



**Yiğit Ulukent**

Ankara University, yigit.ulukent@icloud.com, Ankara-Turkey

DOI	<a href="http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2021.16.3.5A0153">http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2021.16.3.5A0153</a>
ORCID ID	0000-0003-1996-7855
Corresponding Author	Yiğit Ulukent

**KENTLERDE DİKEY TARIM VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK**

**ÖZ**

Dikey tarım, geleneksel tarımdaki gibi geniş tarlalara, toprağa ve iklimsel döngülere ihtiyaç duymadan ürün yetiştirmeye olanak sağlayan teknolojik bir tarım yöntemidir. Bu yöntem su, tarım ilacı, gübre, işçilik, ekipman, enerji ve nakliye giderlerinin düşük, verimin ve kalitenin ise yüksek olması, eş zamanlı hayvancılık yapılabilmesi, şehrin mimarisinde ve havasında iyileşme sağlanması, kent insanının tarıma ilgisini ve katkısını artıracak olması nedenleriyle giderek önem kazanmaktadır. 2050 yılında dünya nüfusunun 10 milyar olacağı, küresel ısınma nedeniyle ekolojik dengenin daha da bozulup verimli toprak alanlarının hızla azalacağı öngörüldüğünden birçok ülke bu tarım yöntemini aktif bir biçimde uygulamaya başlamıştır. Başlangıç yatırım maliyetleri yüksek olsa da uzun vadede ekonomiye, ekolojiye ve sosyal entegrasyona katkısı yönünden sürdürülebilirliği yüksek olan bu tarım uygulaması geleceğin en önemli tarım endüstrisi olacaktır. Sürdürülebilir tarım yönünden önemli olan bu yöntem için ülkemizde de acilen devlet politikalarında ve yasal konularda düzenlemeler yapılmalı, finansal kaynak ayrılmalı, akademisyenlerin, özel sektörün, belediyelerin, çiftçilerin ve kent toplumunun sürece katılımı sağlanmalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Dikey Tarım, Tarım Ekonomisi, Kentsel Tarım, Sürdürülebilir Tarım, Teknolojik Tarım

**VERTICAL AGRICULTURE AND SUSTAINABILITY IN CITIES**

**ABSTRACT**

Vertical farming is a technological farming method that allows to grow crops without the need for large fields, soil and climatic cycles as in traditional agriculture. This method is becoming increasingly important due to the fact that water, pesticides, fertilizers, labor, equipment, energy and transportation costs are low, efficiency and quality are high, livestock can be carried out simultaneously, it improves the architecture and air of the city, and it will increase the interest and contribution of the city people to agriculture. Since it is predicted that the world population will be 10 billion in 2050, the ecological balance will deteriorate further and fertile land areas will rapidly decrease due to global warming, many countries have started to actively apply this agricultural method. Although the initial investment costs are high, this agricultural practice, which has high sustainability in terms of its contribution to the economy, ecology and social integration in the long term, will be the most important agricultural industry of the future. For this method, which is important in terms of sustainable agriculture, arrangements should be made in state policies and legal issues, financial resources should be allocated in our country, and the participation of academics, private sector, municipalities, farmers and urban society in the process should be ensured.

**Keywords:** Vertical Farming, Agricultural Economy, Urban Agriculture, Sustainable Agriculture, Technological Agriculture

**How to Cite:**

Ulukent, Y., (2021). Kentlerde Dikey Tarım ve Sürdürülebilirlik. Ecological Life Sciences, 16(3):100-109, DOI: 10.12739/NWSA.2021.16.3.5A0153.



## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

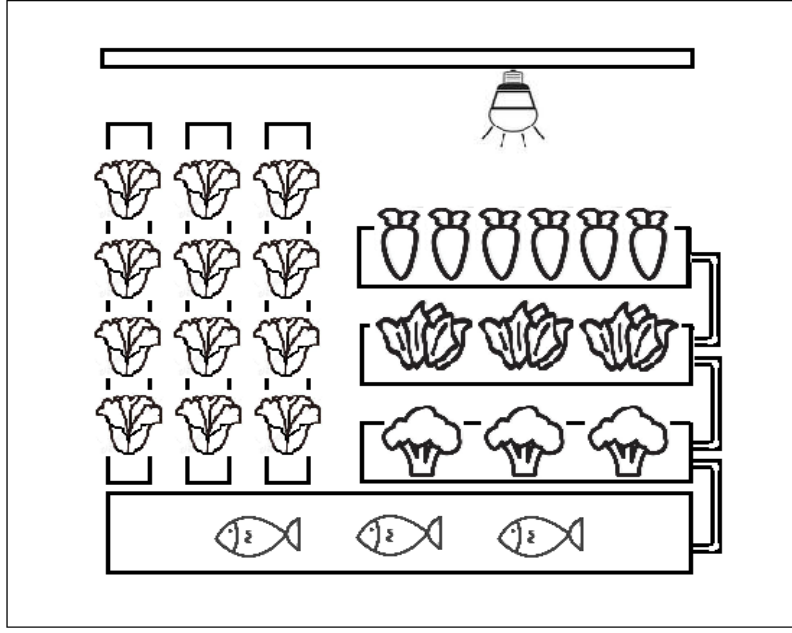
Birleşmiş Milletler Örgütü'nün 2017 raporuna göre dünya nüfusunun 2050 yılında 10 milyar civarına ulaşacağı tahmin edilmektedir. Bu nüfus artışı özellikle doğurganlık oranı yüksek, az gelişmiş ve kıtlıkla mücadele eden ülkelerde daha fazla olacak ve gıda üretiminin gelişmiş ülkelerde %70, gelişmekte olan ülkelerde ise %100 oranında artması gerekecektir [1]. Ancak küresel ısınma, sanayileşme ve kimyasalların etkisi ile toprak ve suyun nitelik ve niceliğinin bozulması, yerinde üretimin sağlanamaması ile enerji ve nakliye giderlerinin artması, kentlere göçler ve nitelikli tarım çalışanlarının azalması nedeniyle kaliteli, güvenilir ve ekonomik gıdaya ulaşmak giderek zorlaşmaktadır. Bu nedenle birçok ülke yakın zamanda topraksız tarıma, hidrokültür, fertigasyon, genetiği değiştirilmiş organizma yetiştirme çalışmalarına, örtü altı yetiştiriciliğine, dikey çiftçilik uygulamalarına yönelmişler ve bu alanlarda büyük yatırımlar yapmaya başlamışlardır.

