

Proje Ana Alanı : Ekonomik Sektörler
Proje Tematik Alanı : Tarım
Proje Adı (Başlığı) : Yeni Bir Kavram: Taşınabilir Dairesel Tarım

Özet

Bu projede tarihî İnka Teraslarından ilhâm alınarak Taşınabilir Dairesel Tarım kavramı oluşturulmuştur. Projenin amacı; kentsel tarımı, dar alanlarda Taşınabilir Dairesel Tarım yöntemi ile sürdürülebilir kılmak ve tarımda yaşanan küresel iklim değişikliği sorununa çözüm oluşturmaktır. Dairesel ve katlı teras yöntemi; kullanım alanını genişleterek kentlerde tarıma ayrılmış kısıtlı alan sorununa yenilikçi bir yaklaşım getirmiştir. Projenin özel tasarımı sayesinde farklı iklimsel ve mevsimsel ihtiyaçlara sahip ürünler, özel koşullarda üretilmiştir. Aynı ortamın ayrı katlarında kullanılan farklı bileşimlerdeki toprak, su ve besin maddeleri verimliliği arttırmış, dar alanda yüksek kalite ve zengin bitkisel çeşitliliğe sahip ürün eldesi sağlamıştır. Proje tasarımı prototiple modellenmiştir. Demonte modüler yapı ve taşınabilirlik çağa uygun ve özgün bir tasarımıdır. Taşınabilir, dairesele ve katlı tasarım, zaman ve maliyeti azaltarak lojistik ve pazarlamayı kolaylaştırmaktadır. Proje bu inovatif yönüyle sürdürülebilir tarım ve ekonomiye katkı sağlamaktadır. Su döngüsü ve damla sulama yöntemi ve sensörlerle su, sıcaklık, nem dengesinin üretim süreci boyunca takibi sayesinde su kaynakları verimli ve tasarruflu kullanılmaktadır. Güneş enerjisi kullanılarak çevreye verilen zararlar en aza indirgenmekte, toplumsal refaha sağlıklı ve kalite yaşam katkısı sağlanarak küresel iklim değişikliği ve beraberindeki kuraklık sorununun tarıma yansıyan olumsuz etkileri giderilmektedir. Proje; yenilenebilir enerji, verimli su kullanımı ve sürdürülebilir kentsel tarım yönleriyle tam bir çevre dostu olarak tasarlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Taşınabilir Dairesel Tarım, İnka Terasları, Kentsel Tarım ve İklim Değişikliği, Yenilenebilir Enerji, Damla Sulama

Amaç

Kentleşmenin her geçen gün artması, tarım alanlarının azalması büyümekte olan güncel ve küresel sorunlardan biridir. Bu projenin amacı kentsel tarımı canlandırmak, dar alanlarda tarımsal faaliyetler için küresel iklim değişikliğine bağlı tarımsal sorunların etkisini azaltmaktır. Bu amaçla küresel iklim değişikliğinden en az seviyede etkilenecek yeni bir sistem geliştirilerek, sürdürülebilir/ yenilenebilir enerji ile sera gazı yayılımı azaltan ve su döngüsü ile su tasarrufu sağlayan taşınabilir dairesele tarım kavramı oluşturularak bu alanı modelleyen bir prortip tasarlanmıştır. Projenin hedefleri; dar alanlara özel kentsel tarımsal bölgeler oluşturmak, kentsel tarımda yetiştirilen ürün miktarını arttırmak, mevcut tarım alanlarını daha verimli bir hâle getirmek ve sürdürülebilirliği sağlamaktır.

Projede tarihî İnka teraslarından ilhâm alınmıştır. Teras sistemi İnka medeniyetinde tarımsal alanlarda kullanılmış ancak sonraki çağlarda uygulanmamıştır. Projemiz gün geçtikçe artan küresel iklim değişikliği ve artan tarımsal alan problemlerine güncel çözüm olması amacıyla tasarlanmıştır.

Yapılan denemelerde ortaya çıkmıştır ki; bu proje var olan tarım faaliyetlerinin çözüm bulamadığı dar alanlarda, kentsel tarımın yapılmasını mümkün kılmaktadır. Bununla birlikte sistem içinde yenilenebilir enerji, su döngüsü ve atık dönüşümü sağlanmaktadır. Bu kazanım

günümüz dünyasının tasarruf ihtiyacına cevap vermektedir. Sistemin enerji ihtiyacı güneş panelleri ile karşılanarak ekosisteme uyumluluğu ve sürdürülebilirliği sağlanmıştır. Tarım faaliyetlerinde maliyeti yüksek olan su kullanımı sorununa çözüm olarak atık sular kullanılmış ve su döngüsü sağlanmıştır. Benzer olarak projede atık dönüşümü uygulanmış, gübre olarak kentsel atık kompostu kullanılmıştır.

