

Sürdürülebilir Gastronomi İçin Dikey Tarım

Gülşen ULUS^{1*}, Hamza BOZKIR²

¹Sakarya University of Applied Sciences, Gastronomy and Culinary Arts, Türkiye,
fdgcsml@gmail.com

²Sakarya University of Applied Sciences, Food Processing Department, Türkiye,
hamzabozkir@subu.edu.tr

(Received: 26 August 2024, Accepted: 29 August 2024)

(5th International Conference on Engineering and Applied Natural Sciences ICEANS 2024, August 25-26, 2024)

ATIF/REFERENCE: Ulus, G. & Bozkır, H. (2024). Sürdürülebilir Gastronomi İçin Dikey Tarım. *International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches*, 8(7), 340-350.

Özet-Sürdürülebilirlik ile ilişkilendirilen dikey tarım la üretilen ürünlerin gastronomide daha lezzetli hale getirilmesi hedeflenir. Çağımızda sürekli gelişen gastronomi açısından hedef olarak önemli bir yerdedir. Her konuda olduğu gibi sürdürülebilirlik açısından gastronomi de doğal olan kaynakların boşa tüketilmemesi, yapılan üretimin çevre ve sağlığa zarar vermeden geçmişten günümüze ve geleceğe devam etmesi anlamına gelmektedir. Bu açıdan gastronominin, gıda ürünlerinin sürdürülebilir olması tarım çalışmalarında da sürdürülebilir olmasından geçmektedir. Geleneksel tarım anlayışına bir bakış Geleneksel tarım anlayışına bir bakış, tarımsal üretimi (kırsal) yerlerden kentsel alanlara taşımaya amaçlayan dikey tarım, farklı araç ve sistemlerle tarımsal ürünler yetiştirmeyi amaçlamaktadır. Kontrollü çevre tarımı veya yapı entegre tarım, kentsel çevrede büyük ölçekli bir tarım tekniği olarak, topraksız tarım çalışmalarının temelini oluşturur. Ortaya çıkan yeni teknikler takip edilir ve incelenir. Bu tür çalışmalarda topraksız tarımın neden ortaya çıktığı, olumlu yönleri, olumsuz yönleri ve topraksız tarım sistemi incelenir. Topraksız sürdürülebilirlik ve tarımdaki yeri açıklanmak istenmektedir.

Anahtar Kelimeler – Gastronomi, Sürdürülebilirlik, Sürdürülebilir Gastronomi, Dikey tarım.

I. GİRİŞ

Sürdürülebilir gastronomi için dikey tarım, çoğalan nüfusa karşılık tarım arazilerinin azalması, iklim değişikliği sebebiyle ürünlerin azalması, güvenli gıdaya ulaşamaması, yoksulluk, canlı yaşamının devamı için önemli olmaktadır. Yeni üretim teknikleri ile dikey tarım, tarımın sürdürülebilirliği ve üretimi kırsal alandan kentsel alana taşımaya hedeflemektedir. Bu açıdan gastronominin, gıda ürünlerinin sürdürülebilir olması tarım çalışmalarında da sürdürülebilir olmasından geçmektedir. Geleneksel tarım anlayışına bir bakış Geleneksel tarım anlayışına bir bakış, tarımsal üretimi (kırsal) yerlerden kentsel alanlara taşımaya amaçlayan dikey tarım, farklı araç ve sistemlerle tarımsal ürünler yetiştirmeyi amaçlamaktadır.

Topraksız tarım klasik tarıma göre birçok avantajı bulunmaktadır. Dikey tarımda kullanılan teknikler aracılığıyla toprak ve su ekonomisi sağlanır. Dikey tarımda kontrol edilebilir iklim kontrolü sonrasında erkencilik, verim ve kalite yükseliş getirir. Şehirlerde üretilmesi talep olan yere yani pazara yakın olması, yerel üretim ve mevsiminde pazar fırsatları sunmaktadır. İyi hale getirilmiş üretim mahsul kayıplarını engeller. Ürün toplanırken miktarını artırır. Klasik tarım tekniklerinde olduğu gibi ilacı kullanılmaz. Topraksız tarımın çevre ve biyoçeşitlilik adına eksi yönde hiçbir olumsuzluğu yoktur (Anonima, 2009).

Dikey Tarım Nedir?

Tarihler 1999 yılı olduğunda, Dickson Despommier tarafından ilk dile getirilen topraksız tarım düşüncesi, zaman içerisinde üzerinde çalışılarak şuanda hayatımızda olan topraksız tarım halini almıştır.

Topraksız tarım açık olmayan bir yerde, toprak veyahut güneşe ihtiyaç duymadan modern teknikler kullanılarak geliştirilen bitki yetiştirme tekniğidir. Geniş alanlara ihtiyaç duymaz, dikey olarak yerleştirilen özel ayarlanan ve basamağı andıran yapılarla üretim yapılmaktadır. Verimlilik açısından oldukça faydalıdır.

Topraksız tarımda, ışık, su, nem, sıcaklık ve rüzgar vb. Sebeplerin hepsi üreticiliği yapanlar tarafından kontrol altına alınabilmektedir. Günümüzde teknoloji oldukça ilerlemiştir. Örneğin, bitkinin ihtiyacı olan ışık istenilen düzeyde ayarlanabilmektedir. İhtiyaç duyulan sular ve besinler gerektiği kadar düzenlenebilmektedir. Çimlenme aşamasından, gelişmeden hasat aşamasına kadar her bir basamak üretici tarafından kontrol altındadır.

