. Ortalama üçüncü kalite çilek cari satış histogram grafiği.....                          | 82    |
| Şekil 4.28. Üçüncü kalite çilek cari satış standart sapma histogram grafiği.....                    | 83    |

## SİMGELER VE KISALTMALAR

|       |                                                              |
|-------|--------------------------------------------------------------|
| FAR   | Foto Sentetik Aktif Radyasyon                                |
| KDV   | Katma Değer Vergisi                                          |
| LED   | Light Emitting Diode (Işık Yayan Diyot)                      |
| MEB   | Milli Eğitim Bakanlığı                                       |
| MEGEP | Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi |
| NİGEP | Nitelikli İşgücü Geliştirme Projesi                          |
| T.C   | Türkiye Cumhuriyeti                                          |
| TL    | Türk Lirası                                                  |
| TÜİK  | Türkiye İstatistik Kurumu                                    |



# 1.GİRİŞ

## 1.1.Topraksız Tarım

### 1.1.1. Topraksız tarım nedir?

İçerisinde toprak bulunmayan her türlü yetiştirme ortamında bitki yetiştirilmesine genel anlamda topraksız tarım adı verilir. Bu yetiştirme tekniğinde bitki yetiştirme ortamı olarak yalnızca besin çözeltileri kullanıldığı gibi çeşitli organik ve inorganik katı materyallerden de yararlanılır(MEGEP,2008a).

Topraksız tarım, tarımsal üretimin toprak dışındaki bitki besin maddeleri ile zenginleştirilmiş katı veya sıvı yetiştirme ortamlarında gerçekleşmesidir. Topraksız tarım örtü altı yetiştiriciliğinde uygulanan fakat son zamanlarda açıkta da uygulanmaya başlayan bir yetiştiricilik yöntemidir(Özkan,2014).

Topraksız tarım, her türlü tarımsal üretimin durgun veya akan besin eriyiklerinde, sis şeklinde verilmiş besin eriyiğinde veya besin eriyikleri ile beslenmiş katı ortamlarda gerçekleştirilmesidir. Topraksız tarım aslında örtü altı (özellikle seralarda) yetiştiricilikte uygulanan ancak son zamanlarda açıkta da kullanılmaya başlanan bir yetiştiricilik yöntemidir(MEB,2011).

### 1.1.2. Topraksız tarımın tarihçesi

Topraksız tarımla ilgili ilk denemelerin 1600'lu yıllarda başladığı bilinmektedir. Fakat topraksız tarımın bu tarihten çok önce yapıldığına, Babil'in asma bahçeleri ile Anzekler ve Çinlilerin yüzen bahçelerinin topraksız yetiştiriciliğe örnek olduğuna dikkat çekilmektedir. Mısırlıların milattan birkaç yüzyıl öncesine ait kayıtları suda bitki yetiştiriciliğini anlatmaktadır(Gül,2008).1800'lü yılların ikinci yarısında bitkilerin gelişmeleri için gerekli mineralleri içeren bir çözelti ile sulanan bir ortamda yetiştirilebileceği ispatlanmıştır(Gül,2008).

1925 yılında, Amerika’da seracıların toprak kökenli sorunlara karşı bu tekniği kullanmak istemeleri ile birlikte, 1925- 1935 yılları arasında topraksız tarımda önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Laboratuvar dışındaki ilk çalışma, Gericke tarafından 1930 ‘da Kaliforniya Üniversitesi’nde besin çözeltisi içinde domates yetiştirilerek gerçekleştirilmiş ve bu tekniğe Yunanca su (hydro) ve çalışma (ponos) anlamına gelen iki kelimeden oluşan hidroponik (hydroponics) adı verilmiştir(Gül,2008).

### **1.1.3. Topraksız tarımın amacı**

Topraksız tarımın amacı, bitkilerin besin ve su gereksinimlerini besin eriyikleri ile zenginleştirilmiş su veya katı ortamda ekonomik şekilde sağlamaktır(Özkan,2014).

Topraksız tarımın amacı; bitkilerin gelişmesini besin solüsyonu yardımıyla sağlamak, bitkilerin besin maddesi ve su gereksinimlerini stres oluşturmaktan korumak ve bunu en ekonomik bir şekilde gerçekleştirmektir(MEB,2011).

### **1.1.4.Topraksız tarımı gerektiren nedenler**

Topraksız tarımı gerektiren nedenleri şöyle sıralayabiliriz:

- Toprak kaybı: Hızlı nüfus artışında nüfusun besin ihtiyacının karşılanması için tarım yapılacak topraklar yetersiz kalabilir. Normal tarım topraklarının bulunmadığı, çöllerin hâkim olduğu ülkelerde ve ülkemizdeki meyilli-taşlı arazilerde teraslama yaparak taşıma toprakla tarım yapmaya çalışılan yerler vardır. Erozyon, çoraklaşma, tarım topraklarının yerleşim ve turizm alanlarına ayrılması toprak kaybını daha da artırmaktadır(MEB,2011).
- Toprak yorgunluğu: Seralarda aynı ürünün arka arkaya uzun yıllar yetiştirilmesi toprak yorgunluğuna neden olmaktadır. Bu da toprak verimliliğini düşürmektedir. Toprak yorgunluğuna çözüm toprak değişimi ve yetiştirilecek üründe değişiklik yaparak ekim nöbeti uygulamaktır. Ancak bu tür uygulamalar üreticiler için fazla pratik olmadığı gibi fazla ekonomik de değildir. Üstelik modern tarımda alınan tüm önlemlere rağmen, verim ve kalitede istenilen boyutlarda artışlar sağlanamamıştır(MEB,2011).

- Hastalık, zararlı ve yabancı ot sorunu: Yoğun tarımın yapıldığı ve sürekli aynı ürünün yetiştirildiği yerlerde bağışıklık kazanan hastalık, zararlı ve yabancı otlar büyük sorun olmaktadır. Modern tarımda ilaçlı mücadele yapılarak sorun ortadan kaldırılmaya çalışılsa da tam bir kontrol sağlanamamaktadır(MEB,2011).
- Aşırı gübre ve su tüketimi: Topraklı tarım yapılan alanlarda ve özellikle seralarda bitkilerden daha çok verim ve kalite elde etmek için aşırı gübre kullanılmaktadır. Bu durum ileride gübre açığına ve çevrede kirletici etkilere neden olmaktadır. Topraklı tarım yapılan alanlarda, verilen suyun bitkilerce kullanılan miktarını saptamakta güçlükler çekilmektedir. Suyun toprağın derinliklerine sızması, toprak ve bitkiden buharlaşma ile kaybolması sonucu bitkileri sulamak için kullanılan su tüketimi topraksız tarımda kullanılanın 4–5 katı olabilmektedir(MEB,2011).
- Enerji ve iş gücü tasarrufu: Topraklı tarımdaki tüm kültürel uygulamalar için iş gücü gereklidir. Toprağın işlenmesi, ekim dikime hazırlanması, çapalanması, sulamaya elverişli hale getirilmesi, sterilizasyonu, bitkilerin gübrenmesi, yabancı ot kontrolü gibi işlemler nedeniyle iş gücü ihtiyacı oldukça fazladır. Başta traktör ve bağlantı ekipmanları olmak üzere birçok alet ve ekipmanın çalıştırılması için bir hayli enerjiye ihtiyaç bulunmaktadır(MEB,2011).

#### **1.1.5.Topraksız tarımın yararları**

1. Verimli topraklar gerektirmediği için verimsiz topraklar değerlendirilmiş olur.
2. Ürünlerin besin değeri ve Ph dengesi kolaylıkla sağlanabilir. Besin solüsyonu uygulamalarının kontrollü bir şekilde yapılmasıyla, optimum düzeyde makro ve mikro elementlerinin dengelenmesi sağlanmaktadır.
3. Kontrollü yetiştiricilik imkanı sağlanabilmektedir. Steril edilen substratların tekrar kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Böylece ürün rotasyonuna gerek kalmamaktadır. Kök sisteminin iyi havalanmasını sağlamaktadır. Böylece daha az kök hastalıklarına maruz kalınabilmektedir.

4. Topraklı tarıma göre daha az alan ve su gerektirmektedir. Kapalı sistem ile suyun tekrar kullanımı mümkün olabilmektedir. Böylece daha az su ve gübre kullanımı sağlanırken, çevre kirliliği de önlenmiş olmaktadır.
5. Enerji ve işgücü tasarrufu sağlanmaktadır.
6. Daha iyi meyve kalitesi sağlanmaktadır ve görüntüsüyle de ürün tüketicileri cezbetmektedir. Topraksız üründe böcek izlerinin olmaması da güvenilir kılmaktadır. Yüksek ticari ürün kalitesi sağlamaktadır (irilik, homojenite, sertlik, renk, parlaklık ve temiz meyve eldesi). Yüksek iç kalite sağlamaktadır (şeker, vitamin, mineral, kuru madde içeriği).
7. Yüksek üretim/gelir elde edilmektedir. Birim alana dikilen bitki sayısı artmakta ve dolayısıyla birim alandan elde edilen verim de artmaktadır. Uzun yetiştiricilik dönemi ile yıl boyu üretimi mümkün kılmaktadır. Kontrollü yetiştiricilik olması dolayısıyla erkencilik sağlanmaktadır.
8. Daha fazla satılma imkanı yanında satın alma yüksektir.
9. Endüstrilerin gelişmesini sağlar.
10. Tarımsal ilaçların kullanımı daha azdır.
11. Bitkiler kontrollü bir şekilde beslenir.
12. Çiçeklenme kontrol edilebilir.
13. Birim alanda bitki sıklığı fazladır.
14. Sulama kolaylaşır bitki su stresi yaşamaz.
15. Ekim nöbetine gerek kalmaz.
16. Önceki ürün hasadı ile sonraki ürün hasadı arasındaki süre kısalmır.
17. Erkencilik sağlanır (Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, 2021).

#### **1.1.6. Topraksız tarımın zararları**

1. İlk tesis, yoğun sermaye ve başlangıç masraflarının (sera, sulama, bilgisayar işletimi vb.) yüksek olmasıdır.
2. Kalifiye eleman bulunamamasıdır.
3. Yeni ve yabancı teknolojinin bilinmezliği. Üreticiler için yeni bir teknoloji risk taşıyor ve hata yapma ihtimali yüksektir.
4. Hassas ve zaman alıcı bir üretim sistemidir. Sistemin sürekli izlenmesi gerekir. İzlemeye ara verilmesi hata yapma riskini artırır.

5. Tüketicide kötü mal algısı yaratabilir. Bazı kimyasalların kullanımı tüketicinin üretilen mala ön yargılı bakmasına sebep olabilir.
6. Yüksek maliyetli enerji kullanımı. Seraların ısıtılması için jeotermal enerjinin olmadığı yerlerde maliyeti yüksek enerjiler kullanılır.
7. Topraksız Yetiştiricilik bütün bitkilerin üretimi için uygun değildir. Birçok bitki yetiştirilebilmesine rağmen patates ve havuç gibi kök bitkiler için uygun değildir(Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, 2021).

#### **1.1.7. Topraksız tarımın çevresel yararları**

- Zirai ilaç kullanımını azaltır

Geleneksel tarımda bitkilerde ve toprakta bulunan hastalıkları yok etmek için sürekli bir zirai ilaç kullanımına ihtiyaç duyulmaktadır. Aşırı zirai ilaç kullanımı ise bitkilerdeki hastalığı yok etmekle kalmayıp topraklardaki minareleri de öldürmektedir. Belirli bir süreden sonra ise zirai ilaçlara bağlı olarak başka hastalıklar meydana gelmekte ve bunu yok etmek için başka ilaçlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu kısır döngü sonucu oluşan ilaç kullanımı ise hem bitkinin besin değerini düşürmekte hem de toprağı giderek verimsiz hale getirmektedir.

Topraksız yetiştiricilikte ise kök hastalıkları meydana gelmediğı için zirai ilaç kullanımı daha az olmaktadır. Böylece ne ürünün kalitesi düşerek tadı değişmekte ne de toprağı ve sularımıza zarar verilmektedir. Ayrıca üretici açısından zirai ilaç maliyetleri daha az olmaktadır(Özkan,2014).

- Su israfını önler

Tarımsal üretimin birim alandan elde edilen verimi arttırmada en önemli faktörlerden başında sulama gelmektedir. Kentlerin kanalizasyon sistemlerinden ve atık su sistemlerinden gelen pis sularla tarımsal üretim yapılması birçok sorunun ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Bu pis sularda kolay ayrışabilen organik maddelerin yanı sıra çeşitli tuzlar, ağır metaller ve deterjan kalıntıları içermektedir. Bu pis atıklardan dolayı toprağı birçok zararlı madde geçmekte ve toprağın doğal yapısı bozulmaktadır. Ayrıca bu maddeler bitkilerin de yapısını ve verimini etkilemektedir. Sudaki virüsler

bitkilere geçerek oradan da bulaşıcı hastalıklara sebep olabilmektedir. Ayrıca aşırı derecede sulama yapılması toprağın tuzlanmasına veya çoraklaşmasına neden olmaktadır. Bunun yanı sıra su israfına da sebebiyet vermektedir.

Topraksız yetiştiricilikte ise bitkilere verilen sular kontrol altında olduğu için besin kalitesinde düşüklük yaşanmamakta ayrıca çevreye zararı olmamaktadır. Suyun dengeli verilmesi su israfını önlemektedir. Daha az suyla daha fazla ürün yetiştirilebilmesine olanak tanımaktadır. Aynı alanda toprakta 5250lt, hidroponikte 2000lt, aeroponikte 1000lt su kullanılmaktadır(Özkan,2014).

- Toprağın işlenmesi ve verimsiz toprakların kullanılmasını sağlar

Geleneksel tarımda toprak işleme tam olarak çevre kirliliğinin etmenleri arasında sayılmasa bile toprağa zarar vermektedir. Arazinin yapısı ve iklim şartları dikkate alınmadan yapılan yanlış toprak işleme yöntemleri toprağın erozyonla taşınmasına neden olmaktadır. Bu durum toprakların verimsizleşmesine neden olduğu gibi barajların toprakla dolarak suların da kirlenmesine neden olmaktadır.

Geleneksel yöntemle ait olan bu yöntem ise topraksız tarımda tam tersini teşkil etmektedir. Topraksız tarım, toprakların kirliliği ya da erozyonla oluşan verimsizliği nedeniyle kullanılamayan toprakların kullanılması sağlanmaktadır. Bunun yanı sıra bataklıklar kurutularak kullanılabilir hale getirilmektedir. Böylece bataklıklar sebebiyle oluşabilecek hastalıklar da engellenmektedir. Zaten topraksız tarımın asıl amacı da budur. Kullanılamayan toprakların kullanılmasını sağlamaktır(Özkan,2014).

- Bitki atıklarının yakılmasını azaltır

Ürün atıklarının yakılması denince akla ilk gelen anız yakılmasıdır. Anız yakılmasının en önemli sebeplerinden biri ikinci ürün yetiştirme döneminin yakın olduğu zaman tarlayı kısa sürede temizleme çabasıdır. Toprağı çabuk temizleme yönü gibi görülse de anız yakma asıl kirliliği toprağın içerisine vermektedir. Böylece anız yakmayla topraktaki minareler ve yararlı mikroorganizmalar ölmekte ve toprak verimsizliğine yol açmaktadır. Bütün bunların yanı sıra kontrolsüz yakma orman yangınlarına da sebebiyet verebilmekte ve orman alanlarımız da yok olabileme tehlikesi içerisine

girmektedir. Topraksız tarımda geçerli olmayan bu yöntem ile hem topraklarımızın verimli olan kısımları korunabilmekte hem de ormanlarımız zarar görmemektedir (Özkan,2014).

- Hayvansal atıkların kullanımını azaltır

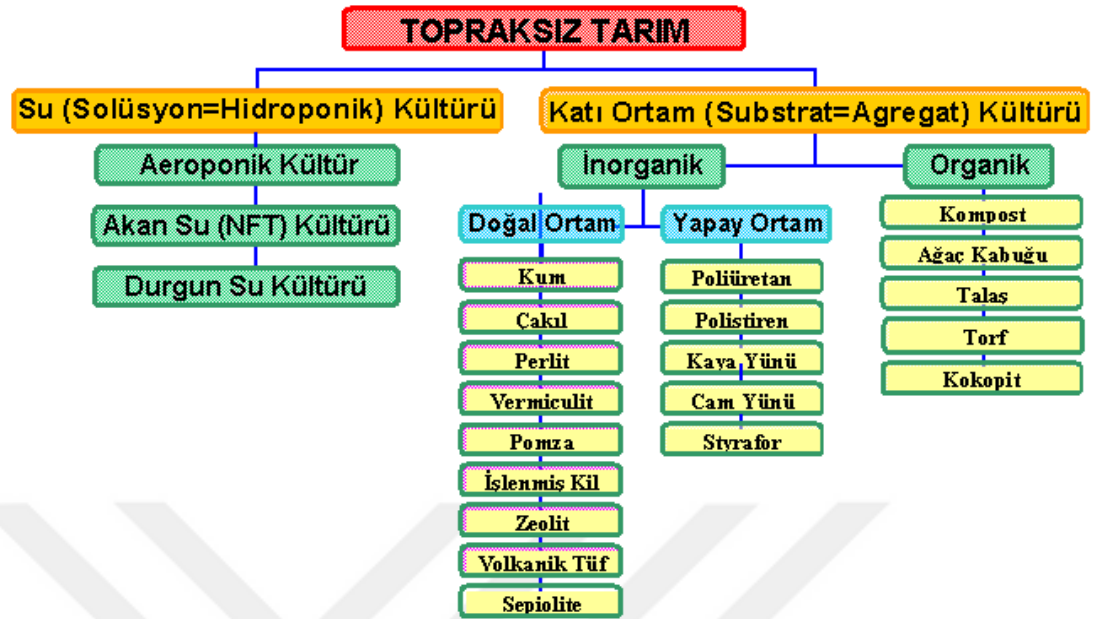
Toprak dengesini sağlama ve bitkisel üretime destek amacıyla hayvansal gübre ve idrar kullanımının belli ölçüleri aşması sonucunda bitkisel üretim miktarı, ürün niteliği, toprak yapısı, toprak altı ve üstü sularını olumsuz yönde etkilemeye başlamaktadır. Ayrıca atıklar yoluyla bitkilere ve oradan da insana geçen bakteriler hastalıklara sebep olabilmektedir. Topraksız tarımda ise hayvan atıklarının kullanılmaması hem çevreye zararı hem de insan sağlığına verilen zararı önlemektedir(Özkan,2014).

#### **1.1.8. Topraksız tarımın çevresel zararları**

Topraksız tarım tekniklerinde oluşan çevre kirliliği kullanılan tekniğe bağlı olarak değişmektedir. Örneğin su kültüründe atık substrat sorunu oluşmamaktadır. Ayrıca substratlar arasında da geri dönüşüm açısından farklılıklar bulunmaktadır(Gül, 2008).

- Kullanılan Katı Ortamlar Çevreye Kirlilik Yaratabilir (Atık Sorunu)
- Kullanılan Besin Çözeltileri ve Plastikler Çevreye Zarar Verir (Atık Sorunu)
- Hastalık Etmenleri Hızlı Yayılır (Özellikle su kültüründe) (Özkan,2014)

### 1.1.9. Topraksız tarım teknikleri



Şekil 1.1. Topraksız tarım teknikleri (MEGEP,2008b).

#### 1.1.9.1. Su kültürü (Hiroponik kültür)

##### 1.1.9.1.1. Aeroponik kültürü

Besin Eriyiği Sisi ya da Kök Sisleme Tekniği adlarıyla da ifade edebileceğimiz bu metot, NASA'nın 1990'larda geliştirdiği minimum su kullanımıyla doğal çevredeki havaya dağıtılan toz/partikül/zerrecik halindeki besin elementleriyle bitki büyütme sistemidir. Sistemin temel prensibi eriyik haldeki bitki besinlerinin suyla birlikte sis/buhar halinde açıkta bulunan bitki köklerine püskürtülmesine dayanır. Mevcut hidrokültür uygulamaları içerisinde en yenisi olan bu sistem aynı zamanda en fazla su tasarrufu sağlanan uygulamadır(Şahin ve Kendirli,2016).

Besin çözeltisi çıplak bitki köklerine sis halinde verilmektedir. Oksijen ve su aeroponik teknikte yeterince sağlanabilmektedir. Bitki kök bölgesi maksimum düzeyde kontrol edilebilir. Bu teknikte; ışık geçirmeyen bir kap, besin çözeltisi tankı ve sisleme düzeni gerekmektedir.

Bu yöntemde su ve besin maddeleri kullanımı azalmaktadır.

Erkencilik ve yüksek verim elde edilmektedir.

Ayrıca geliştirilen katlı veya dikey düzeneklerde bitkiler yetiştirilerek birim alandaki bitki sayısı arttırılıp birim alandan çok daha fazla verim alınmaktadır(Anonim,2020).

Aeroponik, bitkilerin köpük panellere yerleştirildiği ve bitki köklerinin panelin altındaki havada asılı kaldığı yetiştirme tekniğidir. Kullanılan paneller kök oluşumunu uyarmak ve alg gelişimini önlemek için ışık geçirgenliği olmayan kapalı kutularda oluşur. Besin çözeltisi köklere ince sis şeklinde püskürtülür. Mistleme her 2-3 dakikada bir 1-2 saniye yapılmaktadır. Bu, köklerin nemli tutulması ve besin çözeltisinin havalandırılması için yeterlidir. Bitkiler köklere yapışan çözelti sisinden su ve besini alır(MEGEP,2008a).

Diğer tekniklerde olduğu gibi hava, su, besin maddesi ve ışık bitkinin dört ana gereksinimidir. Köklere en iyi şekilde havalanma sağlanması sistemin ana avantajıdır. Bu tekniğin başlıca avantajı, alanın maksimum kullanılmasıdır(MEGEP2008a).

#### **1.1.9.1.1.1.Aeroponik sistem çeşitleri**

Aeroponik sistemler üçe ayrılır;

- a)Düşük basınçlı aeroponik sistemler,
- b) Yüksek basınçlı aeroponik sistemler,
- c) Ultrasonic basınçlı aeroponik sistemler (Ticari Sistemler).

##### **a. Düşük basınçlı aeroponik sistemler**

Düşük maliyeti, kurulum kolaylığı veya hazır sistem olarak kolay temin edinildiğinden en yaygın olarak kullanılan sistemlerdir. Bitki kökleri, bir besin çözeltisi deposunun üstünde veya bir rezervuara bağlı bir kanalın içinde asılı halde bulunur(Bingöl,2019).

##### **b. Yüksek basınçlı aeroponik sistemler**

Daha gelişmiş ve özel ekipmanlar gerektirdiği için daha maliyetlidir. Bu nedenle, genellikle ticari üretimde kullanılırlar. Bu sistemler suyu küçük su damlacıklarına atomize etmek için yüksek basınçta çalışmalıdır. Bu sayede kök bölgesi için daha fazla oksijen yaratan ince bir damlacık boyutu yaratılır ve sistemin daha verimli olması

sağlanır. Bu sistemler hava ve su arıtma, besinsel sterilizasyon, düşük kütleli polimerler ve basınçlı besin dağıtım sistemleri gibi farklı teknolojileride içerir(Bingöl,2019).

#### c. Ultrasonic basınçlı aeroponik sistemler

Yüksek basınçlı cihaz donanımı ve biyolojik sistemleri içerir (Anonim, 2019b). Ultrasonik sisleyiciler, yağmur ormanlarında olduğu gibi, havadaki ideal yapay nemi taklit etmek için küçük bir sisle kullanılır. Sisleyiciler, kabın içerisindeki havada yüzen, partikül çapı sadece birkaç mikron olan sis şeklinde çok hafif bir çözelti oluşturur (Lakhia ve diğerleri, 2018). Bu sayede kök bölgesi besinleri rahatlıkla alır. Bu sistemler ticari bazda çok sayıda ürün rotasyonunun elde edildiği yüksek değerli mahsullerin yetiştirilmesi için kullanılır(Bingöl,2019).

#### **1.1.9.1.1.2.Aeroponik sistemin avantajları**

- Ölçeklenebilen, mobilite özelliğine sahip sistemlerdir.
- Su kullanımında ekonomi sağlar.
- Hızlı gelişim ve bu sayede ekimde artış sağlar.
- Düşük kaliteli sularla dahi sistem kullanılabilir.
- Besin çözeltisi bileşimi, sıcaklık ve manipülasyon uygulama yöntemi ile kök bölgesinde hassas kontrol sağlar.
- Bitki köklerinde toprak kaynaklı yabancı ot ve diğer bitki kök kirliticilerine rastlanmaz(Bingöl,2019).

#### **1.1.9.1.1.3.Aeroponik sistemin dezavantajları**

- Sistemi kurmak maliyetlidir.
- Sisteme bağımlılık vardır.
- Teknik bilgi gerektirmektedir.
- Sürekli bakım gerektirmektedir (Kök bölgesinde sürekli temizlik ve dezenfektan kullanımı) (Bingöl,2019).

#### **1.1.9.1.2. Akan su kültürü**

Bu teknikte besin çözeltisinin 0,5 mm ince bir film şeklinde ve belirli bir debi ile akacağı bir kanal bulunmaktadır. Bitki kökleri bu kanaldaki besin çözeltisine doğrudan temas etmektedir. Sistemin temel bileşenleri plastik borular ve tanktaki dalgıç pompadır. Kanallar genellikle mat plastik film veya plastik borulardan oluşmaktadır(MEGEP,2008a).

Yetiştirme kabı olarak kullanılan olukların içinden bir besin eriyiğini ince bir tabaka halinde geçer. Kaplarda yerleştirilen bitkilerin köklerini besin eriyiği ile temas ettirerek beslenmeleri sağlanır. Böylece kökler hem beslenebilmekte ve su alabilmekte, hem de yeterli havalanma olanağı bulmaktadır. Oluklardan geçen eriyik daha sonra tankta toplanıp yeniden kullanılmaktadır(MEGEP,2008a).

Böylece su ve besin maddesi kayıpları da en aza indirgenir. Bu yöntem, topraksız kültürün en gelişmiş tekniğidir(MEGEP,2008a).

#### **1.1.9.1.3. Durgun su kültürü**

Besin çözeltisi ışık geçirmeyen, yaklaşık 15cm derinlikteki kapların içine konur. Ya da kapların üzeri ışık geçirmeyen bir malzeme ile kaplanır. Çözelti akvaryum pompası ile havalandırılmalıdır. Havalandırma borusunun ucuna havalandırma taşı takılarak daha iyi havalandırma sağlanabilir.

Evde hobi amaçlı yetiştiricilik için uygundur. Ticari olarak kullanımı sınırlıdır.

Çözeltinin havalanma sorunu nedeniyle kullanımı yaygın değildir(MEGEP,2008a).

#### **1.1.9.2. Katı ortam (Substrat) kültürü**

##### **1.1.9.2.1. Organik substratlar**

- a)Torf
- b)Hindistan Cevizi Torfu (Cocopeat, Coir)
- c)Ağaç Kabuğu
- d)Talaş

- e)Diğer Organik Atıklar (Çeltik kavuzu, Yer fıstığı kabuğu,...vb.)
- f)Kompost(MEGEP,2008a).

#### 1.1.9.2.2. İnorganik substratlar

##### a. Doğal ortam

- a)Kum ve Çakıl
- b)Perlit
- c)Pomza
- d)Genleştirilmiş Kil
- e)Vermikulit
- f)Zeolit
- g)Kaya Yünü
- h)Sepiolite
- i)Cam yünü
- j)Curuf(MEGEP,2008a).

##### b. Yapay ortam

(Poliüretan Köpük, Polistiren, Strafor, ... gibi)(MEGEP,2008a).

### 1.2. Dikey Tarım

Dikey çiftliklerin ortaya atıldığı günden beri yapılan ilaveler ve yenilikler ışığında sergilediği gelişim göz önüne alındığında; “Tek parçadan oluşan bir sahayı en az 3 katlı işletmeler şeklinde tasarlayarak, topraksız tarım sistemlerinin uygulandığı, büyük ölçüde kapalı (örtüaltı) yapıda, şehir nüfusunun da üretim faaliyetlerine dahil edildiği, geleneksel tarıma kıyasla doğal kaynaklardan minimum seviyede faydalanılarak maksimum üretimin temel alındığı, kent merkezlerinde ya da banliyölerinde tesis edilen aynı zamanda da salt tarımsal üretimden ziyade halk için sosyalleşebildikleri bir yaşam alanı oluşturan işletmelerdir.” şeklinde bir tanımlama yapılabilir(Şahin ve Kendirli,2016).

Dikey tarım ekilebilir toprak alanların azaldığı ya da hiç olmadığı yerlerde (gökdelenlerde, apartmanlarda, balkonlarda, teraslarda, küçülmüş arazilerde, mini bahçelerde vb) farklı materyaller ve sistemlerle tarım ürünlerinin dikine yetiştirilmesi önerisine dayanmaktadır(Bingöl,2015).

Günümüzde de açık veya kapalı alanlarda tarım yapılmasına rağmen dikey tarım örtü altı yetiştiriciliğini ileri teknoloji ile daha verimli bir hale getirmektedir(Bingöl,2015).

Dikey tarımın amacı pestisit ve herbisit gibi çevreyi kirleten tarım ilaçlarının kullanımını azaltmak, tarım arazilerindeki kaybı önlemek ve orman arazilerinin tarım arazilerine dönüşmesinin önüne geçilmesini sağlamaktır. Dikey tarımda yüksek üretim teknolojileri de erkencilik, verim ve kalite artışı getirir. Su tüketiminde ekonomi sağlar(Bingöl,2015).

Üretimin her aşamasının bilgisayar/robotik kontrolle gerçekleştiği dikey çiftliklerde sel, dolu, don, heyelan, çekirge istilaları gibi doğal ve de beşeri afetler (Salgın hastalıklar, yangınlar gibi) tehdit teşkil etmemektedir. İşletmenin bütününde HEPA (High-Efficiency Particulate Arrestance) filtrelerin (Havadaki virüs ve bakterileri temizleyen) kullanılmasıyla hem güvenilir gıdaya erişimde kamuoyunda bir güven ortamı sağlanabilecek hem de bu sayede çeşitli kimyasalların (Pestisitler, fungusitler gibi) kullanımı çok büyük oranda ortadan kalkacaktır. Kontrollü ve topraksız üretim sistemleriyle aynı zamanda kimyasal gübrelerin tüketiminde de ciddi tasarruf sağlanmakta hatta açıkta yapılan üretime kıyasla söz konusu tasarruf % 90'lara kadar çıkabilmektedir(Şahin ve Kendirli,2016).

