

# Sürdürülebilir Kent Yaklaşımlarından Kentsel ve Topraksız Tarım: Paris, Barselona ve İzmir Örnekler\*

Doğancan KURBAN<sup>1</sup>

Gökhan ZENGİN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kamu Yönetimi Uzmanı, kurban9859@gmail.com, ORCID: 0000-0002-3060-5903

<sup>2</sup>Dr. Öğr. Üyesi, Trakya Üniversitesi, İİBF, SBKY Bölümü, gokhanzengin@trakya.edu.tr , ORCID: 0000-0001-8726-4604

**Özet:** Tarımsal üretim kaynaklı karbon ayak izini düşürmek ve ekilebilir alanlarını arttırmak için uygulanan yöntemlerden biri de topraksız tarımdır. Kentin sürdürülebilirliğini sağlamada topraksız tarım fırsatlar sunmaktadır. Su tasarrufu, gübre kullanılmaması, yıl içinde çoklu hasat yapılması, ilaç kullanılmaması ve dikey tarımla birim alan başına artan hasat miktarı bu fırsatlardan bazılarıdır. Geleneksel tarımda artan enerji maliyetleri de önemlidir. Bu çalışmada sürdürülebilir kent yaklaşımları bağlamında topraksız tarımın sunduğu fırsatlar ortaya konulurken Paris, Barselona ve İzmir şehirlerinin örnek uygulamaları ele alınmıştır. Bu yerlerde kentsel ve topraksız tarımın desteklenmesi ve uzun vadeli hedeflerin konulması, gıdanın karbon ayak izinin azaltılmasında örnek çalışmalar yürütülmektedir. Bu üretim alanları, profesyonel şekilde bütünleşmiş tarım ve enerji tesisi şeklinde inşa edilmelidir. Tarımsal üretim sırasında ortaya çıkan gıda atıklarından perma kültür yöntemleriyle doğal gübre üretimi, biyoyakıt ve yenilebilir enerji kullanımı ile enerji maliyetlerinin sera gazına neden olmadan düşürülmesi de diğer kentsel ekolojik tarımın destekleyici bileşenleridir.

**Anahtar Kelimeler:** Topraksız Tarım, Paris, Barselona, İzmir, İklim Değişikliği, Gıda

## Urban Agriculture and Hydroponic from Sustainable Urban Approaches: Examples of Paris, Barcelona and Izmir

**Abstract:** One of the methods applied to reduce the carbon footprint originating from agricultural production and increase the arable land is soilless agriculture. Soilless agriculture offers opportunities to ensure the sustainability of the city. Saving water, not using fertilizers, multiple harvesting during the year, not using pesticides and increasing the amount of harvest per unit area with vertical farming are some of these opportunities. Increasing energy costs in traditional agriculture are also important. In this study, while revealing the opportunities offered by soilless agriculture in the context of sustainable urban approaches, the exemplary practices of the cities of Paris, Barcelona and Izmir are discussed. In these places, exemplary studies are carried out to support urban and soilless agriculture, to set long-term goals, and to reduce the carbon footprint of food. These production areas should be built as a professionally integrated agricultural and energy facility. The production of natural fertilizers from food wastes generated during agricultural production by perm culture methods, the use of biofuels and renewable.

**Key Words:** Hydroponic, Paris, Barcelona, Izmir, Climate Change, Food

### 1. GİRİŞ

Tarım ve gıda sektörü küresel ısınmanın yarattığı kuraklıktan en çok etkilenen sektördür. Yaşamsal önemi çok büyük yeterli ve bozulmamış gıdaya erişimin giderek zorlaşması tüm Dünya'da gıda güvenliğini tehlikeye atmaktadır. Küresel ısınmanın yanında, tarım arazilerinin kentleşme ve yangınlar sebebiyle kaybı ile tüketim alışkanlıklarının yarattığı israf mekanizması gıda güvenliğini olumsuz etkileyen diğer faktörlerdir. İnsan kaynaklı iklim değişikliği hâlihazırda birçok hava ve aşırı iklim olayını etkilemektedir. Sanayileşmenin başladığı 19.yy'dan bu yana atmosfer, okyanuslar, kriyosfer ve biyosferde yaygın ve hızlı değişimler olmuştur.