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) sağlıklı kenti; "Sürekli olarak fiziksel, sosyal çevreler yaratan ve iyileştiren, yaşamın tüm işlevlerini yerine getirmede ve potansiyelleri maksimuma çıkarmada insanların birbirlerine destek olmalarını sağlayan, bu amaçla topluluk kaynaklarını genişleten kent" olarak tanımlamaktadır [2]. Bu tanım doğrultusunda kentler, toplumun sağlıklı bir ortamda yaşamasını ve sağlıklı beslenmesini sağlamalı ve sürdürülebilir olmalıdır. Bu amaçla, kentin yapısına, insan potansiyeline ve ekonomik gücüne bağlı olarak birçok ülkede Kontrollü Ortam Tarımı (Controlled Environment Agriculture/CEA) ve Kontrolsüz Ortam Tarımı (Uncontrolled Environment Agriculture/UEA) adı altında kentsel tarım uygulamalarına başlanmıştır. UEA, dünya genelinde var olan geleneksel sebze bahçeleri ve genel çiftlik alanlarını, CEA ise tüm yetiştirme süreçleri teknolojik olarak kontrol edilebilen kentin yeşil alanlarını kapsamaktadır. Dikey tarım, gökyüzü tarımı, Z-Çiftçiliği, seralar, çatı tarımı CEA uygulamalarının en yaygın örnekleridir ve uygulama sonuçları değerlendirildiğinde, gelecekte gıdaya ulaşımın bu tarım sayesinde mümkün olacağı görülmektedir [3, 4 ve 5].

Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) kentsel tarımı; "Şehir içinde ve çevresinde tarım ve hayvancılık yapılması" olarak tanımlamaktadır. Bu tanım, kentlerde ve çevresinde yan tarım yapılmasını, bitkisel (tahıl, kök mahsuller, sebze, mantar, meyve), hayvansal (kümes hayvanları, tavşan, keçi, koyun, sığır, domuz, balık vb.) ve gıda dışı ürünlerin yetiştirilmesini (aromatik ve tıbbi otlar, süs bitkileri, ahşap ürünler) kapsamaktadır [6].

Dikey tarım, pazarın sadece görünebilir kısmı olan gıda ve hayvancılık alanlarıyla ilgili olmayıp aynı zamanda teknoloji, enerji, alt yapı, malzeme, emek, kaynaklar ve sermaye ile de direkt ilişkilidir. Yapılacak yatırımlar bu alanların da katılımını gerektirdiğinden yeni iş alanları açılacak ve hem kentin hem de ülkenin ekonomik gelişimine önemli katkı sağlayacaktır [7].

Dikey tarım; örtülü/örtüsüz, topraklı/topraksız olarak atıl sanayi alanlarında, marketlerde, restoranlarda, kafelerde, parklarda, okullarda, otellerde, bina içlerinde, çatılarda ve hatta balkonlarda da uygulanabilen bir tarım yöntemidir. Sürekli üretimin sağlanabilmesi amacıyla kullanılan dikey tarım sisteminin basit bir modellemesi Şekil 1'de tanımlanmıştır. Bu modelleme her kentin gereksinimleri, coğrafi/iklimsel şartları ve teknolojiye yatırım yapabilme kapasitesi ile orantılı olarak çeşitlendirilebilir ve en küçük birim olan balkon uygulayıcılığından kent çevresinde oluşturulan büyük tarımsal sektörlere kadar genişletilebilir.