Geleneksel tarım yöntemlerinin uygulanmasına devam edildiği takdirde, bu nüfusu beslemek için Brezilya'nın kapladığı alandan daha büyük yeni tarım alanlarına ihtiyaç duyulacaktır. Dünya ölçeğinde için uygun alanın %80'i zaten ekili durumdadır. Kaldı ki bu alanın %15'i iyi yönetilmediği için kullanılamaz duruma gelmiştir (Anonima, 2009).

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü' nün yaptığı çalışmalara göre şuan da dünyada bir kişi için 0,218 hektar ekim için yer vardır, 2050' de bu sayı 0,181 hektar' a ineceği tahmin edilmektedir. (Ertek, 2014)

Besin açısından zengin, güvenliği olan mahsuller topraksız tarım tekniğiyle yetiştirilen yöntem çokça verim alınmaktadır. Atıklar konusunda oldukça düşük miktarda atık çıkmaktadır. Bu nedenle oldukça önem arz etmektedir.

Bu teknikler kullanılarak organik olan meyveler ve sebzeler üretmek olasıdır. Dikey tarım ortaya koyduğu birçok faydayı göz önüne sermiştir.

Önümüzdeki 20 yıl içerisinde şu an olduğundan daha fazla ilgiyi üzerine çekmesi beklenmektedir. Birçok kişinin hem ticari hemde hobi olarak topraksız tarıma yönelmesi beklenmektedir. (Tarfin.com, 2021)

Dikey Tarım Ne Zaman Doğdu?

Dikey Tarım kavramı, 2011 yılında Columbia Üniversitesi'nde (N.Y.C.) bir sınıfta doğdu. Bir ders sırasında Profesör Dickson Despommier, öğrencilerine Manhattan adası çevresinde yiyecek üretmenin bir yolunu bulmaları için meydan okudu. Öğrenciler başlangıçta gökdelenlerin tepesinde mahsul yetiştirmeyi önerdiler, ancak adadaki tüm çatıları kullanmak bile nüfusun gıda ihtiyacının yalnızca % 4'ünü karşılayacaktı. Böylece yeni bir fikir doğdu: dikey alanı sömüren binaların içinde gelişim. Bu bir atılımdı. Tüm dünyada, seralarda sebze veya küçük meyveler üretmek için hidroponik gibi topraksız yetiştirme uyguluyorduk. Ayrıca, iç sıcaklığı ve nemi değiştirebildik ve zaten bazı bahçe lambaları vardı. Sadece bu teknolojileri bir araya getirmemiz gerekiyordu.

O zamandan beri, ABD'den Japonya, Çin, Singapur, Güney Amerika ve Avrupa'ya kadar dünya çapında sözde "dikey çiftliklerin" sayısı arttı (A.V.F.).

Son birkaç yılda, bu ekimdeki bilgi birikimi katlanarak arttı, teknolojiler üretimi giderek daha verimli hale getirdi ve birçok farklı ürün başarıyla yetiştirildi (Wikiformer.com)

Dikey Tarımın Artıları ve Eksileri

Artıları

Tarımsal Verimlilik

Gelecek nesillere sürdürülebilir olarak kalması için geleneksel tarımın ekilebilir arazi ihtiyacı çok fazladır. Her zamankinden daha çok nüfus artış hızıyla 2050'de kişi başına ekilebilir arazinin 1970'e kıyasla yaklaşık % 66 azalması beklenmektedir. Dikey tarım bazı durumlarda dönüm başına mahsul veriminin geleneksel yöntemlere göre on katından daha fazlasına imlan verir. Tropik olmayan alanlarda geleneksel tarımın aksine kapalı tarım yıl boyunca mahsul üretebilir. Tüm mevsimlik çiftçilik yetiştirilen yüzeyin verimliliğini mahsule bağlı olarak 4 ila 6 faktörle çarpar. Çilek gibi mahsullerde faktör 30 kadar çıkabilir.

Dikey tarımın yalıtılmış ürün sektörlerini kullandığından çok çeşitli hasat edilebilir ürünlerin üretimine de olanak sağlar. Sezon başına bir tür mahsulün hasat edildiği geleneksel bir çiftliğin aksine dikey çiftlikler bireysel arazileri nedeniyle çok sayıda farklı mahsulün aynı anda yetiştirilmesine ve hasat edilmesine izin verir.

USDA'ya göre dikey çiftlik ürünleri geleneksel çiftçilik yöntemiyle üretilen ürünlere kıyasla mağazalara ulaşmak için yalnızca kısa bir mesafe kat eder.

Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (USDA) dünya nüfusunun 2050 yılına kadar 9 milyarı aşacağını tahmin ediyor ve bunların çoğu da şehirlerde yaşıyor olacaktır. Dikey çiftçilik USDA'nın nüfus arttıkça muhtemel gıda kıtlığına vereceği öngörülen yanıttır. Bu çiftçilik yöntemi emisyonu düşürerek ve ihtiyaç duyulan suyu azaltarak çevreye karşı sorumludur. Bu tür kentsel çiftçilik, neredeyse anında çiftlikten satışa giden dağıtımını da azaltacaktır.

USDA ve Enerji bakanlığınca dikey çiftlik üzerine düzenlenen bir çalıştayda dikey çiftçilik uzmanları bitki islahını, haşere yönetimi ve mühendisliğini tartışılar. Zararlıların kontrolü (böcekler, kuşlar ve kemirgenler gibi) is dikey çiftliklerde kolaylıkla idare edilir çünkü alan çok iyi kontrol altındadır. Kimyasal ilaçlara gerek duyulmadan organik ürünleri yetiştirme yeteneği geleneksel çiftçilikten daha kolaydır.