Giriş

Tarım medeniyetin ilk aşaması, bir ekonomik faaliyet, girişim ve yaşam biçimidir (Thoman, 1962). Birleşmiş Milletler (BM) Ekonomik ve Sosyal İşler Birimi verilerine göre; 2008 yılında dünya kentsel nüfus oranı, tarihte ilk kez kırsal nüfus oranını geçmiştir. 2030 yılında kentsel nüfus oranının %60'lara, 2050 yılında ise %65'lere yükselmesi beklenmektedir. Kentlerde yaşanan bu hızlı nüfus artışının getirmiş olduğu baskı, doğal yaşam alanlarının hızla yok olmasına, tarım alanlarının azalmasına, kentsel yoksulluğun ve gıda güvencesinin ortadan kalkmasına neden olmaktadır (Keskin ve ark., 2019). Projemiz bu soruna kentlerin dar alanlarında tarım yapma fırsatı oluşturmasıyla çözüm olmaktadır.

Kentsel nüfusun hızla artması ekosistemin bozulmasına, tarım alanlarının azalmasına, yoksulluğa ve gıda güvencesinin ortadan kalkmasına sebep olduğundan dünya genelinde kentsel tarıma eğilimleri artmakta, ülkelerin kentsel tarım stratejileri ve politikaları değişmektedir (Ertürk ve ark., 2019).

Dünyadaki karaların %15'i insanların yanlış ve olumsuz faaliyetleri sonucu doğal üretkenliğini kaybetmiştir. Yapılan çalışmalar dünya arazi varlığının %83,7'sinin su ve rüzgâr erozyonu problemi ile karşı karşıya olduğunu, arazilerin %12,1'inin kimyasal, %4,2'sinin fiziksel bozulmaya uğradığını göstermektedir. Bütün bunların sonucunda dünya genelinde yerinden taşınan toprak miktarı 0,5-2,0 ton/ha/yıl ve kaybolan toplam toprak miktarı ise 24 milyar ton/yıl olarak karşımıza çıkmaktadır (Bingöl, 2015). İnsan müdahalesi sonucu çölleşen alan miktarı ise 48,3 milyon km²'ye ulaşmakta ve bu alanlarda yaşamak için mücadele eden 900 milyon insanı etkilemektedir (Doğan, 2011). Projemiz taşınabilir olması yönüyle bu soruna çözüm olmaktadır.

Kuraklık tarımı ve tarım üreticisini olumsuz yönde etkileyen bir doğal âfettir. Benzer şekilde çiftçi üretim politikası veya ürününü değiştirmek durumunda kalabilecektir. Çözüm olarak Türkiye'de yüksek sıcaklık ve kurak iklime dayanıklı tarımsal ürünlerin geliştirilmesi ve çiftçinin desteklenmesi gerekmektedir (Bayraç ve ark., 2016). Projemiz atık su döngüsü ve atık kompostu (Aydınşakir ve ark., 2011) ile bu soruna çözüm olmaktadır. Taşınabilirlik ile ortam değişikliği bu noktada da önem kazanmaktadır. Yine katlı teras sistemi, değişen iklim koşullarına göre ürün çeşidinde yapılmak istenen değişiklikleri kolaylaştırmaktadır.

Kentlerde tarımsal alanı arttırabilmek amacıyla üretim teknikleri araştırılmaktadır. Dikey tarım fikri de böyle ortaya çıkmıştır. Dikey tarım, kapalı bir alanda, güneşe veya toprağa ihtiyaç duyulmadan yapılan bir yöntemdir (Samur Çelebi, 2019). Yatay bir alana ihtiyaç yoktur. Dikey şekilde yerleştirilen basamakları ile tarımsal üretim yapılmaktadır. Birim alanda daha verimli üretim sağlayan dikey tarımda; su, ışık, nem, sıcaklık ve rüzgâr gibi faktörlerin tamamı üreticiler tarafından kontrol edilmektedir. Ancak dikey tarım; yüksek maliyet, ürün çeşidinin azlığı, sürekli enerji ihtiyacı, enerji sistemlerindeki sorunların üretimi

direkt etkilemesi, yüksek teknoloji ve teknik yetkinlik gereken yöntemler için uzman ihtiyacı sorunlarına çözüm olamamıştır. Dolayısıyla, kentlerde tarım arazilerinin verimli hâle getirilmesinde etkili olabilecek başka yöntemlerin araştırılmasına yönelinmiştir. Projemiz bu soruna dairesel ve katlı teras modeliyle çözüm olmuştur. Dairesel taşınabilir ve demonte özellikleri ile her alana uygun olarak değiştirilebilmekte, yarım daire olarak kullanılabilmekte ve kat terasları istenilen boyutlarda ayarlanabilmektedir.

İlerleyen sulama teknikleri ve gelişmiş gıda teknolojilerine rağmen iklim ve yağış-sıcaklık değerleri tarımsal üretim açısından önemli faktörler olmaya devam etmektedir. Bitki fizyolojisinin; ısı, yağış ve toprak nemindeki değişimlerden ne şekilde etkilendiği bilinmekle birlikte tarım zararlılarının ve patojenlerin etki düzeylerinin tarımsal üretimi ne kadar etkileyeceği konusunda net tahminler yapılmamaktadır (Akalın, 2014). Projemiz bu sorunu teras katlarına yerleştirilen su, nem ve sıcaklık sensörleriyle çözmektedir.