İklim etkileri konusunda 1990'lardan sonra artan kamusal ve siyasal farkındalık ve risk algılaması, 170 ülke ve birçok şehrin iklim politikalarında uyum ve planlama süreçleri geliştirmeleri ise olumlu gelişmeler olarak görülmektedir. Sanayileşmenin hız kazandığı 19.yy'dan itibaren fosil yakıtlardan elde edilen enerjinin kullanımı sonucu ortaya çıkan karbondioksit (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>) ve kloroflorokarbon (CFCs) gazlarının aşırı birikimi atmosferde sera etkisi yaratmıştır. Sera etkisinin en önemli sonucu da küresel sıcaklık artışı ve bununla bağlantılı olarak aşırı hava olaylarının görülmesidir. Küresel sıcaklıklar, 2011–2020'de 1850–1900'e göre ortalama 1,1°C artış göstermiştir. Karasal

\* Bu çalışma, 08-09 Nisan 2023 tarihlerinde Plovdiv, BULGARIA'da düzenlenen XIX. IBANESS Congress Series on Economics, Business and Management isimli kongrede tam metin bildiri olarak sunulan "Sürdürülebilir Kent Yaklaşımlarından Topraksız Tarım: Paris ve Barselona Örnekleri" çalışmanın genişletilmiş halidir.

<sup>2</sup> Sorumlu yazar/Corresponding author. e-posta: gokhanzengin@trakya.edu.tr

yüzeylerde ortalama sıcaklık 1.59°C artarken, okyanuslardaki ortalama sıcaklık artışı 0,88°C olmuştur (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2023). Küresel karbon (CO<sub>2</sub>), emisyonları sanayileşmenin başladığı 1850 yılından 1989 yılına kümülatif karbon emisyonu karşılığı (Gigatone CO<sub>2</sub>) karşılığı %58 artarken; 1990-2019 kümülatif artış %42 olarak gerçekleşmiştir (IPCC, 2023). Artış oranlarından anlaşılacağı gibi küresel ısınmanın en önemli sebebi olan karbon emisyonu artışı son 30 yılda zirve yapmıştır. Küresel ısınma Dünya'nın farklı bölgelerini farklı şekillerde etkilemektedir.

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Paneli'nin (IPCC) çok kapsamlı çalışmalarına göre küresel ısınmanın 2050 yılına kadar 1.5oC artması durumunda, böceklerin %6'sı, bitkilerin %8'i ve omurgalıların %4'ünün iklimsel olarak belirlenmiş coğrafi alanlarının yarısının kaybolacağı senaryosu ortaya konulmuştur. (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2018). Sıcaklık artışının 3.20C olacağı daha kötümser bir senaryoda ise; böceklerin %49'unun, bitkilerin %44'ünün, omurgalıların ise %26'sının doğal yaşam alanlarını kaybedebileceği öngörülmektedir (Warren vd., 2018: 405-406).

Uluslararası kuruluşların bilimsel verilerle ortaya acil uygulanması gereken önlemlerin bile ulusal düzeyde yaptırım gücünün sınırlı olması aslında Dünya olarak kötü senaryoların sonuçlarına hazır olmamız gerektiğini de önümüze koymaktadır. Küresel sıcaklık artışından etkilenme biçimleri coğrafi konuma göre değişmektedir. Kuzey Afrika, Avustralya, Orta Doğu, Güney Amerika ve Güney Asya'da yaklaşık 3 milyar insanın aşırı sıcaktan etkileneceği belirtilmektedir. Ayrıca ülkemizin içinde bulunduğu Akdeniz Çanağı denilen bölgede yüksek etkiye maruz kalacak yerlerdendir.