Şekil 1. Örtülü alanlarda dikey çiftçilik modeline bir örnek (genel uygulamalar örnek alınarak yazar tarafından oluşturulmuştur)  
(Figure 1. An example of a vertical farming model in covered areas  
"created by the author based on common practices")

Dikey tarım dünyada birçok farklı uygulama ile giderek gelişmekte ve ülkeler güvenli gıdaya ulaşma konusunda büyük yatırımlar yapmaktadır. Türkiye’de ise dikey tarım mevcut mevzuatlarla topraksız tarım ve seracılık kapsamında uygulanmaktadır. Topraksız tarımda en önemli unsur sıcaklık olduğu için özellikle kömür, jeotermal ve güneş enerjisinin kullanılabilirdiği Ege, İç Anadolu ve Akdeniz Bölgelerinde örtü altı dikey/topraksız tarım uygulamaları yapılmaktadır. Bu bölgelerde ihracat yönünden önemli ürünler üretilmekle birlikte henüz kent merkezlerinde kentin gıda ihtiyacını karşılayacak ve kalkınmasına katkı sağlayacak kapsamlı ve büyük ölçekli dikey tarım işletmeleri bulunmamaktadır [8]. Son birkaç yılda özel sektördeki girişimler yanında Tarım ve Orman Bakanlığı’nın Nevşehir’de kurmayı planladığı ve 2018’de ihalesi tamamlanan dikey tarım serası, hem devlet destekli uygulamalar yönünden önemli bir adımdır ve kentsel dikey tarıma dair politikaların geliştirilmesine katkı sağlayacaktır [9]. Derlemede dikey tarım konusundaki gelişmelerin avantaj ve dezavantajları, sürdürülebilirliği, ekonomi ve toplum üzerine etkileri literatür bilgileri ışığında tartışılmış, dünyadaki uygulamaların ülkemize adaptasyonu için yapılabilecekler mevcut tarımsal politikalarımızla birlikte değerlendirilmiş, farkındalık ve bilimsel bir çerçevenin oluşturulması amaçlanmıştır.

## 2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Bu çalışmada kentlerde dikey tarım ve sürdürülebilirlik ele alınmıştır. Tüm dünyada artan nüfus, iklim değişiklikleri, ekilebilir arazilerin azalması, su kıtlığı, kimyasallar, ekonomik sorunlar ve köyden kente göçler nedeniyle giderek artan bir gıda kıtlığı ve güvenliği sorunu oluşmaya başlamıştır. Bu soruna yönelik olarak tüketimin merkezi olan kentlerde ve yakın çevresinde özellikle dikey tarım uygulamaları bir çözüm olarak gündeme gelmiştir. Birçok ülkede yapılan uygulamaların sonuçları değerlendirildiğinde geri dönüşümün etkin kullanılabilirdiği, sürdürülebilirliğin yüksek olduğu bu tarım yönteminin, geleceğin teknolojik tarım yöntemleri arasında önemli bir

yer tutacağı görülmektedir. Çalışma, endüstriyel tarımın önemine ve kentlerde uygulanabilirliğine dair bir vurgulama yapmak üzere tasarlanmıştır.

### 3. TARTIŞMALAR (DISCUSSIONS)

Dikey tarım ilk kez MÖ 600 yılında inşa edilen ve dünyanın yedi harikasından biri olan Babil'in Asma Bahçeleri'dir. İlk dikey tarım kavramını 1915'de Gilbert Ellis Bailey ortaya atmış ve bu ismi taşıyan bir kitap yazmıştır [10]. Mikrobiyolog, halk sağlığı uzmanı olan ve ekoloji ile yakından ilgilenen Dickson Despommier'in 2050 yılında tarım alanlarının yetersiz kalacağına dair verileri ve dikey çiftçilikle ilgili önerilerini sunduğu makalesi bilim dünyasında büyük ilgi görmüştür [11]. Singapur, Hollanda, İsveç gibi zengin ama toprak yetersizliği olan ülkeler kendi gıdalarını üretebilmek, iklimin soğuk olduğu Orta-Batı Amerika kentleri her mevsim taze yeşil gıdaya ulaşabilmek, çoğu arazisi çöl olan İsrail çölde topraksız bitki yetiştirebilmek için dikey çiftçilik uygulamalarına başlamıştır. Fransa, Kanada gibi toprağı ve verimi yüksek ülkeler ise ekolojik dengeyi korumak, kentlerin artan nüfusuna düşük maliyetli gıda temin edebilmek için dikey tarım uygulamalarında önemli yol kat etmişlerdir [5]. Fukushima faciası sonrası tarımsal ürünlerin radyasyonla kontaminasyonu ve tarımsal alanlarının yetersizliği ise son 20 yılda Japonya'nın dikey tarıma yönelmesinde en önemli neden olmuştur [12].