Hava Koşullarına Direnç

Geleneksel açık hava tarımında yetiştirilen ürünler hava koşullarına bağlıdır ve istenmeyen sıcaklıklarda yağmur, muson, dolu fırtınası, kasırga, sel, orman yangınları ve kuraklıktan mustarıptır. "Son zamanlarda meydana gelen üç sel (1993, 2007 ve 2008'de) ABD'nin mahsul kayıplarında milyarlarca dolara mal oldu ve üst toprakta daha da yıkıcı kayıplar yaşandı. Yağmur düzenindeki ve sıcaklıktaki değişiklikler Hindistan'ın tarımsal üretimini yüzyılın sonunda yüzde 30 azaltabilir."

Olumsuz hava koşulları konusu özellikle geleneksel çiftçiliğin büyük ölçüde imkansız olduğu Alaska ve kuzey Kanada gibi kutupsal ve kutup altı bölgeler için geçerlidir. Gıda güvensizliği taze ürünlerin uzak mesafelere nakledilmesi gereken yüksek maliyetler ve yetersiz beslenmeye yol açan uzak kuzey topluluklarında uzun süredir devam eden bir sorundur. Konteynırlı çiftlikler Churchill, Manitoba ve Unalaska, Alaska gibi yerlerde faaliyet gösteren bir dizi çiftlik ile daha güneydeki konumlardan gelen tedariklere göre daha düşük bir maliyetle yıl boyunca taze ürünler sağlayabilir. Mahsul yetiştiriminin kesintiye uğramasında olduğu gibi yerel konteynerli çiftlikler de geleneksel olarak yetiştirilen ürünleri uzak topluluklara ulaştırmak için gerekli olan uzun tedarik zincirlerine göre kesintiye daha az duyarlıdır. Churchill'deki gıda fiyatları Mayıs ve Haziran 2017'deki sel felaketlerinden sonra önemli ölçüde yükseldi ve Churchill ile Kanada'nın geri kalanı arasındaki tek kalıcı kara bağlantısını oluşturan demiryolu hattının kapanmasına neden oldu.

Çevresel koruma

Dikey tarımın artan üretkenliği nedeniyle birim dikey tarım birimi başına 20 adede kadar dış mekan tarım arazisi doğal durumuna geri dönebilir. Dikey tarım tarım arazisine ihtiyacı azaltacak ve böylece birçok doğal kaynak korunacaktır.

Doğal biyomlar üzerindeki tarımsal müdahalenin neden olduğu ormansızlaşma ve çölleşme önlenemez. İç mekanda gıda üretimi geleneksel çiftçiliği, ekimi ve çiftlik makineleriyle hasadı azaltır veya ortadan kaldırır, toprağı korur ve emisyonları azaltır.

Geleneksel çiftçilik genellikle doğal flora ve faunaya istilacıdır çünkü geniş ekilebilir bir alan gerektirir. Bir çalışma odun fare nüfusunun hasattan sonra hektar başına 25'ten hektar başına 5'e düştüğünü ve geleneksel çiftçilikle her yıl hektar başına 10 hayvanın öldürüldüğünü tahmin ettiğini gösterdi.[58] Buna karşılık dikey tarım sınırlı alan kullanımı nedeniyle yaban hayatına daha az zarar verir.

Kısaca

1.Toprak tasarrufu: dikey tarımda, ek tarım arazilerinden yararlanmadan büyüyen dünya nüfusu için gıda üretmek için gerekli alan çok verimli kullanılır. Topraksız ekimler, dünya çapında (özellikle monokültürlerde) su kirliliğine neden olan aşırı gübreleme gibi sorunlardan da kaçınır.

2.Su tasarrufu: dikey tarım özellikle su verimlidir. Öğrencilerimizle tarla tarımına göre %90 daha az su kullandığımızı gösterdik. Bazı sistemlerde, terlemeden gelen nemi geri kazanabilir ve bunu bitkileri sulamak için yeniden kullanabilirsiniz.

3.(Dikey) Çiftlikten Çatala: Mahsulleri tamamen kontrollü bir ortamda yetiştirme imkânı, depolardan okullara, teknelere ve hatta uluslararası uzay istasyonlarına kadar hemen hemen her yerde üretime olanak tanır. Büyük şehirlerin içinde veya yakınında yiyecek yetiştirmek, önemli karbon emisyonlarından ve nakliye maliyetlerinden kaçınmanın iyi bir yoludur. Hasattan tüketime kadar geçen süreyi azaltmak, mahsulleri taze, lezzetli ve besleyici tutmanın harika bir yoludur.

4.12 aylık üretim: Dış iklim koşullarından bağımsız olarak tüm yıl boyunca üretim imkânı, olağanüstü süreklilik ve güvenle dünyanın her yerinde ekime olanak tanır.

5.Antika mahsullerin üretilmesi ve kurtarılması: dünyada yetişen tür ve çeşitlerin azaltılmasından monokültürler, monodietler, böcek ilaçları ve iklim değişikliği sorumludur. Farklı iklim koşulları belirleme yeteneğine sahip olmak, daha az üretken oldukları veya böcek ilacı kullanımı için uygun olmadıkları için terk edilmiş mahsul çeşitlerini geri kazanmanıza olanak tanır.

6.Temiz gıda: iç mekanda mahsul yetiştirmek, haşere veya hastalık riski olmadan ekime izin verir, bu nedenle herbisit veya böcek ilacı kullanmaya gerek yoktur.

7.Çekicilik: tarımsal uygulamalara olan ilgi kaybı dünya çapında yaygındır. Dikey tarımın teknolojisi ve fütüristik özelliği, genç çiftçileri cezbederek istatistiği altüst ediyor.