Küresel sıcaklık artışı gıda üretimini de çok etkileyecektir. Gıda üretkenliğindeki gerileme hızlanarak artacak ve gıda üretimi ciddi zararlar görecektir. Raporlara göre küresel ekonomi ise 2050'ye kadar %10 değer kaybedecektir (Daşcıoğlu, 2021:2). Küresel sıcaklık artışı engellenemezse, kuraklığın artışı ve sulama yetersizliği gibi etkenlerle tarımsal ürün hasadında %20-%50 azalma görülebilecektir. Bu senaryoya göre 2050 yılında günümüze kıyasla %50 daha fazla tarım ürününün yetiştirilmesi gerekecektir (Chatham House, 2021). Dünyadaki sera gazlarının %30'unu emen tarım toprakları yutak görevi görürken hem azaltım hem uyum imkânı içerir (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2019). İklim değişimi tarımsal ürün verimliliğini ve çeşitliliğini azaltırken, tarımsal üretimde iklim değişikliğine sebep olan sera

gazlarını atmosfere bırakmaktadır. Bu negatif etki özellikle Yeşil Devrim ile ortaya çıkmıştır. Tarım, sanayi öncesi toplumunda önemli bir enerji kaynağı olmasına rağmen modern tarıma geçilmesiyle enerjinin net bir tüketicisi haline gelmiştir.

Yeşil Devrim diye anılan modern tarıma geçilmesiyle birlikte fosil türevli yakıtlardan üretilen nitrojen gübreler (7N), pestisit ve herbisit gibi girdileri arttırarak tarımsal üretimde fosil yakıtı bağımlılığı arttırmıştır. Bu girdilerin yanında çiftlik makinelerinin kullanımı ve gıda lojistiğinde kullanılan yakıtlar da tarımda fosil yakıtı bağımlılığın diğer göstergeleridir. Özellikle de sera tipi üretimde kullanılan bu gübre ve pestisitler önemli oranda metan gazını açığa çıkarmaktadır. Güncel verilere göre atmosferdeki metan emisyonunun %37'sinden tarım sektörü sorumludur (International Energy Agency [IEA], 2023). Türkiye'de metan emisyonlarının %61,4'ü, diazotmonoksit (N<sub>2</sub>O) emisyonlarının ise %78'i tarım sektöründen gelmektedir (Türkiye İstatistik Kurumu [TÜİK], 2023).

Türkiye'de sera gazı emisyonları 1990'dan 2021'e %157 artarken ağırlıklı olarak tarım üretimi sonucu ortaya çıkan metan ve diazotmonoksit toplam sera gazı emisyonlarının ortalama %20'sinden sorumludur. Türkiye'de sera gazı emisyonlarının sektörlere dağılımına bakıldığında ise tarımın payının %12.8 (2021 yılı) olduğu görülmektedir. 1990-2021 verilerinde bakıldığında tarımın sera gazı emisyonlarına katkısının ortalama %13 civarında olduğu ortaya çıkmaktadır (TÜİK, 2023). Türkiye'de güncel sera gazı emisyon oranları yorumlandığında tarımsal üretimin, iklim değişikliğine sebep olan gazlardaki payının hiç de azımsanmayacak bir seviyede olduğu göze çarpmaktadır. Sağlık teknolojileri ve imkânlarının gelişmesi ile son 100 yılda dünya nüfusu 4 katına çıkarken 65 yaş üzeri olan yaşlı nüfus 10 kat artmıştır (Tekin & Kara, 2018: 222). 2022 yılında Dünya nüfusu 8 milyarı geçmiştir. 2050 yılında ise Dünya nüfusunun 10 milyarı geçmesi öngörülmektedir (United Nations Population Fund [UNFPA], 2022).