Despommier "The Vertical Farm: Feeding the World in the 21st Century" isimli kitabında vertikal tarım teknikleri ile ilgili geniş bilgiler vermiştir. Despommier özellikle kentlerdeki yüksek bina içlerinde ve teraslarında yapılacak teknolojik düzenlemelerle, rutin bina ısıtması ve doğal ışıktan yararlanılmasının, enerji üretiminin rüzgar ve güneşten sağlanmasının enerji maliyetini önemli oranda düşüreceğini bildirmektedir. Yerel üretimle nakliye ve işçilik giderlerinin düşürülmesini, izole tarımla herbisit ve organik gübre gereksiniminin %90 oranında azaltılmasını, eş zamanlı balık ve diğer su ürünleri ile küçük ve büyükbaş hayvan yetiştiriciliğinin (balık, kümes hayvanları, koyun, keçi, domuz, inek, arı vs.) yapılmasını sağlaması ile de kaliteli ve ekonomik bitkisel ve hayvansal gıdaya erişim de mümkün olacaktır [13]. Dikey çiftçilikte atık suların ve yağmur sularının kullanımı ile %70-80 oranında su tasarruf edilerek temiz su kaynakları korunacak [4], tarımsal araçlarda fosil yakıt kullanımının azalması ile karbon salınımı önemli ölçüde düşecektir [14]. Sel, dolu, don, toprak kayması, çekirge istilası gibi doğal ve salgın hastalıklar, yangınlar gibi insan kaynaklı afetlerin üretim üzerine etkisi azalacaktır. Yüksek tutma kapasitesine sahip filtrelerle havadaki virüs, bakteri ve mantarların azaltılması sağlanarak hem antimikrobiallerin kullanımı azaltılacak hem de salgın hastalıkların yayılımı engellenecektir [4, 7 ve 14] (Tablo 1).



Tablo 1. Dikey tarımın avantajları  
(Table 1. Advantages of vertical farming)

- Topraksız tarıma olanak sağlaması
- Birim alandan daha fazla, sağlıklı, organik ve kaliteli verim alınması
- Birim alanda daha fazla bitki çeşitliliğinin sağlanabilmesi
- İklîmden bağımsız sürekli üretimin sağlanması
- Sel, kuraklık, don, dolu, toprak kayması gibi olumsuz iklîmsel değişikliklerden ürünlerin korunması
- Kentlerin farklı yapısal alanlarında tarıma olanak sağlaması
- Beraberinde su ve kara hayvancılığı yapılabilmesi
- Suyu, gübreye, bitki koruyucu kimyasallara ihtiyacın azalması
- Temiz su kaynaklarının korunması
- Gübre fazlalığıyla gelişen ötrifikasyonun neden olduğu yosun, bakteri artışının, oksijensizliğin önlenmesi ile ölü su alanlarının oluşmasına engel olunması
- Organik atıkların az ve geri dönüşümünün mümkün olması
- Yerinde üretimle taze ve güvenilir gıdaya ulaşımın sağlanması
- Yerinde üretimle işçilik ve nakliye giderlerinin azalması
- Şehrin yeşil alanlarının artması, görsellik ve fonksiyonellik kazandırılması
- Parklarda teraslama ve ağaçlandırma ile erozyonun önlenmesi
- Şehrin hava kirliliğinin azaltılması
- Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ile enerji tasarrufunun sağlanması
- Özellikle gençlere istihdam yaratılması
- Sosyal iletişimin, çiftçi-kent sakini entegrasyonunun kolaylaşması

Mimari düzenlemeler ve teknolojik yatırımlar, atık su yönetimi gibi maliyetler bir dezavantaj olarak görülmekte ise de bu üretim şeklinin açlık riskine karşı uzun vadede sağlayacağı yararlar ve yenilenebilir enerji kaynaklarındaki gelişmeler göz önüne alındığında başlangıç maliyetleri göz ardı edilebilir düzeydedir [5] (Tablo 2).

Tablo 2. Dikey tarımın dezavantajları  
(Table 2. Disadvantages of vertical farming)

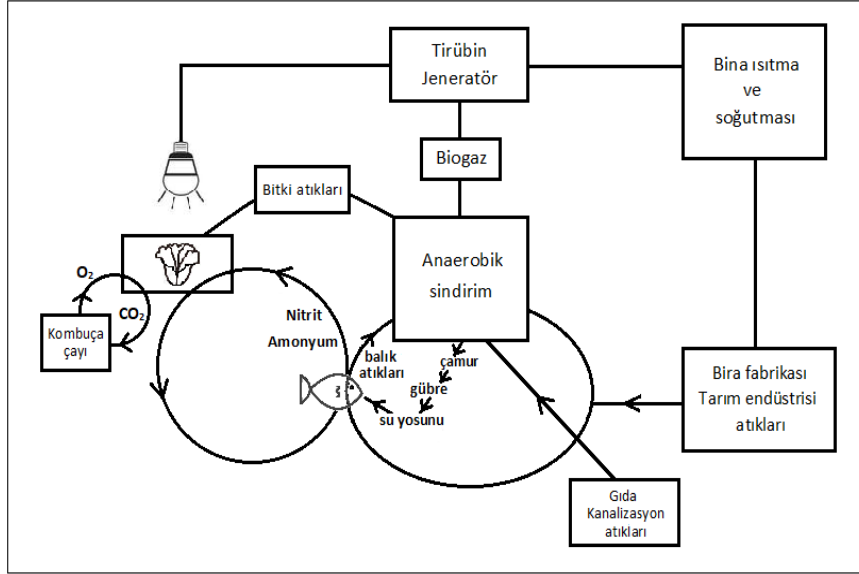
- Mimari yapı giderleri
- Teknolojik yatırım giderleri
- Enerji giderleri
- Eğitimli personel ve bakım giderleri
- Bitki besleme ürünlerine ve gübreye bağlı giderler
- Kentin şartlarına özel ve belirli bitkisel ürünlerin yetiştirilebilmesi
- Teknolojiyi kullanmayan topraklı tarım çiftçilerinin gelirlerinde azalma
- Nakliye ve paketleme sektör gelirlerinde azalma