Yıl boyunca üretim imkanı sağlaması dikey çiftliklerin önemli bir diğer avantajıdır. LED (Light Emitting Diode) tipi aydınlatma zamanla tarımda da kullanılmaya başlanmış ve bitki yetiştirmek amacıyla özel olarak LED Yetiştirme Işığı (LED Grow Light) tasarlanmıştır. Söz konusu aydınlatmada kullanılan lambaların 7 W'dan 300 W'a kadar değişebilen güçleri, morötesinden kızılötesine kadar geniş bir aralıkta ışıyım sağlayabilmesi ve de uzun ömürlü oluşları cazibesini artırmaktadır(Şahin ve Kendirli,2016).

### 1.2.1. Dikey tarımın avantajları

Dikey tarım uygulamalarının avantajları şu şekilde sıralanır;

- 1) Su ekonomisi  
Normal tarıma oranla %70-95 su tasarrufu sağlar.
- 2) Kontrol edilebilir iklim kontrolü  
Beraberinde erkencilik, verim ve kalite artışı getirir.
- 3) Toprak ekonomisi  
Toprağa bağımlı olmadan her yerde tarımsal üretim olanağı sağlar.
- 4) Pazara yakınlık  
Yerel üretim olanağı sağlar ve mevsimsel Pazar fırsatları sunar.
- 5) Hastalık, zararlı ve yabancı ot kontrolü  
Geleneksel tarımdaki gibi böcek ilacı kullanılmaz.
- 6) Optimize edilmiş üretim  
Sistemde kullanılan teknikler ekilen ürünlerden %90 oranında hasat almayı ve mahsul kayıplarının önüne geçilmesini sağlar.
- 7) Çevre dostu  
Biyo-çeşitlilik ve çevre üzerinde herhangi bir olumsuz etkisi yoktur(Bingöl,2015).

### 1.2.2. Dikey tarım sistem şekilleri

Dikey tarım sistemleri yapım şekillerine göre şu şekilde sınıflandırılır;

- a. Açık  
Gün ışığı ve elementlere maruz kalan (Çatı üstü, açık hava çiftlikleri)
- b. Çevrelenmiş  
Elementlerden korunmuş ama, hala güneş ışığını ısınma ve aydınlatma için ana kaynak olarak kullanır.
- c. Kapalı  
Doğal güneş ışığı almaz. Bitkiler LED bitki aydınlatma teknolojisi kullanılarak yetiştirilir.
- d. Diğer  
Doğal güneş ışığı almaz. Bitkiler diğer bitki aydınlatma teknolojileri kullanılarak yetiştirilir(TL,HPS, vs)(Bingöl,2015).

### **1.3. Çilek Yetiştiriciliği**

#### **1.3.1. Çilek hakkında genel bilgiler**

Çilek çok yıllık otsu bir bitkidir. Saçak köklü bir bitki olup kökler 25 cm toprak derinliğine kadar inebilir. Yaprakları parçalı, çiçekleri beş taç yapraktan meydana gelmiştir. Çilek meyvesi çiçek tablasının etlenmesiyle meydana gelen yalancı bir meyvedir. Kol atarak çoğalır(NİGEP,2012).

Çilek deniz kenarından 1000 m yüksekliğe kadar hemen her yerde yetişebilmektedir. Ancak yükseklik arttıkça çiçeklenme ve hasat zamanı da gecikmektedir. 500 m deki yüksekliklerde iklime bağlı olarak kalite daha iyi olup hastalıklara mukavemet artar(NİGEP,2012).

Çilek sistematikte Rosaceae familyasına ait *Fragaria vesca* olarak bilinir ve 600 den fazla çeşidinin olduğu bilinir(NİGEP,2012).

#### **1.3.2.Kullanım alanları ve besin değeri**

Çilek taze olarak tüketilmesinin yanında recel ve marmelatı yapılan bir meyvedir. Şekerleme, tatlı, pasta, bisküvi gibi birçok endüstri alanında kullanılmaktadır(NİGEP,2012).

Çileğin besin değeri;

100 g meyvede: 37 kalori, 0.7 g protein,8.4 g karbonhidrat, 0 kollosterol, 0.5 g yağ, 1.3 gr lif, 21 mg fosfor., 21 mg Kalsiyum, 1 mg demir, 1 mg sodyum, 164 mg potasyum, 12 mg magnezyum, 60 IU A vitamini, 0.03 mg B1 vitamini, 0.07 mg B2 vitamini, 0.6 mg B3 vitamini, 0.055 mg B6 vitamini, 4.6 mg folik asit, 77 mg C vitamini, 0.2 mg E vitamini bulunmaktadır(NİGEP,2012).

### **1.3.3. Ekolojik istekleri**

#### **1.3.3.1. İklim istekleri**

Çileğin büyümesine etki eden faktörlerin başında iklim, yer ve toprak gelmektedir.

Çilek dünya üzerinde birbirinden çok farklı bölgelerde ve ekolojik şartlarda yetiştirilebilmektedir. Yıllık yağış 250 mm olan çöl alanlarında sulamak suretiyle, 3500 m yükseklikteki alanlarda, soğukların -45 °C 'lere kadar düştüğü yerlerin yanında, yarı tropik yerlerde; yaz aylarında kuzey kutbuna yakın yerlerdeki devamlı aydınlık bölgelerden, 12 saatlik aydınlanmaya sahip Ekvatordaki bölgelere kadar birbirinden farklı çok ekstrem yerlerde yetiştirilebilmektedir(NİGEP,2012).

Çilekler 15,5 °C - 26,5 °C sıcaklıklarda iyi gelişme sağlarken, bu gelişme 10 °C'nin altındaki sıcaklıklarda kabul edilebilir şekilde yavaşlamaktadır. 26,5 °C'nin üzerindeki yüksek sıcaklıklarda ise meyve sertliği, suda çözünür madde içeriği gibi kalite parametreleri olumsuz etkilenebilmektedir. Bu nedenle seralarda soğuk şartlarda havalandırmaları kapatmak, gece sıcaklıklarının 0 °C'nin altına düşmesi beklendiği durumlarda ısıtıcılar kullanmak, sıcak mevsimlerde ise havalandırmaları açmak suretiyle sıcaklık kontrolü yapılmalıdır (Demirsoy vd., 2017).

Çilek -10 °C'ye kadar özel bir önlem almadan yetiştirilebilir

Çilekte çiçek teşekkülü, ürün miktarı ve kol atma durumu gün uzunluğuna bağlıdır. Kısa gün çilekleri uzun günde kol gelişimi, kısa günde çiçek gözleri oluşturur. Yani kısa gün çiçek teşekkülüne, uzun gün kol atmaya etken olur. Gün nötr çilekleri gün uzunluğuna bağlı kalmadan çiçek açıp meyve verdiklerinden kol oluşumu daha az olmaktadır(NİGEP,2012).

#### **1.3.3.2. Toprak istekleri**

Çilekler saçak köklü bitkiler olup genel olarak derin, verimli, nem tutma kapasitesi yüksek, iyi drene edilmiş, kumlu-tınlı, milli ve süzek topraklarda daha iyi yetişmektedir. Ancak bu toprakların yanında, çok değişik topraklarda da diğer ekolojik şartlar uygun olursa yetiştirilebilmektedir. Allüviyal humuslu tınlı topraklarda da iyi gelişir(NİGEP,2012).

Çilek en iyi olarak hafif asit karakterli topraklarda yetişir. Optimum pH=6.0 dır. Ancak yeterli organik madde bulunan ve pH=5.0-7.0 arasındaki topraklarda çilek yetiştiriciliği açısından uygundur(NİGEP,2012).

#### **1.3.4. Fide üretimi ve dikim zamanları**

Çilek fidesi üretimi, kollardan ve doku kültürü yolu ile yapılabilir. Son yıllarda topraklı fide anlamına gelen tüplü fide ile dikim, örtüaltında topraksız çilek tarımı ve yüksekte çilek yetiştiriciliği gibi yenilikler vardır. Frigo ve taze fide ile yapılan yetiştiricilikte A+ bitkilerin kullanılmasına özen gösterilmelidir. A+ bitkiler çapları 15 mm'den daha büyüktür. Normal olarak A+ bitkiler 3 salkım oluşturlar ve bu salkımlar da 25-35 adet meyve oluşturmaktadır(Paydaş Kargı ve Sarıdaş, 2012).

##### **1.3.4.1. Yaz dikimi**

Frigo fidelerde temmuz-ağustos aylarında yapılır. Frigo fide, fidelikten aralık-ocak aylarında sökülerek temizlenen 'Benlate' ile ilaçlanan 2 °C' de soğuk hava depolarında saklanmış olan fide tipidir(Nacar,2012). Frigo fideler, çok hızlı bir gelişme gösterirler, verim ve kalite yüksektir. Dikimden 5-8 ay sonra ürün alınmaktadır(Paydaş Kargı ve Sarıdaş, 2012).

##### **1.3.4.2.Tüplü taze fide dikimi**

Bu yöntemle fidelikte mayıs-haziran aylarında oluşan yavru bitkiler steril yetiştirme ortamlarında küçük plastik torbalarda mistleme altında köklendirilir ve temmuz-ağustos aylarında esas yerlerine dikilir. (Nacar,2012).

##### **1.3.4.3.Kış dikimi**

Kışları ılık geçen yerlerde (Akdeniz) ekim-kasım aylarında taze fidelerle yapılan dikim şeklidir. (Nacar,2012).

#### **1.3.4.4.İlkbahar dikimi**

Kışları soğuk geçen bölgelerde genellikle nisan ayında yapılan dikim şeklidir. Bu dikimde frigo fideler kullanılır. Bu bitkiler mayıs ve haziran aylarında az miktarda çiçek açarak meyve verir. Ancak esas ürün ertesi yıl alınır. (Nacar,2012).

#### **1.3.4.5.Sonbahar dikimi**

Fidelikten sökülen taze fidelerle eylül ayında yapılan dikim şeklidir. Bu dikimde erken meyve elde edilmesine karşın, meyve verim ve kalitesi düşük olur(Nacar,2012).Genelde taze fideler kullanılır. Ayrıca örtü altında frigo fide kullanılarak da sonbahar- kış dikimi yapılabilmektedir (Paydaş Kargı ve Sarıdaş, 2012).

#### **1.3.5. Topraksız Tarımda Çilek Yetiştiriciliği**

Çilek yetiştiriciliğinin en önemli sorunlarından biri toprak kökenli patojenlerin ve nematodların yol açtığı verim ve bitkisel kayıplardır. Bunlarla mücadele için dikimden önce toprağın çeşitli yollarla dezenfekte edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla dünyada çilek yetiştiriciliği yapılan alanlarda toprak dezenfeksiyonu için metil bromid yaygın olarak kullanılmıştır. Ancak metil bromidin ozon tabakasına zarar vermesi, yeraltı sularında, toprakta ve yetiştirilen ürünlerde brom kalıntısına neden olması sebebiyle pek çok ülkede 2015 yılında, ülkemizde ise 2008 yılı itibariyle Montreal Protokolü gereğince kullanımı yasaklanmıştır. Bu nedenle toprak dezenfeksiyonunda etkin yöntemler aranmaya başlanmış olup, bu amaçla solarizasyon ve diğer bazı kimyasallar kullanılsa da, bu yöntemlerin yeterince etkili olmaması ve kimyasal fumigantların verimi düşürmesi nedeniyle, çilek yetiştiriciliğinde topraksız tarım en etkili çözüm olarak görülmüştür. Topraksız tarımın çevre dostu bir yöntem olması yanında, kontrollü yetiştiricilik imkanı sağlaması, meyve kalitesi ve verimi de artırması, su, gübre, pestisit kullanımını azaltması ile birlikte herbisit kullanımına gerek kalmaması, iklim koşullarının uygun, fakat toprak koşullarının uygun olmadığı alanlarda yetiştiriciliğe imkan sağlaması topraksız çilek yetiştiriciliğine ilginin giderek artmasını sağlamaktadır (Demirsoy vd. ,2017).

Topraksız kültür tekniğinin bitkisel üretim bakımından en önemli avantajı ise birim alana dikilen bitki sayısının toprakta yapılan yetiştiriciliğe göre fazla ve dolayısıyla birim alandan alınan verimin de yüksek olmasıdır. Bu da yetiştiricilikte hem alandan kazanma imkanı yaratmakta, hem de daha kompakt alanlarda yüksek verim alınmasını sağlamaktadır (Adak ve Pekmezci,2011).

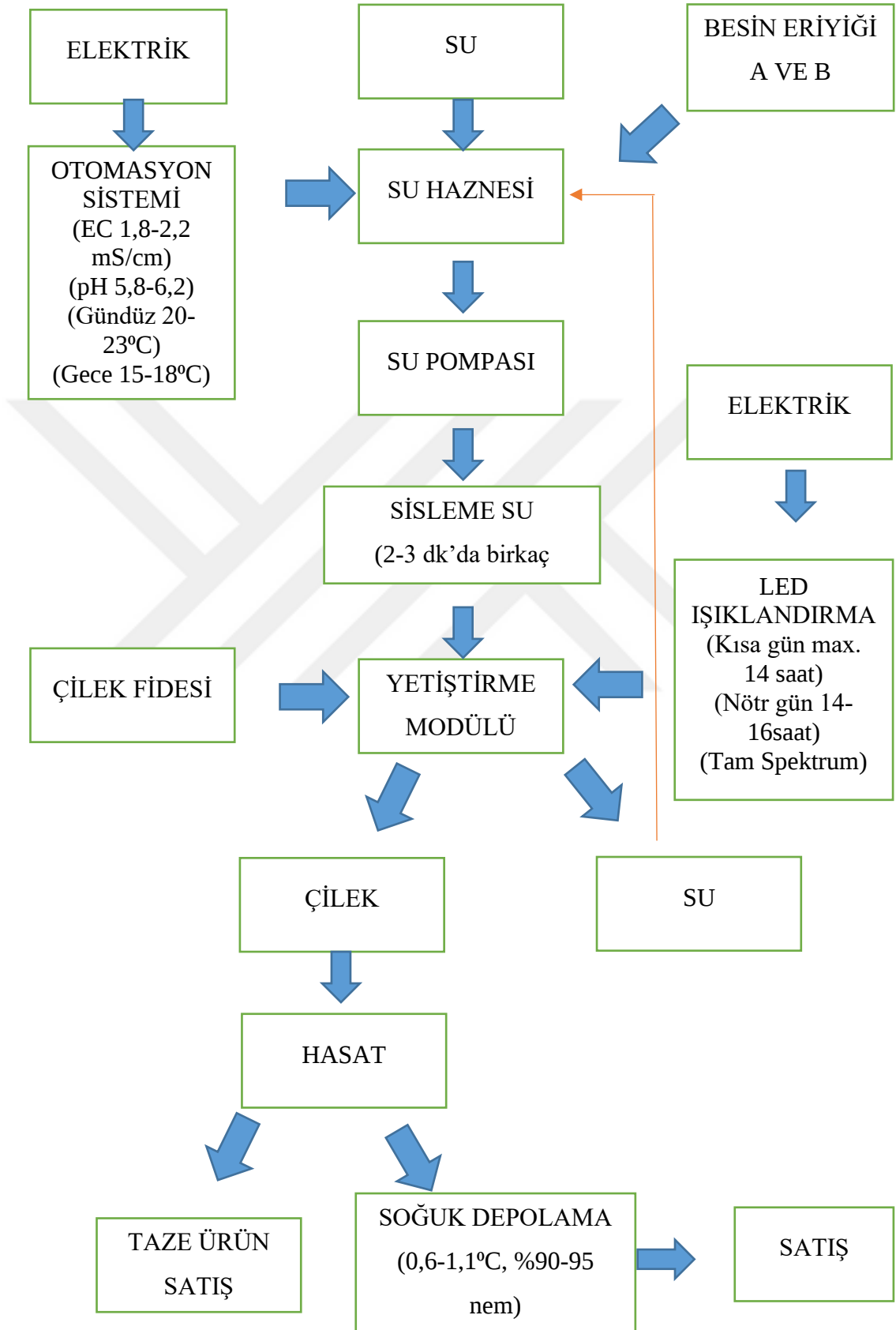
Topraksız yetiştiricilikte başarıyı etkileyen en önemli etmenler arasında ekoloji, sera konstrüksiyonu, yetiştiricilik sisteminin planlanması, çeşit, fide tipi ve yetiştirme ortamı sayılmaktadır. Yetiştiricilik sistemi bitki tür ve çeşidine göre değişiklik gösterirken, dikim sıklığını da etkilemektedir. Nitekim ilekte yatay ve dikey torbalarda, saksılarda, borularda vb. gibi birçok sistemde yetiştiricilik planlanabilmektedir(Adak ve Pekmezci,2011).

#### **1.3.6. ilek Yetiştiriciliğinde Topraksız Tarımın Avantaj ve Dezavantajları**

ilek yetiştiriciliğinde topraksız tarım, birim alana dikilen bitki sayısını diğer türlere göre önemli derecede artırmakta ve buna bağlı olarak birim alan verimini artırmaktadır. Ayrıca bu yetiştiricilik sistemi ile çilekte, iyi bir üretim periyodunun planlanması, 8-10 ay boyunca devamlı ürün sağlanabilmesi nedeniyle geniş bir market talebi, bitkilerin kontrollü bir şekilde beslenmesi, çiçeklenmenin ve meyve kalitesinin kontrol edilebilmesi, su ve gübre sarfiyatında önemli tasarruf sağlaması, tarımsal ilaç kullanımını azaltması, yetiştiricilikte ısıtma giderlerinin az olması, her yıl toprak hazırlığına ihtiyaç olmaması, geleneksel yetiştiriciliğe göre kolay kültürel işlemler ile hasat, toprak yorgunluğu ve toprak hastalıklarının üstesinden gelme şansı, mantari hastalıkların da topraklı tarıma göre daha az olması gibi pek çok avantajlar sunmaktadır.

Tesisin ilk yatırım maliyetinin yüksek olması, yetiştiriciliğin özel bilgi ve deneyim gerektirmesi, bitki besleme uygulamalarının çevresel şartlara göre planlanması, çevresel faktörler gözetmeksizin yapılan fertigasyon uygulamaları sonucunda görülen fizyolojik bozukluklar (u yanıklığı vb.), organik yetiştirme teminindeki zorluklar ile inorganik yetiştirme ortamlarının evre kirliliği yapması gibi sorunların yanı sıra hastalık ve zararlı yayılımının hızlı olması çilekte topraksız tarımın dezavantajları olarak görülmektedir(Demirsoy vd. ,2017).

### 1.3.7. Topraksız Tarımda Çilek Üretimi Akış Şeması



### 1.3.8. Topraksız Tarımda Yetiştirilen Bazı Çilek Türleri

AROMAS: Aromas çilek fidesi 1 ayda çiçeklenir ve verime yatar. Erkenci, tatlı ve kokusu aroması yüksek kısa gün çeşididir (Çileksan Çilek Fide Üretim Sanayi, 2022).

ALBİON: T.C Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından sertifikalandırılmış çilek fidesi çeşididir. Nötr gün, yediveren çilek fidesi çeşididir. Yıl boyu çilek veren bir çeşittir. Meyve kalitesi çok yüksek, aroması iyidir. Nakliyeye dayanıklı olup çabuk erimez, çabuk bozulmaz (İntfa Tarımsal Alışveriş Merkezi, 2022).

BALCALI-1: Meyve eti serttir, aroması iyi sofralık bir çeşittir. Akdeniz iklimi ve kışları soğuk bölgeler için uygundur. Verimli bir çeşittir (Süzer, 2022).

BALCALI-3: Meyve eti sert, aroması iyi sofralık bir çeşittir. Çok erkenci ve örtü altı sebzeciliği için uygundur (Süzer, 2022).

CAMAROSA: Sofralık yetiştiriciliğe uygundur. Yüksek verimli olup kaliteli meyvelere sahiptir. Meyve eti sert, çok iri ve aromalıdır. Akdeniz Bölgesi bu çileğin yetiştiriciliğine uygundur (Konya Ovası Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı, 2022). Sera ve açık tarlada çilek yetiştiriciliğine uygundur. Kısa gün çilek çeşididir. Meyveleri dolgun, iri ve darbelere dayanıklıdır (Çileksan Çilek Fide Üretim Sanayi, 2022).

CHANDLER: Sofralıktır. Meyve eti sert olup aroması iyidir. Orta erkencidir. Yüksek verimlidir. Akdeniz ve Ege Bölgeleri için uygundur. Kısa gün çilek çeşididir (Konya Ovası Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı, 2022).

DOUGLAS: Orta erkencidir. Meyve eti serttir. Verimlidir. Tat ve kalitesi iyidir. Sofralık ve derin dondurulmaya uygundur. Tüm bölgeler için tavsiye edilir (Konya Ovası Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı, 2022).

FESTİVAL: Kısa gün çeşididir. Meyve kalitesi ve verimi Camorosa'ya çok benzer. Camorosa'dan daha erkencidir. Meyvelerin aroması Sweetcharlie kadar yüksek olmasa da Camorosa'dan yüksektir (Çileksan Çilek Fide Üretim Sanayi, 2022).

KABARLA: Sera ve açıkta yetiştiricilik için uygun özelliklere sahip olan bu çeşit, yüksek verimli olup erkencidir. Akdeniz ve Ege Bölgeleri için önerilmektedir. Kısa gün çilek çeşididir (Konya Ovası Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı, 2022).

PAJARO: Sofralık ve derin dondurulmaya uygundur. Meyve eti set, aroması iyidir. Orta erkenci olup yüksek verimlidir. Akdeniz ve Ege Bölgeleri için uygundur. Kısa gün çilek çeşididir (Konya Ovası Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı, 2022).

POCAHONTAS: Sofralık çeşit olup derin dondurulmaya ve sanayiye uygundur. Verimli olup tüm bölgeler için tavsiye edilir (Konya Ovası Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı, 2022). Erkenci ve kısa gün çilek çeşididir (Süzer,2022).

PORTALA: T.C Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından sertifikalandırılmış çilek fidesi çeşididir. Nötr gün ve verimlidir. Sera ve açık alan çilek yetiştiriciliği için uygundur (İntfa Tarımsal Alışveriş Merkezi, 2022).

RAPELLA: Nötr gün özelliğine sahip olan bu çeşit, meyve eti sert, aroması iyi ve sofralık bir çeşittir. Yüksek verimli olan bu çeşit Akdeniz, Ege, Karadeniz ve Marmara Bölgeleri için önerilmektedir (Konya Ovası Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı, 2022).

RUBYGEM: Kısa gün çeşididir. Erkenciliği ve çok beğenilen tadı ile tanınır. Yediveren özellikte olup yıl boyu çilek verir (Çileksan Çilek Fide Üretim Sanayi, 2022).

SAN ANDREAS: Orta derecede nötr gün çilek fidesi çeşididir ve bu özelliğinden dolayı kısa gün çeşidi gibi dikilebilir. Tola dayanımı oldukça iyidir. Erkencidir ve aroması iyidir (İntfa Tarımsal Alışveriş Merkezi, 2022).

SEACCAPE: Nötr gün özelliğine sahiptir. Meyve eti sert, aromalı, verimli ve oldukça erkencidir (Konya Ovası Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı, 2022).

SELVA: Nötr gün özelliğine sahiptir. Meyve eti serttir. Aroması ortadır. Sofralık çeşittir. Yüksek verimli olan bu çeşit Akdeniz, Ege, Karadeniz ve Marmara Bölgeleri için önerilmektedir (Konya Ovası Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı, 2022).

SWEET CHARLIE: Ticari olarak üretimi yapılan çilek çeşitleri içerisinde en erkenci çeşitlerdendir. Tatlıdır ve meyve kalitesi yüksektir (Konya Ovası Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı, 2022). Yediveren özellikte olan Sweet Charlie çilek fidesi 1 ayda çiçeklenir ve verime yatar. Yıl boyu çilek verir. Sahil ve sıcak bölgeler ve geçit bölgeleri için uygundur. Erkenci, tatlı ve kokusu aroması yüksek kısa gün çeşididir (Çileksan Çilek Fide Üretim Sanayi, 2022).

TİAGO: Sofralık ve erkencidir. Meyve eti kırmızı, sert, lezzetli ve verimlidir. Yola dayanıklıdır (Konya Ovası Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı, 2022). Orta erkenci bir çeşittir. Derin dondurma ve gıda sanayi için oldukça uygundur. Taşımaya dayanıklıdır. Yetiştiriciliği bütün bölgelere önerilir. Kısa gün çilek çeşididir.

| ÜLKEMİZDE TESCİLLİ ÇİLEK ÇEŞİTLERİ (ANONİM, 2015) |                 |             |             |               |
|---------------------------------------------------|-----------------|-------------|-------------|---------------|
| Aliso                                             | Redlands Hope   | Palomar     | Ata 77      | Cruz          |
| Kabarla                                           | Seyhun          | Erenoğlu 77 | Dorit (216) | Sweet Charlie |
| Ceyhun                                            | Hilal 77        | Douglas     | Cal Giant 3 | Monterey      |
| Dorukhan 77                                       | Pajaro          | Festival    | San Andreas | Doruk 77      |
| Tioga                                             | Camino Real     | Portola     | Bolverim 77 | Tufts         |
| Albion                                            | Florida Fortuna | Amiga       | Vista       | Ventana       |
| Florida Elyana                                    | Benicia         | Yalova-15   | Ebru        | Dpı Rubygem   |
| Mojave                                            | Yalova -104     |             | Kaşka       | Eren 77       |
| Sabrina                                           | Yalova -110     | Sevgi       | Cristal     | Sabrosa       |

Şekil 1.2. Ülkemizdeki tescilli çilek çeşitleri

| KISA VE NÖTR GÜN ÇİLEK ÇEŞİTLERİ |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Gün Işığına Tepkisi              | Çeşit İsmi                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Nötr Gün çilekleri               | Selva, Fern, Portola, Rapella, Seascape, 1.708, 2.521, 4.229, San Andreas, Monterey, Albion, Sweet Ann, Diamante                                                                                                                                                                                    |
| Kısa Gün Çilekleri               | Chandler, Camarosa, Kabarla, Osmanlı, Festival, Aliso, Pocahontas, Lester, Red Chief, Rubygem, Florida, Kestel, Pajaro, Sweet Charlie, Dorit (216), Yalova-9, Yalova-104, Yalova-15, Dana, Brío, Tioga, Fortuna, Redlans Hope, Palomar, Camino Real, Ventana, Benicia, Mojave, Honeoye, Oso Grande, |

Şekil 1.3. Kısa ve nötr gün çilek çeşitleri

#### 1.4. Topraksız Tarımda Aydınlatma

##### 1.4.1. Bitki-ışık ilişkisi

Bitki-ışık ilişkisinin ortaya konulmasında temel olarak üç olay öne çıkmaktadır. Bunlar fotosentez, fotomorfogenesis ve fotoperiyodizm şeklindedir.

Fotosentez su, CO<sub>2</sub> ve ışık bileşenlerine dayalı olarak karbonhidrat ve oksijenin üretildiği bir süreçtir. Fotosentezde klorofil esas olarak mavi ve kırmızı ışığı absorbe etmekte, yeşil ışığın büyük bölümünü geçirmekte ya da yansıtmaktadır. Bu yönüyle değerlendirildiği zaman enerjinin kullanışlılığı açısından en yararlı ışınlar kırmızı ışınlar olmaktadır. Ancak şunu da belirtmek gerekir ki, kısa dalga boyundaki ışığın parçacıklarının taşıdığı enerji, uzun dalga boyundaki ışığın parçacıklarının taşıdığı enerjiye oranla daha fazladır(Yağcıoğlu,1996),(Deniz ve Ergüneş,2004).

Fotomorfogenesis kavramı ışığın biçim üzerindeki etkisini tanımlamaktadır. Bu yönüyle ışık, bitkinin tüm gelişim evrelerini kontrol etmektedir. Bunlar arasında tohumun çimlenmesi, gövde ve yaprakların oluşumu ve klorofil oluşumu sayılabilmektedir(Yağcıoğlu,1996),(Deniz ve Ergüneş,2004).

Fotoperiyodizm ise bitkilerin ışıklandırma süresi karşısında gösterdikleri tepkiyi ifade etmektedir. Hemen tüm bitkilerde günlük veya mevsimlik ışıklandırma süresine bağlı olarak çeşitli biyolojik tepkiler oluşmaktadır. Bunlar arasında tomurcuklanma,

çiçeklenme, yaprak ve meyve oluşumu, sararma, yaprak dökme vb. sayılabilmektedir(Yağcıoğlu,1996),(Deniz ve Ergüneş, 2004).

#### **1.4.2. Fotoperiyodik aydınlatma**

Işık kaynakları bitki büyümesini teşvik etmek, kalite ve verimde homojenlik sağlamak, bitkilerin vejetatif ve generatif dönemlerinde fotoperiyot zamanlarını ayarlamak, bitkilerin morfolojik ve fitokimyasal olaylarını düzenlemek gibi farklı amaçla kullanılabilmektedir(Bayhan ve Avcı,2019).

Fotoperiyodik aydınlatma, bitkilerde istenilen gelişmeyi kontrol edebilmek amacıyla, gereksinim duyulan ışıklı sürenin yapay olarak düzenlenmesinde uygulanan yöntemdir. Fotoperiyodik aydınlatma uygulamalarında amaç; elektriksel aydınlatıcılar yardımıyla günü uzatıp(geceyi kısaltıp), bitki bünyesindeki fitokrom kırmızı ötesi / fitokrom kırmızı (Fk<sub>ö</sub>/Fk) oranını uzun gün etkisi yaratacak kritik değerin üzerinde tutabilmektir(Yağcıoğlu,2005),(Uzun ve Demir, 2012).

Fotoperiyodik aydınlatmada, kırmızı ışık mavi ışıkla birlikte ve yüksek dozlarda verilebilirse çiçeklenmeyi, tohum üretimini ve meyve tutumunu artırıcı rol oynamaktadır. Mavi ışık bitkinin vejetatif gelişiminden sorumludur ve bitkinin morfolojik açıdan sağlıklı gelişmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca tayfin mavi-yeşil bölgesi enerjinin en yoğun olduğu bölge olarak bilinmektedir. Bitkilerin yeşil yapraklarının içerdiği klorofil maddesi bitkinin fotosentez yapabilme yeteneğini ve hızını etkilemektedir. Tarımsal amaçlı yapılan yapay aydınlatmada kullanılan ışık kaynakları (ark lambaları, flüorışıl lambalar ve akkor telli lambalar) elektromanyetik tayfin görünür bölgesinin (350-700 nm) tamamını ve görünmez bölgede küçük bir kısım ışığı yayarken, LED ışık lambaları tek renk ışık yaymaktadır. Bu özellik, mavi ve kırmızı dalga boylu bölgelerdeki ışığın bitkiye ulaştırılmasına olanak verdiğinden son zamanlarda tarımsal aydınlatma uygulamalarında daha çok tercih edilmektedir(Çağlayan ve Ertekin,2011).