Eksileri

Ekonomi

Dikey çiftlikler büyük başlangıç maliyetinin mali zorluğunu yenmelidir. 60 hektarlık dikey çiftliğin ilk bina maliyeti 100 milyon doları aşar. Tokyo, Moskova, Mumbai, Dubai, Milano, Zürih ve Sao Paulo gibi şehirlerde ofis alanı ile büyük şehirlerde 880\$- 1,850\$ ile arasındaki alan birim metrekare fiyatlarıyla ofis doluluk maliyetleri yüksektir. Dikey çiftliklerin büyük şehirlerin merkezlerinde yer alması amaçlandığından dikey çiftlik sahipleri aynı bölgedeki diğer ofislerin ödemesi gereken doluluk maliyetlerini ödemek zorunda kalacaktır. Viktorya, Avustralya'da varsayımsal bir 10 seviyeli dikey

çiftliğin tarıma elverişli arazi metrekaresi başına maliyeti 349 ABD doları Viktorya'nın kırsal kesimindeki geleneksel bir çiftliğin tarıma elverişli arazi metrekaresi başına 0.40 ABD doları kadar maliyeti olacaktır. Sonunda dikey çiftlikler daha verimli hale geldikçe başlangıç maliyeti azalacak ancak hektar başına verimi geleneksel bir çiftliğin veriminden 50 kat daha fazla olan dikey bir çiftliğin bile başabaş maliyetini geçmesi 6-7 yılı alacaktır.

Rakipler dikey tarımın olası karlılığını sorguluyor. Dikey çiftliklerin mali açıdan başarılı olabilmesi için geleneksel çiftlikler buğday gibi düşük değerli mahsulleri dikey bir çiftliğe göre daha ucuza sunduğundan yüksek değerli mahsuller yetiştirilmelidir. Cornell'de biyolojik ve çevre mühendisliği profesörü olan Louis Albright dikey çiftlikte yetiştirilen buğdaydan yapılan bir somun ekmeğinin 27 dolara mal olacağını belirtti. Bununla birlikte ABD Çalışma İstatistikleri Bürosuna göre ortalama bir somun ekmeği Eylül 2019'da 1.296 dolara mal oldu ve bu dikey çiftliklerde yetiştirilen mahsullerin geleneksel açık hava çiftliklerinde yetiştirilen mahsullere kıyasla nasıl rekabetçi olmayacağını açıkça gösteriyor. Dikey çiftliklerin karlı olabilmesi için bu çiftlikleri işletme maliyetlerinin düşmesi gerekir. İkinci el 40 fitlik nakliye konteynırlarından üretilen TerraFarm sisteminin geliştiricileri sistemlerinin "geleneksel açık hava tarımıyla maliyet eşitliği sağladığını" iddia ettiler.

Bununla birlikte kentsel veya ada arazisi de yüksek değerlidir PNAS tarafından yayınlanan bir çalışmada 8 Aralık 2020 tarihinde Wayback Machine sitesinde arşivlendi. 10 katlı dikey buğday çiftliği belirli bir hektar arazide yaklaşık 1.940 metrik ton buğday üretebilirken iyi geçen yıllarda hektar başına ortalama 3.2-ton buğday üretebilir (600 kat ürün) ve teorik olarak bu katlar hala diğer binaların üstünde veya altında olabilir. Kalabalık adalardaki arazi ıslahı maliyetleri ile karşılaştırıldığında şu anki yöntemler gübre maliyetleri karbondioksit girdisinin yanı sıra aydınlatma, sıcaklık ve nem kontrolü için hala çok büyük enerji tüketimi gerektirse de kg tahıl başına dikey düşük değer için bile uygun pazarlar olabilir gibi görünmektedir.

Enerji kullanımı

Büyüme mevsimi boyunca güneş ekinlere düz araziye ekildiklerinden çok daha az ışık sağlanacak şekilde dikey bir yüzeyde aşırı açıyla parlar. Bu nedenle ek ışık gerekli olacaktır. Bruce Bugbee dikey çiftçiliğin güç taleplerinin yalnızca doğal ışık kullanan geleneksel çiftliklerle rekabet edemeyeceğini iddia etti. Çevre yazarı George Monbiot tek bir somun için tahıl yetiştirmeye yetecek kadar ek ışık sağlamanın maliyetinin yaklaşık 15 dolar olacağını hesapladı. Economist'teki bir makale "cam bir gökdelende yetişen mahsuller gün boyunca biraz doğal güneş ışığı alacak olsa bile yeterli olmayacak" ve "yapay ışıklara güç vermenin maliyeti kapalı alanda çiftçiliği çok pahalı hale getirecek" diyordu. Dahası araştırmacılar dikey bir çiftliğin enerji tüketimini karşılamak için yalnızca güneş panelleri kullanılacaksa "gerekli olan güneş paneli alanının çok katlı bir iç mekandaki ekilebilir alandan yirmi kat daha büyük olması gerekeceğini belirlediler ki iç mekan da çiftliğin büyük dikey çiftliklerle başarılması zor olacaktır. Arizona'da marul yetiştiren bir hidroponik çiftlik üretilen bir kilogram marul için 15.000 kJ enerji gerektirecektir. Bu miktardaki enerjiyi bir perspektife oturtmak için Arizona'daki geleneksel bir açık hava marul çiftliği yetiştirilen bir kilogram marul için yalnızca 1100 kJ enerji gerektirir.

Dr. Dickson Despommier'in "The Vertical Farm" adlı kitabının kontrollü ortam önerdiği gibi ısıtma ve soğutma maliyetleri diğer herhangi çok katlı binaya benzeyecektir.[68] Besinleri ve suyu dağıtmak için sıhhi tesisat ve asansör sistemleri gereklidir. Kuzey Amerika Birleşik Devletleri'nde fosil yakıtla ısıtma maliyeti hektar başına 200.000 doların üzerinde olabilir. 2015 yılında yapılan araştırma geleneksel tarım yöntemleri ve hidroponik çiftlik kullanılarak Arizona'daki marul büyümesini karşılaştırdı. Hidroponik çiftlikte ısıtma ve soğutmanın enerji tüketiminin % 80'inden fazlasını oluşturduğunu ısıtma ve soğutmanın üretilen marul başına 7400 kJ'ye ihtiyaç duyduğunu belirlediler. Aynı çalışmaya göre hidroponik çiftliğin toplam enerji tüketimi bir kilogram marul başına 90.000 kJ'dir. Enerji tüketimi ele alınmazsa dikey çiftlikler geleneksel tarıma sürdürülemez bir alternatif olabilir.