Banerjee ve Adenauer [15], mega kent Berlin'de yaptıkları bir simülasyonda elde edilecek ürünün beklenenden 516 kat fazla olduğunu göstermişlerdir. Bu yüksek üretim miktarına rağmen binalardan enerji tüketimine kadar tüm maliyetlerin tarım ekonomistleri tarafından daha ileri çalışmalarla değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Dikey tarımın küçük alanlarda, topraklı ya da topraksız, açık ya da örtülü teknolojilerle çok katlı tarım uygulamalarına ve hayvan yetiştiriciliğine olanak sağlayacağı, geleceğin çiftçiliği yönünden geleneksel yöntemlere bir alternatif olabileceği konusu son yıllarda daha fazla gündeme gelmektedir. Toprak veriminin giderek azalması ve çevreci bir tarıma olan gereksinim de dikey tarıma olan ilgiyi artırmıştır. Ancak sağlayacağı katkılar, avantaj ve dezavantajlar

ülkelerin yatırım maliyetleri ve teknolojik alt yapı imkanları göre göz önüne alınarak değerlendirilmelidir [4 ve 16]. Dikey tarıma dair 2007-2016 arası yapılan 62 çalışmanın incelendiği bir derlemede birçok ülkenin kentlerinde çok katlı bina içleri ve teraslarında, eski fabrika içlerinde, boş arazilerde, park alanlarında, market ve restoranlarda oluşturulan, bitki ve hayvan yetiştirme, temizleme ve nakliye katlarını da içerebilen birçok farklı modelin uygulamaya konduğu görülmektedir [17]. Çiçekli ve Barlas, dikey tarım için planladıkları yeşil ev modelinde atlıkarınca hareketli üretim katlarına ek olarak yönetim, laboratuvar ve kümes katları ile market alanları oluşturmuşlar, topraklı tarımla 4000-30.000m<sup>2</sup>'lik alandan elde edilen ürünün dikey tarımla 1000m<sup>2</sup>'lik bir alandan elde edilebileceğini göstermişlerdir [18].

Kozai ve arkadaşları 2019 yılında geniş kapsamlı çalışmalarını derledikleri kitaplarında Avrupa, Amerika, İsrail, Çin, Japonya, Tayvan örnekleri üzerinden dikey tarıma dair gereksinimleri, teknolojik gelişmelerle maliyet etkin ve kaliteli ürün elde etme yöntemlerini ayrıntılı olarak tanımlamışlardır. Üretim için su, ışık, sıcaklık, nem ve CO<sub>2</sub> konsantrasyonundan bitki türüne göre besin maddelerinin oranlarına kadar tüm kontrollerin otomatik sağlandığı temiz oda benzeri bitki fabrikaları modellenmiş, toprağın nitelik ve nicelik yönünden yetersiz alanlarında maliyet etkin bir yöntem olduğu bildirilmiştir [19]. Endüstri 4.0 konseptinin bitki moleküler çiftliğine doğru gidişinin ilk dijital, kapalı üretim örneği olan bu fabrikalar birçok ülkede hızla yaygınlaşmakta, daha küçük modellerle gıda marketleri, restoran gibi tüketim alanlarında da oluşturulmaktadır [5 ve 19]. Sürdürülebilir dikey tarımın günümüzde birçok farklı yüksek teknolojik modeli uygulanmakta ve geliştirilmeye devam edilmektedir. Bu modeller genel olarak hidroponik, aeroponik, akuaponik sistemler, ultrasonik sisleyiciler, yetiştirme küpleri, güneş enerjisinden yararlanan yosun (alg) havuzları, balıklara ve ortama gerekli ısının sağlandığı güneş havuzları, güneş ve rüzgar enerjisinin entegrasyonu, atık dönüştürücüler, robotik müdahaleler ve tüm süreçleri yöneten yazılımlardan oluşmaktadır. Özellikle kapalı sistem besin yetiştirme fabrikalarında akuaponik ileri teknolojik sistemlerinin geleceğin dikey tarımında önemli bir yere sahip olacağı gösterilmiştir [20] (Şekil 2).

Kontrolsüz Ortam Tarımında (UEA) yüksek seviyelerde ağır metal, nitrojen, fosfor, azot oksit, amonyum, metan oluşmakta, herbisit, pestisit kullanımı ile kronik toksisiteler oluşabilmektedir. Aynı zamanda organik atık ve kirlenmiş suların yaşam alanlarından uzaklaştırılması sorunu giderek büyümekte, maliyetler artmaktadır. Topraksız dikey tarımın sağlıklı gıda üretimi ve geri dönüşümün sağlanabilmesi yönünden uzun vadede önemli ekonomik katkı sağlayacağı birçok araştırmacı tarafından gösterilmiştir [4, 15 ve 21]. Kentsel ve yakın kırsal alanlarda üretimde rol alan çiftçilerin doğrudan pazarlama yöntemleri tüketicide güven oluşturmakta, üretim sürecine tüketicinin de katkı yapmasını teşvik etmekte, kooperatifçiliğe yönlendirmektedir. Doğa bilincini ve sevgisini artırarak çocuk ve gençlerin kişisel gelişimlerini olumlu etkilemekte, farklı meslek grupları arasındaki iletişimin artması ile sağlıklı ve güvene dayalı bir toplum yapısının oluşmasına katkı sağlamaktadır [22].