Diğer yandan Maltus'un beklediği kadar hızlı geometrik nüfus artışı da görülmemiştir. Maltus; nüfus ile gıda üretiminin aynı oranda artmayacağını ve yoksulluk nedeniyle nüfusun azalacağını söylese de tersi yaşanmıştır (Demir, 2018: 144). Zenginleşmenin yaşandığı toplumlarda daha az çocuk yapma eğilimi yıllık nüfus artış oranını %1'in altına indirmiştir. Türkiye'nin nüfus artışı buna paralel seyretmektedir (World Bank, 2023). Artan nüfus gıda talebini zorlaştırırken iklim değişikliğinin olumsuz etkileri çarpan etkisi yaratmaktadır. Gıda

güvenliği ile bir başka sorunda özellikle Batı Avrupa ve ABD’de görülen bilinçsiz tüketim alışkanlığıdır. 2011 verilerine göre dünyada üretilen her 3 gıda ürününden biri çöpe giderek yıllık 940 milyar dolar maliyet oluşturmaktadır. Bu maliyet sahra altı Afrika ülkelerinin 5-6 yıllık gıda üretimine yakındır. 2 milyar insan orta ve yüksek düzeyde gıda güvensizliği çekmekte, gıdaya erişimde zorlanmaktadır. İklim değişikliği başta olmak üzere pek çok nedenle arz ve fiyat dalgalanmaları yaşanmaktadır. İsrafın artmasına kayıtsız kalmak arz ve maliyet sorunlarının artarak devam etmesine neden olacaktır (Dölekoğlu, 2017: 179).

Küresel iklim değişikliği konusunda Birleşmiş Milletlerin ve Avrupa Birliği’nin önderliğinde yürütülen uluslararası müzakereler yetersiz kalırken yerel ve bölgesel yönetimler adeta hava olaylarındaki hızlı ve sert değişime ayak uydurmak konusunda kendi başlarına uyum stratejileri geliştirmek zorunda kalmaktadırlar. Bazı kentler iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini ve sera gazı emisyonlarını azaltmak için “iklim eylem planları” geliştirmektedirler. Bu çerçevede birçok yaklaşım da ortaya çıkmıştır. Bu yaklaşımlardan literatürde en sık kullanılanları; sürdürülebilir kent, kompakt ve eko-kompakt kent, yeşil kent, akıllı kent ve simbiyotik kent şeklinde adlandırılan yaklaşımlardır. Sürdürülebilir kent yaklaşımı sosyo ekonomik çıkarların çevre ve enerji ile uyumlaştırıldığı bir yapıya işaret ederken; “ekolojik kent” yaklaşımı ise yeşil öğelerin artışı ve pasif güneş enerjisi kullanımını öne çıkarmaktadır (Geenhuisan & Nijkamp, 1994: 131). Kompakt kent; kentsel yayılmayı önlemek ve ulaşımı kolaylaştırmak için bina yoğun kent tasarımı vurgularken (Tuğaç, 2018: 1053); “akıllı kent”, sürdürülebilirlikte teknoloji ile enerjinin ve doğal kaynakların daha verimli kullanılmasına vurgu yapar (Mirghaemi, 2019: 39). Yeşil kent; yeşil ekonomiye geçişte kentsel alanların sunduğu fırsatları işaret etmektedir (Dağdeviren & Yaylı, 2022: 63). Simbiyotik kent; kent işlevleri arasındaki sinerjiyi geliştirerek fayda ve etkinliğin artmasına odaklanmış durumdadır (Akı, 2015).

Bu yaklaşımların ortak noktaları enerjiyi daha verimli kullanmak ve fosil yakıtlara bağımlılığı azaltmaktır. Bu amaçla kent içinde çeşitli fiziksel-mekânsal tasarımlar uygulanmaya başlanmıştır. Yeşil çatı, yağmur bahçeleri, kent ormanları, kent bahçeleri, yeşil binalar, enerji verimli binalar gibi yenilenebilir enerji kaynaklarını mümkün olduğunca çeşitlendirip kullanan kent tasarımı yaklaşımları ortaya çıkmıştır (Uysal, 2022: 340). Doğal kaynakların üretim ve tüketimi arasındaki biyolojik ihtiyacın farkını ifade eden “ekolojik ayak izi” kavramı ise “sürdürülebilir kenti” sistematik olarak

tartışmaya açmıştır (Rees, 2012). Bu çalışmada ekolojik ayak izini azaltmak ve sürdürülebilir kenti sağlamak için bir araç olarak kullanılan topraksız tarım, türleri, avantajları ve dezavantajları ele alınmıştır. İyi uygulama örnekleri olabilecek Barselona ve Paris şehirleri üzerinde topraksız tarım çalışmaları da çalışmanın kapsamına alınmıştır. İki şehrin de kent çeperinde şirketlerin topraksız dikey tarım yapması gerektiği örnek olarak alınma sebeplerindedir.