Bu proje, yeni yöntem arayışlarına çözüm olarak hazırlanmıştır. Projenin ilham kaynağı İnkı Teraslarıdır. İnkılar, teraslama yöntemini ilk kez kullanan halk olarak tarihe geçmiştir ve İnkı Terasları öncelikle And Dağlarında kullanılmıştır (Jarus, 2018). İnkılar sulamada teras alanının dıştaki katmanına kanallar ile su akışını sağlamışlardır.

Bu projede, daha önce kentsel tarımda örneği bulunmayan teraslama sistemi uygulanmıştır. Teraslama; toprak ve su varlıklarını koruma ve nüfus yoğunluğunun fazla, tarım alanının ise az olduğu alanlarda tarım alanı elde etme amacıyla kullanılan en eski yöntemlerden biridir. Teraslama yüzey suyunun akış hızını azaltmakta ve suyun toprağın alt katmanlarına doğru sızmasına yardımcı olmaktadır (TEMA, 2022).

Tarımsal üretim arzında süreklilik ve verim artışı açısından dünyada ve ülkemizde tarımsal otomasyon önemlidir (Kılavuz ve ark., 2019). Dairesel Tarım projemizde kullanılan sensörler, enerji ile sulama sistemimin doğru ve tasarruflu kullanımını sağlamaktadır. Süreklilik açısından, sensörlerle otomasyon temin edilerek bu sorun çözülmüştür. Bu projede, su tasarrufu sağlayan damla sulama yöntemi kullanılmıştır (Bingöl, 2019). Damla sulama yöntemi; yağmurlama sulama, Mini-spring, toprak altı sulama, yüzey sulama yöntemlerine oranla daha fazla su tasarrufu ile yüksek verim ve kalite sağlayan sulama yöntemidir. Ayrıca, toprak ve su kaynaklarının korunması ve sürdürülebilirliğini sağlayan, gübrenin sulama suyu ile birlikte uygulanmasına imkân veren, daha az enerji kullanan, diğer yöntemlerin uygulanamayacağı koşullarda başarıyla uygulanabilen, üretimde kalite ve standartlara üst düzeyde uyum sağlayan, daha az işçilik ve tarımsal mücadele masrafı gerektiren, işletilmesi ve kontrolü çok kolay ve otomasyona çok uygun olan ve teknolojiyi en üst düzeyde kullanan bir yöntemdir (TARIMSAATİ, 2014). Ürünün ihtiyacı olan gübre, bitkilere sulama suyu ile birlikte verilebilir (Fertigation). Sistemin esaslı bitkinin ihtiyaç duyduğu su ve besin maddesi miktarını optimum seviyede tutmaktır. Bu projede, normal gübre kullanımının yüksek maliyeti ve iş gücü gerektirmesi nedeniyle atık kompostlarının kentsel tarımda kullanılması öngörülmüş ve prototip uygulamasında soruna çözüm olduğu sonucuna varılmıştır.

Kentsel atıklar çevre kirliliğini artıran en önemli etkenlerden biridir. Kompostlamada oksijen ve havalandırma; Karbon/ Azot (C/ N) oranı; nem; porozite, yapı, kıvam ve partikül boyutu; pH, sıcaklık ve süre gibi parametreler kaliteye etki etmektedir (Öztürk ve ark., 2015).

Ayrıca, kompostun kalitesi genellikle eriyen tuzlar, stabilite ve zararlı otlar, ağır metaller, fitotoksik bileşikler ve yabancı maddeler gibi toprakta istenmeyen bileşenlerin varlığına ve yığından yığına ürünün uniformluğuna da bağlıdır. İdeal bir kompostun pH'sı 6.5-8.0, C/N oranı 25/1-30/1, nem içeriği %50-60, oksijen konsantrasyonu > %5, partikül boyutu 0.32-1.27 cm ve sıcaklığı 54-600°C sınır değerlerinde olmalıdır (Öztürk, 2017).

Enerji ihtiyacının fosil yakıt kullanılarak karşılanması, üretim sürecinde hammaddelerin bilinçsizce doğadan çekilmesi, tüketim sonucu açığa çıkan atıkların kontrolsüz olarak doğaya bırakılması, artan dünya nüfusu, hızlı şehirleşme, ormansızlaşma ve tarımda kimyasal ilaç kullanma gibi faktörlerin ortaya çıkardığı baskılar sonucu bir takım çevre sorunları görülmeye başlanmıştır (Başoğlu ve ark, 2013). Çevre kirliliğini etkileyen faktörlerden biri de ışıktır. Işık enerjisi dikey tarımda, ledler ile karşılanmaktadır. Bu yöntem sürekli elektrik kullanımı nedeniyle ile çevre kirliliğinde sorun haline gelmiştir. Dairesel Tarım projemizde yenilenebilir enerji ile bu soruna çözüm bulunmuştur. Projemizde bu iki sorun yenilenebilir Güneş enerjisi kullanılmak suretiyle çözülmüştür.