Şekil 2. Sürdürülebilir dikey tarım için akuaponik, kapalı döngü sistem tarım örneği [16]

(Figure 2. An example of aquaponic, closed-loop system farming for sustainable vertical farming)

Dikey tarım uygulanan alanlarda gıdaya yönelik üretim yanında şifalı/tıbbi ot ve bitkilerin yetiştirilmesi de mümkündür. Kent ikliminden bağımsız birçok aromatik bitki (biberiye, lavanta, ginkgo biloba, kekik, aloe vera, adaçayı, melisa vs) topraklı ya da topraksız dikey tarımla yetiştirilebilir. Görsel ve koku yönünden olumlu etkileri yanında bitki ve uçucu yağ olarak tıbbi kullanımları önemli bir pazar oluşturacaktır. Tasarım bitkisi ve aromatik bitkiler aynı zamanda kent içi arıcılığa da olanak sağlayacak, herbisit, pestisit gibi kimyasalları içermeyen, doğal bal üretimi mümkün olacaktır [4 ve 13]. Dikey tarımda sürdürülebilirlik için ülkelerin çözmesi gereken birçok unsur bulunmaktadır. Japonya’da yapılan çalışmada bu unsurlar incelenmiş ve bir çalışma çerçevesi oluşturulmuştur. Çalışmanın sonuçlarına göre önceliklerin yasal düzenlemeler, finans ve eğitim olması gerektiği vurgulanmıştır [23] (Tablo 3).

Küresel ısınma, su kıtlığı, tarımsal alanlarda ve toprak kalitesinde azalma riskleri nedeniyle artan nüfusun gıda arzını karşılamak için ülkelerin en az 100 yıllık tarım ve kentsel dönüşüm planlamalarını yapması gerekmektedir. Birçok gelişmiş ülke bu yönde önemli adımlar atmış, teknolojik alt yapılar tarımsal iyileştirme yöntemlerine ve ekolojik tarım uygulamalarına başlamışlardır. Avrupa Birliği ülkeleri yaşanabilir kentler için ülkelerle anlaşma imzalamış, fon, hibe desteği sağlamış, kentlere yapılan yatırımlarla son 50 yılda büyük ilerleme kaydetmiş ve tarımsal politikalarını yenilemiştir [24].

Ülkemizde 1969/1976 yıllarında yapılan imar planlamalarında kentlerdeki yeşil alan ve tarıma ait bir düzenleme bulunmamaktadır. Kırsal alanlardan büyük kentlere göçler ve çarpık kentleşme nedeniyle yeşil alanlar ve buna paralel kentlerin yaşana bilirliliği önemli ölçüde azalmıştır. Kentsel tarıma yönelik ilk proje 2005 yılında “Gürpınar Kentsel Tasarım Projesi”dir ve yeşil kentlerin önemini vurgulamıştır [25]. Kentsel tarım konusunda dünyada en başarılı örneklerden birisi Küba modelidir. Keskin ve Yıldırım tarafından bu örnek üzerinden ülkemize bir uyarılama yapılmış, gerçekleştirilmesi konusunda hükümet ve yerel yönetimlerle iş birliği yapılmasının gerekliliği vurgulanmıştır [26]. “Kentsel Tarımın Avrupa Birliği ve Türkiye’deki Geleceği” üzerine Yılmaz [27] tarafından yapılan tez çalışmasında

kentlerde ekolojik mimari alanların ülkeye sağlayacağı ekonomik katkı rakamlarla gösterilmiş, yapılacak yasal düzenlemeler ve Avrupa Birliği'nden alınacak hibe ve fonlar için gerekli şartlar tartışılmıştır. Tarım ve Orman Bakanlığı'nın projelendirdiği ve 2018 yılında ihaleye çıkararak Nevşehir'de yapımına başladığı dikey tarım uygulaması [9] devlet ve özel sektörün kentsel alanlara destek ve yatırımlarının artmasına, politikaların geliştirilmesine katkı sağlayabilecek olması yönünden önemlidir.

Tablo 3. Kentlerde dikey tarım uygulamaları için gereksinimlerin belirlenmesinde Tokyo modeli  
(Table 3. Tokyo model in determining the requirements for vertical farming practices in cities)