Kirlilik: Bazı çarelerle birbiriyle ilişkili bir dizi zorluk vardır: (not edilmelidir ki yeni ortaya çıkan

endüstri genellikle maliyet karmaşıklığı veya yasal gerekçeler nedeniyle 2020 itibarıyla bu tür bütüncül çareleri takip etme yüzeyini çizmemiştir.)

Güç ihtiyaçları: Güç ihtiyaçları fosil yakıtlarla karşılanırsa çevresel etki net bir kayıp olabilir; Çiftliklere enerji sağlamak için düşük karbonlu kapasite inşa etmek bile daha az kömür yakarken geleneksel çiftlikleri yerinde bırakmak kadar mantıklı olmayabilir. Louis Albright, "elektrikle üretilen fotosentetik ışığa dayalı kapalı sistem kentsel tarımda" bir kilo marulun bir elektrik santralinde 8-pound karbondioksit üretilmesine neden olacağını ve üretilen 4,000-pound marulun bir aile arabasının yıllık emisyonlarına eşdeğer olacağını savundu. Benzer bir sistemde yetiştirilen domatesin karbon ayak izinin marulun karbon ayak izinin iki katı kadar büyük olacağını da ifade etti. Bununla birlikte güneş ışığının mahsullere ulaşmasına izin veren bir serada üretilen marulun marul başı başına karbondioksit emisyonlarında yüzde 300 azalma gördü. Dikey çiftlik sistemi güneş ışığından yararlanmada daha verimli hale geldikçe daha az kirlilik üretecektir.

Karbon emisyonu: Bu dikey çiftliğin büyük olasılıkla yanmadan CO2 oluşturan bir kaynağın gerektirdiği ancak elektrikli tesisleriyle aynı yerde olursa bunlardan CO2 emeceği anlamına gelir; Aksi durumda atık çıkar. Seralar genellikle atmosferik oranın 3-4 katına kadar karbondioksit seviyelerini destekler. CO2'deki bu artış fotosentez değişken oranlarını artırır ki ortalaması %50'dir bu sadece daha yüksek verim sağlamakla kalmaz aynı zamanda bazı bitkiler daha hızlı olgunlaşır, gözeneklerini küçültür ve su stresine (hem çok fazla hem de az) daha dirençli hale gelir. Dikey çiftliklerin tek başına bulunmasına gerek yoktur, daha olgun bitkiler geleneksel seraya transfer edilebilir, alan ve maliyet esnekliği sağlanır. **Mahsul hasarı:** Bazı seralarda saf CO2 kaynakları için kükürt dioksit ve etilen gibi bitkilere ciddi olarak zarar veren kirlenici maddeleri ihtiva eden fosil yakıtları yakarlar, gaz süzme yüksek üretim sistemlerinin bir bileşenidir.

Havalandırma: "Gerekli" havalandırma CO2 atmosfere sızmasına izin verebilir ama neme toleranslı ve neme karşı toleranssız ekin polikültürü döngüsüne sınırlı olmayan (monokültürün aksine) geri dönüşüm sistemleri yapılabilir.

Işık Kirliliği: Sera yetiştiricileri, bitkilerin vejetatif veya üreme evresinde olup olmadığını kontrol etmek için genellikle bitkilerdeki fotoperiyodizmi kullanırlar. Bu kontrolün bir parçası olarak ışıklar geçmiş gün batımında ve güneş doğmadan önce veya gece boyunca periyodik olarak açık kalır. Tek katlı seralar normal kentsel dikey çiftlikler de olsa ışık kirliliği üzerine eleştiriler çekmiştir.

Su Kirliliği: Hidroponik seralar suyu düzenli olarak değiştirerek bertaraf edilmesi gereken gübre ve böcek ilaçları olan su çıkarır. Atık suyu komşu tarım arazileri veya sulak alanlara yaymanın en yaygın yöntemi kentsel dikey çiftlik için daha zor olacaktır, su arıtma ilaçları (doğal veya başka türlü) bir çözüm olabilir. (wikiformer.com)

Kısaca;

1.Enerji tüketimi: HVAC sistemi (24 saat çalışan) ve aydınlatma için gerekli olan enerji küresel senaryoda dikkate alınmalıdır. Bununla birlikte, güneş panelleri ve piller enerji tüketimini ve maliyetlerini azaltabilir.

2.Mahsul seçimi: Hemen hemen her mahsulü iç mekânda yetiştirebilirsiniz, ancak bugün bu sistem için yalnızca belirli çeşitler karlı ve en uygun olanıdır. (wikiformer.com)

Dikey Tarımın Sınıflandırılması

Dikey tarım sistemi şekillerine göre 4'e ayrılır.

1.Açık: Element ve gün ışığı alan. (Çatı, balkon, açık hava çiftlikleri).

2.Kapalı: Direkt güneş ışınlarını almaz. Bitkiler LED bitki aydınlatma teknolojisinden destek alınarak bitkiler yetiştirilir.

3.Çevrelenmiş: Elementlerden korunmuş, ama güneş ışığını aydınlanma da ve ısınma da ana kaynak olarak faydalanılır.