Yöntem

• Materyal

Dairesel Tarım Alanı model prototipi malzemeleri;

- ✓ Prorotip tasarım: Tinkercad
- ✓ 3D Yazıcı: RIGID 30-ZERO2
- ✓ Filament: 3D yazıcı ipliği
- ✓ Ardunio UNO: Sistem Ana Kartı
- ✓ USB Chip CH340: Kodlama aparatı
- ✓ SG 90 Servo Motor: Sistem çalıştırıcı
- ✓ Dirençler (220 ohm): Sistemdeki akımın kontrolü
- ✓ Mini Dalgıç Su Pompası: Sisteme su verme
- ✓ Serum Borusu (40 cm): Su akışı
- ✓ Ledler (Kırmızı-yeşil): Su kullanımı göstergesi
- ✓ Breadboard: Led bağlantı panosu
- ✓ Jumper Kablo (Erkek-Erkek, Dişi-Erkek, Dişi-Dişi): Sistem-Led bağlantısı
- ✓ Toprak Nem Sensörü: Topraktaki nem düzeyinin kontrolü
- ✓ Buzzer: Sensör sesi
- ✓ Akrilik Boya: Teras katları boyama amaçlı kullanılmıştır.

• Metod

Bu projede, günümüzde tartışılan geleneksel tarıma farklı bir yorum katan, tarım metodlarını ileri götürmeyi hedefleyen ve tarihî İnka Teraslarından ilham alınan Dairesel Tarım modeli tasarlanmış ve somut ürün alınmıştır. Dairesel Tarım kavramı, Taşınabilir Dairesel Katlı Teras Tarımı ifadesiyle ilk kez bu proje çalışmasında oluşturulmuştur.

Proje prototipi Tinkercad uygulaması ile sanal ortamda 3D model ile tasarlanmıştır. Teras sistemi katları arası mesafe, ekilecek ürünün alan ihtiyacına göre hesaplanmıştır. Ardından 3D yazıcıdan prototip basılmıştır.

Dairesel Tarım Alanı prototipinde, kentlerde bulunan mevcut tarım arazilerinde alan tasarrufu sağlanması için dairesel ve katlı bir yapı oluşturulmuştur. Aynı zamanda alan içi ya da alanlar arası taşınabilmesi ve istenilen alanda kullanılabilmesi için modüler yapıda tasarlanmıştır. Dairesel Tarım Alanları modüler yapı özelliğiyle, çıkartılabilir veya eklenebilir parçalara sahiptir. Ayrıca, farklı boyutlarda tasarlanarak kentsel yapılara uyumlu hale getirilmiştir. Bu yapısal özellik, kentlerde kullanım alanlarına göre balkon, dam ve bahçe gibi bölgelere kolayca uygulanmasını sağlar. Orjinal tasarımda bulunan tekerlekler, taşınabilirliği kolaylaştırmak için prototipe de eklenmiştir. Bu yönleriyle son derece pratik ve inovatif bir tarımsal alan modelidir.

Prototipin kolayca gözlenebilmesi açısından Dairesel Tarım modülü, su kanalları, Güneş paneli, ayarlanabilir taban, tekerlekler, sabitleme aparatları ve diğer tüm parçalar 3D olarak yazdırılmıştır. 3D model üzerinde katlar arasındaki yükseklik farkı ve katlar arası mesafeler belirlenmiştir.

Yetiştirilecek ürünün türüne ve köküne göre topraktaki nem oranları değişkenlik göstereceği için basamaklarda farklı kodlanmış nem sensörleri kullanılmıştır. Sulama zamanını ve topraktaki nemi ölçen sensörler damla sulama sistemi ile birleştirilerek Dairesel Tarım alanı otomasyon sağlanarak güncel teknolojiyle uyumlu hale getirilmiştir. Yetiştirilecek bitkinin köküne göre basamaklara 100 ile 600 değerleri arasında nem oranı ayarlanmıştır.

Prototip üzerinde otomatik çalışan bir damla sulama sistemi yapabilmek için bir adet NodeMCU ESP8266, iki adet led, bir adet buzzer, bir mini dalgıç su pompası, bir tane SG 90 servo motor ve bir adet toprak nem sensörü kullanılmıştır. Sistem elemanları arasındaki bağlantı jumper kablolar ile sağlanmıştır.