LED lambalar kullanım ömrünün uzun olması, ışık ve enerji verimliliğinin yüksek, ısı oluşumunun düşük olması sebebi ile yapay aydınlatmada önemli rol oynamaktadır(Bayhan ve Avcı,2019).

Işınımsal enerjinin 400–700 nm dalga boyu aralığındaki bölümü bitkiler tarafından fotokimyasal reaksiyonlar için kullanılır. Fotosentetik aktif radyasyon (FAR) olarak adlandırılan bitkinin fotosentez amaçlı kullandığı ışıınımsal enerji isteği günlük toplam 1.2-1.7 MJm<sup>-2</sup> arasında değişiklik göstermektedir. FAR miktarının dalga boyu aralığındaki ve şiddetindeki değişimleri, bitkinin büyüme ve gelişimi ile doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle özellikle serada bitki yetiştiriciliği açısından FAR değeri büyük önem taşımaktadır. Bitkinin ihtiyaç duyduğu FAR miktarının eksik kalan bölümü, aydınlatma uygulamaları yapılarak bitkiye sağlanmalıdır(Uzun ve Demir,2012).

LED tipi aydınlatma sistemlerinin tasarımında bitkilerin PAR gereksinimi önemli bir parametredir. Bitki çeşidi, miktarı, yetiştirme evresi ve ortamın özelliklerine göre belirlenecek LED ışık kaynakları genellikle mavi renk için 10 µmol.s<sup>-1</sup> (14 W lamba gücünde), kırmızı renk için 10 µmol.s<sup>-1</sup> (10 W lamba gücünde) ve uzak kırmızı için ise 6 µmol.s<sup>-1</sup> (10 W lamba gücünde) foton akısı sağlayabilmektedir.

Örneğın 1 m<sup>2</sup> için 30 µmol.s<sup>-1</sup> kırmızı ve 20 µmol.s<sup>-1</sup> mavi ışık gereksinimi olduğunda, 3 adet kırmızı ve 2 adet mavi ışık veren LED lamba kullanılmalıdır. Bu sistemin güç gereksinimi 3\*10+2\*14=58 W düzeyinde olmaktadır(Koç vd. ,2009).

#### **1.4.2.1. LED tipi aydınlatma**

LED’lerin başlıca özellikleri ve sağladığı faydalar arasında şunlar sayılabilir:

- Tek renk ışık kaynağıdır (dar bandlı): Işık istenilen dalga boyunda olduğı için renk filtresi, prizma gibi renk ayrıştırıcılara ihtiyaç yoktur.
- Çok küçük ışık kaynağı olması sayesinde küçük ebatlı armatürler geliştirilebilir,
- Tasarımcılara geniş ve kolay kullanım olanağı tanır,
- Hızlıdır, 200 ns içinde ışık vermeye başlar,
- Uzun ömürlüdür (kullanım şartlarına bağılı olarak 50000-100000 saat),
- Işık verimliliğı sürekli artmaktadır. Cree inc. (2012) tarafından Nisan 2012’de 254 lm.W- 1 verime ulaşıldığı bildirilmiştir,
- Geleneksel yapay ışık kaynaklarına göre çok daha düşük ısı üretirler,
- Özel mercek yapısı sayesinde ışık kolayca yönlendirilebilir,

- Görülebilir renk tayfındaki hemen bütün renkler elde edilebilir,
- Işık seviyesi ayarlanabilir,
- Şok ve titreşimlere dayanıklıdır,
- Beyaz LED için 3200-6500 K arası farklı renk sıcaklıkları verebilir,
- Çevrecidir; yapısında cıva gibi ağır metaller ve halojen gazları yoktur(Çağlayan,2013).

### **1.4.3. Bitkisel aydınlatma için tasarım etmenleri**

#### **1.4.3.1. Işık miktarı ve yoğunluğu**

Işık miktarının bitki için uygun seviyenin altında olması, bitkideki fotosentez etkinliğini ve hızını düşürebileceği gibi, üstünde olması durumunda da, fotosentez hızı durağan hale geçmektedir. Bitkisel aydınlatmada amaç, fotosentez hızını olabilecek en yüksek seviyeye getirmek için ışık düzeyini en uygun duruma ayarlamaktır. Bitkisel aydınlatma uygulamalarında ışık düzeyinin belirtilmesi için kullanılan en uygun birim, 400–700 nm dalga boyları aralığındaki belirli zaman süresince birim alana gelen kuantum veya foton miktarını gösteren kuantum akış yoğunluğu, Einstein veya  $\mu\text{mol.s}^{-1}\text{.m}^{-2}$ 'dir(Öztürk,2008)(Dayıoğlu ve Sileli, 2012).

#### **1.4.3.2.Aydınlatma süresi**

Bitkilerin normal hayat evrimlerini tamamlayabilmeleri için belli bir gün uzunluğuna ihtiyaçları vardır. Gece ve gündüz uzunluğunun yıl içindeki çevrimi, bitkilerin büyümesini ve çiçeklenmesini doğrudan etkiler. Bitkilerin ışık ve karanlık dönem sürelerine verdikleri tepkiye fotoperiyodizm denir(Çağlayan,2013).

Fotoperiyodizme göre 3 tür bitki vardır:

- Kısa gün bitkileri; Günde 13–14 saatten az fotopriyotta çiçeklenme olurken, daha uzun ışık sürelerinde yapraklanma (vejetatif büyüme) görülür.
- Uzun gün bitkileri; Günde 13–14 saatten fazla ışık almaya başlayınca çiçek açar; daha kısa sürelerde ise ancak vejetatif olarak gelişirler.

- Nötr bitkiler; Fotoperiyot süresine bağlı olmaksızın çiçek açan bitkilerdir(Çağlayan,2013).

#### **1.4.3.3.İşık kalitesi**

Fotosentezi artırmak için yapılan aydınlatma uygulamalarında ve fotoperiyot kontrolü için ışık kaynağı seçiminde ışık kalitesi önemlidir. Elektromanyetik tayfin PAR olarak bilinen ve 400-700 nm dalga boyları aralığındaki özellikle mavi (460-480 nm) ve kırmızı ışık (650-700 nm) bitkiler tarafından fotosentez işlemi için en etkin olarak kullanılan dalga boylarıdır(Çağlayan,2013).



## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

### 2.1. Sistem Dinamik Simülasyonu ve Yatırım Değerlemesi Literatür Taraması

Bu çalışmada temel amaç, topraksız ve güneşsiz tarımda çilek üretimi yapan bir tesisinin sistem dinamik simülasyonu ile proje değerlendirilmesinin yapılmasıdır. Sistem dinamiği, karmaşık sistemlerin dinamik davranışını açıklayan bir modelleme yöntemidir. Karmaşık sistemlerin parçaları, sistem dinamiğinde stoklar ve akışlar olarak tanımlanır. Fiziksel veya kavramsal herhangi bir değeri temsil eder. Akışlar, birim zamanda stoklardaki değişimi temsil eder. Zaman boyutları ile tanımlanır (Sansarcı, 2016). Teknik olarak, bir sistem dinamiği modeli oluşturulmaya çalışıldığında, ilk olarak nedensel döngü diyagramının ortaya çıkarılması gerekir. Nedensel döngü diyagramları, dinamik bir sistemin etkileşimlerini ve elemanlarının karşılıklı ilişkilerini anlamayı kolaylaştıran bir araçtır. Nedensel döngü diyagramları üç bölümden oluşur. Sebep-sonuç ilişkileri ile ilişkilendirilen değişkenler, hangi ögenin hangi ögeyi etkilediğini gösteren oklar, ilişkinin yönünü gösteren okların yanında bulunan simgeler (Çil vd. 2018). Sterman'a göre sistem dinamiği yaklaşımı dört temel özelliğe odaklanır. Birincisi, tüm dinamik davranışını akışlar ve topladıkları stoklarla temsil edebilmesidir. İkinci temel özellik ise sistemdeki stok ve akışların geri besleme döngüleri içinde olmasıdır. Üçüncü temel özelliğe göre, herhangi bir sistemdeki neden-sonuç ilişkileri doğrusal olmayan şekillerde birleşir. Son temel özellik ise, sistemin doğasında bulunan ve birbirleriyle etkileşim halinde olan akışlar, geri besleme döngüleri ve doğrusal olmayan ilişkilerden oluşan ağın dinamik davranışının analitik olarak analiz edilmemesidir. Bu nedenle karmaşık sistemlerin dinamik davranışını ortaya çıkarmak için bilgisayar simülasyonu zorunludur (Çil vd. 2018). Sistem dinamiği; insan zihni ve bilgisayarların gücünü birleştirilerek çıkılan yolda karmaşık sistemleri anlamak ve analiz etmek için kullanılan bu yaklaşım 1950 yılında ilk olarak JW Forrester tarafından kullanılmıştır. Günümüzde birçok farklı sektörde, farklı senaryolar ve değişkenlerle karar verme amacıyla kullanılmaktadır. Sistem dinamiği; insan zihni ve bilgisayarların gücünü birleştirilerek çıkılan yolda karmaşık sistemleri anlamak ve analiz etmek için kullanılan bu yaklaşım 1950 yılında ilk olarak JW Forrester tarafından kullanılmıştır. Günümüzde birçok farklı sektörde, farklı senaryolar ve değişkenlerle karar verme amacıyla kullanılmaktadır. Akademik tarım literatürü incelendiğinde, sistem dinamikleri ile endüstri operasyonlarını

bütünleştiren birkaç çalışma vardır; Shi ve Gill (2005), araştırmalarında ekolojik tarımın sürdürülebilirliği üzerine bir vaka çalışmasında sistem dinamiklerini kullanmışlardır. Tarımsal, kurumsal, sosyal, ekolojik ve ekonomik zorlukları göz önünde bulundurarak uzun vadeli etkileşimlerin ve politik dinamiklerin, ekonominin ve çevrenin etkilerini test ettiler. Sistem araştırmacıları da organik tarım konusunu ele almaktadır. Organik tarımda kullanılan alan yüzeyi, üretim düzeyleri ve ürün seçimi ile ilgili stratejik sorulara yanıt arayan Rozman vd. (2012) çalışmalarını sistem dinamiği ışığında yürütmüşlerdir. Organik tarıma geçiş için potansiyel adayların sayısı, organik çiftliğe dönüştürülen çiftliklerin sayısı ve bu ikisinin arasındaki dönüşüm oranını temel değişkenler olarak kullanıp nedensel döngü diyagramlarını oluşturmuşlardır. Atherton (2013), tezinde Gambiya için özel olarak tasarlanmış bir sistem dinamiği modeli kullanmaktadır. Bu model beş sektör içermektedir: iklim, nüfus, arazi kullanımı, gıda üretimi ve su kaynakları. Araştırmada, 100 yıllık bir süre boyunca dört senaryo simüle edilmiştir. Bu senaryolar; toplam doğurganlık hızında azalma, sulamada artış, mahsul veriminde artış ve yağışta aşırı azalma. Üç senaryo içinden pirinç tarım endüstrisinin gelişimi için en iyi senaryoyu bulmak isteyen Udin vd. (2014) araştırmalarında bir vaka çalışmasını simüle etmişlerdir. Suryani ve diğerleri (2014), araştırmalarında bölgesel durum değişikliklerini dikkate alarak gıda güvenliğini artırmayı amaçlamışlardır. Bu amaçla pirinç üretimine dayalı bir sistem dinamiği modeli geliştirmişlerdir. Hasan ve ark. (2015), 2015-2035 yılları arasındaki 20 yıllık süreçte soya fasulyesinin kendi kendine yeterlilik hedeflerine yönelik talep analizini sistem dinamiği yaklaşımıyla ele almıştır. Çalışma talep, üretim, çiftlik maliyeti ve ithal soya fasulyesi maliyeti olmak üzere dört alt modelden oluşmaktadır. Rozman vd. (2015) yaptıkları diğer bir çalışmada nedensel döngü diyagramı ve sistem dinamiği metodolojisi kullanılarak şeker pancarı ekonomisini tartışmışlardır. Bu sistem dinamiği modeli, şeker pancarı üretim maliyetlerinin değerlendirilmesi, şeker pancarı işleme maliyetleri ve fabrika nakit akışı projeksiyonları, planlanan şeker fabrikası için gerekli olan alanın eksiksiz analizi için kullanılmıştır. Ustriyana (2015), çalışmasındaki simülasyon modelinde Bali'deki pirinç stok tasarımı üretim ve tüketim açısından keşfetmeyi amaçlamıştır. Dinamik modelleme, nüfus, gelir, üretim, gayrisafi bölgesel yurtiçi hasıla, arazi ve tüketim ve pirinç bilançosu olmak üzere altı alt modelden oluşturulmuştur. Bu çalışma sonucunda, artan talep nedeniyle pirinç stokunun azalacağını gösterdiği için nedensel diyagramın olumlu geribildirim verdiği görülmüştür. Goddek vd. (2016), DAPS (decoupled aquaponic system) için teorik bir

kavram geliştirmek amacıyla amacıyla sistem dinamiği yaklaşımından yararlanmışlardır. Ayrıca bu modeli su, besin maddesi, balık, çamur ve bitki seviyelerini tahmin etmek için de kullanmışlardır. Modelden elde edilen çıktılar, yetiştiricilik su kalitesinin hidroponik evapotranspirasyon oranına bağlı olduğunu göstermektedir. Turner vd. (2016) makalelerinde, su, toprak, gıda sistemleri ve küçük ifti sorunlarına uygulanan çok sayıda sistem dinamiği vakasını incelemişlerdir. Daha sonra Tarımsal ve doğal kaynak yönetiminde ortaya çıkan sorunların ele alınmasında sistem dinamiğinin potansiyel katkılarını tartışmışlardır. Walters vd.(2016) araştırmalarında tarımsal üretim ekonomik, çevresel ve sosyal sürdürülebilirliği üzerindeki faktörlerin sistemik etkilerini araştıran bir sistem dinamiği modeli geliştirmişlerdir. Modeli bölgedeki  baskın ürün olan mısır, soya fasulyesi ve buğday ile bir hayvan sistemi ile parametreleştirdiler. Bastan vd. (2017), çalışmalarında İran tarım endüstrisinin sürdürülebilir kalkınmasında mevcut dinamikleri analiz etmek amacıyla entegre ve sistemik bir simülasyon modeli sunmuşlardır. Mesgari vd. (2017), çalışmalarında sistem dinamiği yaklaşımı ile İran tarım sistemini modellemiş ve 2040 yılına kadar olan üç eğer-yleyse senaryosu altında simüle etmişlerdir. Oluşturdukları modelde talep tarafı, arz tarafı ve düzenleyici taraf olmak üzere üç ana alt sistemi baz almışlardır. Aprillaya vd. (2019), eltik üretimindeki artışı etkileyen faktörleri politika stratejisi hazırlığı için sistem dinamiği modeli yaklaşımını kullanmışlardır. Bu çalışmalarını ekim ve hasat sonrası açısından analiz etmişlerdir.2019-2025 yılları arasında dinamik sistem modeli uygulayan Brilliantina vd.(2019), çay tarımının performans ölçümünü incelemişlerdir. Bu performans ölçümünü üretim süreci, finans ve insan kaynakları dinamiklerini ele alarak gerçekleştirmişlerdir. Fitch (2019), doktora çalışmasında sistem dinamik modelini kullanarak, altyapı yatırımlarında reel opsiyonların değerlemesini araştırmıştır. Bu araştırma için; proje teslim yöntemini seçmek, kamu-özel ortaklığı projelerinin finans yapısını iyileştirmek ve farklı altyapı sistemlerine yayılan varlıkların davranışlarını simüle etmek için üç aşamalı bir metodoloji sunmuştur. Khan ve arkadaşları (2020), yaptıkları çalışmada belirsiz petrol ve gaz fiyatlarını göz önüne olarak yatırım politikası kararının firma değeri üzerindeki etkisini analiz etmek ve firma değerini artıran politikalar önermek amacıyla sistem dinamik modelinden yararlanmışlardır. Böylece yapılan çalışmada petrol ve gaz fiyatı ile hisse başına piyasa fiyatının ters ilişkili olduğu sonucuna varmışlardır. Gonzalez-Hernandez vd.(2020), makalelerinde sıcaklık ve zaman değişkenleri açısından tedarik sürecinde

ilek kalitesinin davranışını stokastik bir şekilde incelemek için simülasyon modeli oluşturmuşlardır. Önerdikleri model meyve kalitesini soğuk zincirli ve soğuk zincirsiz olmak üzere iki açıdan analiz etmektedir. Khan vd.(2021), makalelerinde sermaye yapısı politikasının firma değeri üzerindeki süreçlerini içeren sistem dinamiğine dayalı kurumsal planlama modeli kurulmasını amaçlamışlardır. Sonuç olarak sermaye yapısı bileşimindeki borç yüzdesindeki artışın firma değerini artırdığı görülmüştür.2020-2050 yılları için altı farklı senaryoyu inceleyen elik ve Serin (2022), Türkiye’de gıda güvenliğini sağlamak için en uygun politikayı belirlemek amacıyla sistem dinamiği modelini kullanmışlardır. Modelde kullandıkları verileri nüfus, verimlilik oranı, ekilebilir arazi doğurganlık oranı ve yıllık gıda tüketimi (kişi başına) olarak seçmişlerdir. Khan ve Qureshi (2022), çalışmalarında döviz kuru dalgalanmalarının firma değeri üzerindeki etkisini analiz etmişlerdir. Sistem dinamik simülasyonu sonuçları daha güçlü bir yerel para biriminin firmanın hisse başına piyasa fiyatında bir artışa yol açtığını ve bunun tersi olduğunu ortaya koymuştur.

### **3. MATERYAL VE YÖNTEM**

#### **3.1. Yatırım ve Proje**

##### **3.1.1. Yatırım nedir?**

Yatırım dediğimizde, genel olarak oluşan tablo şudur; bir ürün veya hizmet üretmek isteyen kişi veya şirketlerin, ürettiği ürün veya hizmetten ekonomik açıdan kar sağlamak amacıyla, elinde bulunan sermayesini gerekli yerlere harcamasıdır. Gedik vd(2005)yatırımı şu şekilde açıklamıştır; yatırım bir toplumda belirli bir zaman süreci içinde mal veya hizmetlerin üretimini artırmak için bazı olanaklar yaratma, genişletme ve geliştirmeye yönelik öneri veya karşılığında bir mal veya hizmet üretmek için yapılacak harcamaların tümü olarak tanımlanabilir. Çalikoğlu(2002), tez çalışmasında, ulusal ekonomi açısından yatırım, ülkenin üretim gücüne yapılan eklemelerdir, diye bahsetmektedir. Safarov (2009) ise, İşletme biliminde ise yatırım kavramı mikro açıdan tanımlanmakta olup, işletmenin amacını oluşturan faaliyetleri yürütmek, işletmenin varlığını ve rekabet gücünü korumak veya geliştirmek amacıyla sürekli olarak işletmede bulundurmak zorunda olan araçlara ilişkin olarak yapılan harcamalardır, şeklinde farklı bir açıdan yatırıma değinmiştir.

##### **3.1.2. Yatırım çeşitleri**

###### **3.1.2.1. Temel yatırımlar**

Bir ürün veya hizmet üretmek amacıyla gerekli olan üretim tesisinin kurulması için arsa, tesis, makine ve teçhizat ve diğer yardımcı unsurlar gibi ihtiyaçlara yapılan harcamalardır. Çağlar(1996), Yeni bir projenin gerçekleştirilmesi için yapılan tesis yatırımlarıdır, şeklinde özetlemektedir. Bir diğer tanım ise şöyledir; mal ve hizmet üretimine yönelik olarak ana makine ve teçhizat ile yardımcı tesisleri içeren, gerektiğinde arazi-arsa, bina inşaat harcamalarını ihtiva eden, yatırımın yapılacağı yerde aynı üretim konusunda mevcut tesisi bulunmayan yatırımlardır (Çalikoğlu,2002).

### **3.1.2.2. Güncelleme yatırımları**

Ürün veya hizmet üreten kişi veya şirketlerin kullandıkları tesis, makine ve teçhizat ve diğer yardımcı unsurlarında ihtiyaç duyulan tamirat, bakım-onarım ve yenileme harcamalarıdır. Buradaki amaç var olan şeyleri koruyup, mevcut iş akışını aksatmamaktır. Çağlar(1996)'a göre, dönem içinde aşınan, eskiyen yıpranan ve hasar gören tesislerin korunması için üretim kapasitesi veya özellikleri değiştirilmeden yapılan yatırımlardır.

### **3.1.2.3. Tamamlayıcı yatırımlar**

Mevcut iş akışındaki maliyetleri azaltmak ve daha fazla kar sağlamak amacıyla var olan üretim tesisine yeni makine ve teçhizat, yardımcı unsurlar eklemek veya var olanı yeniden düzenlemek; yeni bir ürün veya hizmet üretmek amacıyla gerekli olan ek satın alma işlemleri; iş akışındaki mevcut riskleri azaltmak veya yok etmek adına yapılan harcamalar bu yatırım türüyle tanımlanabilir. Buradaki amaç, iş gücü veya üretim kapasitesini artırmak, piyasadaki yerini sağlamlaştırmak veya daha ileri seviyeye taşımak ve ekonomik açıdan elde edilen kar miktarını yükseltmektedir. Özet olarak; üretimde dar boğazların giderilmesi, eksik kalmış konuların tamamlanması veya değişik teknoloji ve üretim metodu kullanılarak tesisin kapasitesinin artırılması, mamul kalitesinin düzenlenmesi amacıyla yapılan yatırımlardır(Çağlar, 1996). Çalıkoglu(2002), tezinde bu yatırımları birkaç başlık altında şu tanımlamaları yapmaktadır: Genişleme (tevsi) yatırımlar; işletmenin faaliyette bulunduğu dalda mevcut üretim kapasitesini artırmak amacıyla genişlemeye gittiği bu yatırım türlerine tevsi yatırımı denir. Modernizasyon yatırımları; Gelişen teknoloji sonucunda verimlilik yönünden teknik ya da üretim maliyetleri açısından iktisadi ömrünü tamamlamış olan mal ve hizmet üretimine yönelik tesislerde, ana veya yardımcı makine ve teçhizatlara teknolojiye uygun parçaların eklenmesi veya makinede mevcut bir aksamın gelişmiş bir modeli ile değiştirilmesini içeren yatırımlardır. Kalite düzeltme yatırımları; mal ve hizmet üretimine yönelik tesislerin mevcut üretim hatlarında elde edilen nihai ürünün doğrudan kalitesinin yükseltilmesine veya modelinin değiştirilmesine yönelik olarak yapılacak yatırımlardır. Entegrasyon yatırımları; mal ve hizmet üretimine yönelik tesislere mevcut üretim hatlarında elde edilen nihai ürüne bütünleyici nitelikte ara malı verecek veya üretilmekte olan nihai

ürünü ara malı olarak kullanabilecek şekilde, mevcut tesise ileri veya geriye doğru entegre olan, yatırımın konusu projenin özelliği dikkate alınarak aynı yerde ve aynı tesis bünyesinde yapılan yatırımlardır.

### **3.1.3. Yatırımın özellikleri**

Singh(2021), yayınında yatırım özelliklerini şu şekilde açıklamaktadır;

Yatırımın özellikleri veya unsurları getiri, risk, güvenlik ve likidite açısından anlaşılabilir.

Getiri: Herhangi bir yatırım türünün temel amacı getiri sağlamaktır. Beklenen getiri, düzenli gelir (faiz temettü, kira vb.) veya yatırım/sermaye değer artış değerindeki artış, yani varlıkların satış fiyatı ile alış fiyatı arasındaki fark olabilir.

Risk: Risk, yatırımın temel özelliğidir. Risk, her ne sebeple olursa olsun, sermaye kaybı veya gelirin ödenmemesi nedeniyle karşılığında değişkenlik anlamına gelir. Daha fazla risk, daha fazla beklenen getiridir ve bunun tersi de geçerlidir.

Güvenlik: Yatırımın güvenlik kuralı, yatırımcıların orijinal anaparalarını vade sonunda değer kaybı ve engelleme olmadan geri almalarını belirtir.

Likidite: Yatırımcının ihtiyaç duyulduğunda çok fazla işlem maliyetine, daha az enerjiye ve zamana maruz kalmadan yatırımını piyasada satabileceği anlamına gelir.

### **3.1.4. Yatırım amaçları**

Singh(2021),’e göre yatırım amaçları şu başlıklar altında toplamaktadır;

- Getiriyi Maksimize Etmek
- Riski En Aza İndirme
- Güvenlik
- Likidite
- Enflasyona Karşı Koruma
- Vergi Muafiyetleri

### **3.1.5. Proje nedir?**

İstenen ürün veya hizmeti ortaya çıkarma hedefi doğrultusunda, bir başlangıç ve bitiş tarihi olan, sınırlı bütçeyle gerekli kaynaklara yatırım yaparak ve var olan riskleri yöneterek gerçekleştirilen faaliyetlere proje denir. Projenin literatürdeki tanımlarına bakacak olursak şu şekildedir: Proje, en genel olarak kaynakların yatırımına yönelik herhangi bir tasarımın analiz edilebilen ve değerlendirilebilen en küçük bağımsız birim olarak tanımlanmaktadır (Çalikoğlu,2002). Gedik vd.(2005), ise projeyi, bir konu etrafında düşüncenin yoğunlaştırılması, sorunun çözüme kavuşturulması için tüm ayrıntıların düşünülmesi ve uygulanacak yöntemlerin sistematik olarak belirlenmesi ve ortaya konulması çabasıdır, şeklinde tanımlamaktadır. En detaylı tanımı ise Okka(2017), kitabında şu şekilde yapmaktadır: “Proje; ortaya farklı ve benzersiz bir ürün, sistem ve hizmet koymayı, bir probleme çözüm bulmayı, belirlenen bir fırsatı değerlendirmeyi, bir ihtiyaç karşılamayı hedefleyen ve bu amaca ulaşmak için ölçülebilir hedefleri olan, belirlenmiş bir başlangıç ve bitiş noktası bulunan, etkin bir organizasyonu gerektiren, sınırlı bir finansmanla bir kısım kaynakları kullanarak ve kaliteyi de göz önünde bulundurarak, muhtemel riskleri de yönetmek suretiyle tanımlanan hedefler doğrultusunda özgün bir planı başlatma, yürütme, kontrol etme ve sonuca bağlama faaliyetleri bütünüdür.

### **3.1.6. Proje çeşitleri**

#### **3.1.6.1.Teknik projeler**

Firmanın faaliyet sahası içerisinde belirli bir mal veya hizmeti üretmek, mevcutları inovasyona tutmak veya yeni bir mal veya hizmet ortaya koymak gayesiyle hazırlanan teknik yönü ağır basan ve genelde Ar-Ge bölümlerince hazırlanan projelerdir (Okka,2017).

#### **3.1.6.2. Sosyal projeler**

Oteller, parklar, ormanlık alanların tesisi, hastaneler, okullar, üniversiteler, belediye hizmetlerinin önemli bir bölümü, firmalardaki yemekhaneler, soyunma-yıkanma, dinlenme alanları, bağlar, bahçeler vb. projeler ile sosyal sorumluluk ( huzurevleri,

aşevleri, vakıflar, kadın ve çocuk eğitim evleri, kreşler vb.) sosyal projeler grubuna girer (Okka,2017).

### **3.1.6.3. Yatırım projeleri**

Bir ürün veya hizmet üretmek hedefinden yola çıkılarak, uzun vadede istenilen hedefin maksimum verim ve kalitede elde edilmesi için bu süreçte minimum maliyetle hareket eden, kapasite, makine- teçhizat ve üretim yeri gibi gereklilikleri belli bir sistem doğrultusunda planlı bir şekilde uygulayan projelere yatırım projesi denir. Diğer birkaç araştırmada yatırım projesi tanımları şöyle karşımıza çıkmaktadır. Yatırım projesi, belirli bir üretim işini en az maliyetle gerçekleştirmek ve en yüksek ekonomik ve teknik etkinliğe ulaşmak için hangi malın hangi kapasitede ve nerede üretileceğinin, bilgi verilerin sistematik kullanılması ile kararlaştırılması ve uygulamaya konulmasıdır(Çalıkoğlu,2002). Okka(2017), kitabındaki tanımını, yatırım projeleri bir yılın ötesinde n yıl finansal sonuçlar doğuran, üretime dönük hazırlanan projelerdir. Bu projeler büyük çaplı ve büyük finansal yük getiren, etkileri yıllara ulaşan projelerdir, şeklinde yapmaktadır. Tekin, ise yatırım projesini, belirli bir üretim işini en az maliyetle gerçekleştirmek ve en yüksek ekonomik ve teknik etkinliğe ulaşmak için, hangi malın hangi kapasitede ve nerede üretileceğinin, bilgi ve verilerin sistematik kullanılması ile kararlaştırılması ve uygulamaya konulması davranışıdır, şeklinde açıklamaktadır.

#### **3.1.6.3.1. Yatırım projelerinin sınıflandırılması**

Okka(2017), kitabında proje sınıflandırmasını şu şekilde yapmaktadır:

1. Büyük ölçekli yatırım projeleri: Üretimle ilgili yeni fabrikaların projelendirilip kurulmasından üretime geçmelerine kadar olan süreç büyük ölçekli mühendislik projelerini kapsadığı gibi, yeni bir ürünü geliştirme projeleri de yılları alabildiğinden bu tip projeler grubuna girer.

2. Makine-teçhizat ve proses seçimi: Bir mühendisin en çok karşılaşacağı ve ekonomiklik analizi yapacağı sahalardan birisi makine-teçhizat ve proses seçimidir. Sağlanacak makinenin tezgâhın, teçhizatın, tesisatın, prosesin mühendislik açısından yeterli olması projenin teknik yönünü oluşturur. Seçimden sonra alternatifler arasından en ekonomik olanının seçilmesi bir ekonomiklik kararıdır.

3. Makine-teçhizat, proses yenileme: Mühendislik ekonomisi çalışmalarının önemli bir bölümünü de eskiyen, yıpranan, demode olan ve ekonomik yönden yeterliliğini kaybeden makine-teçhizatın yenilenmesi problemleri oluşturur.