## 2. Kentsel Tarım

Sürdürülebilir tarım, yeterli ve kaliteli gıdanın uygun maliyetlerle üretilmesi, arazinin ve çiftçinin korunmasını geliştirecek sistem ve uygulamaları içermektedir. Bu yaklaşım, entegre ilaç yönetimi, su ve toprak kayıplarının önlenmesini, aşırı gübreleme ve vahşi sulamanın önüne geçilmesini, anız yakılarak topraktaki organik madde kaybının engellenmesini, sentetik gübrelerden uzak durarak kalite, sağlık ve çevresel standartlara dikkat eden yöntemleri içermektedir (Turhan, 2005: 14). Dünya Gıda Örgütü (FAO) kentsel tarımı, “küçük alanlarda (çatı, balkon, bahçe, park, boş araziler) mevsimlik sebze ve meyve tür ve çeşitlerin üretimini yapmak, yakın çevre satışına yönelik mesleki ve ticari olmayan küçük ölçekte bir etkinlik” olarak tanımlamaktadır. Kentsel tarım bir anlamda eski kent bostanı ve bahçivanlığın çağdaştırılmış halidir. Bu yaklaşımda dikey veya yatay yöntemler kullanılmaktadır.

Kentsel tarımın en büyük faydası lojistiğin mesafesini kısaltarak ulaşım kaynaklı emisyonları azaltmasıdır. Dikey tarım ile daha dar alanda aynı miktarda ürün üretilmekte ve böylece diğer tarımsal araziler korunmaktadır. Dünya gıda ihtiyacının %20’si kentsel tarım ile karşılanmaktadır. Kanada’nın Toronto ve Vancouver şehirlerinde ev sahiplerinin %40’tan fazlası kentsel tarım ile ilgilenmektedir (Durukan, 2019: 6). Şirketler tarafından binalarda teknoloji ile uygun şartları sağlayarak bitkisel üretim yapılmakta, daha kaliteli ve daha sık hasat imkânı olduğu savunulmaktadır (Rootistanbul, 2022). Tarımsal üretimin yarattığı karbon ayak izini ve kentin güvenli gıda tedarikini sağlamada Dünya Gıda Örgütü’nün tanımının aksine kentsel tarım büyük ölçeklerde ele alınmak zorundadır. Çünkü topraksız tarım yatırımları bilgi birikimi ve ileri mühendislik desteği istemektedir. Ayrıca kurulum maliyetleri de çok yüksektir. Ölçek büyümesi de ekonominin prensipleriyle paralel olarak birim başı maliyetleri düşürecektir.

İklim değişikliğinin etkilediği başlıca sektörler arasında; tarım, gıda üretimi, ormancılık, hayvancılık, balıkçılık, dış ticaret, turizm, lojistik,

finans ve sigortacılık yer alır. Tarım sektörü; iklim değişikliği nedeniyle şiddetli kuraklık ve dengesiz aşırı yağışlar gibi hava olayları tarafından olumsuz etkilenmektedir. Kentlerin tarım arazilerine yayılımı verimli alanların kaybedilmesine neden olmaktadır. Bu olumsuz etkileri azaltmak için kentsel tarım, hobi bahçeleri, çatılarda tarım yapılması gibi yöntemler tarımın karbon ayak izini azaltmaya yönelik yeni yaklaşımlardır. Bunlara ek olarak “Tarım 4.0, Dijital Tarım, Akıllı Tarım” gibi teknoloji yoğun yöntemler yayılmaktadır. Diğer yandan birim alandan daha fazla ürün üretilmesi, ilaç ve gübre ile gıdanın zehirlenmediği topraksız tarım (hydroponic) yöntemleri de gelişmekte ve yaygınlaşmaktadır. Bu gelişmelere rağmen Türkiye’de geleneksel tarım ve sulamanın çok daha yaygın olduğu bilinmektedir.