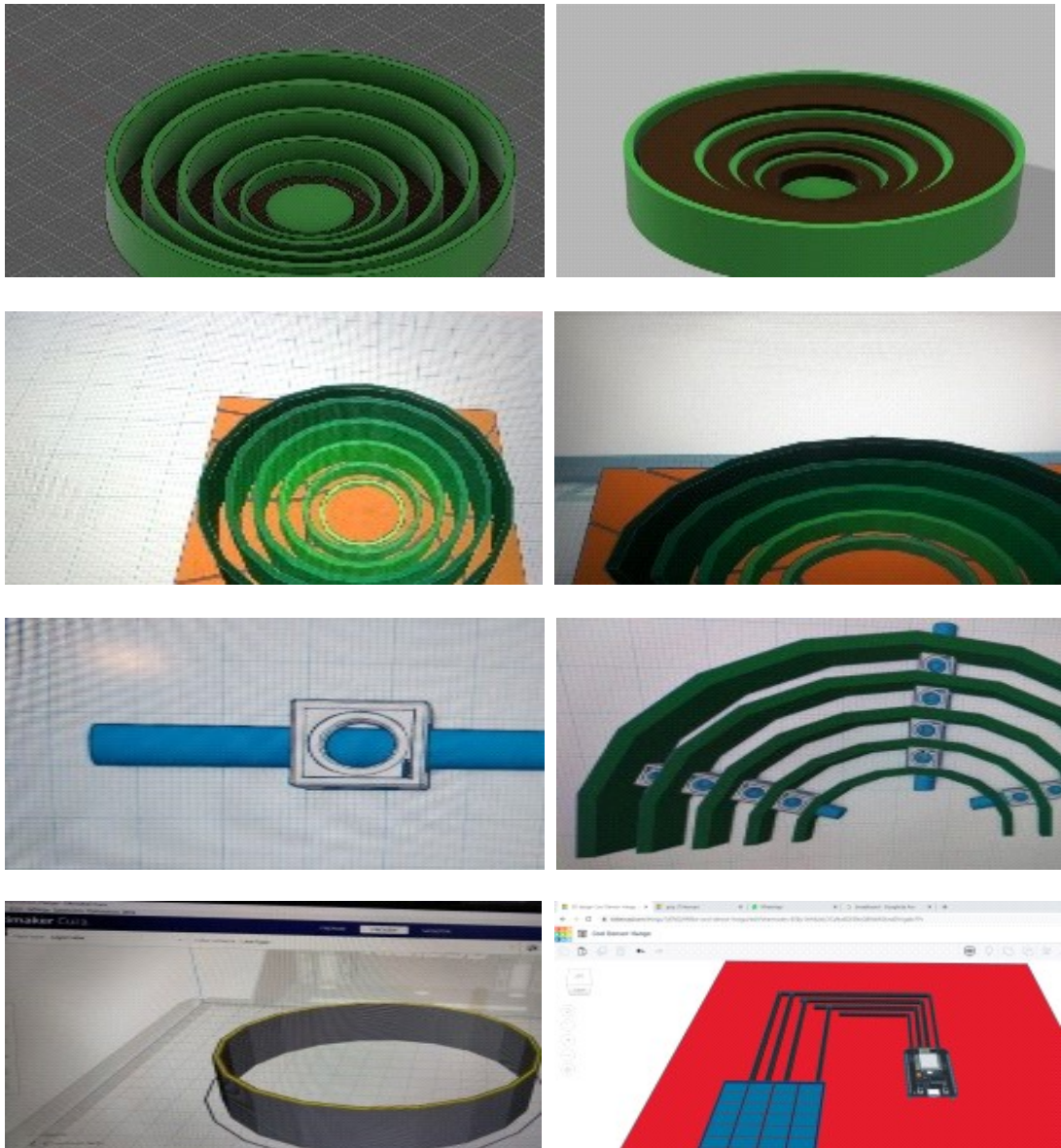
Sulama sistemi toprak nem sensörleri ile basamaklarda ki nem oranını ölçerek sistemin aktif hale gelip gelmediğini ledler ve buzzer ile görev yöneticisine belirtmektedir. Nem oranı toprak sensörüne kodlanan orandan düşük ise sistemde kırmızı led yanar ve buzzer ses çıkararak ötmeye başlar. Görev yöneticisi bu komutu aldıktan sonra servo motora ve su pompasına komut gönderir. Servo motor kapakçıkları açtıktan sonra su pompası su akışını sağlar. Toprak suyu aldıktan sonra nemölçer, kodlanan nem oranının üzerine çıktığında görev yöneticisine komut gönderir. Sulama başarılı olduğunda yeşil led yanar, buzzer susar. Otomatik sulama sistemi ile tarım alanından uzakta bile otomasyonu sağlanan sistem denetim ve kullanım kolaylaştırmıştır.

Kullanılan sensör ve su hattının enerji ihtiyacı güneş panelleri ile sağlanmıştır. Sulama işleminde, Güneş olmadığı zamanlarda enerji solar bataryalarda depolanarak istenilen zamanda kullanıma hazır şekilde ayarlanmıştır.

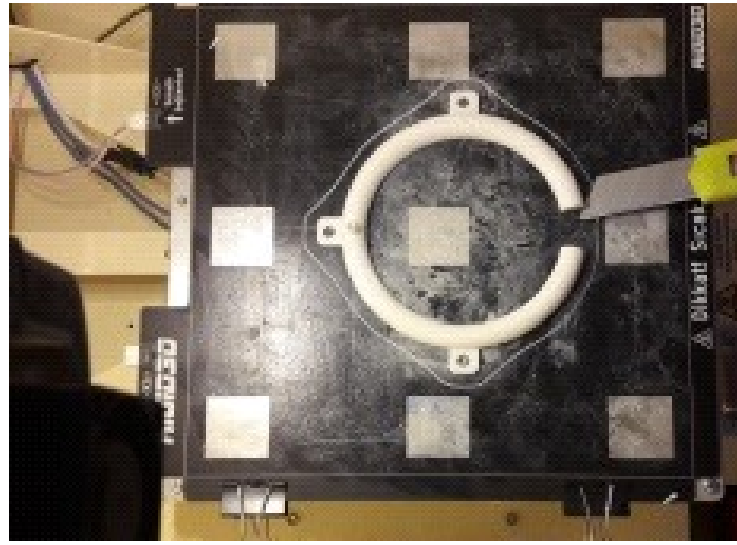
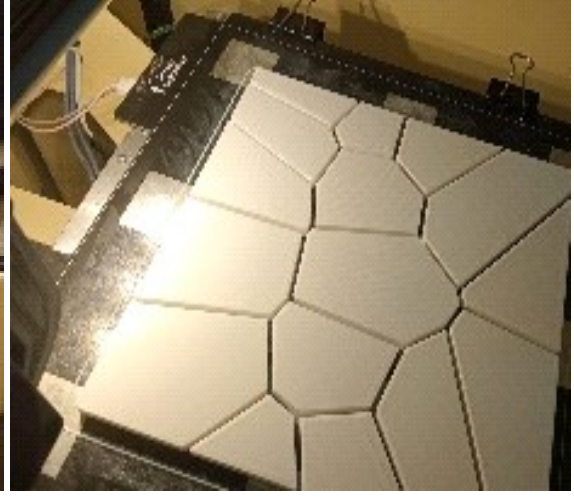
Bu projede kentsel katı atık kompostu kullanılarak atık dönüşümü sağlanmıştır. Atık kompostu çevre dostu olarak atık döngüsüne katkı sağlamaktadır. Atık kompostu seçilmesinin sebepleri; toprak düzenleyici özelliği ve gübre değeri olan bir materyal olması, toprak pH'sı