4. Yeni ürün geliştirme ve kapasite artırımı: Yeni ürün geliştirme iki şekilde karşımıza çıkar: Bunlardan birincisi hiç olmayan bir ürünü ve hizmeti geliştirmek, ikincisiyse mevcut bir ürünü/hizmeti geliştirerek daha yeni bir versiyonunu bulmaktır. Yeni ürün ve hizmeti ortaya koymak uzun vadeli Ar-Ge projeleriyle gerçekleşir ve büyük harcamaları gerektirir.

5. Maliyetleri ve giderleri azaltma: Firmanın başlıca faaliyetlerinden birisi de mevcut üretim masraflarını mümkün olduğu ölçüde azaltarak kârlarını yükseltmesi ve rekabet gücünü artırmasıdır.

6. Servis geliştirme vb. projeler: Burada amaç hizmeti yeterli, kaliteli ve en ekonomik şekilde gerçekleştirecek alternatifleri bulmak veya servisleri geliştirmektir.

#### **3.1.6.4. Kısa dönemli ekonomik projeler**

Bu projelerde, yapılacak yatırım bir makine alımı, bir prosesin veya servisin seçimiye harcamalar daha küçük boyutlu olacaktır. Alınan kararların etkisi bir günlük, bir aylık maksimum bir yıllık süreyi alır. Bunlar gelir elde etmek için yapılan gelir getirici faaliyetlerdi ve uzun dönemli yatırım faaliyetlerinden farklıdır (Okka,2017).

### **3.2. Proje Değerleme**

#### **3.2.1. Bugünkü değer metodu (BD)**

Belirli bir dönem sonunda elde edilecek olan bir nakit akımının belirli bir ıskonto oranı ile şimdiki (bugünkü) değerine indirgeyen metottur. Okka(2009)kitabında bugünkü değer metodunu şu şekilde tanımlamıştır: Projenin nakit akımlarını bugünkü değer olarak isimlendiren zamanın başlangıç noktasına veya zamanın bir noktasına belirli bir ıskonto oranı (sermaye maliyeti) ile indirgeyen ve o noktada eşdeğer nakit akımlarını oluşturan bir metottur. Eğer nakit çıkışları mukayese ediliyorsa en düşük bugünkü değere sahip alternatif veya alternatifler ve eğer nakit girişleri mukayese ediliyorsa en yüksek bugünkü değere sahip alternatif veya alternatifler seçilir(Okka, 2017).

Gelecekteki nakit akımları  $F_1, F_2, \dots, F_n$  olarak gösterilirse,

$$BD = F_1(1+i)^{-1} + F_2(1+i)^{-2} + \dots + F_n(1+i)^{-n}$$

$$BD = \sum_{n=1}^t \frac{F_n}{(1+i)^n} \quad ; n=1,2,3,\dots,t \quad (6.1)$$

yazılabilir.

Bu denklemde;

Sermaye maliyeti oranının zamanın her noktasında değişmediği,

Sermaye maliyeti değişiyorsa her değişimin hesaplara dahil edilmesi gerektiği kabul edilmektedir.

Faiz oranları (veya sermaye maliyeti oranları) yükseldikçe BD düşer.

Eğer nakit girişleri yerine nakit çıkışları söz konusu ise veya karma mahiyette denklemde gerekli yerlere C değerleri (giderler) yazılır. Giderlerin bugünkü değeri  $BD_c$  ile ifade edilir.

$$BD_c = C_1(1+i)^{-1} + C_2(1+i)^{-2} + \dots + C_n(1+i)^{-n}$$

$$BD_c = \sum_{n=1}^t \frac{c_n}{(1+i)^n} \quad (6.2)$$

Alternatiflerin ekonomik ömürleri eşit olmadığı zaman kural, alternatiflerin ekonomik ömürlerinin en küçük ortak katını (e.k.o.k) bulmak ve nakit akımlarını en küçük ortak kata göre yaygınlaştırarak bu seri üzerinden mukayese yapmaktır(Okka,2009).

### 3.2.2. Net bugünkü değer metodu (NBD)

Yatırımın belirli bir ıskonto oranı ile bugüne indirgenmiş toplam nakit girişlerinden, toplam nakit çıkışlarının çıkarılmasıyla hesaplanan, yatırımın uygulanabilir olup olmayacağına karar vermemizi sağlayan yöntemdir. Okka(2009), kitabında konuyla ilgili şöyle bahsetmiştir: Bir projenin net bugünkü değeri projenin ekonomik ömrü içerisinde hasıl edeceği nakit girişlerinin belirli bir ıskonto oranı üzerinden bugünkü (şimdiki) değere, yani  $t_0$  dönemine, indirgenmesi suretiyle bulunan tutardan, nakit çıkışlarının bugünkü değerinin düşülmesi suretiyle hesaplanır. Bulunan farka net bugünkü değer denir. Projenin kabul edilebilmesi için bulunan değer sıfırdan büyük (pozitif) olması gerekir.

Bu durumda,

$$\begin{aligned} \text{NBD} &= \text{BD}_{\text{Hasıla}} - \text{BD}_{\text{Maliyet}} \\ \text{NBD} &= \sum_{n=1}^t \frac{F_n}{(1+i)^n} - \sum_{n=1}^t \frac{c_n}{(1+i)^n} \quad n=1,2,3,\dots,t \end{aligned} \quad (6.3)$$

yazılabilir. Birden çok alternatif NBD metoduna göre mukayese edilecekse ekonomik ömürlerin eşitlenmesi gerekir(Okka,2009).

Safarov(2009), yazmış olduğu tezinde net bugünkü değer aşamalarını aşağıdaki şekilde ifade etmiştir.

1. Projenin yatırım tutarı belirlenir.
2. Yatırım projesinin net nakit girişleri, hurda değeri ve ekonomik ömrü belirlenir.
3. Nakit akışlarını bugüne indirmede kullanılacak iskonto oranı belirlenir.
4. Belirlenen iskonto oranı kullanılarak, net nakit girişlerinin bugünkü değeri bulunur. Eğer, yatırım süresi bir yıldan uzun ise yıllık yatırım harcamalarının da bugünkü değerleri bulunur.
5. Net nakit girişlerinin bugünkü değerleri toplamından, yatırım harcamalarının bugünkü değerleri toplamı çıkarılarak, yatırım projesinin net bugünkü değeri bulunur.
6. Yatırımın net bugünkü değeri, sıfırdan büyük ise proje kabul edilir. Net bugünkü değer sıfırdan küçük ise proje kabul edilmez. Birden fazla yatırım projesi arasından, en yüksek net bugünkü değere sahip olan proje seçilir.

Ayrıca Safarov(2009), tezinde net bugünkü değer üstünlükleri ve sakıncalarını şu adımlar ile anlatmıştır:

NBD üstünlükleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir;

- NBD, paranın zaman değerini dikkate almaktadır.
- Nakit girişleri ve nakit çıkışları, istenen verim oranı veya sermaye maliyetiyle indirgendiğinden, yatırımların finansmanı konusunda isleme dahil edilmektedir.
- NBD yönteminde, risk unsuru kolaylıkla isleme dahil edilebilir.
- Projenin tüm hayat süresi göz önünde tutulur.
- Iskonto oranı belirlendiğinde uygulanması kolay bir kriterdir.

NBD yönteminin sakıncaları aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- NBD yönteminde, kullanılan ıskonto oranı önceden belirlenmektedir ve ıskonto oranının değişmeyeceği varsayılmaktadır. Bununla beraber, yöntemin bu sakıncası, yıllara göre farklı ıskonto oranları kullanılarak da giderilebilir.
- NBD diğer bir sakıncası, NBD'si sıfır olan yatırım projelerinin kabul edilmesinden kaynaklanmaktadır. Net bugünkü değerin sıfır olması, nakit girişlerinin bugünkü değerleri toplamının, nakit çıkışların bugünkü değerleri toplamına eşit olduğunu göstermektedir. NBD'si sıfır olan yatırım projesinin, yatırımcının beklenen minimum getiri oranını ya da yatırılan sermaye maliyetini karşıladığı kabul edilmektedir. Dolayısıyla NBD'si sıfır olan projeler kabul edilebilir.
- Farklı büyüklükteki yatırım projelerinin karşılaştırılmasında, NBD yöntemi uygun bir yöntem değildir.

### 3.2.3. Gelecekteki değer metodu (GD)

Yatırımın belirli bir dönem sonrasında, belirli bir faiz oranı üzerinden elde edeceği değeri hesaplayan metottur. Okka (2009) kitabında detaylı olarak şöyle değinmiştir: Gelecekteki değer metodu herhangi bir projenin nakit giriş ve çıkışlarını %i değeri üzerinden geleceğe,  $t_n$  dönemine, ıblag etmek suretiyle mukayese etmek esasına dayanır. Bu metot, bugünkü değer metodunun bir varyasyonudur, aynı kabul ve ret sonuçlarını verir. Gelecekteki değer;

$$GD = \sum_{n=1}^t P(1 + i)^n \quad (6.4)$$

veya;

$$GD=BD(F/P, \%i, n) \quad (6.5)$$

yazılabilir.

Alternatiflerin ekonomik ömürleri eşit değilse, bugünkü değerde olduğu gibi ekonomik ömürlerin en küçük ortak katı analizler için esas alınır(Okka,2009).

### 3.2.4. Net gelecekteki değer metodu (NGD)

Yatırımın belirli bir ıskonto oranı ile geleceğe göre hesaplanmış, toplam nakit girişlerinden, toplam nakit çıkışlarının çıkarılmasıyla hesaplanan, net bugünkü değer yönteminde olduğu gibi yatırımın uygulanabilir olup olmayacağına karar vermemizi sağlayan yöntemdir. Okka (2009), bu metot NBD'nin bir varyasyonudur. Yani projeye ait nakit akımlarının  $F_n$  değerlerinin bulunması ve  $t_n$  döneminde mukayese edilmesinden ibarettir. Sermaye maliyeti yine %i'dir. Sonuç pozitifse proje kabul, aksi halde reddedilir, şeklinde açıklamıştır.

$$NGD = GD_{\text{Hasıla}} - GD_{\text{Maliyet}}$$

$$NGD = \sum_{n=1}^t \left( F_n(1+i)^n - C(1+i)^n \right) \quad n=1,2,3,\dots,t \quad (6.6)$$

Ekonomik ömürleri eşit olmayan projelerde yine en küçük ortak kat alınır (Okka,2009).

### 3.2.5. Yıllık eş değer masraf (YEM), yıllık eş değer hasıla (YEH) ve yıllık eş değer net hasıla (YENH) metodu

Yıllık eş değer masraf, yatırımın nakit çıkışlarının ekonomik ömür boyunca, a değeri gibi sabit miktarlarda tekdüze seri halinde hesaplanmasıdır. Aynı şekilde nakit girişlerinin hesaplanması ise yıllık eş değer hasılayı oluşturur. Yıllık eş değer net hasıla da ise aynı şekilde hesaplanmış toplam nakit girişlerinden toplam nakit çıkışlarının farkının diğer bir ifadeyle yıllık eşdeğer hasıladan yıllık eşdeğer masrafın çıkarılmasıyla hesaplanmasıdır. Okka(2009) kitabında bize bu konuyu daha detaylı şöyle anlatmaktadır: Bu metot projeye ait nakit giriş ve çıkışlarının, projenin ekonomik ömrü içerisindeki, yeknesak seri değerlerinin hesaplanması ve bunların mukayesesi esasına dayanır. Eğer projeye ait giderlerin yeknesak seri değeri aranıyorsa YEM; nakit girişlerinin yeknesak seri değeri aranıyorsa YEH hesaplanmış olur. YENH'nın hesaplanabilmesi için nakit giriş ve çıkışlarının BD ve GD'in hesaplanması ve oradan A değerlerinin bulunması gerekir. Yani;

$$YENH = \left[ \sum_{n=1}^t \frac{F_n}{(1+i)^n} - \sum_{n=1}^t \frac{C_n}{(1+i)^n} \right] \frac{(1+i)^n \cdot i}{(1+i)^n - 1} \quad (6.7)$$

kullanılır.

Farklı ekonomik ömre sahip alternatif projelerin YEM, YEH ve YENH'ları doğrudan bulunarak gerekli mukayeseler yapılabilir. Bu konuda e.k.o.k da alınsa da aynı sonuçlar elde edileceğinden sonuç değişmez.

$$NBD = YENH (P/A, \%i, n) = NGD (P/F \%i, n)$$

$$NGD = YENH (F/A, \%i, n) = NGB (F/P \%i, n)$$

$$YENH = NBD (A/P, \%i, n) = NGD (A/F \%i, n)$$

Bu metotların her birisi fonların n süre içerisinde % i oranı üzerinden yeniden yatırımda kullanıldığı faraziyesini kabul etmektedir(Okka,2009).

### 3.2.6. İç karlılık oranı (İKO) metodu

Yatırımın ekonomik ömrü boyunca elde edeceği nakit girişleri ve çıkışlarının bugünkü değerlerini eşitleyecek olan ıskonto oranını bulmamızı sağlayan metottur. Okka(2009) detaylı olarak şöyle değinmiştir: Bu metot, projeye ait nakit girişlerinin projeye ait nakit çıkışlarına eşitleyen verim oranının (İKO), diğer ifadeyle ıskonto oranının, bulunmasını sağlayan ve bulunan verim oranı ile sermayenin maliyetini mukayese ederek projenin kabul veya reddine karar veren bir metottur.

Diğer metotlarda bize önceden %i oranı verilmektedir ve biz bu i oranını kullanarak projenin ekonomiklik analizini yapmaktayız. Burada ise i oranı verilmemekte, biz i oranını bulmaya çalışmaktayız. i oranını bulmak için sınaama yanılma metodunu kullanırız. Yani önce belirli bir i oranını kullanır, eğer ulaştığımız sonuçta NBD veya YENH eksi ise, bu kez daha küçük bir i oranını kullanırız. Öyle ki ortaya bir eksi ve bir de artı, NBD, NGD veya YENH çıkmalıdır. Bu sonuçların bulunmasından sonra interpolasyon yaparak gerekli %i oranını bulmaya çalışırız(Okka,2009).

$$İKO = i_+ \frac{NBD_+}{|NBD_+ + NBD_-|} (i_- + i_+) \quad (6.8)$$

### 3.2.7. Dış karlılık oranı (DIKO) metodu

Yatırımın ekonomik ömrü boyunca elde edeceği nakit girişleri ve çıkışlarının gelecekteki değerlerini eşitleyecek olan ıskonto oranını bulmamızı sağlayan metottur. Ekonominin durumuna göre projeden sağlanacak fonlar sermaye maliyetinin altında veya üstünde kullanılabilir. Bu kullanım ile ilgili projenin getiri oranını, İKO'nun altında veya üstünde gerçekleştirmiş olur. Projenin reel geliri İKO değil DIKO'dur. DIKO'yu şu formülle hesaplayabiliriz.

$$C(1+\varepsilon)^n = F_1(1+i)^{n-1} + F_2(1+i)^{n-2} + \dots + F_{n-1}(1+i) + F_n$$
$$\varepsilon = n \sqrt[n]{\frac{\sum F_n}{C}} - 1 \quad (6.9)$$

Burada  $\varepsilon$ , DIKO oranını göstermektedir(Okka,2009).

### 3.2.8. Paranın zaman değerini nazara almayan geri ödeme süresi (GÖS<sub>1</sub>) metodu

GÖS<sub>1</sub> metodu projenin likiditesini, zaman faktörünü nazara alarak ölçer. GÖS<sub>1</sub> metodu verimlilik ölçen projelere yardımcı olarak kullanılırsa doğru sonuçlar verir.

$$GÖS_1 = \sum_{n=1}^t H_n - C = 0 \quad (6.10)$$

Burada  $H_n$  nakit girişlerini,  $C$  yatırım tutarını göstermektedir. Formül  $n$ 'e göre çözümlerse GÖS<sub>1</sub> bulunur. Çözümü pratik olarak tablo yardımıyla yaparız. Nakit akımlarının kümülatif toplamının sıfır olduğu yıl sayısı GÖS<sub>1</sub>'i verir(Okka,2009).

### 3.2.9. Paranın zaman değerini nazara alan geri ödeme süresi (GÖS<sub>2</sub>) metodu

GÖS<sub>1</sub> metodunda sadece yatırım tutarı nazara alındığı halde GÖS<sub>2</sub> metodunda yatırım tutarı ve faizlerin kaç yıl sonra geri alınabileceği şeklinde hesaplanmaktadır.

$$GÖS_2 = \sum_{n=1}^t H_n (P/F, \%i, n) - C = 0 \quad (6.11)$$

Bir projenin GÖS<sub>1</sub>'i yatırım tutarının kaç yılda geri döndüğünü,

GÖS<sub>2</sub> ana para+ faizin kaç yılda döndüğünü,

GÖS<sub>2</sub> – GÖS<sub>1</sub> faizin kaç yılda geri alındığını,

n-GÖS<sub>2</sub> yatırımın kaç yıl karlı çalıştığını gösterir.

Ayrıca GÖS<sub>2</sub>/n ise projenin zaman riskini gösterir. Projenin zaman riskinin ortalama %60'dan az olmasının iyi olacağı düşünülür(Okka,2009).

### 3.2.10. Karlılık indeksi (KI) metodu

Yatırımın ekonomik ömrü boyunca elde edeceği karların bugünkü değerinin, yatırım maliyetinin bugünkü değerine oranlanması yöntemidir. Net bugünkü değerde olduğu gibi yatırıma karar verme sürecini etkiler. Net bugünkü değerde 0(sıfır)'da büyük veya küçük olmasına karar verilirken, karlılık indeksinde 1'den büyük veya küçük olmasına göre karar verilir. Bu metodun diğer adı fayda/ maliyet metodudur. Metot paranın zaman değerini de nazara alarak yatırımın hangi oranda hasılat sağladığını gösterir.

$$KI_1 = \frac{C + NBD}{C} = \frac{\sum H_{BD}}{C} > 1 \quad (6.12)$$

Formülde H<sub>BD</sub> nakit girişlerinin bugünkü değerlerini göstermektedir. Projenin kabul edilmesi için KI<sub>1</sub> > 1 olmalıdır.

$$KI_2 = \frac{NBD}{C} > 0 \quad (6.13)$$

Burada KI<sub>1</sub> , projenin t<sub>0</sub> para değeriyle yatırım tutarının kaç katını kazanacağını gösterirken; KI<sub>2</sub> , sadece sağlanan artı değerın yatırım tutarı cinsinden oranını gösterir. (KI<sub>1</sub>-1)=KI<sub>2</sub> bağlantısı mevcuttur(Okka,2009).

### 3.2.11. Kapitalize değer (KD) metodu

Bir projenin nakit akımlarının sonsuz süre devam edeceği tahmin ediliyorsa kapitalize değer metodu kullanılır. Nakit girişlerinin sonsuz veya çok uzun bir süreye yayılması halinde kapitalize hasılat söz konusu olurken, nakit çıkışlarının sonsuz olması veya çok uzun bir süreye yayılması halinde kapitalize maliyet söz konusu olur.

Dönem sonları itibariyle ortaya çıkan yeknesak seri değer A, faiz oranı % i ve süre  $\infty$  ise;

$$P=A(P/A, \%i, \infty) = A \left[ \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{(1+i)^n - 1}{(1+i)^n \cdot i} \right]$$
$$P=A \left( \frac{1}{i} \right) \quad (6.14)$$

yazılabilir (Okka,2009).

### 3.2.12. Rantabilite (Karlılık) oranı metodu (RO)

Karlılık oranı da denilen bu metot paranın zaman değerini nazara almaz. Diğer metotlarda projenin nakit akımları hesaplara esas alındığı halde, bu metotta kar rakamları hesaplara esas alınmaktadır. Burada belirsizlik gösteren iki faktör vardır; hesaplara esas alınacak kar hangi kardır? Brüt kar, net kar, amortismandan önceki kar, lifo, fifo, ortalamaya göre hesaplanan kar vb. gibi. Keza yatırım tutarı da belirli değildir. Toplam yatırım tutarı mı ortalama yatırım tutarı mı? Biz burada ortalama yıllık net karın yatırım tutarına bölünmesini esas alan rantabilite metoduna ele alacağız.

$$RO = \frac{\sum \frac{K_n}{n}}{(C-HD)/2} \quad (6.15)$$

Burada  $K_n$  yıllara ait net karı göstermektedir (Okka,2009).

## 3.3. Sistem Dinamiği

### 3.3.1. Sistem nedir?

Sistem, birbiriyle karşılıklı etkileşimli birden çok alt sistemin veya parçanın belirli bir amacı yerine getirebilmek için bir araya gelerek, oluşturduğu bir bütün ya da aralarında belirli ilişkiler bulunan aynı zamanda çevre ile de ilişkisi olan, bir veya daha fazla amaca, hedefe ve sonuca ulaşmak üzere birlikte hareket eden fiziksel veya kavramsal birçok bileşenden oluşan bir bütün olarak tanımlanabilir (Çelik vd. , 2011).

### **3.3.2. Sistem düşüncesi nedir?**

Sistem düşüncesi; organizasyonel karar ve davranışları içeren sistemleri oluşturan güçlerin, birbiri arasındaki ilişkileri incelemeye yönelik ve onları ortak bir işlevin parçası olarak algılayan metotlar, araçlar ve prensipler topluluğu olarak ifade edilebilir.

Sistem düşüncesi, kavramsal bir çerçeve olup, sistem bütününe açık bir şekilde görünmesini sağlar ve bunları etkin bir şekilde nasıl değiştirebileceğimizi görmemize olanak sağlar.

Sistem düşüncesinin dayandığı üç temel ilke; bütüncül yaklaşım, disiplinler arası yaklaşım ve bilimsel yaklaşımdır.

Bütüncül yaklaşım; Aristo'nun "Bütün; parçaların toplamından daha büyüktür" sözünden hareketle, sistemi birbirleriyle etkileşimli bütünlüklerden oluşmuş, çevresiyle etkileşimli bir bütünlük olarak görür.

Disiplinler arası yaklaşım; değişik bilim dallarından uzmanların bir araya gelerek sorunlara farklı açılardan yaklaşarak karar alma ve çözüm üretme çabasıdır.

Bilimsel yaklaşım; sorun çözümü sürecinde deneye, gözleme, ussal kanıtlamaya dayalı geliştirilen uygun bilimsel yöntemlerden gerekli ve yeterli düzeyde yararlanma olarak ifade edilebilir (Eren Şenaras, 2016).

### **3.3.3. Sistemin özellikleri**

#### **3.3.3.1. Açık ve kapalı sistemler**

Açık sistemler çevreden enerji, bilgi veya materyal gibi girdileri alır, bunları çıktı olarak değişime uğratar ve elde ettiği çıktıları çevrelerine ihraç ederler. Böylece çevreleriyle sürekli olarak etkileşimde bulunurlar. Açık sistemler durağan değildir. Kapalı sistemle ise çevreyi dikkate almadan faaliyetlerini yerine getiren mekanik özelliklere sahip sistemlerdir. Kapalı sistemler kendi içinde uyumludur, ancak açık sistemler çevreleriyle de uyumlu olmak zorundadırlar(Çelik vd., 2011).

### **3.3.3.2. Sistemin sınırları**

Sistem içindeki birbiriyle ilişkisi bulunan öge veya birimler, bir bütün olarak dış çevreden, görevsel ve biçimsel bir sınırla ayrılırlar. Açık sistemlerde, sınır sistemin çevre ile alışverişine uygundur. Bu açıdan, açık sistem içindeki değişkenler, dış çevredeki faktörler tarafından etkilenecek, değişime uğrarlar. Kapalı sistemlerde ise sınır katıdır ve çevre alışverişine imkan vermez(Çelik vd. , 2011).

### **3.3.3.3. Çevre**

Bütün sistemler belirli bir çevrede faaliyet gösterirler. Çevre sistemin sınırları dışında kalan her şeyi ifade eder(Çelik vd. , 2011).

### **3.3.3.4. Hiyerarşi**

Bir sistem birbiriyle etkileşimli çeşitli parçalardan oluşmaktadır. Bu parçalara, alt sistem adı verilmektedir(Çelik vd. , 2011).

### **3.3.3.5. Entropi ve negatif entropi**

Yönetim ve sistem bilimlerinde entropi, sistemdeki faaliyetlerin bozulması, dengenin kaybolması, karışıklık ve aksamaların olması ve bunun sonucunda sistemin faaliyetlerinin durması yönünde bir durumu ifade eder. Kapalı sistemlerde entropi kuvvetlidir ve belirli bir süre sonunda sistemi durduran en önemli etkidir. Açık sistemler çevrelerinden aldıkları bilgi, enerji ve materyal ile entropiyi durdurup, onun etkilerini negatif hale getirebilir. Bu açıdan açık sistemlerde entropiye karşı, negatif entropi bulunmaktadır. Açık sistemlerin, entropinin yarattığı sonuçlarla karşılaşmamak için yaptıkları faaliyet geri beslemedir. Geri besleme, açık sistemlerde dengenin korunmasını sağlayarak, entropinin etkilerini ortadan kaldırır(Çelik vd. , 2011).

### **3.3.3.6. Değişkenler ve parametreler**

Bütün sistemlerde sistemin yapısına ve işlevine etki eden faktörler bulunmaktadır. Bu faktörlerden “değişkenler”, sistemin sınırları içinde sistemin yapısı ve işleyişini etkileyen faktörler olarak adlandırılmaktadır. Bunun yanında sistemin sınırları dışında olan sistemin yapı ve işleyişini etkileyen faktörler ise “parametre” olarak adlandırılmaktadır(Çelik vd. , 2011).

### **3.3.3.7. Dengeli durum ve dinamik denge**

Sistemlerin en önemli özelliklerinden birisi sistemin devamlılığı açısından dengeli durumlarını korumalarıdır. Bu açıdan denge, negatif entropiyle yakından ilişkilidir. Sistemler, değişen çevresel koşullar sonucunda değişen denge durumlarında, tekrar dengede kalabilmek için kendilerini yenilemek zorundadır. Denge statik değil, dinamik bir özelliğe sahiptir(Çelik vd. , 2011).

### **3.3.3.8. Girdi, işlem ve çıktı**

Girdi sistemin faaliyetlerini sürdürebilmesi için çevreden aldığı her şeyi ifade eder. Bu girdilerin, belirli süreçlerden geçirilerek çeşitli biçimlere dönüştürülmesi işlem, işlem sonucunda tekrar sistemin dışına gönderilen her şey ise çıktı olarak ifade edilebilir(Çelik vd. , 2011).

### **3.3.3.9. Geri besleme**

Her açık sistemde, hedeflenen amaç ile çıktı arasındaki farkı denetleyen mekanizmalar vardır. Bu mekanizmalar genellikle ortaya çıkardıkları bu farkı bilgi olarak sistemin başlangıcına geri döndürürler. Ger dönen bu bilgi, ya farkı ortadan kaldırmak ya da farkın daha da artırılması amacıyla kullanılır. İşte sistemlerde bulunan bu mekanizmalara geri besleme denir. Eğer bu mekanizmalar, sistemleri, ortaya çıkan farkı azaltmak yönünde harekete sevk ettiriyorlarsa bu tip geri beslemeler negatif geri besleme, farkı çoğaltma yönünde sistemi harekete sevk ettiriyorlarsa da pozitif geri besleme mekanizması adını alırlar(Çelik vd. , 2011).

#### **3.3.3.10. Eş sonuçluluk**

Açık sistemlerin bir özelliği olan eş sonuçluluk, aynı sonuçların farklı girdilerle ya da değişik süreçlerin kullanılması ile elde edilebileceği düşüncesidir(Çelik vd. , 2011).

#### **3.3.3.11. Karşılıklı bağımlılık**

Sistem teorisi, sistem içindeki unsurların, muhtelif unsurlar arasındaki karşılıklı ilişkileri ve sistemi oluşturan parçalar arasındaki karşılıklı bağımlılığı dikkate almak zorundadır. Bu yönden birbirleriyle ilişkisi olmayan ve aralarında karşılıklı bağımlılık bulunmayan unsurlar, bir sistem oluşturmazlar(Çelik vd. , 2011).

#### **3.3.3.12. Bütünsellik**

Bu yaklaşımın temel düşüncesi, sistemi bir bütün olarak ele almasıdır. Bütünsel yaklaşım, sistemi oluşturan parçaların, parçalar arası ilişkilerin ve çıkacak sorunların birbirinden ayıramayacağını kabul eder. Bu açıdan sistem yaklaşımı analitik bir yaklaşım değildir(Çelik vd. , 2011).

#### **3.3.3.13. Amaç arama**

Bütün sistemlerin bir amacı vardır. Amaç, sistemi oluşturan parça veya alt sistemlere, belirli fonksiyonları yerine getirmesi için bir istikamet verir(Çelik vd. , 2011).

#### **3.3.3.14. Düzen**

Eğer sistemler birbiriyle ilişkili ve birbirlerine bağımlı olan karşılıklı etkileşim içindeki parçaları barındırıyorsa, sistemin nihai hedeflerinin gerçekleştirilmesi için, karşılıklı etkileşim içinde olan bu parçaların belli bir düzen içinde faaliyet göstermesi gerekir(Çelik vd., 2011).

### **3.3.3.15. Sinergi**

Sinerji kavramı, bağımsız ögelerin ortak çabaları sonucu ortaya konan ürünün, bunların bağımsız girişimleri sonucu oluşan toplam üründen daha çok olduğunu ifade eder. Diğer bir deyişle, sistemi oluşturan parçaların etkilerinin, bu parçaların bağımsız etkilerinin toplamından daha fazla olması durumudur(Çelik vd. , 2011).

### **3.3.3.16. Farklılaşma**

Karmaşık sistemlerde özel birimler, yine sistemle ilgili bazı özel faaliyetleri icra ederler. İşlevlerin farklı olması ve bu işlevlerin yine farklı parçalar tarafından icra edilmesi, bütün sistemlerin ortak bir özelliğidir(Çelik vd. , 2011).

### **3.3.4. Sistem dinamiği nedir?**

Sistem teorisinin bir alanı olarak sistem dinamiği, karmaşık sistemlerin dinamik davranışını anlamak için geliştirilmiş bir yöntemdir. Sistem dinamiğinin temel prensibi, sistemin davranışlarının yapısından kaynaklandığı ve sistemin yapısının (bileşenler arasındaki ilişkilerin) bileşenlerin kendileri kadar önemli olduğudur.

Dinamik kavramı, zamanla değişimi işaret eder. Eğer bir şey dinamikse, sürekli olarak değişir. Dinamik bir sistem bu yüzden zamanla değişime yönlendirici etkileşimlerin olduğu bir sistemdir. Sistem dinamiği yaklaşımı zamanla sistemin nasıl değiştiğini anlamak için kullanılan bir yöntemdir. Zamanla değişen bir sistemi oluşturan elemanlar ve değişkenler sistemin davranışı olarak ifade edilir. Amaç değişkenlerin temel davranış biçimini anlamayı, bu davranış biçimine sebep olan etkenleri bulmayı ve sistemin davranışını iyileştirmeyi hedefler. Bu nedenle sistem dinamiklerinin, sistemin zamana bağlı olarak nasıl değişmekte olduklarını açıklayan bir yöntem olduğu söylenebilir. Dinamik sistemlerde, değişkenler birbirlerini eş zamanlı olarak etkilemektedirler.