İklim değişikliği ile olumsuz etkileşim halinde olan gıda sektörüne ait bazı veriler dikkat çekmektedir. Küresel gıda tedarik zinciri sera gazı emisyonlarının yaklaşık çeyreğinden sorumludur. Örneğin 1 kg sığır eti üretimi için yaklaşık 60 kg CO<sub>2</sub> eşdeğeri açığa çıkmaktadır. Hayvansal etin karbon ayak izinde sığır ilk sırada yer alırken onu 24 ve 21 ile koyun ve peynir takip etmektedir. Bitter çikolatanın karbon ayakizi 18,7 kg iken zeytinyağının 6 kg’dır (Poore & Nemecek, 2018). Tarım ürünleri arasında ise karbon ayak izi açık ara farkla en yüksek olan pirinçtir. Soya fasulyesi, mısır, palm yağı ve buğday ise onu takip etmektedir. Buğday ve pirinç üretiminde kullanılan su miktarı küresel tarımda kullanılan suyun yaklaşık %70’ini oluşturur. Araştırma ürünlerin küresel miktarı üzerinden hesaplanmıştır (Oxfam, 2016). Tarımsal kaynaklı sera gazlarının azaltılması için gıda tüketimi alışkanlıklarının değiştirilmesi, tüketicilere yakın alanlarda yerel gıdaların üretimi teşvik edilmelidir. Ayrıca Türkiye’de kullanılan suyun %74’ü sulamada kullanılmakta. Sulama yöntemleri arasında en fazla kayıp ise %35-60 ile yüzey sulamadır. Damla sulamada bu oran %5-25 arasındadır. Örneğin topraksız tarımda su devridaim ettiği için tarla üretimine göre %90 su tasarrufu sağlanmaktadır (Ankara Üniversitesi Su Yönetimi Enstitüsü [AÜSYE], 2016). Diğer yandan dünyanın 2/3’si sularla kaplı fakat bunun ancak %2,5’u içilebilir düzeydedir. İçilebilir suyun %70’i kutuplarda bulunurken küresel ısınmayla eriyen buzullar, okyanuslara karışmaktadır (Sekin, 1996: 247). Bu nedenle yağmur suyun geri kazanımı için mor su, kullanılmış suyun geri kazanımı için gri su yöntemleri ortaya çıkarken tarımda su israfına izin verilmemesi gerekir. Bu sorunun çözümünde en etkili yöntemlerden biri topraksız tarımdır.

### 3. Topraksız Tarım (Hydroponic)

Günümüzde dünyadaki sera tipi üretiminin %3,5’i hydroponic sistemlerle gerçekleştirilmektedir. Türkiye sera tipi üretimde İspanya’dan sonra Avrupa’da ikinci dünyada ise 4. sıradadır. Son 10 yıldır topraksız tarım hızla yayılmaktadır (Türktemel, 2018). Türkiye’de 1000 dekardan fazla topraksız tarım alanı olsa da toplam seralara kıyasla %3’ün altındadır. Türkiye’de topraksız tarım 1995 yılında Antalya’da domates ile başlamıştır. Fakat günümüze kadar güçlü bir yayılımı göstermemiş olduğu bilinmektedir. Topraksız tarım metodlarına antik Mısır’dan Babil’in Asma Bahçelerine veya Çin’inin çok eski dönemlerinde görülmektedir. Tarihe bakıldığında tarıma uygun olmayan bir adada yaşayan Japonların topraksız tarımı tercih ettikleri görülmüştür.