ve fiziksel-kimyasal yapısının düzenlenebilmesi, toprak nemini korumaya yardımcı olması, bitkiler tarafından alınması zor olan besin maddelerini kullanılabilir hale getirilebilmesidir.

Prototipin sanal ortamda tasarımını oluştururken modüle uyacak ve otomasyonu kolay olan damla sulama sistemi seçilmiştir. Bu yöntem ayrıca; düşük basınçlarda sulama imkânı sağlandığından dolayı enerji gereksinimi azdır. Yeterli su temin imkânı olmayan alanlarda dahî sulama yapılabilir. Tuz oranı çok yüksek olan sularda sulama yapılabilmesine ve kaliteli ürün elde edilmesine olanak sağlamaktadır. Az su uygulamalarıyla bitkide stres yaratmadan yetiştiriciliği yapılabilir. Derine sızma oluşturmadığından su ve su ile taşınan çözünmüş besin kayıplarını engellenmektedir. Çok farklı ve çeşitli alanlarda sulama yapılabilmesi önemlidir. Ürün eldesinde erkencilik sağlamaktadır ki, özellikle yoğun üretimlerde son derece önemli bir kazançtır. Topraksız tarıma nazaran ürün çeşitliliği çok daha kolay artırılabilir. Bitkilere su ve gübre dağılımının eşit olması dolayısıyla aynı zamanda olgunlaşma ve tek elde hasat olanağı sağlanmaktadır. Gübre kullanımından yüksek düzeyde tasarruf edilmektedir. Bu sistem, tarımsal sulamalardaki en ekonomik sistem olarak öne çıkmakta ve gittikçe yaygınlaşmaktadır.



Görsel 1. 3D Tasarımları



Görsel 2. 3D Basım aşaması



Görsel 3. 3D Prototip ve sistem parçaları


```
ren_goruy|Arduino 1.8.19
Dosya Düzenle Taslak Araçlar Yardım

ren_goruy

int sensor = A0;
int motor = 4;

int testi;

void setup() {
  pinMode(sensor, INPUT);
  pinMode(motor, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  testi = analogRead(sensor);
  Serial.println(testi);

  if (testi > 600)
  {
    digitalWrite(motor, HIGH);
    delay(1000);
    digitalWrite(motor, LOW);
    delay(1000);
    testi = analogRead(sensor);
    if (testi > 600) {
      digitalWrite(motor, HIGH);
      delay(1000);
      digitalWrite(motor, LOW);
      delay(1000);
    } else {
      digitalWrite(motor, LOW);
    }
  } else {
    digitalWrite(motor, LOW);
  }
}
```

```
ren_goruy|test|Arduino 1.8.19
Dosya Düzenle Taslak Araçlar Yardım

ren_goruy | test

int sensorPin = 5;
int buzzerPin = 6;
int testi;

void setup() {
  pinMode(sensorPin, INPUT);
  pinMode(buzzerPin, OUTPUT);
}

void loop() {
  testi = digitalRead(sensorPin);
  if (testi == true) {
    digitalWrite(buzzerPin, HIGH);
    delay(1000);
    digitalWrite(buzzerPin, LOW);
    delay(1000);
  }
  else{
  }
}
```

```
led_test2|Arduino 1.8.19
Dosya Düzenle Taslak Araçlar Yardım

led_test2

#define LED1 9 //9 numaralı pin'de LED olduğunu ve ilerleyen satırlarda LED

#define LED2 12 //12 numaralı pin'de LED olduğunu ve ilerleyen satırlarda

void setup() { // ilk başlatma anında bir defa çalışır

  pinMode(LED1, OUTPUT); //LED1'in bir çıkış elemanı olduğunu belirttik
  pinMode(LED2, OUTPUT); //LED2'nin bir çıkış elemanı olduğunu belirttik

}

void loop() { // bu döngü sürekli tekrar eder

  digitalWrite(LED1, HIGH); // LED1'i yak

  digitalWrite(LED2, LOW); // LED2'yi söndür

  delay(1000); // 1 saniye bekle

  digitalWrite(LED1, LOW); // LED1'i söndür

  digitalWrite(LED2, HIGH); // LED2'yi yak

  delay(1000); // 1 saniye bekle
```

Görsel 4. Arduino Kodları

Proje İş-Zaman Çizelgesi

AYLAR										
İşin Tanımı	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs
Literatür Taraması	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Prototip Çalışması						X	X	X	X	
Verilerin Toplanması ve Analizi						X	X	X	X	
Proje Raporu Yazımı							X	X	X	X

Bulgular

Literatür taramalarında, güncel kentsel tarımda dairesel ve katlı teraslama sisteminin İnkalardan önce kullanılmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca İnkalar, bu sistemi kentsel ortamda değil, büyük tarımsal alanlarda kullanmışlardır.