Sistem dinamiği sosyo-ekonomik ve yönetsel sistemleri geribildirim bakış açısını kullanarak, modellemek, analiz etmek ve iyileştirmek için tasarlanmıştır. Dinamik yapıdaki yönetim problemleri matematiksel denklemler, bilgisayar yazılımı

kullanılarak modellenir. Model değişkenlerinin dinamik yapıları bilgisayarda benzetim kullanılarak elde edilir.

Sistem dinamiğinde amaç optimizasyon değil, belirli değişimler karşısında sistemin davranışlarını incelemek ve stratejileri belirlemeye yardımcı olmak, sistemin davranışını makro seviyede, uzun dönemde incelemektir. Sistem dinamiği, sistemin bütünsel görünümünü elde etmeyi ve etkileşimlerin bir bütün olarak sistemi nasıl etkilediğini belirlemeyi amaçlamaktadır.

Forrester (1969)'a göre bir sistemin dinamik davranışlarını modellemek için dört hiyerarşik yapı tanımlanmalıdır:

- 1) Sistem çevresindeki kapalı sınır
- 2) Kapalı sınır içerisindeki temel yapısal elemanlar olarak geribildirim döngüleri
- 3) Geribildirim döngüleri içerisinde yer alan toplamları gösteren seviye (durum) değişkenleri
- 4) Geribildirim döngülerindeki eylemleri gösteren Oran (Akış) değişkenleri

Dinamik modelden beklenen amaçların sağlanabilmesi için aşağıda yer alan özellikleri içermesi gerekmektedir(Erkut, 1983: 42-43):

1. Öngörülen neden sonuç ilişkisini tanımlama yeteneğine sahip olmak
2. Basit bir matematik yapıya sahip olmak
3. İçerdiği kavramların ekonomik ve sosyal yapıya uygun olması
4. Bilgisayarların uygulama sınırlarını aşmadan çok sayıda değişkene genişletebilmek
5. Sürekli etkileşimleri üretebilmek ve işleyebilmek(Eren Şenaras, 2016).

Sistem dinamiğinde modelleme süreci

Forrester'a göre sistem dinamiğinde modelleme aşamaları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Problemin tanımlanması
- Gözlenen semptomları oluşturan faktörlerin ayrılması (izole edilmesi)
- Neden- etki bilgi geribildirim döngülerinin izlenmesiyle kararları eylemlere eylemleri de bilgi dönüşlerine bağlayarak yeni kararlar elde edilmesinin sağlanması

- Var olan bilgi akışlarıyla kararların nasıl sonuçlanacağını tanımlayan kabul edilebilir, uygun (formal) karar politikalarının formülasyonu
- Karar politikalarının, bilgi kaynaklarının ve sistem bileşenlerinin etkileşimlerinin matematiksel modelinin oluşturulması
- Modelde tanımlandığı gibi sistem davranışının oluşturulması
- Sonuçların mevcut sistemdeki tüm uygun verileri ile karşılaştırılması
- Modelin gerçek sistemin bir temsili oluncaya kadar gözden geçirilmesi
- Modelin yeniden tasarlanmasıyla sistem davranışını iyileştirebilecek organizasyonel ilişkilerin, politika değişikliklerinin bulunması

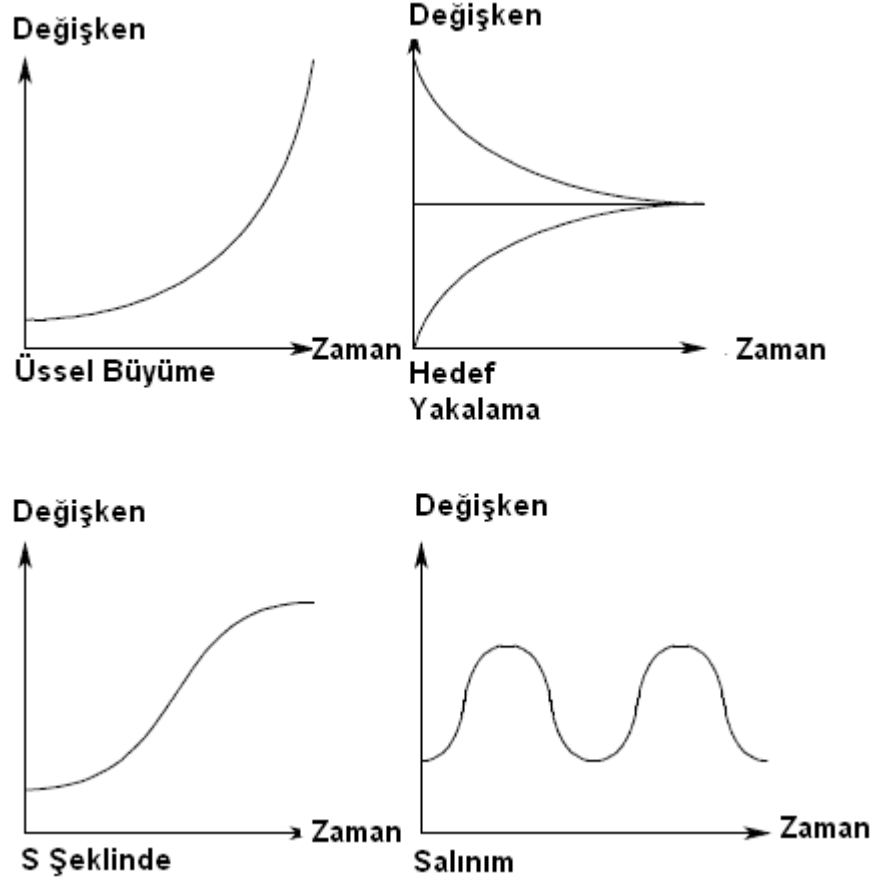
Gerçek sistemde modelin gösterdiği yönde değişiklikler yapılmasıyla iyileştirilmiş performansın elde edilmesi (Eren Şenaras, 2016).

#### **3.3.4.1.Sistem yapısı ve davranış özellikleri**

Sistem yapısını göz önüne almaya başlamak için ilk olarak problemle ilgili sistem parçalarından problemi oluşturan davranış örnekleri aranır. İlgili değişkenlerin zamana karşı değişimi irdelenir. Problem olan bir davranış örneği bulunursa buna sebep olan sistem yapısı bulunur. Bu sistem yapısı bulup düzeltilirse problem çözülebilir.

Dört çeşit davranış örneği vardır. Bunlar;

- Üssel Büyüme: Değişken zamana karşı artan bir hızla artar.
- Hedef Yakalama: Değişken hedef değere ulaşır.
- S şeklinde Büyüme: Üssel Büyümeyi Hedef yakalama takip eder.
- Salınım: Değişken belli bir değer seviyesinde salınım yapar



Şekil 3.1. Sistem davranış özellikleri

Pozitif (Pekiştirici, Üssel) geri besleme Döngüsü: Sistem yapısındaki sistem elemanı zamana karşı katlanarak büyür. Sistemdeki bir elemanın başlangıçtaki değişimin zamanla ilerdeki değişimleri tetiklediği döngüdür. Bu davranışın başlarında büyüme anlaşılamayabilir. İleride büyük bir probleme dönüşebilecek bir yapı gözden kaçabilir. Sonraki dönemlerde de önlenmesi zor hale gelebilir(Zülfikaroğlu, 2008). Pekiştirici süreçlerde başlangıçta oluşan hareket, olumlu veya olumsuz, süreç içerisinde şiddetlenecek ve aynı yönde daha fazla harekete yol açacaktır. Bu haliyle pekiştirici süreçlerden ortaya çıkan davranış ya sürekli ivme kazanan bir büyüme ya da küçülme olacaktır(Çelik vd. , 2011).

Negatif (Dengeleyici, Hedef Yakalama) Geri besleme Döngüsü: Bir elemandaki değişimin çevrim üzerinde taşınıp tekrar aynı elemana döndüğünde başlangıç değişimin tersi yönünde elemanı etkilediği döngülerdir. Negatif veya dengeleyici geri besleme döngüsü hedef arar. İlgili değişkenin değeri istenilen değer üstünde ise döngü yapısı bu değeri aşağı düşürür. İstenilen değerin altında ise döngü yapısı bu

değeri yükseltir(Zülfikaroğlu, 2008). Dengeleyici süreçler çoğunlukla, büyüme ve gelişmeyi sınırlayan direnç kuvvaetleri olarak karşımıza çıkarlar. Ancak, dengeleyici süreçler aynı zamanda, doğadaki neredeyse tüm sistemlerde var olan ve problemleri onara, durağanlığı sağlayan ve dengeyi devam ettiren mekanizmalardır(Çelik vd. , 2011).

Pozitif ve Negatif Döngülerin Birleşimi: S Şeklinde büyüme Sigmoidal büyüme olarak da adlandırılır. Pozitif ve negatif döngülerin birleşmesinden çok çeşitli davranışların ortaya çıkması mümkündür(Zülfikaroğlu, 2008).

Gecikmeli Negatif(Salınım) geri besleme Döngüsü: Gecikmeli bir negatif geri besleme döngüsü salınımına sebep olur. Bu davranış döngünün yapısına bağlıdır. Bazı durumlarda serbestçe salınım, bazen de bir hedef değere doğru zamanla sönümlenen bir salınım görülür(Zülfikaroğlu, 2008). Uzun süreli eğilimlerin genellikle en önemli belirleyicisi, farkına varılmamış olan gecikmelerdir. O nedenle, bir döngü içerisindeki gecikmelerin varlığının farkına varmak, sorunu gidermenin en önemli adımıdır(Çelik vd. , 2011).

#### **3.3.4.2.Sistem dinamik modeli unsurları**

Sistem dinamik modeli 4 ana unsurdan oluşmaktadır.

1. Nedensel döngü diyagramları,
2. Stok ve akış diyagramları,
3. Denklemler,
4. Simülasyon sonuçları (Vural,2021).

##### **3.3.4.3.1. Nedensel döngü diyagramları**

İlk Sistem Dinamiği çalışmaları nedensellik döngü diyagramlarını kullanmamıştır. Döngüler birikim-akış diyagramları ve denklemlerle ifade edilmiştir. Nedensellik Döngü Diyagramları sistemi oluşturan ve sistemin davranışını etkileyen elemanlar arası ilişkiyi görmek için kullanılan görsel bir ifade şeklidir. Diyagram sistem elemanlarından ve bunları birbirine bağlayan nedensel bağlardan (oklar) oluşur. Okların ucunda görülen artı ve eksi işaretleri elemanlar arasındaki nedensellik

ilişkinini gösterir. Birbirine bağlanan elemanlar aynı yönde değişiyorsa pozitif, farklı yönde değişiyorsa negatif işaret alırlar. Her bağlantıda elemanlar arası ilişkiyi gösteren işaretlerin yanı sıra nedensel döngünün de işareti vardır. Döngünün içindeki negatif işaret sayısına göre belirlenir. Çift sayıda negatif işaret varsa döngü işareti pozitifdir. Sayı tek ise döngü negatiftir(Zülfikaroğlu, 2008).

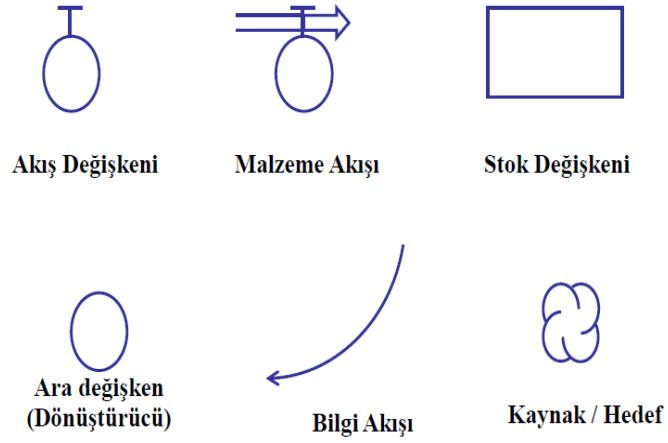
#### **3.3.4.3.2. Stok ve akış diyagramları**

Stok, birikim olarak tanımlanırken, akış stokların seviyelerini değiştiren oranı ifade eder. Sistem dinamiğinin temelini oluşturan dört bileşenden en önemlisi stoklardır. Sistem; stokların bileşimi olarak tanımlanabilir. Akış ise, stoktaki birim zaman aralığındaki artış veya azalış olarak tanımlanır(Eren Şenaras, 2016).

Stoklar doğrudan değiştirilemezler. Sadece akışlarıyla değiştirilebilirler. Stoklar içeri ve dışarı akış olarak ayrılır ve iç dinamiklere sebep olurlar(Çil, 2022).

Stok akış diyagramı beş temel eleman kullanır. Bir sistemde, bu elemanların birbirleriyle olan ilişkilerinin belirtilmesiyle, stok-akış diyagramı elde edilir(Çil, 2022). Bunlar;

- Akış değişkeni
- Stok değişkeni
- Ara değişken (dönüştürücü)
- Malzeme akışı
- Bilgi akışı



Şekil 3.2. Stok akış diyagramı elemanları

Bir sistemde, stok, akış ve ara değişkelerinin birbirleriyle olan ilişkilerinin belirtilmesiyle, stok-akış ya da yapı diyagramı elde edilir. Stok değişkenleri, sistemdeki temel birikimleri temsil ederler. Akış değişkenleri, stoklardaki değişimleri ifade ederler. Akış değişkenleri, stokları doğrudan azaltır ya da artırır. Genel olarak, yukarıdaki iki sınıfın dışında kalan değişkenlere, ara değişken denir(Çil, 2022).

## 4. MODEL GELİŞTİRME VE VAKA ÇALIŞMASI

### 4.1. Model Geliştirme

Bu çalışmada sistem dinamik simülasyonu ile topraksız tarımda çilek üretiminin 120 aylık yatırım değerlemesi yapılarak, yatırımın karlı olup olmadığını araştırmak amaçlanmıştır. Çalışmada ilk adım olarak sistem dinamik simülasyonun ilk adımı olan problem tanımlaması yapılmıştır. Çalışmadaki problem projelerin yatırım değerlemesinde ortaya çıkan olasılıksal sonuçlar ve hataların varlığı sebebiyle karar verme aşamasında yaşanan zorluklardır. Bu sebeple gerçeğe yakın sonuçları elde etmek ve karşılaşılabilecek olasılıkları daha etkin analiz etmek sistem dinamiğinin desteklediği bir simülasyon modeli kullanılmaya karar verilmiştir. Bu sayede projenin kar etme veya zarar etme olasılıkları tespit edilerek, yatırım kararı verilecektir.

Model oluşturulurken, probleme etkisi olan sistem elemanlarının etkisi altında olan altı adet stok kullanılmıştır. Stok akış diyagramları hedefe yönelik bilgi kaynaklarının ve sistem bileşenleri etkileşimlerinin matematiksel modellemesi için kullanılan şemalardır (Vural, 2021). Birinci stok; çileğin tohumdan hasada kadar geçen zamanda etki eden fide miktarı, su miktarı, besin miktarı vb. gibi etmenlerden oluşmaktadır. İkinci stok; birinci kalite çilek stoku olarak adlandırılmıştır. İkinci stok; birinci ve ikinci kalite çileğin hasattan sonraki stok miktarlarını göstermektedir.

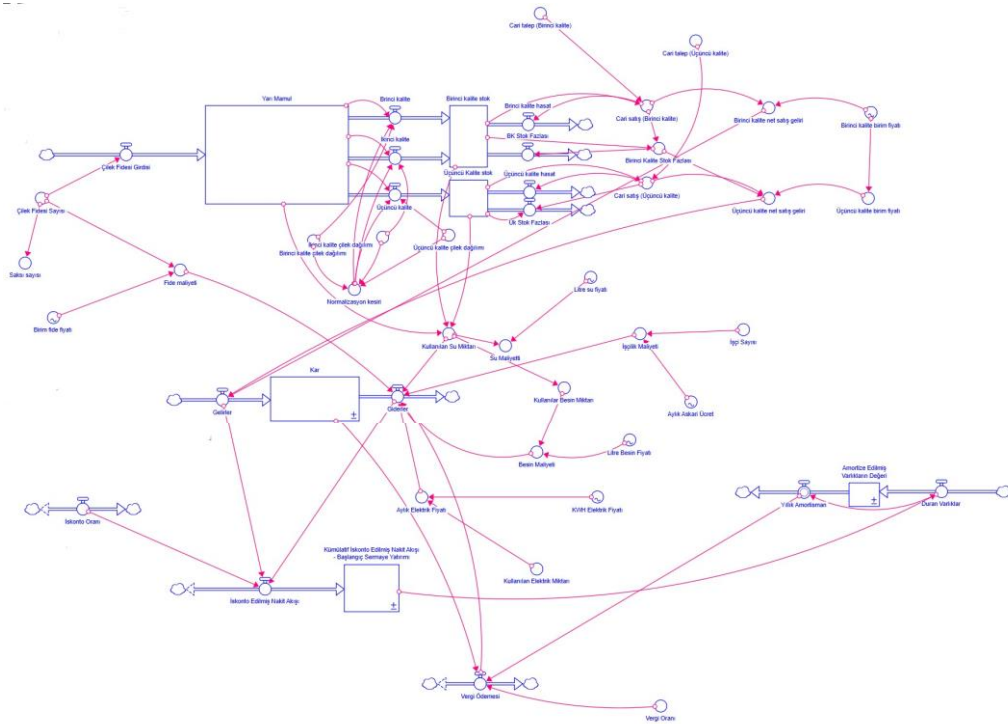
Birinci kalite çilek; dalından tam zamanında ve maksimum kalitede elde edilen birinci kalite çilektir. İkinci kalite çilek ise, birinci kalite çilekten bir süre daha fazla dalda bekleyen ve bu geçen sürede birinci kalite gibi maksimum kaliteye ulaşan çilektir. Modeldeki üçüncü stok ise üçüncü kalite çileğin hasat sonrası stok miktarını ifade etmektedir. Üçüncü kalite çilek denilen ise, istenilen maksimum kaliteye ulaşmamış veya depoda bekleyen ve kalitesini düşürmüş birinci ve ikinci kalite çileği ifade etmektedir. Dördüncü stok ise, bu çilek üretiminden ve satışından elde edilen karı göstermektedir. Kar stoku gelir ve gider miktarlarının etkisi altındadır. Beşinci stok ise duran varlıklar ve yıllık amortismanın etkisi altında olan, amortize edilmiş varlıkların değerinin ölçüldüğü stoktur. Altıncı ve son stok ise, kümülatif net bugünkü değer stokudur.

Sistem Dinamik Simülasyonunda oluşturulan bazı elemanlar rassal veri üretmektedir. Bu rassal veriler üretimi ve nakit akışını etkileyen en önemli değişken cari talep ve cari satış miktarlarıdır. Cari talep miktarları; birinci kalite çilek ve üçüncü kalite çilek cari talep miktarları olarak adlandırılmıştır. Aynı şekilde cari satış miktarları; birinci kalite çilek ve üçüncü kalite çilek cari satış miktarları olarak adlandırılmıştır.

Bu çalışmada çilek fide miktarı ortalama 63360 adet olarak belirlenmiştir. Bir fideden hasat edilecek çilek miktarı 0,8 kg ile 1,2 kg arasında kabul edilmiştir. Fideler yılda 1 defa ekilecek ve aynı fide yılda 4 defa hasat verecektir. Yani yılda ortalama 253,44 ton çilek hasat edilmektedir. TÜİK 2021 örtü altı çilek üretim miktarını 253153 ton olarak ölçmüştür. Bu çalışmada Türkiye’de gerçekleştirilen örtü altı çilek yetiştiriciliğinin yaklaşık binde biri üretilmektedir. Elde edilen çileklerin kalite açısından da %50-%70 oranında birinci kalite çilek, %20-%30 oranında ikinci kalite çilek, %0-%10 oranında da üçüncü kalite çilek olacağı öngörülmüştür. Talep miktarlarına bakıldığında; üç ayda bir olacak şekilde, birinci kalite çilek talep miktarı 70 ton ile 100 ton, üçüncü kalite çilek talep miktarı üç ayda bir olacak şekilde 10 ton ile 25 ton arasında değişmektedir.

Sistem dinamik simülasyonunda kullanılan 5 adet fiyat tahmini grafikleri, doğrusal regresyon yöntemi kullanılarak elde edilmiştir. Doğrusal regresyon, bir bağımlı değişken ile bir veya daha fazla bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi belirlemeye yönelik doğrusal yaklaşımdır (Okwuchi, 2020). Çalışmada yararlanılan elektrik Kwh fiyatları; Haziran 2018 ile Haziran 2022 tarihleri arasında TÜİK’den elde edilen fiyatların, doğrusal regresyon analizi ile gelecek 10 yıl için tahmin edilen verilerdir. Elektrik fiyatları için elde edilen regresyon denklemi  $y=0.232x-0.111$  şeklindedir. Birinci kalite çilek satış fiyatları 31.10.2018 ile 28.12.2022 arasında T.C Gümrük ve Ticaret Bakanlığı Hal Kayıt Sistemi Çilek Ürün Fiyatları bölümünden alınmıştır. Bu verilerin analizi sonucunda çıkan regresyon denklemi  $y=0.1485x+20.61$  şeklindedir. Üçüncü kalite çilek fiyatları ise, birinci kalite çilek fiyatının %70 oranı olacak şekilde uzman görüşü ile karar verilmiştir. Asgari ücret fiyatları 2018-2022 yılları arasındaki 60 aylık T.C Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığının asgari ücretleri dikkate alınarak tahmin yapılmıştır. Tahmin sonucu çıkan regresyon denklemi  $y=65.518x+1788.1$  şeklindedir. Su fiyatları ise, 2018 ile 2022 yılları arasındaki, İZSU Tarım-Hayvan sulama tarifesine su ve atık su toplam fiyatları ile tahmin yapılmıştır. Tahmin sonucu çıkan regresyon denklemi  $y=0.0325+0.2191$  şeklindedir. Çalışmada kullanılan çilek

fide adet fiyatları ve besin maddesi litre fiyatları 2022 yılı baz alınarak, her yıl %10 artışla uzman görüşüne göre 10 yıl için hesaplanmıştır.



Şekil 4.1. Topraksız tarımda çilek üretimi finansal fizibilite analizi stok akış diyagramı

Çalışmada kurulan sistem dinamik simülasyonu 6 adet stok, 15 adet akış, 30 adet dönüştürücü, 6 grafik ve 44 denklem ile oluşturulmuştur. İlgili denklemler ve grafikler Şekil 4.2’de gösterilmiştir.

|                                         | Equation                                                                                                             | Properties                                       | Units | Documentation | Annotation   |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------|---------------|--------------|
| Top-Level Model:                        |                                                                                                                      |                                                  |       |               |              |
| Amortize_Edilmiş_Varlıkları_n_Değeri(t) | $\text{Amortize\_Edilmiş\_Varlıkların\_Değeri}(t - dt) + (\text{Duran\_Varlıklar} - \text{Yıllık\_Amortisman}) * dt$ | INIT<br>Amortize_Edilmiş_Varlıkları_n_Değeri = 0 |       |               |              |
| Birinci_kalite_stok(t)                  | $\text{Birinci\_kalite\_stok}(t - dt) + (\text{Birinci\_kalite\_hasat} - \text{BK\_Stok\_Fazlası}) * dt$             | INIT<br>Birinci_kalite_stok = 0                  |       |               | NON-NEGATIVE |



|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                        |  |  |                            |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--|--|----------------------------|
| Üçüncü_kalite       | PULSE(Üçüncü_kalite_çilek_dağılımı /Normalizasyon_kesiri *Yarı_Mamul; 3; 3)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | OUTFLOW<br>PRIORITY: 3 |  |  | UNIF<br>LOW                |
| Üçüncü_kalite_hayat | DELAY3("Cari_satış_(Üçüncü_kalite)"; 1; 0)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | OUTFLOW<br>PRIORITY: 1 |  |  | UNIF<br>LOW                |
| Ük_Stok_Fazlası     | Üçüncü_Kalite_stok-"Cari_satış_(Üçüncü_kalite)"                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | OUTFLOW<br>PRIORITY: 2 |  |  | UNIF<br>LOW                |
| Vergi_Ödemesi       | IF Yıllık_Amortisman>Kar THEN 0<br>ELSE PULSE(Vergi_Oranı*(Kar-DELAY(Kar; 12)-Yıllık_Amortisman); 12; 12)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                        |  |  |                            |
| Yıllık_Amortisman   | PULSE ( INIT(Duran_Varlıklar)/10; 12; 12)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                        |  |  | UNIF<br>LOW                |
| Aylık_Askari_Ücret  | GRAPH(TIME) Points: (1,0, 5784,7), (2,0, 5850,22), (3,0, 5915,73), (4,0, 5981,25), (5,0, 6046,77), (6,0, 6112,29), (7,0, 6177,81), (8,0, 6243,32), (9,0, 6308,84), (10,0, 6374,36), (11,0, 6439,88), (12,0, 6505,4), (13,0, 6570,91), (14,0, 6636,43), (15,0, 6701,95), (16,0, 6767,47), (17,0, 6832,99), (18,0, 6898,5), (19,0, 6964,02), (20,0, 7029,54), (21,0, 7095,06), (22,0, 7160,58), (23,0, 7226,09), (24,0, 7291,61), (25,0, 7357,13), (26,0, 7422,65), (27,0, 7488,17), (28,0, 7553,68), (29,0, 7619,2), (30,0, 7684,72), (31,0, 7750,24), (32,0, 7815,76), (33,0, 7881,27), (34,0, 7946,79), (35,0, 8012,31), (36,0, 8077,83), (37,0, 8143,35), (38,0, 8208,86), (39,0, 8274,38), (40,0, 8339,9), (41,0, 8405,42), (42,0, 8470,94), (43,0, 8536,45), (44,0, 8601,97), (45,0, 8667,49), (46,0, 8733,01), (47,0, 8798,53), (48,0, 8864,04), (49,0, 8929,56), (50,0, 8995,08), (51,0, 9060,6), (52,0, 9126,12), (53,0, 9191,63), (54,0, 9257,15), (55,0, 9322,67), (56,0, 9388,19), (57,0, 9453,71), (58,0, 9519,22), (59,0, 9584,74), (60,0, 9650,26), (61,0, 9715,78), (62,0, 9781,3), (63,0, 9846,81), (64,0, 9912,33), (65,0, 9977,85), (66,0, 10043,37), (67,0, 10108,89), (68,0, 10174,4), (69,0, 10239,92), (70,0, 10305,44), (71,0, 10370,96), (72,0, 10436,48), (73,0, 10501,99), (74,0, 10567,51), (75,0, 10633,03), (76,0, 10698,55), (77,0, 10764,07), (78,0, |                        |  |  | GF<br>EXTR<br>APOL<br>ATED |

|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |  |  |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|
|                       | 10829,58), (79,0, 10895,1), (80,0, 10960,62), (81,0, 11026,14), (82,0, 11091,66), (83,0, 11157,17), (84,0, 11222,69), (85,0, 11288,21), (86,0, 11353,73), (87,0, 11419,25), (88,0, 11484,76), (89,0, 11550,28), (90,0, 11615,8), (91,0, 11681,32), (92,0, 11746,84), (93,0, 11812,35), (94,0, 11877,87), (95,0, 11943,39), (96,0, 12008,91), (97,0, 12074,43), (98,0, 12139,94), (99,0, 12205,46), (100,0, 12270,98), (101,0, 12336,5), (102,0, 12402,02), (103,0, 12467,53), (104,0, 12533,05), (105,0, 12598,57), (106,0, 12664,09), (107,0, 12729,61), (108,0, 12795,12), (109,0, 12860,64), (110,0, 12926,16), (111,0, 12991,68), (112,0, 13057,2), (113,0, 13122,71), (114,0, 13188,23), (115,0, 13253,75), (116,0, 13319,27), (117,0, 13384,79), (118,0, 13450,3), (119,0, 13515,82), (120,0, 13581,34)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |  |  |
| Aylık_Elektrik_Fiyatı | (KWH_Elektrik_Fiyatı/100)<br>*Kullanılan_Elektrik_Miktarı                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |  |  |
| Besin_Maliyeti        | Kullanılar_Besin_Miktarı*Litre_Besin_Fiyatı                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |  |  |
| Birim_fide_fiyatı     | GRAPH(TIME) Points: (1,0, 1,0), (2,0, 1,0), (3,0, 1,0), (4,0, 1,0), (5,0, 1,0), (6,0, 1,0), (7,0, 1,0), (8,0, 1,0), (9,0, 1,0), (10,0, 1,0), (11,0, 1,0), (12,0, 1,0), (13,0, 1,1), (14,0, 1,1), (15,0, 1,1), (16,0, 1,1), (17,0, 1,1), (18,0, 1,1), (19,0, 1,1), (20,0, 1,1), (21,0, 1,1), (22,0, 1,1), (23,0, 1,1), (24,0, 1,1), (25,0, 1,21), (26,0, 1,21), (27,0, 1,21), (28,0, 1,21), (29,0, 1,21), (30,0, 1,21), (31,0, 1,21), (32,0, 1,21), (33,0, 1,21), (34,0, 1,21), (35,0, 1,21), (36,0, 1,21), (37,0, 1,33), (38,0, 1,33), (39,0, 1,33), (40,0, 1,33), (41,0, 1,33), (42,0, 1,33), (43,0, 1,33), (44,0, 1,33), (45,0, 1,33), (46,0, 1,33), (47,0, 1,33), (48,0, 1,33), (49,0, 1,46), (50,0, 1,46), (51,0, 1,46), (52,0, 1,46), (53,0, 1,46), (54,0, 1,46), (55,0, 1,46), (56,0, 1,46), (57,0, 1,46), (58,0, 1,46), (59,0, 1,46), (60,0, 1,46), (61,0, 1,61), (62,0, 1,61), (63,0, 1,61), (64,0, 1,61), (65,0, 1,61), (66,0, 1,61), (67,0, 1,61), (68,0, 1,61), (69,0, 1,61), (70,0, 1,61), (71,0, 1,61), (72,0, 1,61), (73,0, 1,77), (74,0, 1,77), (75,0, 1,77), (76,0, 1,77), (77,0, 1,77), (78,0, 1,77), (79,0, 1,77), (80,0, 1,77), (81,0, 1,77), |  |  |  |