- Politikaların ve yasal alt yapının düzenlenmesi
- Araştırma ve teknolojik alt yapı bütçesinin oluşturulması
- Mimari ve teknolojik alt yapı bütçesinin oluşturulması
- Hükümet, yerel yönetimler, sivil toplum kuruluşları ve akademisyenlerin birlikte proje hazırlaması, maliyetlerin belirlenmesi
- Yenilenebilir enerji, atık ve su yönetimi konularında inovatif ve uzun vadeli yatırımların yapılması
- Ziraat mühendisi, inşaat mühendisi, mimar, bilgisayar mühendisi, elektrik-elektronik mühendisi, gıda mühendisi, genetik mühendisi, endüstri mühendisi, halk sağlığı uzmanı, mikrobiyolog, ekonomist, çiftçi ve kent gönüllülerinin katılımıyla multidisipliner bir çalışma ekibinin oluşturulması
- Çiftçilerin eğitilmesi, tarımsal gereksinimlerin ve mali desteğin sağlanması
- Kentin gıda ihtiyacının belirlenmesi, tüm toplumun sağlıklı gıdaya ulaşımının sağlanması için gerekli alt yapının oluşturulması
- Katma değeri yüksek gıda ve hayvancılık yatırımları ile diğer kentlere, ülkelere satışının sürdürülebilirliğe katkısının değerlendirilmesi

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER (CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS)

Son 20 yıldır tarım uzmanları, şehirli çiftçiler, mimarlar, mühendisler, çevreciler ve halk sağlığı uzmanları gıda kıtlığını önlemenin bir yolu olarak kentsel tarımın önemini vurgulamaktadır. Kentin dar tarım alanları nedeniyle dikey tarım uygulamaları ise geleceğin tarımında en önemli yeri tutmaktadır. Sürdürülebilirliğin üç ana başlığı olan çevre, toplum ve ekonominin gelişimine katkı sağlaması yönünden de ülke politikalarında dikey tarım uygulamaları belirleyici rol oynamaya başlamıştır. Kentlerimizde sürdürülebilir tarımın gelişebilmesi için en kısa sürede toplumun bilgilendirilmesi, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı bünyesinde, multidisipliner akademik desteğin alındığı bir birimin oluşturulması gerekmektedir. Bu birim kent arazilerinin ve binalarının tarım yönünden değerlendirilmesi, atık yönetiminin ve geri dönüşümün etkin bir biçimde yapılması, su ve enerji tüketiminin azaltılması konularında dünya örnekleri üzerinden gerekli uyarlamaları yapmalı, yasal düzenlemeleri ve politikaları oluşturmalı, finans kaynaklarını belirlemeli, yerel yönetimlerle ve diğer ülke organizasyonları ile koordineli bir şekilde çalışmalıdır. Geleneksel tarım uygulamaları ile birlikte uygulanması tarım arazilerinin verimliliğinde azalmayı da önleyecek ve zaman içinde teknolojinin bu alanlarda da gelişimine katkı sağlayacaktır. Ülkemiz ve tüm dünyanın geleceği sağlıklı ve yeterli gıda üretimine bağlıdır. Bu nedenle çok geç olmadan ekolojik yaşam koşullarını gerçekleştirmemiz, doğanın kendisini yenilemesine fırsat vermemiz gerekmektedir.



**ÇIKAR ÇATIŞMASI (CONFLICT OF INTEREST)**

Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

**FİNANSAL AÇIKLAMA (FINANCIAL DISCLOSURE)**

Yazar bu çalışma için herhangi bir mali destek almadığını beyan etmiştir.

**ETİK STANDARTLAR BEYANI (DECLARATION OF ETHICAL STANDARDS)**

Makalenin yazarı bu çalışmada kullanılan materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve/veya yasal-özel izin gerektirmediğini beyan eder.

**KAYNAKLAR (REFERENCES)**

- [1] <https://www.un.org/development/desa/en/news/population/world-population-prospects-2017.html> (Erişim: 20.03.2021).
- [2] <https://www.who.int/healthpromotion/healthy-cities/en/#:~:text=Definition,developing%20to%20their%20maximum%20potential.%E2%80%9D> (Erişim: 20.03.2021).
- [3] Sivamani, S., Bae, N., and Cho, Y., (2013). A smart service model based on ubiquitous sensor networks using vertical farm ontology. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 9:1-12. doi:10.1155/2013/161495.
- [4] Despommier, D., (2013). Farming up The City: The Rise of Urban Vertical Farms. *Trends in Biotechnology*, 31(7):388-389.
- [5] Al-Kodmany, K., (2018). Review the vertical farm: a review of developments and implications for the vertical city. *Buildings*, 8(2):24. doi: 10.3390/buildings8020024.
- [6] FAO, (2018). [www.fao.org](http://www.fao.org). Urban agriculture. (Erişim: 10.06.2021).
- [7] Ellingsen, E. and Despommier, D., (2008). The Vertical-the origin of a 21st century architectural typology. *CTBUH Journal*, Issue III.
- [8] Demirbaş, N., (2019). Vertical agriculture: a review of developments. XI. IBANESS Kongreler Serisi, Tekirdağ, 620-626. [https://www.researchgate.net/publication/331633738\\_Vertical\\_Agriculture\\_A\\_Review\\_of\\_Developments](https://www.researchgate.net/publication/331633738_Vertical_Agriculture_A_Review_of_Developments) (Erişim: 12.06.2021).
- [9] Üstün, K. ve Kalanlar, Ş., (2019). Tarımsal üretimde yeni sistem: dikey seralar. *Bitkisel Üretim*. <http://www.turktarim.gov.tr/Haber/211/tarimsal-uretimde-yeni-sistem-dikey-seralar-> (Erişim: 11.06.2021).
- [10] Reja, H., Ghosh, A., Nalia, A., and Nath, R., (2019). Vertical farming: a new prospect of landless farming. *Indian Farmer*, 6(2):108-112.
- [11] Despommier, D., (2009). The rise of vertical farms. *Scientific American*, 301(5):80-87. doi: 10.1038/scientificamerican1109-80.
- [12] Nakanishi, T.M. and Tanoi, K., (eds), (Book) (2016). *Agricultural implications of the fukushima nuclear accident*. doi:10.1007/978-4-431-55828-6\_1.
- [13] Despommier, D., (2010). *The vertical farm: feeding the world in the 21st century*. First edition. Printed in USA. ISBN 978-0-312-61139-2.
- [14] Şahin, G. ve Kendirli, B., (2016). Yeni bir zirai işletme modeli: dikey çiftlikler. *A New Agricultural Enterprise Model: Vertical Farms*. TÜCAUM Uluslararası Coğrafya Sempozyumu (International Geography Symposium. Ankara, [http://tucaum.ankara.edu.tr/wp-content/uploads/sites/280/2016/12/Int\\_semp\\_AK4.pdf](http://tucaum.ankara.edu.tr/wp-content/uploads/sites/280/2016/12/Int_semp_AK4.pdf). (Erişim 27.03.2021).