Bu proje 3D yazıcıda modüler olarak tasarlanarak uygulamalar yapılmıştır. Deneme ve modellemeler, tarım alanında yapılacak çalışma ve yöntemlerin geliştirilebilirliğini kolaylaştırdığını, her boyuttaki alanda ve tüm iklimsel/ mevsimsel koşullarda kullanılabilirliğini göstermiştir. Bu tasarım modeli ile çok çeşitli ihtiyaçlara sahip farklı tarımsal ürünler aynı anda ve aynı alanın farklı teraslarında yetiştirilebilmektedir.

Modülün katman sayısı artırılır ise kazık ve depo köklü bitkilerin yetiştirilmesi, azaltılır ise saçak köklü bitkilerin yetiştirilmesi kolaylaşmaktadır. Kullanım amacına göre tasarım yapılması mümkündür.

Sistem verilerinin kullanımında; nem sensöründe veri 600'den büyük olduğunda kırmızı led yanmaktadır. Nem seviyesi 600 değerinin üstüne çıktığında yeşil led yanmakta ve sulama durmaktadır. Bu değer bitki türüne değişmekte olduğundan bitkiye özel ayar yapılabilmektedir. Su pompası 3 saniyede bir sulama yapmaktadır. Sulama zamanında su kanallarını kapatan kapak açılmaktadır. Mini dalga su pompası koduna girilen değerler her modülde farklı olacağı için her modüle ideal basıncı sağlamak zorlaşmaktadır. Motora aktarılan güç her modülde aynı olmayacağı ve yetersiz kalabileceği için ayrı ayrı kullanılabilmesi ön görülmektedir.

Tüm deneme ve uygulamalarımız bu proje ve tasarımın kentsel tarımda verimliliği arttıracığı kolaylıkla uygulanabileceğini göstermektedir.

Sonuç ve Tartışma

Bu proje kentsel tarımı ekonomik, uygulanabilirliği kolay ve inovatif bir şekilde canlandırmayı hedeflemiştir. Bu çalışmada varmak istediğimiz hedeflerden biri de kentsel tarımda Dairesel Tarımın uygulanabilirliğini test etmektir. Bu amaçla dairesel ve katlı bir prototip oluşturarak gözlemler yapılmıştır. Dairesel ve katlı şekli ile bir tarım alanı üzerinde birden fazla ürün yetiştirilebileceği yöntem bölümünde görseller ile gösterilmiştir. Ekilen

ürünlerin kök yapıları farklılıklar göstereceği için katların hareketli parçalardan oluşması prototip üzerinde kolay düzenlemeler yapılmasını sağlamıştır.

Proje çalışmasında, kentlerde topraklı ve topraksız tarımın etki dereceleri karşılaştırılmıştır. Literatür taraması sonucunda topraklı tarımın yararları, bulgular kısmında gösterildiği gibi topraksız tarımdan fazla olduğundan, somut veriler alınabilmesi için topraksız tarım çalışması da yapılmalıdır.

Bu projede, teraslarda tek çeşit toprak kullanılmıştır. Projenin sonraki yıllarda farklı toprak çeşitleri ile tek alanda denenerek sınırsız çeşitlilikte model oluşturması planlanmaktadır.

3D prototip parçaları basımında makinenin basım yaptığı plaka boyutu tasarlanan belli parçalara uygun olmadığından düzenlemeler yapılmak zorunda kalınmıştır. Bu düzenlemeler basımda istenilen sonuca ulaşılmasını engellemiştir ve zamandan kayıp oluşmasına sebep olmuştur.

Otomatik sulama sistemini kurarak devrede sulamanın iş gücü ve insan kontrolü gerektirmediği gözlemlenmiştir ve bulgular kısmında görsellerde verilmiştir.

Öneriler

Yeni benzer projelerde prototip yapımı düşünülüyor ise parçalar hareketli ve birbirinden kolay ayrılabilir şekilde oluşturulmalıdır. Prototip 3D baskı makinasından çıkartılacak ise makinenin plaka boyutunun kontrolü önceden sağlanmalıdır. Böylece zamandan ve basım maliyetinden tasarruf edilmesi mümkündür.

Dairesel tarımın kent ortamında kullanılabilmesi, proje geliştirme aşamasında önemli bir kriterdir. Balkonlar, teraslar ve çatılarda kullanım alanına göre boyutları ayarlanabilir.

Yeni projelerde kullanılan malzemelerin geri dönüşebilir ve doğaya zarar vermeden toprağa karışabilir özellikte materyallerin kullanılması önerilmektedir.