|                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |                    |
|---------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--------------------|
|                                 |  | (82,0, 1,77), (83,0, 1,77), (84,0, 1,77), (85,0, 1,95), (86,0, 1,95), (87,0, 1,95), (88,0, 1,95), (89,0, 1,95), (90,0, 1,95), (91,0, 1,95), (92,0, 1,95), (93,0, 1,95), (94,0, 1,95), (95,0, 1,95), (96,0, 1,95), (97,0, 2,15), (98,0, 2,15), (99,0, 2,15), (100,0, 2,15), (101,0, 2,15), (102,0, 2,15), (103,0, 2,15), (104,0, 2,15), (105,0, 2,15), (106,0, 2,15), (107,0, 2,15), (108,0, 2,15), (109,0, 2,37), (110,0, 2,37), (111,0, 2,37), (112,0, 2,37), (113,0, 2,37), (114,0, 2,37), (115,0, 2,37), (116,0, 2,37), (117,0, 2,37), (118,0, 2,37), (119,0, 2,37), (120,0, 2,37)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |  |                    |
| Birinci_kalite_<br>birim_fiyatı |  | GRAPH(TIME) Points: (1,0, 28,18), (2,0, 28,33), (3,0, 28,48), (4,0, 28,63), (5,0, 28,78), (6,0, 28,93), (7,0, 29,07), (8,0, 29,22), (9,0, 29,37), (10,0, 29,52), (11,0, 29,67), (12,0, 29,82), (13,0, 29,97), (14,0, 30,11), (15,0, 30,26), (16,0, 30,41), (17,0, 30,56), (18,0, 30,71), (19,0, 30,86), (20,0, 31,01), (21,0, 31,15), (22,0, 31,3), (23,0, 31,45), (24,0, 31,6), (25,0, 31,75), (26,0, 31,9), (27,0, 32,04), (28,0, 32,19), (29,0, 32,34), (30,0, 32,49), (31,0, 32,64), (32,0, 32,79), (33,0, 32,94), (34,0, 33,08), (35,0, 33,23), (36,0, 33,38), (37,0, 33,53), (38,0, 33,68), (39,0, 33,83), (40,0, 33,98), (41,0, 34,12), (42,0, 34,27), (43,0, 34,42), (44,0, 34,57), (45,0, 34,72), (46,0, 34,87), (47,0, 35,01), (48,0, 35,16), (49,0, 35,31), (50,0, 35,46), (51,0, 35,61), (52,0, 35,76), (53,0, 35,91), (54,0, 36,05), (55,0, 36,2), (56,0, 36,35), (57,0, 36,5), (58,0, 36,65), (59,0, 36,8), (60,0, 36,95), (61,0, 37,09), (62,0, 37,24), (63,0, 37,39), (64,0, 37,54), (65,0, 37,69), (66,0, 37,84), (67,0, 37,98), (68,0, 38,13), (69,0, 38,28), (70,0, 38,43), (71,0, 38,58), (72,0, 38,73), (73,0, 38,88), (74,0, 39,02), (75,0, 39,17), (76,0, 39,32), (77,0, 39,47), (78,0, 39,62), (79,0, 39,77), (80,0, 39,92), (81,0, 40,06), (82,0, 40,21), (83,0, 40,36), (84,0, 40,51), (85,0, 40,66), (86,0, 40,81), (87,0, 40,95), (88,0, 41,1), (89,0, 41,25), (90,0, 41,4), (91,0, 41,55), (92,0, 41,7), (93,0, 41,85), (94,0, 41,99), (95,0, 42,14), (96,0, 42,29), (97,0, 42,44), (98,0, 42,59), |  |  | GF<br>DISC<br>RETE |

|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |  |  |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|
|                                 | (99,0, 42,74), (100,0, 42,89), (101,0, 43,03), (102,0, 43,18), (103,0, 43,33), (104,0, 43,48), (105,0, 43,63), (106,0, 43,78), (107,0, 43,92), (108,0, 44,07), (109,0, 44,22), (110,0, 44,37), (111,0, 44,52), (112,0, 44,67), (113,0, 44,82), (114,0, 44,96), (115,0, 45,11), (116,0, 45,26), (117,0, 45,41), (118,0, 45,56), (119,0, 45,71), (120,0, 45,86) |  |  |  |
| Birinci_kalite_çilek_dağılımı   | RANDOM(0,5; 0,7; RANDOM(0; 500000))                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |  |  |
| Birinci_kalite_net_satış_geliri | "Cari_satış_(Birinci_kalite)"*Birinci_kalite_birim_fiyatı                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |  |  |
| Birinci_Kalite_Stok_Fazlası     | Birinci_kalite_stok-"Cari_satış_(Birinci_kalite)"                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |  |  |
| "Cari_satış_(Birinci_kalite)"   | IF("Cari_talep_(Birinci_kalite)"> Birinci_kalite_stok) THEN Birinci_kalite_stok ELSE "Cari_talep_(Birinci_kalite)"                                                                                                                                                                                                                                            |  |  |  |
| "Cari_satış_(Üçüncü_kalite)"    | IF("Cari_talep_(Üçüncü_kalite)"> Üçüncü_Kalite_stok) THEN Üçüncü_Kalite_stok ELSE "Cari_talep_(Üçüncü_kalite)"                                                                                                                                                                                                                                                |  |  |  |
| "Cari_talep_(Birinci_kalite)"   | PULSE(RANDOM(70000; 100000; RANDOM(1; 10000000));1; 3)                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |  |  |
| "Cari_talep_(Üçüncü_kalite)"    | PULSE(RANDOM(10000; 25000; RANDOM(1; 10000000)); 1; 3)                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |  |  |
| Çilek_Fidesi_Sayısı             | STEP(63360; 1)+STEP(0; 12)+STEP(0; 24)+STEP(0; 36)+STEP(0; 48)+STEP(0; 60)+STEP(0; 72)+STEP(0; 84)+STEP(0; 96)+STEP(0; 108)                                                                                                                                                                                                                                   |  |  |  |
| Fide_maliyeti                   | Çilek_Fidesi_Sayısı*Birim_fide_fiyatı *PULSE(1; 1; 12)                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |  |  |
| İkinci_kalite_çilek_dağılımı    | RANDOM(0,2; 0,3; RANDOM(0; 500000))                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |  |  |
| İşçi_Sayısı                     | 4+ PULSE(4;1; 3 )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |  |  |
| İşçilik_Maliyeti                | İşçi_Sayısı*Aylık_Askari_Ücret                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |  |  |
| Kullanılan_Elektrik_Miktarı     | NORMAL (3000,200; 900)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |  |  |
| Kullanılan_Su_Miktarı           | Yarı_Mamul*0,1+(Birinci_kalite_stok +Üçüncü_Kalite_stok)*0,3                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |  |  |
| Kullanılan_Besin_Miktarı        | Kullanılan_Su_Miktarı*0,004                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |  |  |

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |  |  |                    |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--------------------|
| KWH_Elektrik_Fiyatı | <p>GRAPH(TIME) Points: (1,0, 1,4), (2,0, 1,43), (3,0, 1,45), (4,0, 1,47), (5,0, 1,5), (6,0, 1,52), (7,0, 1,54), (8,0, 1,57), (9,0, 1,59), (10,0, 1,61), (11,0, 1,64), (12,0, 1,66), (13,0, 1,68), (14,0, 1,71), (15,0, 1,73), (16,0, 1,75), (17,0, 1,78), (18,0, 1,8), (19,0, 1,82), (20,0, 1,85), (21,0, 1,87), (22,0, 1,89), (23,0, 1,91), (24,0, 1,94), (25,0, 1,96), (26,0, 1,98), (27,0, 2,01), (28,0, 2,03), (29,0, 2,05), (30,0, 2,08), (31,0, 2,1), (32,0, 2,12), (33,0, 2,15), (34,0, 2,17), (35,0, 2,19), (36,0, 2,22), (37,0, 2,24), (38,0, 2,26), (39,0, 2,29), (40,0, 2,31), (41,0, 2,33), (42,0, 2,36), (43,0, 2,38), (44,0, 2,4), (45,0, 2,43), (46,0, 2,45), (47,0, 2,47), (48,0, 2,49), (49,0, 2,52), (50,0, 2,54), (51,0, 2,56), (52,0, 2,59), (53,0, 2,61), (54,0, 2,63), (55,0, 2,66), (56,0, 2,68), (57,0, 2,7), (58,0, 2,73), (59,0, 2,75), (60,0, 2,77), (61,0, 2,8), (62,0, 2,82), (63,0, 2,84), (64,0, 2,87), (65,0, 2,89), (66,0, 2,91), (67,0, 2,94), (68,0, 2,96), (69,0, 2,98), (70,0, 3,01), (71,0, 3,03), (72,0, 3,05), (73,0, 3,07), (74,0, 3,1), (75,0, 3,12), (76,0, 3,14), (77,0, 3,17), (78,0, 3,19), (79,0, 3,21), (80,0, 3,24), (81,0, 3,26), (82,0, 3,28), (83,0, 3,31), (84,0, 3,33), (85,0, 3,35), (86,0, 3,38), (87,0, 3,4), (88,0, 3,42), (89,0, 3,45), (90,0, 3,47), (91,0, 3,49), (92,0, 3,52), (93,0, 3,54), (94,0, 3,56), (95,0, 3,59), (96,0, 3,61), (97,0, 3,63), (98,0, 3,65), (99,0, 3,68), (100,0, 3,7), (101,0, 3,72), (102,0, 3,75), (103,0, 3,77), (104,0, 3,79), (105,0, 3,82), (106,0, 3,84), (107,0, 3,86), (108,0, 3,89), (109,0, 3,91), (110,0, 3,93), (111,0, 3,96), (112,0, 3,98), (113,0, 4,0), (114,0, 4,03), (115,0, 4,05), (116,0, 4,07), (117,0, 4,1), (118,0, 4,12), (119,0, 4,14), (120,0, 4,17)</p> |  |  |  | GF<br>DISC<br>RETE |
| Litre_Besin_Fiyatı  | <p>GRAPH(TIME) Points: (1,0, 70,0), (2,0, 70,0), (3,0, 70,0), (4,0, 70,0), (5,0, 70,0), (6,0, 70,0), (7,0, 70,0), (8,0, 70,0), (9,0, 70,0), (10,0, 70,0), (11,0, 70,0), (12,0, 70,0), (13,0, 77,0), (14,0, 77,0), (15,0, 77,0), (16,0, 77,0), (17,0, 77,0), (18,0, 77,0), (19,0, 77,0), (20,0, 77,0), (21,0, 77,0), (22,0, 77,0), (23,0, 77,0), (24,0, 77,0), (25,0, 84,7), (26,0, 84,7), (27,0, 84,7), (28,0, 84,7), (29,0, 84,7), (30,0, 84,7), (31,0, 84,7), (32,0, 84,7), (33,0, 84,7), (34,0, 84,7), (35,0,</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |  |  | GF<br>DISC<br>RETE |

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |  |  |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|
|                 | 84,7), (36,0, 84,7), (37,0, 93,17), (38,0, 93,17), (39,0, 93,17), (40,0, 93,17), (41,0, 93,17), (42,0, 93,17), (43,0, 93,17), (44,0, 93,17), (45,0, 93,17), (46,0, 93,17), (47,0, 93,17), (48,0, 93,17), (49,0, 102,49), (50,0, 102,49), (51,0, 102,49), (52,0, 102,49), (53,0, 102,49), (54,0, 102,49), (55,0, 102,49), (56,0, 102,49), (57,0, 102,49), (58,0, 102,49), (59,0, 102,49), (60,0, 102,49), (61,0, 112,74), (62,0, 112,74), (63,0, 112,74), (64,0, 112,74), (65,0, 112,74), (66,0, 112,74), (67,0, 112,74), (68,0, 112,74), (69,0, 112,74), (70,0, 112,74), (71,0, 112,74), (72,0, 112,74), (73,0, 124,01), (74,0, 124,01), (75,0, 124,01), (76,0, 124,01), (77,0, 124,01), (78,0, 124,01), (79,0, 124,01), (80,0, 124,01), (81,0, 124,01), (82,0, 124,01), (83,0, 124,01), (84,0, 124,01), (85,0, 136,41), (86,0, 136,41), (87,0, 136,41), (88,0, 136,41), (89,0, 136,41), (90,0, 136,41), (91,0, 136,41), (92,0, 136,41), (93,0, 136,41), (94,0, 136,41), (95,0, 136,41), (96,0, 136,41), (97,0, 150,05), (98,0, 150,05), (99,0, 150,05), (100,0, 150,05), (101,0, 150,05), (102,0, 150,05), (103,0, 150,05), (104,0, 150,05), (105,0, 150,05), (106,0, 150,05), (107,0, 150,05), (108,0, 150,05), (109,0, 165,06), (110,0, 165,06), (111,0, 165,06), (112,0, 165,06), (113,0, 165,06), (114,0, 165,06), (115,0, 165,06), (116,0, 165,06), (117,0, 165,06), (118,0, 165,06), (119,0, 165,06), (120,0, 165,06) |  |  |  |
| Litre_su_fiyatı | GRAPH(TIME) Points: (1,0, 0,350), (2,0, 0,380), (3,0, 0,410163865546), (4,0, 0,449756302521), (5,0, 0,480), (6,0, 0,510), (7,0, 0,540474789916), (8,0, 0,579450980392), (9,0, 0,610), (10,0, 0,640), (11,0, 0,670763305322), (12,0, 0,709168067227), (13,0, 0,740), (14,0, 0,770), (15,0, 0,801029411765), (16,0, 0,838907563025), (17,0, 0,870), (18,0, 0,900), (19,0, 0,931273109244), (20,0, 0,968669467787), (21,0, 1,000), (22,0, 1,030), (23,0, 1,06149439776), (24,0, 1,09845378151), (25,0, 1,130), (26,0, 1,160), (27,0, 1,19169327731), (28,0, 1,2282605042), (29,0, 1,260), (30,0, 1,290), (31,0, 1,3218697479), (32,0, 1,35808963585), (33,0, 1,390),                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |  |  |

|                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |  |  |  |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|
|                      | (34,0, 1,420), (35,0, 1,45202380952), (36,0, 1,48794117647), (37,0, 1,520), (38,0, 1,550), (39,0, 1,58215546218), (40,0, 1,61781512605), (41,0, 1,650), (42,0, 1,680), (43,0, 1,71226470588), (44,0, 1,74771148459), (45,0, 1,780), (46,0, 1,810), (47,0, 1,84235154062), (48,0, 1,8776302521), (49,0, 1,910), (50,0, 1,940), (51,0, 1,97241596639), (52,0, 2,00757142857), (53,0, 2,040), (54,0, 2,070), (55,0, 2,10245798319), (56,0, 2,13753501401), (57,0, 2,170), (58,0, 2,200), (59,0, 2,23247759104), (60,0, 2,2675210084), (61,0, 2,300), (62,0, 2,330), (63,0, 2,36247478992), (64,0, 2,39752941176), (65,0, 2,430), (66,0, 2,460), (67,0, 2,49244957983), (68,0, 2,52756022409), (69,0, 2,560), (70,0, 2,590), (71,0, 2,62240196078), (72,0, 2,65761344538), (73,0, 2,690), (74,0, 2,720), (75,0, 2,75233193277), (76,0, 2,78768907563), (77,0, 2,820), (78,0, 2,850), (79,0, 2,8822394958), (80,0, 2,91778711485), (81,0, 2,950), (82,0, 2,980), (83,0, 3,01212464986), (84,0, 3,04790756303), (85,0, 3,080), (86,0, 3,110), (87,0, 3,14198739496), (88,0, 3,17805042017), (89,0, 3,210), (90,0, 3,240), (91,0, 3,27182773109), (92,0, 3,30821568627), (93,0, 3,340), (94,0, 3,370), (95,0, 3,40164565826), (96,0, 3,43840336134), (97,0, 3,470), (98,0, 3,500), (99,0, 3,53144117647), (100,0, 3,56861344538), (101,0, 3,600), (102,0, 3,630), (103,0, 3,66121428571), (104,0, 3,69884593838), (105,0, 3,730), (106,0, 3,760), (107,0, 3,79096498599), (108,0, 3,82910084034), (109,0, 3,860), (110,0, 3,890), (111,0, 3,92069327731), (112,0, 3,95937815126), (113,0, 3,990), (114,0, 4,020), (115,0, 4,05039915966), (116,0, 4,08967787115), (117,0, 4,120), (118,0, 4,150), (119,0, 4,18008263305), (120,0, 4,220) |  |  |  |  |
| Normalizasyon_kesiri | Birinci_kalite_çilek_dağılımı+İkinci_kalite_çilek_dağılımı+Üçüncü_kalite_çilek_dağılımı                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |  |  |  |
| Saksı_sayısı         | Çilek_Fidesi_Sayısı/2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |  |  |  |

|                                    |                                                                                              |  |  |  |  |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|
| Su_Maliyeti                        | Litre_su_fiyatı*Kullanılan_Su_Miktar<br>1                                                    |  |  |  |  |
| Üçüncü_kalite_birim_fiyatı         | Birinci_kalite_birim_fiyatı*0,7                                                              |  |  |  |  |
| Üçüncü_kalite_çilek_dağılım<br>1   | RANDOM(0; 0,1; RANDOM(0; 500000))                                                            |  |  |  |  |
| Üçüncü_kalite_net_satış_geli<br>ri | (Birinci_Kalite_Stok_Fazlası+"Cari_s<br>atış_(Üçüncü_kalite)")*Üçüncü_kalite<br>birim_fiyatı |  |  |  |  |
| Vergi_Oranı                        | 0,01                                                                                         |  |  |  |  |

Şekil 4.2. Sistem dinamik simülasyonu formül tablosu

#### 4.2. Vaka Çalışması

Topraksız tarım ile çilek üretimi yatırım projesinin karlılık açısından yatırım kararını vermenin amaçlandığı bu çalışmada sistem dinamik simülasyonundan yararlanılmıştır. Sistem dinamik simülasyonu için STELLA programı kullanılarak model oluşturulmuştur. Bu çalışmada yedi değişken temel alınmıştır; kar, gelir, gider, cari talep birinci kalite çilek, cari talep üçüncü kalite çilek, cari satış birinci kalite çilek, cari satış üçüncü kalite çilek.

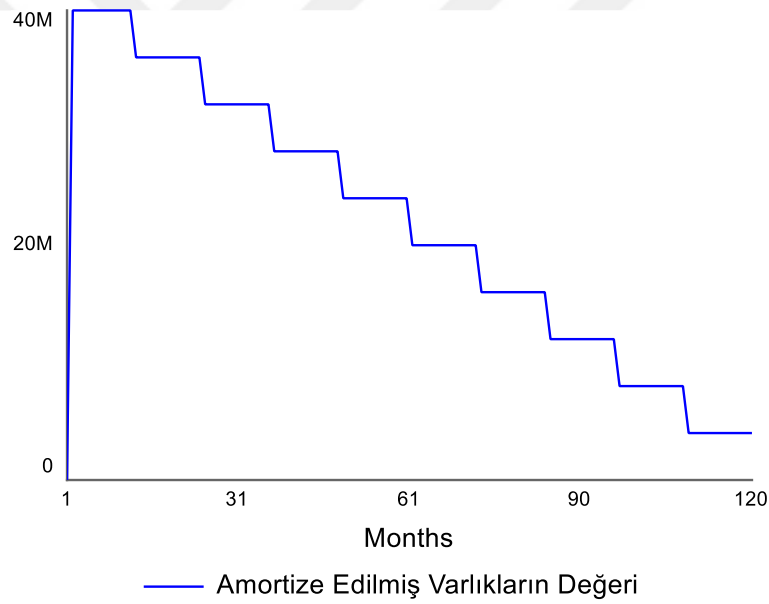
Bu yedi temel değişkenin verileri, 120 aylık olan değerlerin oluşturduğu sistem dinamik simülasyonunun 500 defa çalıştırılmasından elde edilen verilerdir. Kar için 500 senaryo sonucu elde edilen kümülatif toplam miktarları hesaba katılmıştır. Diğer altı temel değişkende ise şu hesaplamalar gerçekleştirilmiştir; minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma. Tüm bu hesaplamaların histogram grafikleri paylaşılmış ve yorumlanmıştır. Bu yedi temel değişkenin yanı sıra net nakit akış stokuna etki eden iskonto edilmiş nakit akışı ve başlangıç sermaye yatırımı da çalışmanın diğer önemli parametreleridir. Çalışmada iskonto oranı yıllık %20-25 olarak ele alınmıştır. Başlangıç sermaye yatırımı ise 40 milyon TL olarak kabul edilmiştir.

Başlangıç sermaye yatırımı aşağıdaki giderleri içermektedir. Bu giderlerde 2022 yılına ait Türkiye'deki ortalama fiyatlar ve uzman görüşleri baz alınmıştır.

- Arsa fiyatı
- Betonarme inşaat masrafları

- Alt yapı masrafları
- Soğuk hava deposu ve kurulum maliyeti
- Topraksız ve güneşsiz tarım yetiştirme panelleri ve LED ışık maliyetleri, nakliye ve kurulum maliyetleri
- Forklift, transpalet ve palet gibi yardımcı makine ve ekipman masrafları
- Ambalaj ve depolama ekipman masrafları
- Proje mimarlık ve mühendislik danışmanlık masrafları
- İşletme açılış dosya masrafları

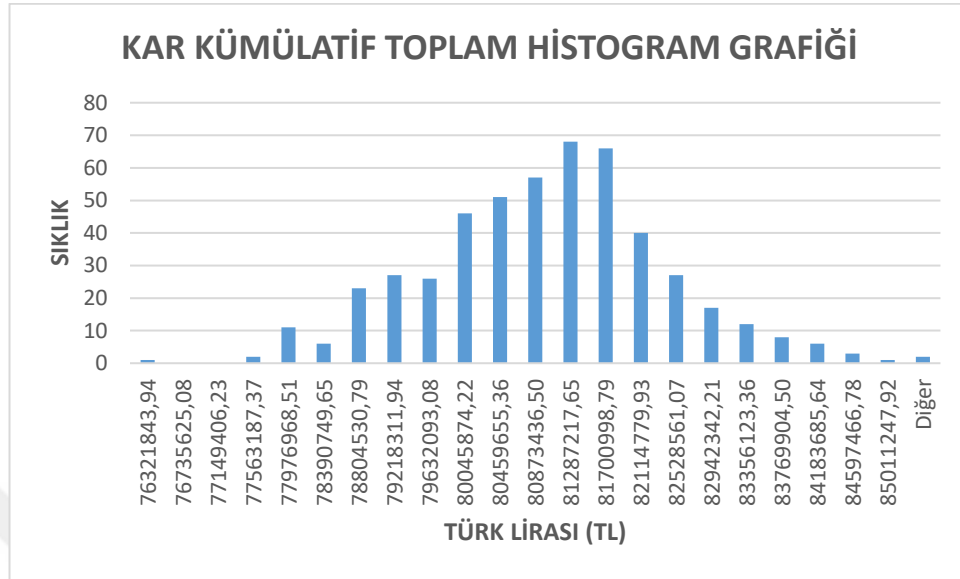
Amortize edilmiş varlıkların değeri stokunda amortisman oranı %10 kabul edilmiş ve doğrusal amortisman olarak hesaplanmıştır. Şekil 4.3. de bu hesaplama sonuçları görülmektedir. Kullanılan sistemin hurda çıkışı 10 yıl olarak öngörülmüştür.



Şekil 4.3. Amortize edilmiş varlıkların değeri

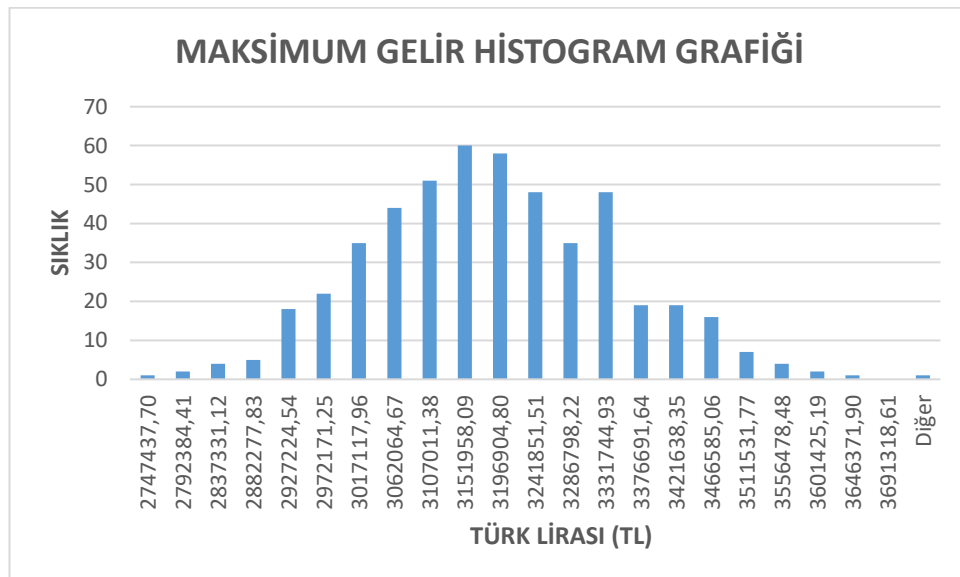
Çalışmada elde edilen kar üzerinden ödenen vergi oranı ise %1 olarak kabul edilmiştir. Bu oran; 2017/13033 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı eki (I) sayılı listenin 6 ncı sırasında yer alan “ilgili mevzuata göre toptancı hallerinde faaliyette bulunanlara ve bunlar tarafından gerçek usule tabi katma değer vergisi mükelleflerine yapılan taze sebze ve meyve (mamulleri hariç) teslimleri %1 oranında KDV’ye tutulmaktadır.” Maddesince kabul edilmiştir.

Çalışmadaki tüm bu verilerin ışığında hesaplamaların yapılmasının sebebi yatırım değerlemesi yapmak ve projenin yatırıma değer olup olmadığını görmektir.



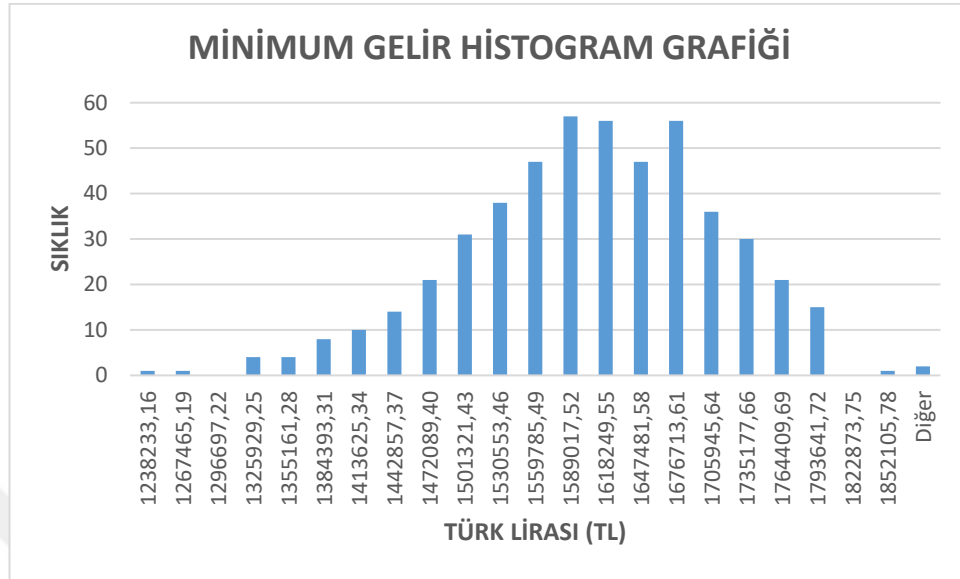
Şekil 4.4. Kar kümülatif toplam histogram grafiği

Kar kümülatif toplamın histogram grafiğine bakıldığında; 7632183.94 TL ve 85011247.92 TL arasında değiştiği, maksimum 81287217.65TL düzeyinde 68 defa tekrarlandığı görülmektedir.



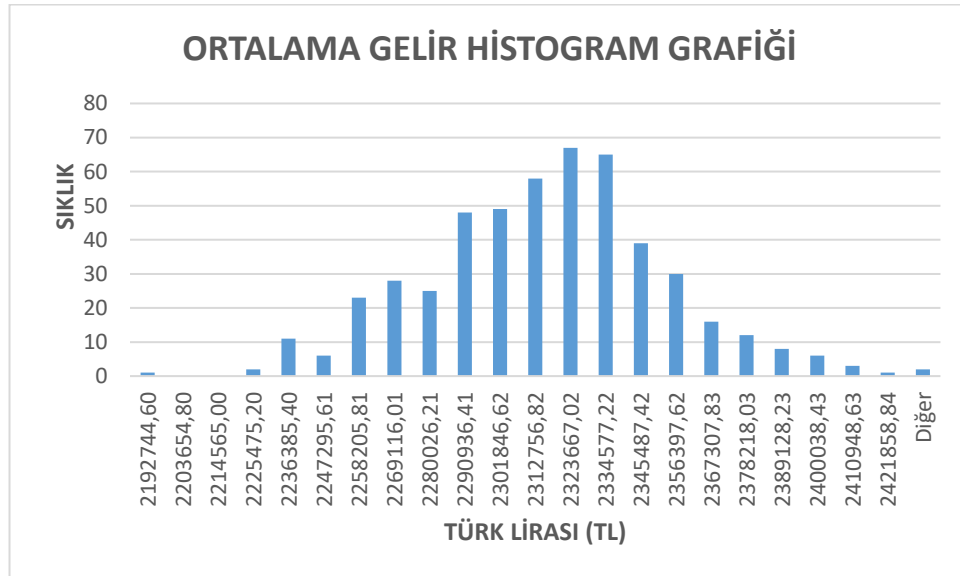
Şekil 4.5. Maksimum gelir histogram grafiği

Maksimum gelir histogram grafiğinde, 2747347.70 TL ve 3691318.61 TL arasında değiştiği, maksimum 3151958.09 TL düzeyinde 60 kez tekrarlandığı görülmektedir.