- [15] Banerjee, C. and Adenaueer, L., (2014). Up, up and away! the economics of vertical farming. *Journal of Agricultural Studies*, 2(1):40-60. doi:10.5296/jas.v2i1.4526.
- [16] Podmirseg, D., (2014). Contribution of vertical farms to increase the overall energy efficiency of urban agglomerations. *Journal of Power and Energy Engineering*, 2(4):82-85.
- [17] Kalantari, F., Tahir, O.M., Lahijani, A.M., and Kalantari, S., (2017). A review of vertical farming technology: a guide for implementation of building integrated agriculture in cities. *Advanced Engineering Forum*, 24:76-91. ISSN: 2234-991X, doi:10.4028/www.scientific.net/AEF.24.76.
- [18] Cicekli, M. and Barlas, N.T., (2014). Transformation of today greenhouses into high technology vertical farming systems for metropolitan regions. *The Journal of Environmental Protection and Ecology*, 15(4):1779-1785.
- [19] Kozai, T., Niu, G., Takagaki, M., (edt), (2019). *Plant factory: an indoor vertical farming system for efficient quality food*. Second edition. Elsevier Inc. Academic Press. ISBN: 0128166924, 9780128166925.
- [20] United States Environmental Protection Agency. *AgSTAR: Biogas Recovery in the Agriculture Sector*. <https://www.epa.gov/agstar> (Erişim: 20.03.2021).
- [21] Andr s, J.F., (2017). Can urban agriculture become a planning strategy to address social-ecological justice? degree project in environmental strategies. Second Cycle. <https://kth.diva-portal.org/smash/get/diva2:1153064/FULLTEXT01.pdf>. (Erişim: 25.03.2021).
- [22] Kaufman, J. and Bailkey, M., (2000). *Farming inside cities: entrepreneurial urban agriculture in the united states*. Lincoln Institute of Land Policy Working Paper. <https://community-wealth.org/sites/clone.community-wealth.org/files/downloads/paper-kaufman-bailkey.pdf> (Erişim: 15.03.2021).
- [23] Aruni, Y., López Reyes, M.E., Zwagers, W., and Ibrahim, A.R., (2019). SPM9730, sustainable innovation and transitions. Final report. *Vertical farming in Tokyo*. [https://www.researchgate.net/publication/342183206\\_SPM9730\\_Sustainable\\_Innovation\\_and\\_Transitions\\_Final\\_report\\_Vertical\\_farming\\_in\\_Tokyo](https://www.researchgate.net/publication/342183206_SPM9730_Sustainable_Innovation_and_Transitions_Final_report_Vertical_farming_in_Tokyo) (Erişim: 20.03.2021).
- [24] [https://ec.europa.eu/environment/topics/urban-environment/green-city-accord\\_en](https://ec.europa.eu/environment/topics/urban-environment/green-city-accord_en) (Erişim: 20.03.2021).
- [25] Kaya,  ., (2006). Belediyeler  l eğinde kent tarımı politikaları. *Kent Tarımı Dergisi ( zel Sayı)*, 3:3-6.
- [26] Keskin, E.N. and Yıldırım, C., (2019). Küba'da kentsel tarım uygulamaları: Havana  rneđi. *Hukuk ve İktisat Araştırmaları Dergisi*, 11:149-162.
- [27] Yılmaz,  ., (2015). *Kentsel tarımın Avrupa Birliği ve Türkiye'deki geleceği*. Uzmanlık Tezi. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Avrupa Birliği ve Dış İlişkiler Gn. Md. <https://www.tarimorman.gov.tr/ABDGM/Belgeler/%C4%B0DAR%C4%B0%20%C4%B0%C5%9ELER/Uzmanl%C4%B1k%20Tez%20Eyl%C3%BC1%202015/Cagr%C4%B1%20Y%C4%B1lmaz.pdf> (Erişim: 20.03.2021).