4.Diğer: Güneş ışığından faydalanılmaz. Bitkiler farklı bitki aydınlatma teknolojileri faydalanılarak yetiştirilir (TL, HPS, vs.) (Anonimg, 2015)

Dikey Tarım Üretim Sistemleri

Topraksız dikey tarım yetiştirme mekanlarına göre 3'e ayrılır.

1.Aeroponik sistemler:

Aeroponik sistemler ilk olarak açıkta olan kök sistemine, besin eriyiklerinin fasıllı veya fasıllısız sis halinde verilmesi esasına dayanan bir hava-su kültürüdür. (Anonimh, 2015)

Düzende yetiştirmek istenen bitki türüne göre daha önceden seçilen besin ve sular su havzasından zamanlayıcıya bağlı pompa kanalıyla modüler düzenlerle bitki ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla kök sistemine püskürtülür.

Sistemin ilk faydası gübre ve su kullanılırken ekonomi sağlamasıdır. Düşük kaliteli sularda kullanılan sistemde kolaylıkla kullanıldığında suyun kalitesi düşük ve az olduğu yerlerde bu yöntem kolaylıkla kullanılır. (Anonimi,2011)

Aeroponik sistem olumsuzluğunda köklerin havada asılı olması neme sebep olur. Buda oldukça zararlı mantar, bakterilerin ortaya çıkmasına sebep olur. Engellemek için havzalara hidrojen peroksit solüsyonuyla işlemden geçirilme zorunluluğudur. Kullanılan sistemde havada asılı olan köklerin bulunduğu hazne ışık geçirmemelidir. Çünkü asılı olan kökler direkt ışığı istemezler. Genelde toprak içinde yetişmeye yatkındırlar. (Okur,2015)

Günümüzde toprak veya agrega ortamı kullanılmadan bitkilerin hava veya sis ortamında yetiştirilmesi yani Aeroponik sistemlerde direkt güneş ışığı kullanılmaz. LED'ler tercih edilmektedir. Bitki ihtiyacını kullanmak için uzun şeritler şeklinde veya V şeklinde oldukça yüksek yoğunlukta LED ışıkları ile değişik modüler teknikler tasarlanarak hazırlanmaktadır.

Fotosentez de gerekli mavi, kırmızı dalga boyutlarını karşılar LED teknikler enerjide de oldukça tasarruflu olduğu gibi daha soğuk kalarak soğutmadaki maddi deride gözle görülür düşürmektedir. (Okur,2015)

2.(Akuaponik sistemler) Geleneksel akuakültür ile hidroponiğin birleşmesi ile sürdürülebilir gıda üretimi

Geleneksel akuakültür ile hidroponiğin birleşmesi ile sürdürülebilir gıda üretimi yani Akuaponik, klasik Akuakültür (akuatik canlılardan olan balık, kerevit, karides üretimi) ile Hidroponik Sistem'in biberleşmesi ile sürdürülebilir gıda üretim sistemi alternatiflerindedir. (Anonimk,2015)

Akuaponik, akuakültürde kullanılan suyun Hidroponik sistemlerde kullanılmasına dayalı bir uygulamadır. Bu sistemde istenen suyun kirliliğini azaltmak ya da kirliliği bitirmek. Balık yetiştiriciliği için olan su element bakımından çokça element içerir yani zengindir.

Hidroponik sisteme verilen besleyici element içeren su faydalıdır. Bitkiler bu suyu filtre eder ve bitkiler yetiştiricilik ünitesinin arıtma ünitesi suyu arıtma ünitesinin görevini görmektedir. Bitki aracılığıyla arıtılan su kirlilik oranı birhayli azalır. Akuakültürde ihtiyaç olan su boruların yardımıyla bitkinin yetiştiği

tanka gelir veya boru bitkinin konulacağı kadar alanda gözenekler açılır. Açılan deliklere yerleştirilmesiyle olur. (Backyard,2007)

Sistemin en büyük avantajı ilk olarak karasal alanda yarı kapalı ya da kapalı devre sistemlerde balık yetiştiriciliğinde balıkların metabolik durumlarının sonucu çıkan atıkların doğal ortama karışmalarını engellemek veya en aza indirmektedir.

Başka faydaları da vardır. Örneğin yetiştirilen gıda ürünü sayısının çokça artması ve diğer uygulamalarda olduğu gibi bitkinin köklerinin yeteri kadar besini alabilmesi için özel besin çözeltilerine muhtaç olmaması.

Sistemdeki olumsuzluk ise sistemi uygun hale getirmekteki maliyetlerin amaçlanandan çokça yüksek olması ve sürekli takip edilmek istemesi ve kontrol gerektirmesi bu da belirgin olumsuz özelliklerindedir. (Kerim ve Tırıl, 2009)

3.Toprak kullanmadan su içinde minarel besin çözümleri kullanarak bitki yetiştirme yöntemleri (Hidroponik sistemler)

Toprak kullanmadan su içinde minarel besin çözümleri kullanarak bitki yetiştirme yöntemleri (Hidroponik sistemler) dikey tarımda topraksız tarımda öncü olarak ilk kullanılan teknik açıdan karşımıza çıkmaktadır. (Anonim, 2012) Toprak kullanmadan su içinde minarel besin çözümleri kullanarak bitki yetiştirme yöntemleri yani Hidroponik, isminin anlamı besin çözeltileri içinde destek olmaksızın bitki yetiştiriciliği anlamına gelmektedir. Dikey tarımda bununla birlikte besin çözeltileri kullanılarak katı ortamda bitki yetiştirme de hidroponik sistem içinde yer alır. (Megep, 2008)

Toprak kullanmadan su içinde minarel besin çözümleri kullanarak bitki yetiştirme yöntemleri yani Hidroponik sistemler düşünüldüğünde sıvı veya agregat sistemler olarak ikiye ayrılır. Sıvı sistemlerde bitki köklerini destekleyici katı ortam bulunmazken agregat sistemlerde katı ortam desteği vardır.