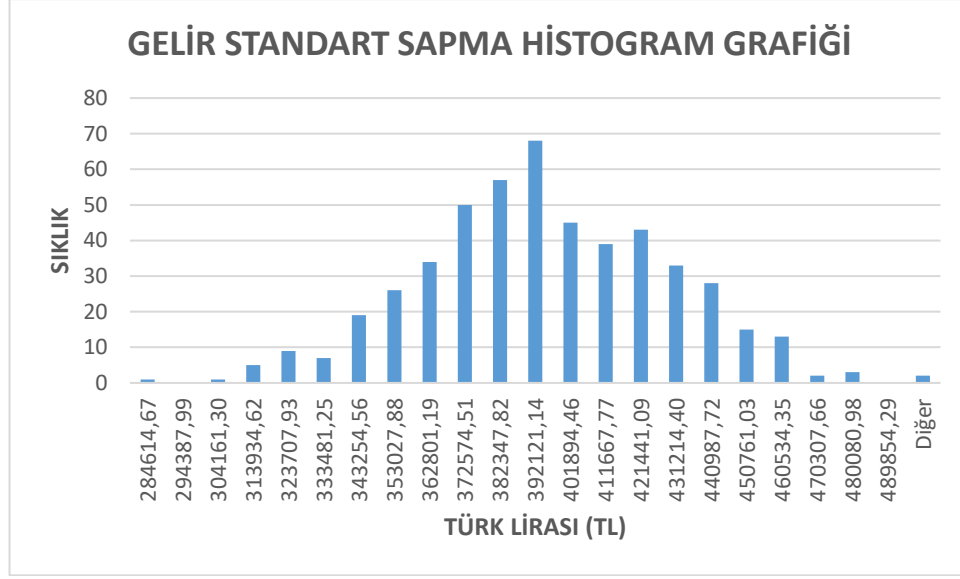
Şekil 4.6. Minimum gelir histogram grafiği

Minimum gelir histogram grafiğinde ise; 1238233.16 TL ve 1852105.78 TL arasında değiştiği, maksimum 1589017.52 TL düzeyinde 57 kez tekrarlandığı görülmektedir.



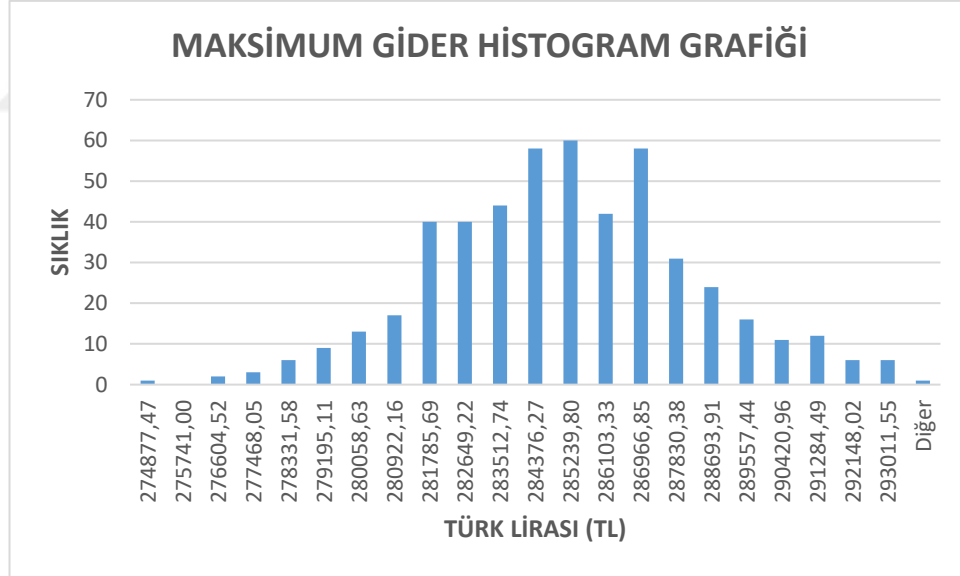
Şekil 4.7. Ortalama gelir histogram grafiği

Ortalama gelir histogram grafiğinde, 2192744.60 TL ve 2421858.84 TL arasında değiştiği, maksimum 2323667.02 TL düzeyinde 67 kez tekrarlandığı görülmektedir.



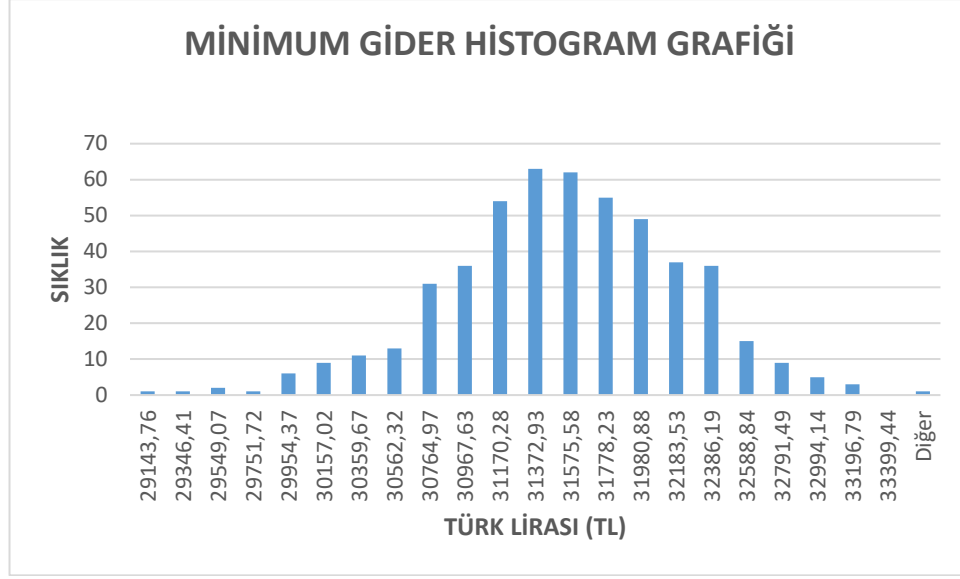
Şekil 4.8. Gelir standart sapma histogram grafiği

Gelirin standart sapma histogram grafiğinde, 284614.67 TL ve 489854.29 TL arasında değiştiği, maksimum 392121.14 TL düzeyinde 68 kez tekrarlandığı görülmektedir.



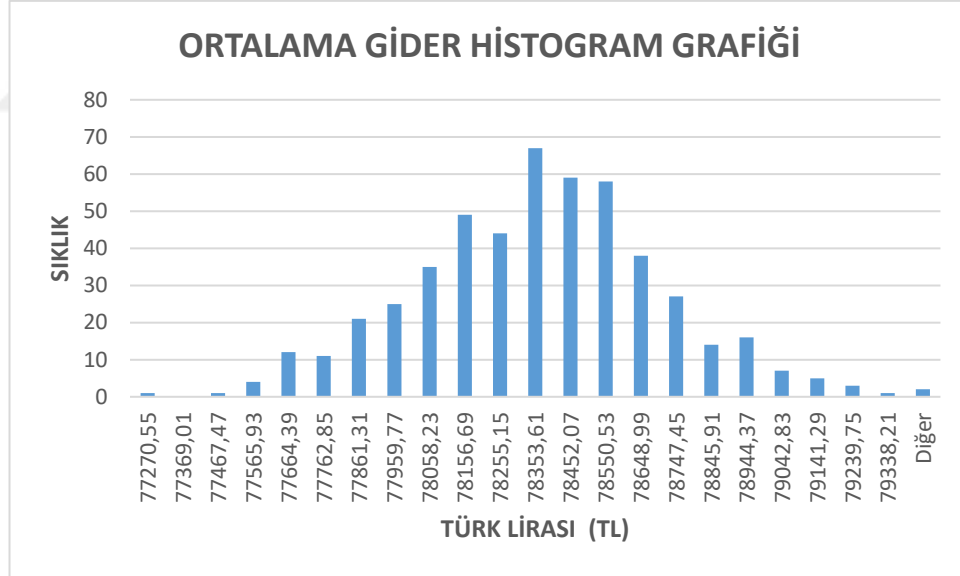
Şekil 4.9. Maksimum gider histogram grafiği

Maksimum gider histogram grafiğinde, 274877.47 TL ve 293011.55 TL arasında değiştiği, maksimum 285239.80 TL düzeyinde 60 kez tekrarlandığı görülmektedir.



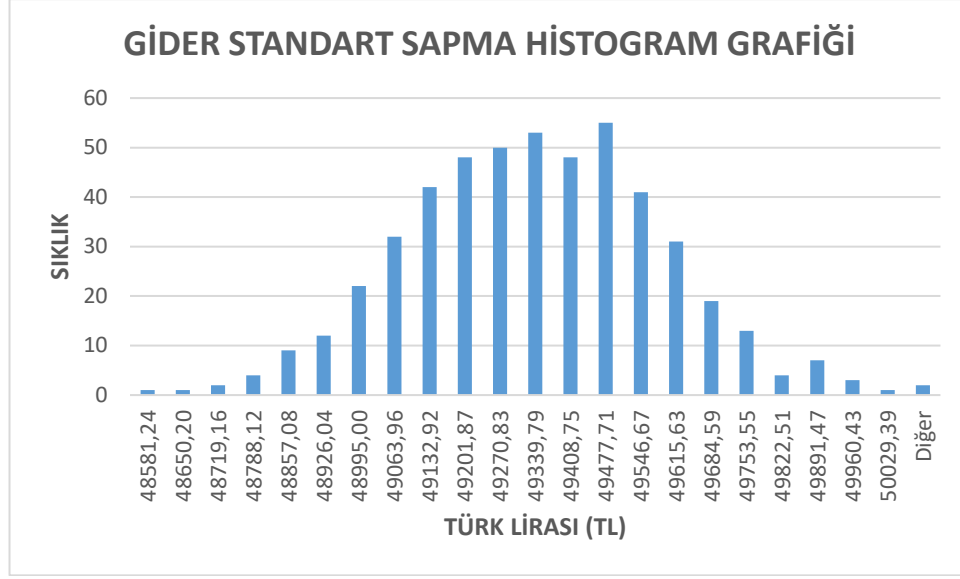
Şekil 4.10. Minimum gider histogram grafiği

Minimum gider histogram grafiğinde, 29143.76 TL ve 33399.44 TL arasında değiştiği, maksimum 31372.93 TL düzeyinde 63 kez tekrarlandığı görülmektedir.



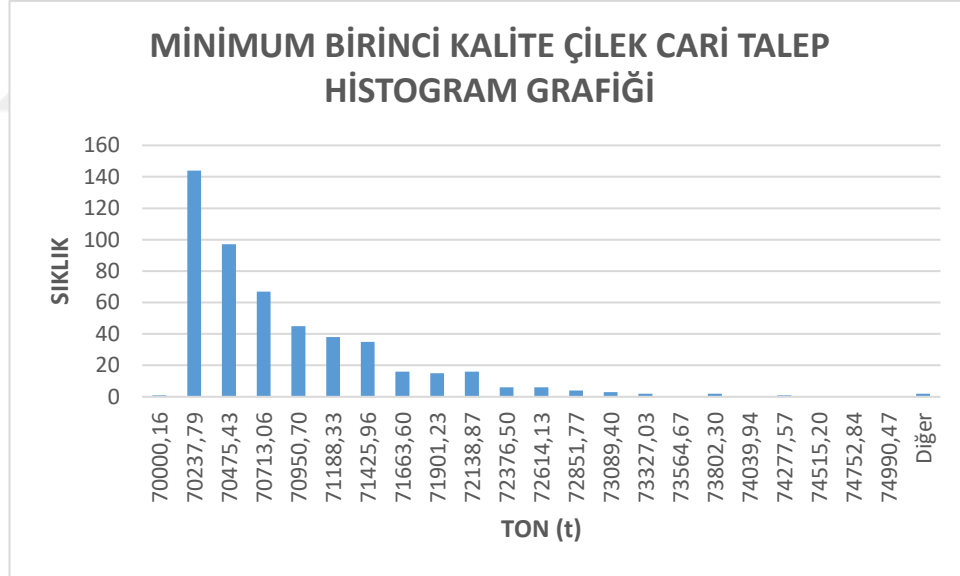
Şekil 4.11. Ortalama gider histogram grafiği

Ortalama gider histogram grafiğinde, 77270.55 TL ve 79338.21 TL arasında değiştiği, maksimum 78353.61 TL düzeyinde 67 kez tekrarlandığı görülmektedir.



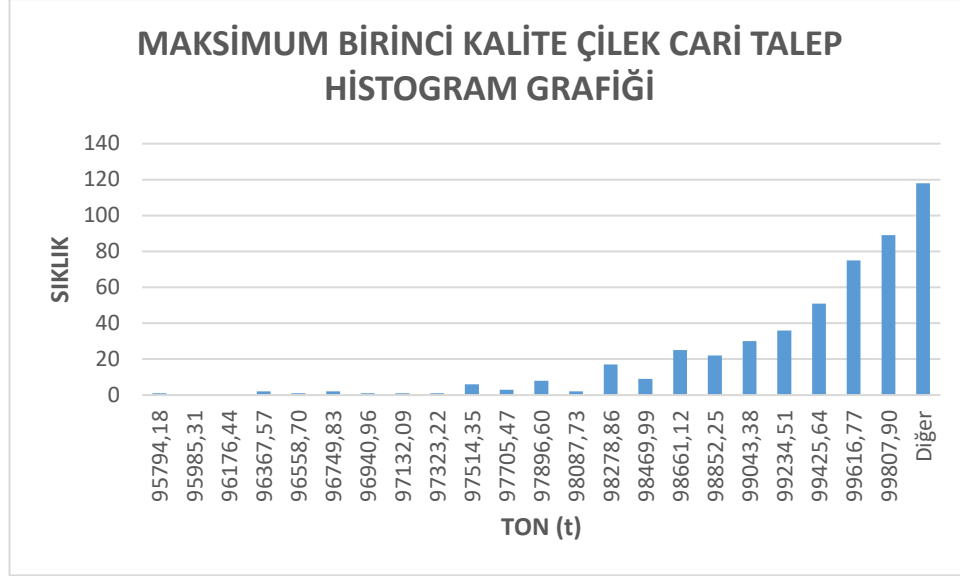
Şekil 4.12. Gider standart sapma histogram grafiği

Giderin standart sapması histogram grafiğinde, 48581.24 TL ve 50029.39 TL arasında değiştiği, maksimum 49477.71 TL düzeyinde 55 kez tekrarlandığı görülmektedir.



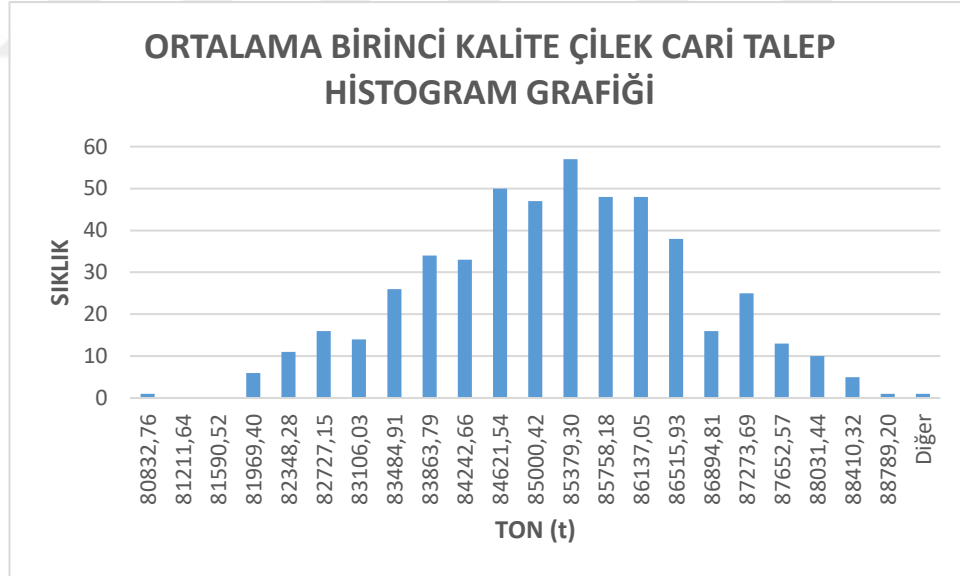
Şekil 4.13. Minimum birinci kalite çilek cari talep histogram grafiği

Minimum birinci kalite çilek cari talep histogram grafiğinde, 70000.16 ton ve 74990.47 ton arasında değiştiği, maksimum 70237.79 ton düzeyinde 144 kez tekrarlandığı görülmektedir.



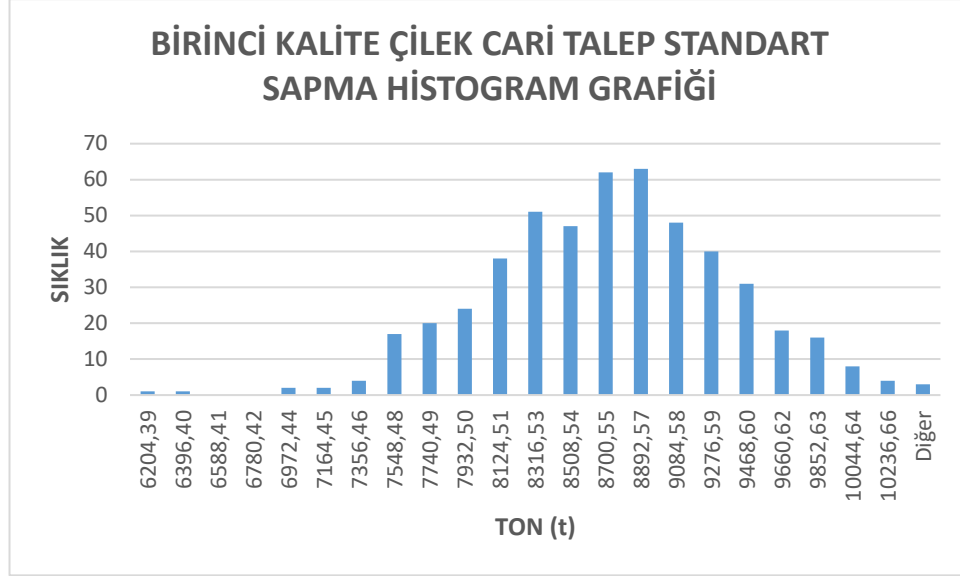
Şekil 4.14. Maksimum birinci kalite çilek cari talep histogram grafiği

Maksimum birinci kalite çilek cari talep histogram grafiğinde 95794.18 ton ve 99807.90 ton arasında değiştiği, maksimum>99807.90 ton düzeyinde 118 kez tekrarlandığı görülmektedir.



Şekil 4.15. Ortalama birinci kalite çilek cari talep histogram grafiği

Ortalama birinci kalite çilek cari talep histogram grafiğinde 80832.76 ton ve 88789.20 ton arasında değiştiği, maksimum 85379.30 ton düzeyinde 57 kez tekrarlandığı görülmektedir.



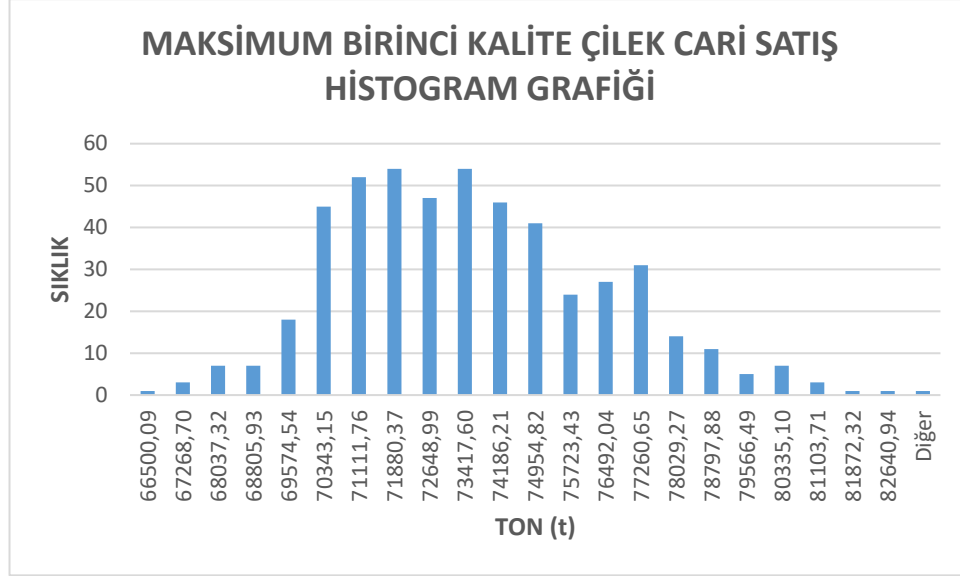
Şekil 4.16.. Birinci kalite çilek cari talep standart sapma histogram grafiği

Birinci kalite çilek cari talep standart sapma histogram grafiğinde 6204.39 ton ve 10236.66 ton arasında değiştiği, maksimum 8892.57 ton düzeyinde 63 kez tekrarlandığı görülmektedir.



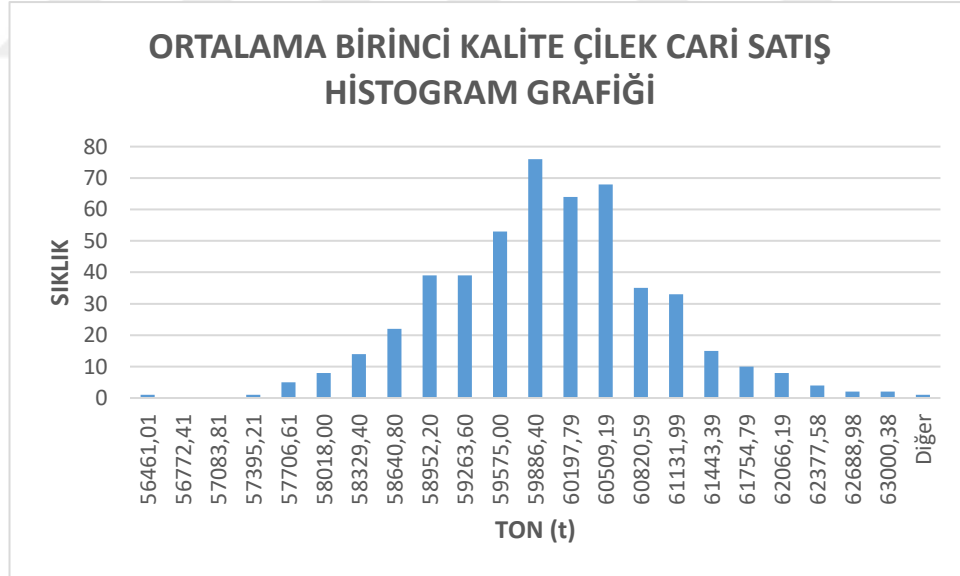
Şekil 4.17. Minimum birinci kalite çilek cari satış histogram grafiği

Minimum birinci kalite çilek cari satış histogram grafiğinde 36126.75 ton ve 53299.12 ton arasında değiştiği, maksimum 47575.00 ton düzeyinde 69 kez tekrarlandığı görülmektedir.



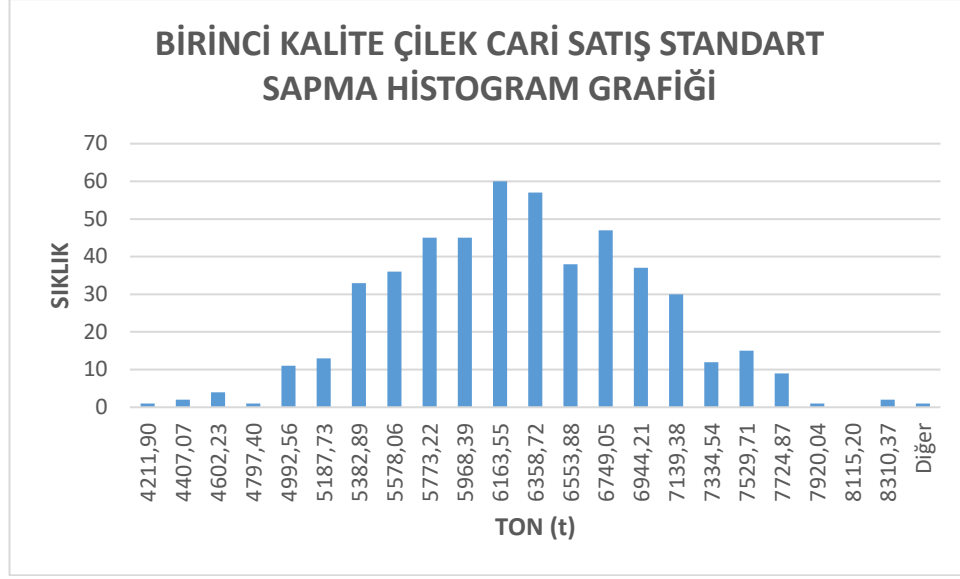
Şekil 4.18. Maksimum birinci kalite çilek cari satış histogram grafiği

Maksimum birinci kalite çilek cari satış histogram grafiğinde 66500.09 ton ve 82640.94 ton arasında değiştiği, 71880.37 ton ve 73417.60 ton olmak üzere iki farklı maksimum noktası vardır ve ikisi de 54 defa tekrarlanmıştır.



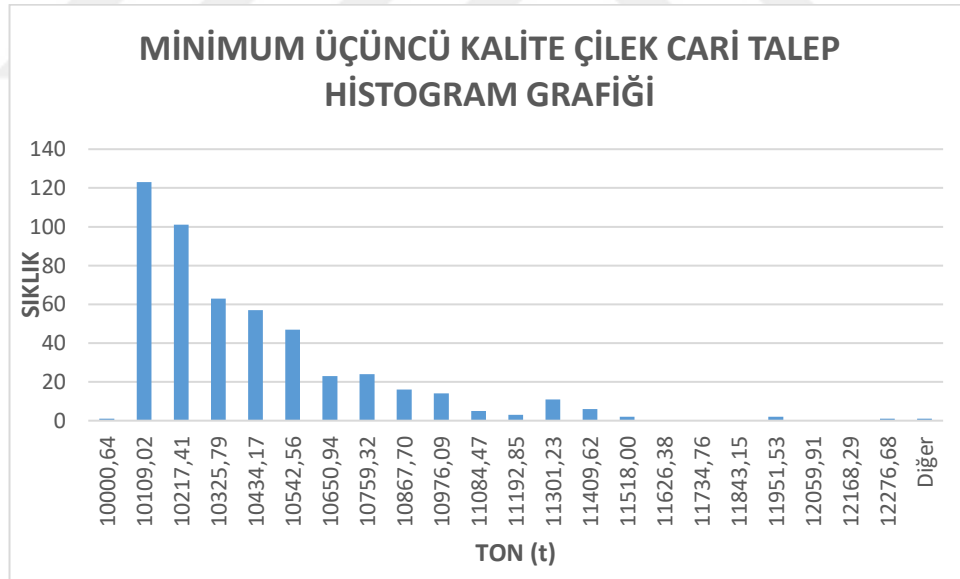
Şekil 4.19. Ortalama birinci kalite çilek cari satış histogram grafiği

Ortalama birinci kalite çilek cari satış histogram grafiğinde 56461.01 ton ve 63000.38 ton arasında değiştiği, maksimum 59886.40 ton düzeyinde 76 kez tekrarlandığı görülmektedir.



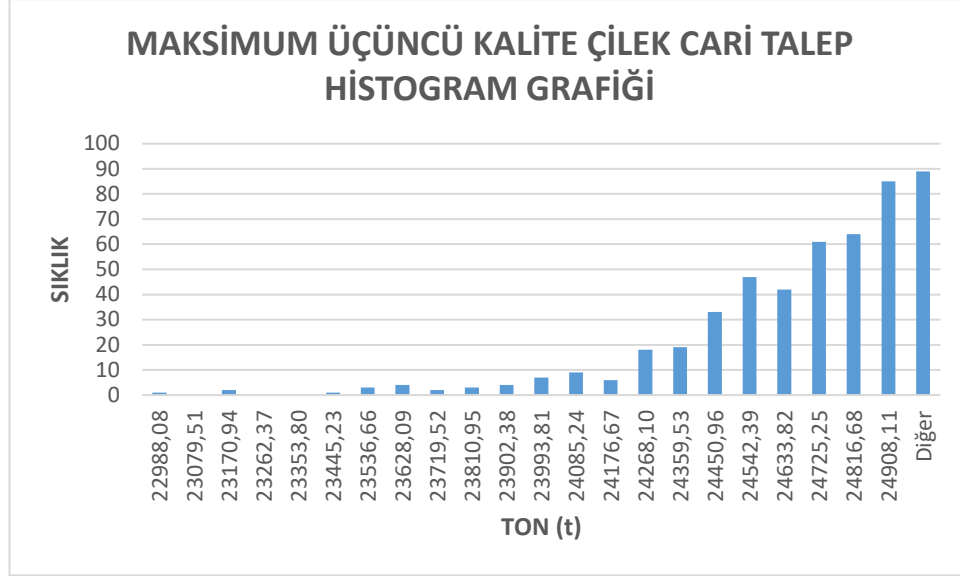
Şekil 4.20. Birinci kalite çilek cari satış standart sapma histogram grafiği

Birinci kalite çilek cari satış standart sapma histogram grafiğinde 4211.90 ton ve 8310.37 ton arasında değiştiği, maksimum 6163.55 ton düzeyinde 60 kez tekrarlandığı görülmektedir.



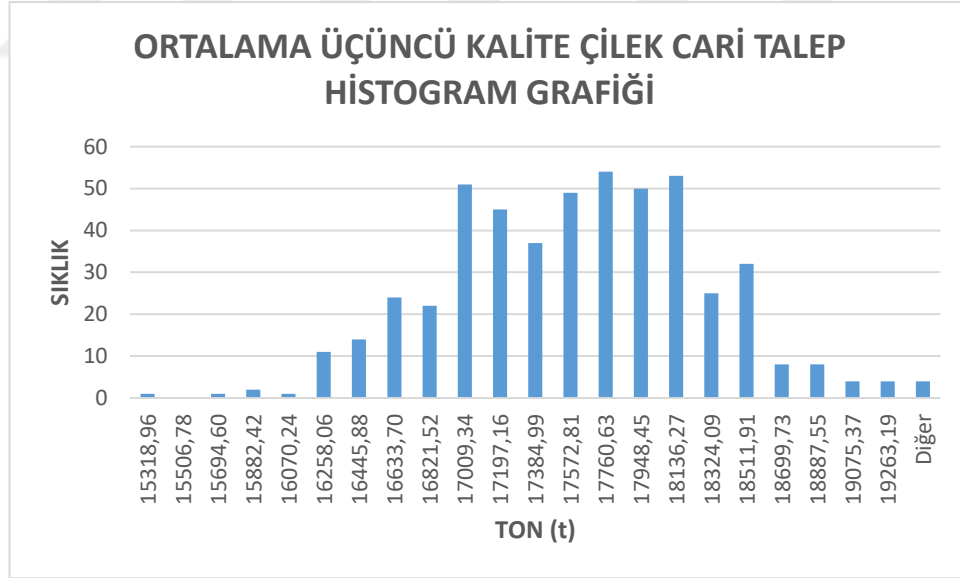
Şekil 4.21. Minimum üçüncü kalite çilek cari talep histogram grafiği

Minimum üçüncü kalite çilek cari talep histogram grafiğinde 10000.64 ton ve 12276.68 ton arasında değiştiği, maksimum 10109.02 ton düzeyinde 123 kez tekrarlandığı görülmektedir.