Prototip üzerinde yapılan çalışmalarda Dairesel Tarım modülünün yarım daire şeklinin de üretiminde kullanılabileceği gözlemlenmiştir. Bu sebeple dairenin parçalı yapılması, istendiğinde yarım daireye çevrilebilir olması önerilmektedir.

Farklı toprak çeşitlerinin tek alanda denenmesiyle sınırsız çeşitlilikte model tasarlanması önerilmektedir.

Kentsel katı atık kompostu yerine farklı atıkların dönüşümü ile sisteme enerji, su ve besin sağlanması mümkündür. Yeni projelerde atık yönetimi ihtiyaçlara göre belirlenerek sisteme dâhil edilmesi önerimizdir.

Kaynaklar

Akalın, M. (2014). *İklim Değişikliğinin Tarım Üzerindeki Etkileri: Bu Etkileri Gidermeye Yönelik Uyum ve Azaltım Stratejileri*. Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi.

Yıl 7, Sayı 2. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/86091>

- Aydınşakir, K, Ünlü, A, Yılmaz, S. ve Arı, N. (2011). *Kentsel Katı Atık Kompost Uygulamalarının Toprak Özellikleri ve Düğün Çiçeği (Ranunculus asiaticus 'Orange')'nin Verim ve Kalitesi Üzerine Etkileri*. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 24 (1), 55-60. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/pub/akdenizfderg/issue/1568/19434>
- Başoğlu, A. ve Telatar, O. M. (2013). *The Impact of Climate Change: An Econometric Analysis on Agriculture*. KTÜAES/ KTÜ Yayınları, Sosyal Bilimler Dergisi, Sayı (6). Erişim adresi: <http://acikerisim.ktu.edu.tr/jspui/handle/123456789/166>
- Bayraç, N. H., Doğan, E. (2016). *Türkiye’de İklim Değişikliğinin Tarım Sektörü üzerine Etkileri*. Eskişehir Osman Gazi Üniversitesi, İİBF Dergisi. 11 (1), 23-48. Erişim adresi: https://scholar.google.com.tr/scholar?q=bayra%C3%A7+ve+do%C4%9Fan+2016&hl=tr&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholar#d=gs_qabs&t=1652869966176&u=%23p%3Dlr_hn3kFBIIJ
- Bingöl, B. (2015). *Dikey Tarım*. Ormancılık Dergisi. 11(2), 92-99. Erişim adresi: https://www.researchgate.net/profile/Bora-Bingoel/publication/339043438_Dikey_Tarim/links/5e3a8f15299bflcdb90e82ba/Dikey-Tarim.pdf
- Bingöl, B. (2019). *Alternatif Tarım Yöntemleri; Aeroponik, Akuaponik, Hidroponik*. Harman Time Dergisi, Aralık/ 2019, 7 (82), 34-42. Erişim adresi: https://www.researchgate.net/publication/346052997_Alternatif_Tarim_Yontemleri_Aeroponik_Akuaponik_Hidroponik
- Doğan, O. (2011). *Türkiye’de Erozyon Sorunu Nedenleri ve Çözüm Önerileri*. Bilim ve Aklın Aydınlightında Eğitim, Say.134, s.62-69.
- Ertürk Keskin, N., Yıldırım, C. (2019). *Küba’da Kentsel Tarım Uygulamaları: Havana Örneği*. Hukuk ve İktisat Araştırmaları Dergisi, 11 (2), 149-162. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/761187>
- Jarus, O. (2018). *The Inca Empire*. Live Science. Erişim adresi: <https://www.livescience.com/41346-the-incas-history-of-andean-empire.html> 13.12.2021
- Kılavuz, E., Erdem İ. (2019). *Dünyada Tarım 4.0 Uygulamaları ve Türk Tarımının Dönüşümü*. Nuh Naci Yazgan University, Social Sciences (NWSASOS), 14 (4): 133-157 Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/840914>

Samur Çelebi E. (2019). *Mevcut Yapıların Sürdürülebilirlik Açısından Yeniden Kullanımlarında Dikey Tarım Uygulamaları Üzerine Bir Araştırma: İstanbul Porselen Fabrikası* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gebze Teknik Üniversitesi, Kocaeli. Erişim adresi: <https://acikbilim.yok.gov.tr/handle/20.500.12812/270457>

TARIMSAATİ. (2014). Erişim adresi: <https://tarimsaati.wordpress.com/tag/tarimda-su-kaynaklarinin-kullanimi/> 06.02.2022

TEMA (Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma Ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı). (2022). Erişim adresi: <https://sutema.org/kirilgan-dongu/tarimda-kullanilan-su.10.aspx> 23.1.2022

Thoman, R. S. (1962). *The Geography of Economic Activity. An introductory World Survey*. New York, Toronto, London, McGraw-Hill Book Company, Inc, 69/6, 602. Erişim adresi: <https://www.cambridge.org/core/journals/recherches-economiques-de-louvain-louvain-economic-review/article/abs/rs-thoman-the-geography-of-economic-activity-an-introductory-world-survey-new-york-toronto-london-mcgrawhill-book-company-inc-1962-602-p-696/AEA58CB681EE5588F6AB7D82B250CD38>