Sistemler aktif sistemler veya pasif sistemler olmak üzere ikiye ayrılır. Aktif sistemler besin çözeltilerinin aktif olarak bitki kökleri üzerinden geçmesi ile çalışır. Pasif sistemler ise filtre ve besin ortamı ile çok yüksek etki kullanır. Buda suyun bitki kökleri aracılığıyla çalışır.

1.Agregat

a. Açık Sistemler

*Kanal kültürü (Yatak kültürü)

*Kaya yünü

*Torba kültürü

b. Kapalı Sistemler

*Çakıl

*Nft veya kaya yünü

2.Sıvı

Kapalı sistemlerdir. Üçe ayrılır

*Aeroponik

*Besleyici film tekniği (NFT)

*Yüzen hidroponik

Dikey tarımda bu sistemleri ayrıca aktif ya da pasif sistemler olarak ikiye ayrılabilir. Pasif sistemler besin ortamı ve filtre ile oldukça yüksek kılcal etki kullanılır. Kullanılan suyun bitki kökleri tarafından emilmesini sağlamaktadır. Aktif olarak kullanılan sistemlerde de besin çözeltisinin sıkça bitki kökleri üzerinde geçmesiyle çalışır. (Shrestha ve Dunn, 2013)

a. Pasif sistemler

*Filtre sistemi

b. Aktif sistemler

*Su kültürü tekniği

*Gelgit sistem

*Damlama sistem

*NFT sistem

*Aeroponik sistem

Dikey Tarıma Dünyadan Örnekler

Dikey tarım hızla yayılmakta, birden fazla şehirdeki geliştiriciler ve yerel yönetimler dikey çiftlik kurmakla ilgilendiklerini belirtti. Örnekler aşağıda.

Portland, Los Angeles, Las Vegas, Seattle, Surrey, Toronto, Paris, Bangalore, Dubai, Şangay ve Pekin bazı şehirler.

* Amerikan Birleşik devletleri (New York Şehri)

*Japonya

*Kanada

*Singapur

*Güney Kore (Incheon)

*Çin (Dongtan)

*Birleşik Arap Emirlikleri (Abu Dabi)

*Holanda

Dikey Tarıma Ülkemizden Örnekler

Bu çalışmalar henüz pilot aşamasındadır.

*Bursa

*Karacabey

*Konya

*İstanbul, ilk hasatı 2022 yılında almıştır.

2009 yılında dünyanın ilk pilot üretim sistemi Birleşik Krallık'taki Paignton Hayvanat Bahçesinin Çevre Parkına kuruldu. Proje dikey tarımı sergiledi ve sürdürülebilir kentsel gıda üretimini araştırmak için sağlam bir temel sağladı. Ürün, hayvanat bahçesinin hayvanlarını beslemek için kullanılırken proje, sistemlerin değerlendirilmesini mümkün kılıyor ve küresel biyoçeşitlilik ve ekosistem hizmetlerini etkileyen sürdürülemez arazi kullanım uygulamalarındaki değişimi savunmak için eğitim kaynağı sağlamaktadır.

2010 yılında 36. Dünya Siyonist Kongresinde Yeşil Siyonist İttifakı Keren Kayemet L'Yisrael'e (Dikey çiftlikleri geliştirmesi için İsrail 'deki Yahudi Ulusal Fonu) çağrıda bulunarak bir önerge sundu. Dahası "Podponics" adlı bir şirket, 2010 yılında Atlanta'da 100'ün üzerinde yığılı "yetiştirme modülü" nden oluşan dikey bir çiftlik inşa etti ancak sonradan bildirildiğine göre Mayıs 2016'da iflas etti.

2012 yılında dünyanın ilk ticari dikey çiftliği Sky Greens Farms tarafından geliştirilen ve üç kat yüksekliğinde Singapur'da açıldı. Şu anda 100'den fazla dokuz metrelik kuleleri var.

2012 yılında The Plant adlı bir şirket, Şikago, Illinois'de terk edilmiş bir et paketleme binasındaki yeni geliştirdiği dikey tarım sistemini piyasaya sürdü. Dikey çiftlikleri barındırmak için terk edilmiş binaların kullanılması ve diğer sürdürülebilir çiftçilik yöntemleri, modern toplulukların hızlı kentleşmesinin bir gerçeğidir.

2013 yılında Dikey Tarım Derneği (AVF) Almanya, Münih'te kuruldu. Mayıs 2015 itibarıyla AVF tüm Avrupa, Asya, ABD, Kanada ve Birleşik Krallık'ta bölgesel olarak büyüdü. Bu organizasyon gıda güvenliğini ve sürdürülebilir kalkınmayı iyileştirmek için yetiştiricileri ve mucitleri birleştirmektedir. AVF uluslararası bilgi günleri, atölye çalışmaları ve zirvelere ev sahipliği yaparak dikey tarım teknolojilerini, tasarımlarını ve işlerini geliştirmeye odaklanır.

2015 yılında Londralı Growing Underground şirketi terk edilmiş yeraltı II. Dünya Savaşı tünellerinde yapraklı yeşil ürünlerin yeraltında üretimine başladı.

2016 yılında Local Roots adlı bir girişim bitkileri izlemek için yapay bir sinir ağıyla birleştirilmiş bilgisayar vizyonu içeren 40 fitlik bir nakliye konteynırında barındırılan bir dikey tarım sistemi olan "TerraFarm"ı başlattı ve uzaktan Kaliforniya'dan izlenmektedir. TerraFarm sisteminin "geleneksel dış mekan çiftçiliği ile maliyet eşitliği elde ettiği", her biriminin "üç ila beş dönümlük tarım arazisi" eşdeğeri kadar ürün ürettiği, klima yoluyla buharlaşan suyu yeniden yakalayıp kullanılarak %97 daha az su kullandığı iddia edilmektedir. ABD'de bir marketdeki ilk dikey çiftlik 2016'da Dallas, Teksas'ta açıldı ancak sonra da kapandı.