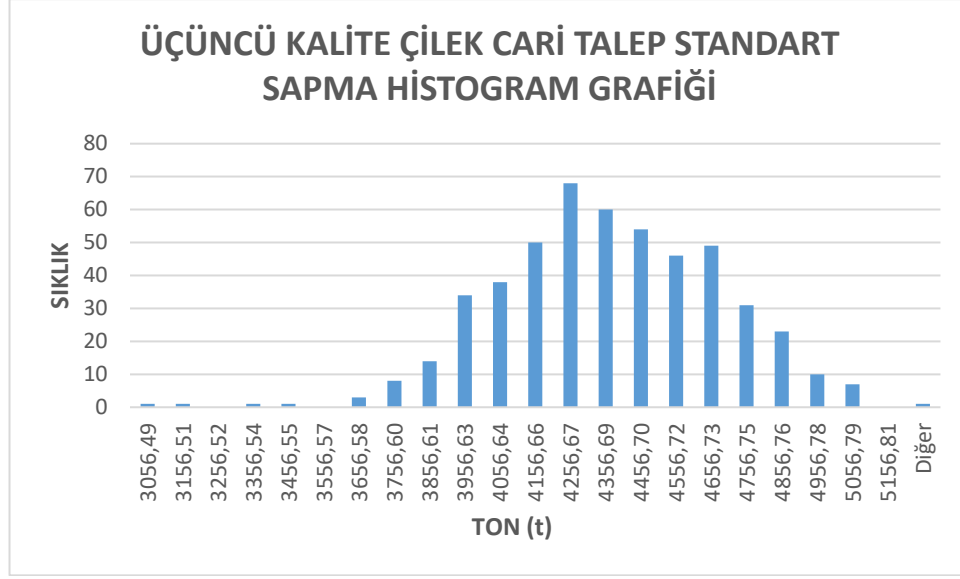
Şekil 4.22. Maksimum üçüncü kalite çilek cari talep histogram grafiği

Maksimum üçüncü kalite çilek cari talep histogram grafiğinde 22988.08 ton ve 24908.11 ton arasında değiştiği, maksimum >24908.11 ton düzeyinde 89 kez tekrarlandığı görülmektedir.



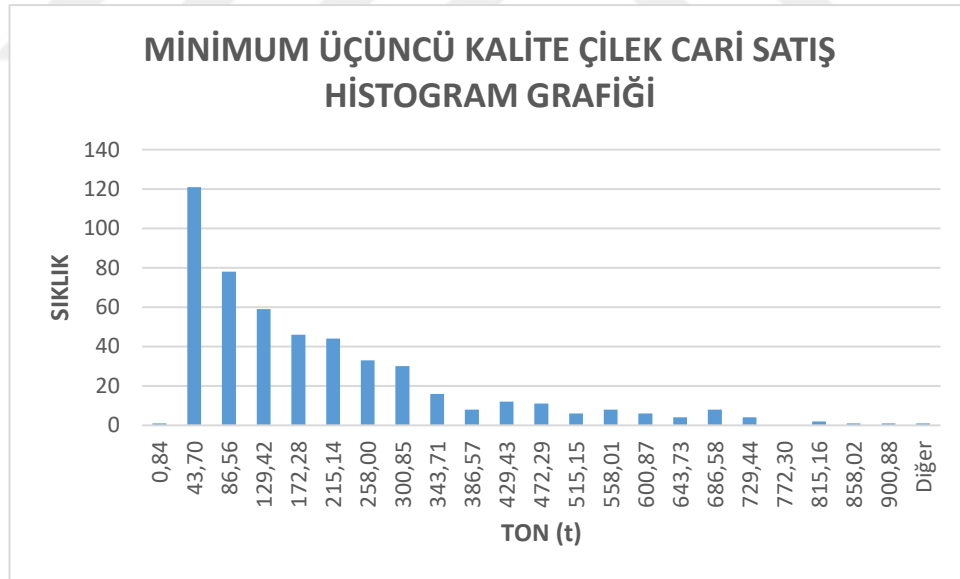
Şekil 4.23. Ortalama üçüncü kalite çilek cari talep histogram grafiği

Ortalama üçüncü kalite çilek cari talep histogram grafiğinde 15318.96 ton ve 19263.19 ton arasında değiştiği, maksimum 17760.63 ton düzeyinde 54 kez tekrarlandığı görülmektedir.



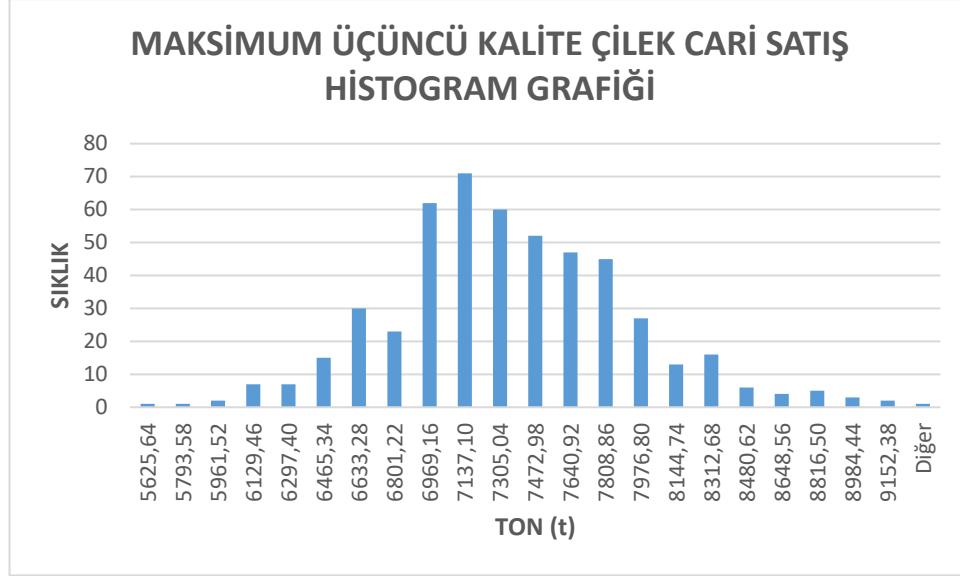
Şekil 4.24. Üçüncü kalite çilek cari talep standart sapma histogram grafiği

Üçüncü kalite çilek cari talep standart sapma histogram grafiğinde 3056.49 ton ve 5156.81 ton arasında değiştiği, maksimum 4256.67 ton düzeyinde 68 kez tekrarlandığı görülmektedir.



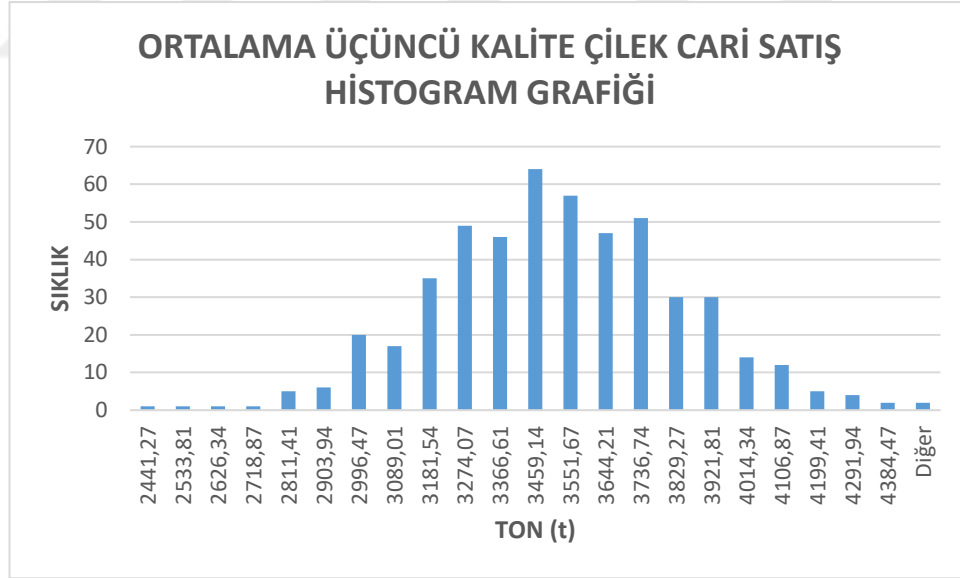
Şekil 4.25. Minimum üçüncü kalite çilek cari satış histogram grafiği

Minimum üçüncü kalite çilek cari satış histogram grafiğinde 0.84 ton ve 900.88 ton arasında değiştiği, maksimum 43.70 ton düzeyinde 121 kez tekrarlandığı görülmektedir.



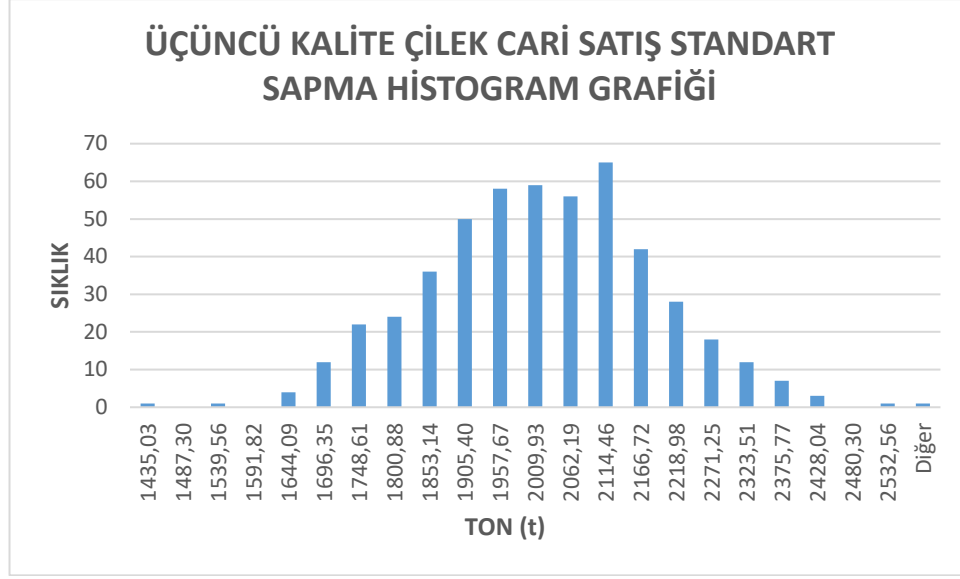
Şekil 4.26. Maksimum üçüncü kalite çilek cari satış histogram grafiği

Maksimum üçüncü kalite çilek cari satış histogram grafiğinde 5625.64 ton ve 9152.38 ton arasında değiştiği, maksimum 7137.10 ton düzeyinde 71 kez tekrarlandığı görülmektedir.



Şekil 4.27. Ortalama üçüncü kalite çilek cari satış histogram grafiği

Ortalama üçüncü kalite çilek cari satış histogram grafiğinde 2441.27 ton ve 4384.47 ton arasında değiştiği, maksimum 3459.14 ton düzeyinde 64 kez tekrarlandığı görülmektedir.



Şekil 4.28. Üçüncü kalite çilek cari satış standart sapma histogram grafiği

Üçüncü kalite çilek cari satış standart sapma histogram grafiğinde 1435.03 ton ve 2532.56 ton arasında değiştiği, maksimum 2114.46 ton düzeyinde 65 kez tekrarlandığı görülmektedir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sistem dinamik simülasyonunda 120 aylık verilerin yatırım değerlemesini incelemek için 500 defa çalıştırılması sonucunda elde edilen veriler incelendiğinde gelir miktarlarının gider miktarlarından yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca birinci ve üçüncü kalite çileklerin cari talep miktarları ve cari satış miktarlarına bakıldığında taleplerin satışlardan yüksek olduğu görülmektedir. Bu da elde edilen ürünlere talep olduğunu göstermekte ve satılmama ihtimalinin az olduğunu ifade etmektedir.

Kar kümülatif toplam sonuçlarına bakıldığında, 40 milyon TL olan başlangıç sermaye yatırımı sebebiyle, 68. Ayda başa baş noktasında olduğu ve kar etmeye başlanıldığı görülmektedir. 120 aylık yatırım projesi olması sebebiyle 68 ay yatırım için makul bir geri dönüşüm zamanıdır. Gelirlerin standart sapmalarına bakıldığında yüksek, giderlerin ise standart sapmasının düşük olduğu görülmektedir. Giderlerin standart sapmasının düşük olması beklenmeyen giderlerin az olacağına ihtimal vermekte ve yatırım riskini azaltmaktadır. Fakat gelir standart sapmasının yüksek olması, yatırımda riskin artmasına sebep olmaktadır. Ancak gelirlerin standart sapması düşürülebilirse risk azalacak ve yatırım daha güvenilir hale gelecektir. Gelirlerin standart sapmasının yüksek olmasının en temel sebebi cari satışların 3 ayda bir gerçekleştiriliyor olmasıdır. Bunun temel sebebi de ürünün yetiştirme sürecidir. Gelir standart sapmasının düşürülmesine yönelik ürün satışından elde edilen gelirlerin haricinde sabit ve/veya düzenli gelirler sağlamaktır. Bunlardan bir tanesi proje sermaye maliyetinin belirli bir kısmının vadeli mevduat hesabına yatırılarak aylık ve/veya yıllık düzende faiz getirisi sağlamaktır. Aynı işlem 3 ayda bir elde edilen karın belli oranının vadeli mevduat hesabına aylık faiz getirisi olacak şekilde yatırılmasıyla da sağlanabilmektedir. Bunların haricinde satış yapılacak firmalara kontratlı satış yapma yoluna gitmektir. Bu sayede hem satış yapma işlemi garantilenmiş olacak hem de gelir standart sapması düşürülerek risk azaltılacaktır.

Birinci ve üçüncü kalite çileklerin cari taleplerinin standart sapmalarına bakıldığında yüksek olduğu görülmektedir. Bu yüksekliğin başlıca sebebi üretilen çileklerin minimum 2 ay maksimum 3 ay dalda beklemesidir. Elde edilen ürünler 3 ayda bir satış yapılacak şekilde sistem dinamik simülasyonu kurulmuştur. Yani taleplerin her ay devam etmesine karşılık ürünlerin 1 ay boyunca satışı yapılabilirken 2 ay boyunca

satışı yapılamadığından dolayı cari satışların standart sapması yüksektir. Bu yükseklik yatırım açısından risk teşkil etmektedir. Bunu önlemek adına üretim öncesi firmalarla sözleşme yapılarak, istenilen talep miktarları belirlenip bu talep miktarlarına karşılık üretim yapılabilir. Bu sayede hem ürün zayıtı önlenmiş olacak hem de cari satış standart sapması düşürölerek yatırım riski azaltılmış olacaktır.

Birinci kalite çilek satış fiyatı tahmin veri sonuçlarına bakıldığında, çilek birim fiyatı maksimum 45.86TL ve minimum 28.18 TL arasında değıştiğı, ortalama fiyatın 37.02 TL olduğı görölmektedir. Ticaret Bakanlığının Hal Kayıt Sisteminde yayınlanan fiyatlar doğrultusunda tahmin edilen bu veriler, gerçek piyasa fiyatlarını net olarak yansıtmamaktadır. Piyasa fiyatlarına baktığımızda elde edilen tahmin verilerinden daha yüksek fiyatların uygulandığı görölmektedir. Bu sebeple, gerçek fiyatlar üzerinden yapılacak olan satışlar sonucunda elde edilecek olan gelir kar miktarımızı artıracak olup, geri dönüşüm zamanı olan 68 aydan daha erken sürede başa baş noktasına gelebileceğı ihtimalini doğurmaktadır.

Sermaye yatırımının yaklaşık 30 milyon TL civarındaki miktarını projede kullanılan topraksız ve güneşsiz tarım sistemi makine ve ekipmanları oluşturmaktadır. Bunun sebebi, sistemlerin Çin’de üretiliyor ve ithal ediliyor olmasından ve döviz üzerinden fiyatlandırılmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca nakliye sürecinde ödenecek konteyner ve gümrük vergileri de hesaba katılmıştır. Günümüze baktığımızda Türkiye bünyesinde de benzer sistemlerin üretimi için AR-GE çalışmalarının başlamış olduğunu görmekteyiz. Yurtiçi üretim yapılan firmalardan sistemlerin temin edilmesi, hem yerel üretimi destekleyecek olup, hem de nakliye masraflarının düşürölerek yatırım sermaye miktarının azaltılmasına katkı sağlayacaktır. Bunun sonucunda, çalışmada hesaplanan proje geri dönüşüm süresi kısılacak ve projenin kar miktarı açısından kabul edilebilirliği yükselecektir.

Sistem dinamiğı simölasyonu, yatırım analizi ve nakit analizi gibi uzun süreçleri ve karmaşık verileri içeren çalışmaların gerçeğe yakın bir şekilde analiz edilmesine yardımcı olmaktadır. Bu çalışmada kullanılan veriler ve elde edilen sonuçlar açısından ilerideki çalışmalar için bir karşılaştırma imkanı oluşturacaktır. Ayrıca bu çalışma, topraksız tarımda çilek üretimine benzer şekilde üretilen domates ve marul gibi yeşil yapraklı bitkilerin üretim süreçleri sonucunda oluşacak nakit akışı analizlerine ışık

tutacaktır. Bu çalışma örnek alınarak ve kesikli olay simülasyonu ile bir adım daha ileri götürülerek, süreçlerde belirli bir anda meydana gelen aşamalardaki değişimler incelenerek sistemdeki değişimler gözlemlenebilmektedir. Ayrıca bu çalışma yatırım değerlendirme çalışmalarında bir basamak olarak da alınabilir.



## KAYNAKLAR

- Adak, N., Pekmezci, M., 2011. Topraksız Kültürle Çilek Yetiştiriciliğinde Fide Tipleri ile Yetiştirme Ortamlarının Erkencilik ve Verim Üzerine Etkileri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 24(2), 67-74.
- Aprillya, M. R., Suryani, E. Dzulkarnain, A., 2019. System Dynamics Simulation Model to Increase Poddy Production for Food Security. Journal of Information Systems Engineering and Business Intelligence 5(1):67-75
- Atherton, J., 2013. A System Dynamics Approach to Water Resources and Food Production in the Gambia. The University of Western Ontario, Master Thesis, 96, Canada.
- Bastan, M., Ramazani Khorshid-Doust, R., Delshad Sisi, S. & Ahmadvand, A., 2017. Sustainable Development of Agriculture: A System Dynamics Model. Kybernetes 47(1): 142-162
- Bayhan, Y., Avcı, Z., 2019. Örtü Altı Sebze Yetiştiriciliğinde LED Aydınlatma Sistemlerinin Bitki Gelişimine ve Verimine Etkisinin Belirlenmesi. European Journal of Science and Technology, No.17, pp.86-95.
- Brilliantina, A., Purnomo, B. H. Suryaningrat, I. B., 2019. Dynamic System Model for Performance Measurement of Tea Agroindustry. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 411, Second International Conference on Food and Agriculture, 2-3 November, Bali.
- Bingöl, B., 2015. Dikey Tarım. Ormancılık Dergisi, 11(2), 92-95.
- Bingöl, B., 2019. Alternatif Tarım Yöntemleri; Aeroponik, Akuaponik, Hidroponik. Harman Time Dergisi, 7(82), 34-42.
- Çağlar, İ., 1996. İşletmelerde Yatırım Projelerinin Hazırlanması ve Değerlendirilmesi Teknikleri. Çorum Meslek Yüksek Okulu Koruma Derneği Yayınları, 94, Çorum.
- Çağlayan, N., Ertekin, C., 2011. Bitkisel Üretim İçin LED Yetiştirme Lambalarının Kullanımı. Uluslararası Katılımlı I. Ali Numan Kırış Tarım Kongresi ve Fuarı, 27-30 Nisan, Eskişehir.
- Çağlayan, N., 2013. Seralar İçin LED Lambalı Aydınlatma Otomasyon Sisteminin Tasarlanmasına ve Uygulanmasına Yönelik Bir Çalışma. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 144, Antalya.
- Çalıkoglu, U., 2002. Yatırım Projelerinin İncelenmesi ve Örnek Olay Çalışması. İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 102, İstanbul.
- Çelik, B., Erkenekli, M., Polat, M., Şeşen, H., 2011. Sistem Dinamikleri. Detay Yayıncılık. 328, Ankara.

- Çelik, M. Serin, Z. V., 2021. A System Dynamics Approach to Food Security: The Case of Turkey. Journal of Advanced and Applied Sciences 9(2):22-30.
- Çil, İ., Karaduman, E., Özçetin, K. N. İpek, M. 2018. Determination of Safety Stock Day Number with Dystem Dynamic Spproach Over Forecasts Sales for a Textile Company. Sakarya University Journal of Science 22(2):826-837.
- Çil, İ. 2022. Sistem Dinamiği Modelleme Araçları, Sistem Analizi ve Tasarımı. Ders notu. Erişim Tarihi: 05.03.2022 <https://silo.tips/>
- Çileksan Çilek Fide Üretim Sanayi, 2022. Çilek Fidesi Çeşitleri. Erişim Tarihi: 02.02.2022 <http://www.cileksan.com/>
- Dayıoğlu, M. A. Sileli, H., 2012. Seralar İçin Yapay Aydınlatma Sistemi Tasarımı: Günlük Işık İntegrali Yöntemi. Tarım Makinaları Bilim Dergisi, 8(2), 233-240.
- Demirsoy, L., Mısır, D., Adak, N., 2017. Topraksız Tarımda Çilek Yetiştiriciliği. Anadolu Journal of AARI, 27(1), 71-80.
- Deniz, A., Ergüneş, G., 2004. Bitki Gelişi ve Enerji Ekonomisi Açısından Foto periyodik Aydınlatma Yöntemlerinin Karşılaştırılması. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi 21(2), 56-62.
- Eren Şenaras, A., 2016. Döviz Kuru Davranışının Sistem Dinamiği Yaklaşımıyla İncelenmesi. Uludağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, 242, Bursa.
- Fitch, G. J., 2019. System Dynamics Model fort he Valuation of Real Options in Infrastructure Investments. Columbia University, School of Arts and Sciences, PhD Thesis,179, New York.
- Gedik, T., Akyüz, K.C., Akyüz, İ., 2005. Yatırım Projelerinin Hazırlanması ve Değerlendirilmesi (İç Karlılık Oranı ve Net Bugünkü Değer Yöntemlerinin İncelenmesi). ZKÜ Bartın Ormancılık Fakültesi Dergisi, 7(7).
- Goddek, S., Espiral, C. A., Delaide, B., Jijakli, M. H., Schmautz, Z., Wuertz, S. Keesman, K., 2016. Navigating Towards Decoupled Aquaponics System: A System Dynamics Design Approach. Water 8(7):303.
- Gonzalez-Hernandez, I. J., Granillo- Maclas, R., Rondero-Guerrero, C. Martinez-Flores, J. L., 2020. A Discrete Stochastic Model to Determine Food Quality by Using Simulation: A Strawberry Case Study. Engenharia Agricola 23(6):747-758.
- Gül, A., 2008. Topraksız Tarım, Hasat Yayıncılık, İstanbul.
- Hasan, N., Suryani, E. Hendrawan, R., 2015. Analysis of Soybean Production and Demand to Develop Strategic Policy of Food Self Security: A System Dynamics Framework. Procedia Computer Science 72:605-612.

- Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, 2021. Topraksız Tarım. Erişim Tarihi: 05.05.2021. <https://www.mku.edu.tr/files>
- İntfa Tarımsal Alışveriş Merkezi, 2022. Çilek Fidesi. Erişim Tarihi: 02.02.2022 <https://www.intfarming.com/>
- Khan, A., Qureshi, M. A. Davidsen, P. I., 2020. A System Dynamics Model of Capital Structure Policy for Firm Value Maximization. System Research an Behavioral Science, 38:503-516.
- Khan, A., Qureshi, M. A. Davidsen, P. I., 2021. How Do Oil Prices and Investments Impact the Dynamics of Firm Value? System Dynamics Review, 36:74-100.
- Khan, A., Qureshi, M. A., 2022. Modelling the Dynamics of Firm Valuation: An Assessment of Impact of Exchange Rate Fluctuations on Firm Value Using System Dynamics. System Research an Behavioral Science, 1-11.
- Koç, C., Vatandaş, M., Koç, A.B., 2009. Aydınlatma Teknolojisi ve Tarımda Kullanımı. 25. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi, 01-03 Ekim, Isparta.
- Konya Ovası Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı, 2022. Üretici Rehberi Çilek. Erişim Tarihi: 06.02.2022. <http://www.kop.gov.tr/>
- MEB, 2011. Orta Öğretim Projesi, Tarım Teknolojileri, Topraksız Tarım. 85, Ankara.
- MEGEP, 2008. Bahçecilik, Hidroponik Sistemler. 48, Ankara.
- MEGEP, 2008. Bahçecilik, Topraksız Tarıma Hazırlık. 56, Ankara.
- Nacar, Ç., 2012. Çilek Yetiştiriciliği. T.C Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma İstasyonu, Erdemli, Mersin.
- Mesgari, I., Jabalameli, M. S. Barzinpour, F., 2017. System Dynamics Modeling for National Agricultural System with Policy Recommendations: Application to Iran. Pakistan Journal of Agricultural 54(2): 457-466.
- NİGEP, 2012. Ziraat Alanı Modern Çilek Yetiştirme Teknikleri Modülü. 37, Bişkek.
- Okka, O., 2009. Mühendislik Ekonomisi, Çözömlü Problemler. Nobel Akademik Yayıncılık, 1071, Ankara.
- Okka, O., 2017. Proje Yönetimi ve Mühendislik Ekonomisi. KTO Karatay Üniversitesi Yayıncılık, 551, Konya.
- Okwuchi, I., 2020. Machine Learning Based Models for Fresh Produce Yield and Price Forecasting for Strawberry Fruit. University of Waterloo, Master Thesis,90, Canada.

- Özkan, Ş., 2014. Topraksız Tarım Üretimi. Giresun Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 84, Giresun.
- Paydaş Kargı, S., Sarıdaş, M.A., 2012. Modern Çilek Yetiştiriciliği. Tarım Gündem Dergisi, 36-41.
- Rozman, C., Pazek, K., Prisenk, J., Skraba, A. Kljajic, M., 2012. System Dynamics Model for Policy Scenarios of Organic Farming Fvelopment. Organizacija 45(5):212-218.
- Rozman, C., Klajajic, M. Pazek, K., 2015. Sugar Beet Production: A System Dynamics Model and Economic Analysis. Organizacija 48(3):145-154.
- Safarov, S., 2009. Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesinde Reel Opsiyon Yöntemi ve Enerji Sektöründe Bir Uygulama. Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 97, İzmir.
- Sansarcı, E., 2016. System Dynamics Model of Inflation. PhD Thesis, Istanbul Technical University, 206, Turkey.
- Shi, T. Gill, R., 2005. Developing Effective Policies for the Sustainable Development of Ecological Agriculture in China: The Case Study of Jinshan County with a System Dynamics Model. Ecological Economics 53:223-246.
- Singh, S., 2021. Investment Management. Directorate of Distance Education, Maharshi Dayanand University, pp. 72, Rohtak.
- Suryani, E., Hendrowan, R. A., Mulyono, T. Puspa Dewi, L., 2014. System Dynamics Model to Support Rice Production and Distribution for Food Security. Jurnal Teknologi 68(3):45-51.
- Süzer, S. Erişim Tarihi: 09.02.2022. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/>
- Şahin, G., Kendirli, B., 2016. Yeni Bir Zirai İşletme Modeli; Dikey Çiftlikler. TÜCAUM Uluslararası Coğrafya Sempozyumu, 13-14 Ekim, Ankara.
- Turner, B. L., Menendez, H. M., Gates, R., Tedeschi, L. O. Atzari, A., 2016. System Dynamics Modeling for Agricultural and Natural Resource Management Issues: Review of Some Past Cases and Forecasting Future Roles. Resources 5(4):1-24.
- Udin, F., Marimin, Sukardi, Buono, A. Halid, H., 2014. A System Dynamics Simulation of Rice Agroindustry Development by Divestment Pattern for Increasing Rice Production and Farmer Income. Journal of Information Engineering and Applications 4(12):82-94.
- Ustriyana, I. N. G., 2015. Dynamic Modeling of Rice Stock in Bali Province, Indonesia. European Journal of Business and Management 7(26):173-180.

- Uzun, B., Demir, V., 2012. Fotosentetik Aktif Radyasyon (FAR) Ölçümlerinde LED ve Fotodiyotların Kullanımı. Tarım Bilimleri Dergisi, 18(2012), 214-225.
- Vural, M., 2021. Operasyonel Nakit Akışlarının Sistem Dinamiği Yaklaşımıyla Tahmin Edilmesi; Gıda Sektöründe Bir Uygulama. İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 101, İstanbul.
- Walter, J. P., Archer, D. W., Sassenrath, G. F., Hendrickson, J. R., Hanson, J. D., Halloran, J. M., Vadas, P. Alarcon, V. J., 2016. Exploring Agricultural Production Systems and Their Fundamental Components with System Dynamics Modelling. Ecological Modelling 333:51-65.
- Yağcıoğlu, A., 1996. Tarımsal Elektrifikasyon. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Yayın no:488. İzmir.
- Yağcıoğlu, A., 2005. Sera Mekanizasyonu. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Yayın no:562. İzmir
- Zülfikaroğlu, Y., 2008. Çarpışma Testi ve Benzer Problemlerin Sistem Dinamiği Kapsamında Vensim Yazılımı ile Modellenmesi. Gebze İleri teknoloji Enstitüsü, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 108, Gebze.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Begüm AKAN

### Eğitim Durumu

Lise :Selma Yiğitalp Lisesi, 2007

Lisans :Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 2012

Yüksek Lisans :İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, 2023

### Yayınları

Akan, B. Baylan, E. B., 2021. Sistem Dinamik Simülasyonu İle Topraksız ve Güneşsiz Tarımda Çilek Üretim Projesinin Finansal Fizibilite Analizi, International Congress on Scientific Advances.

Akan, B. Baylan, E. B., 2022. BOX-JENKINS Yöntemiyle Çilek Satış Fiyatları İçin Satış Tahmin Modeli Kurulması ve Tahmin Sonuçlarının Değerlendirilmesi, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 21(42), 211-234.