2017 yılında bir Japon şirketi olan Mirai çok seviyeli dikey tarım sistemini pazarlamaya başladı. Şirket geleneksel tarım yöntemleriyle üretilebilecek miktarın 100 katı olan günde 10.000 baş marul üretebildiğini, çünkü özel amaçlı LED ışıklarının büyüme sürelerini 2,5 kat azaltabileceğini belirtmektedir. Ayrıca bu yöntem geleneksel tarım yöntemlerine göre % 40 daha az enerji, % 80 daha az gıda israfı ve % 99 daha az su kullanımını sağlayabilir. Bu teknolojinin diğer birkaç Asya ülkesinde uygulanması için başka taleplerde oldu.

2019'da Kroger Alman girişim şirketi Infarm ile Seattle'daki iki markete modüler dikey çiftlikler kurmak için ortaklık kurdu.

Tarımsal Verimlilik

Gelecek nesillere sürdürülebilir olarak kalması için geleneksel tarımın ekilebilir arazi ihtiyacı çok fazladır. Her zamankinden daha çok nüfus artış hızıyla 2050'de kişi başına ekilebilir arazinin 1970'e kıyasla yaklaşık % 66 azalması beklenmektedir. Dikey tarım bazı durumlarda dönüm başına mahsul veriminin geleneksel yöntemlere göre on katından daha fazlasına imlan verir. Tropik olmayan alanlarda geleneksel tarımın aksine kapalı tarım yıl boyunca mahsul üretebilir. Tüm mevsimlik çiftçilik yetiştirilen

yüzeyin verimliliğini mahsule bağlı olarak 4 ila 6 faktörle çarpır. Çilek gibi mahsullerde faktör 30 kadar çıkabilir.

Dikey tarımın yalıtılmış ürün sektörlerini kullandığından çok çeşitli hasat edilebilir ürünlerin üretimine de olanak sağlar. Sezon başına bir tür mahsulün hasat edildiği geleneksel bir çiftliğin aksine dikey çiftlikler bireysel arazileri nedeniyle çok sayıda farklı mahsulün aynı anda yetiştirilmesine ve hasat edilmesine izin verir.

Dikey çiftlik ürünleri geleneksel çiftçilik yöntemiyle üretilen ürünlere kıyasla mağazalara ulaşmak için yalnızca kısa bir mesafe kat eder.

Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (USDA) dünya nüfusunun 2050 yılına kadar 9 milyarı aşacağını tahmin ediyor ve bunların çoğu da şehirlerde yaşıyor olacaktır. Dikey çiftçilik USDA'nın nüfus arttıkça muhtemel gıda kıtlığına vereceği öngörülen yanıttır. Bu çiftçilik yöntemi emisyonu düşürerek ve ihtiyaç duyulan suyu azaltarak çevreye karşı sorumludur. Bu tür kentsel çiftçilik, neredeyse anında çiftlikten satışa giden dağıtımı da azaltacaktır.

II. SONUÇ

Hızlı artan insan nüfusu gıda ihtiyaçlarının karşılanmasını zorlaştırmıştır. Yanlış arazi kullanımı, tarımda kullanılan yerlerin klasik tekniklerle işlenmesi tarımda kullanılan yerlerin zarar görmesine ve tarım alanlarının azalmasına neden olmasından insan nüfusunun tüketim talebini karşılayamamasına neden olmuştur.

Bundan dolayı yeni yerler arayışına girilmiştir. Bunun yanında yeni tarım teknikleri geliştirilmeye çalışılmıştır. Klasik tarımda görülen yer kayıpları, zirai kalıntı, mevsimsel riskler, su ve atık sorunlarının önüne geçmek ,organik üretimi teşvik etmek, sürdürülebilir tarım için yeni tarım tekniklerini kullanma fikri dikey tarımın ortaya çıkış nedenlerindedir.

Köyden yani kırsal alandan şehirlere göçün artması nedeniyle tüketim kırsal alanlardan kentlere yoğunluk olarak arttırmakta ve kırsal alanda tarım azalmakta. Buda üretimden tüketime kaymalara sebep olmakta. Bu durumda kırsal alanlardan kentsel alanlara üretimin kaymasına neden olmaktadır. Dikey tarımın fikri ortaya çıkmaktadır.

Topraksız tarım için yapılan çalışmalarda amaç sadece yaşadığımız gezegen için değil uzay program çalışmalarında orjinal düşünceler sağlamaktadır. Dikey tarım henüz endüstriyel düzeyde hak ettiği ilgiyi görmemesine rağmen ileride geleneksel tarımın yerini alıp yeni tekniklerin ortaya çıkmasına öncülük edecektir.

KAYNAKLAR

1. <https://hektas.com.tr/dikey-tarim>
2. https://tr.wikipedia.org/wiki/Dikey_tar%C4%B1m
3. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/duzceod/issue/27442/288618>
4. Dergipark.org.com, Bora BİNGÖL, 2016
5. <https://www.tarimorman.gov.tr/Haber/5624/Istanbul-Kapali-Dikey-Tarim-Uygulama>
6. https://www.researchgate.net/publication/339043438_Dikey_Tarim
7. <https://bitkiyetistirmekabini.com/urun-kategori/hidroponik-sistemler-topraksiz-tarim/dikey-tarim/>
8. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/duzceod/issue/27442/288618>
9. <https://www.joghat.org/uploads/2022-vol-5-issue-4-full-text-235.pdf>