Günümüzde ise küresel ısınma nedeniyle deniz seviyesinin yükselmesine bağlı olarak riskleri artan Hollanda’da meyve ve sebze üretiminin %90’ının topraksız tarım ile gerçekleştirildiği bilinmektedir. ABD’de ise 1930’lu yıllarda laboratuvar çalışmaları Kaliforniya’da pratiğe geçirilmiştir. Yunanca su (hydro) ve çalışma anlamına gelen (ponos) kelimeleri birleştirilerek “hydroponics” adı verilmiştir (Yükçü & Demirci, 2019, s.1352). Türkiye’de Antalya’dan sonra İzmir, Manisa, Mersin, Yalova ve Afyonkarahisar’da hydroponic sistemler yoğunlaşmaya başlamıştır. 2020 yılı itibarıyla Türkiye’deki topraksız tarımın %92’sinde sebze üretildiği %8’inde süs bitkisi yetiştirildiği görülmektedir. Sebzeler içerisinde genelde domates, biber, marul ve çilek tercih edilmektedir. 2016 yılında 12 bin hektar iken 2020 yılından beri 13 bin dekardan fazla bir alanda topraksız tarım faaliyeti yürütülmektedir (Özkaya & Çetinkaya, 2022: 561).

Topraksız tarım, kentsel tarım yöntemleri arasında yer almaktadır. Kentsel tarım ise farklı amaçlarla kullanılabilir. Örneğin Hong Kong’da kentsel ısı adasını dağıtmak için kullanılırken Küba’da ekonomik gelir sağlayarak bağımsızlığı elde etmek, Kansas’ta göçmenlere istihdam sağlamak, Girona’da sosyalleşme amaçlı ve Londra’da toprağın iyileştirilmesi ve tıbbi bahçecilik amaçlı kullanılmıştır. Yoğun nüfuslu kentlerde ise gıdanın güvenli ve istikrarlı tedarikini sağlamak veya pazara yakın olmak için topraksız tarım kullanılmaktadır. 2017 yılında İstanbul BB ve Yıldız Teknik Üniversitesi iş birliği ile “Topraksız Tarım Araştırma ve Uygulama Serası” kurulmuştur. Türkiye’de yer alan topraksız tarım alanlarının metropoldeki ilk örneği kabul edilmektedir (Kapan & Öztoprak, 2020: 63-74). İstanbul gibi 16 milyon nüfuslu Avrupa’nın en büyük metropolünde topraksız tarım çalışmalarına belediyelerin el atmaya başlaması olumlu bir

gelişme olarak görülebilir. Fakat kenti doyurmanın çok gerisinde kaldığı açık ve nettir.

Topraksız tarım 1980'li yıllardan sonra dünyada yayılmış ve sera üreticileri için önemli hale gelmiştir. Besinler su çözeltisi halinde bitkiye verilmesine hydroponic tarım denilmektedir. Ürünler genellikle hindistan cevizi lifleri, perlit veya kaya yününde yetiştirilmektedir (Yarış & Çelik, 2019: 5). Topraksız tarım su ve katı ortam olmak üzere iki farklı şekilde yapılmaktadır. Perlit, kum, kaya, çakıl gibi ortamlarda sulama yapılması durumunda katı ortam kültürü denir. Organik, doğal veya yapay inorganik olmayan üzere alt başlıkları da vardır. Topraksız tarımda en sık hydroponic, aeroponic ve aquaponic sistemler kullanılmaktadır. Hydroponic sistem bitkiyi besinli solüsyonlarla yetiştirme yöntemlerine verilen bir çatı kavram haline gelmeye başlamıştır. İlki Akan Su Kültürü (NFT) denilen sistemde köklerin tamamı suyla temas ediyorsa "besleyici film tekniği" köklerin ucu değişiyorsa "derin su kültürü" denilmektedir. İkinci bitkilerin 5 cm derinlikteki sürekli akan sudan besinlerini aldığı "Modifiye NFT" yöntemleridir. Aeroponic Sistemde; bitki köklerinin besinli suyun püskürtülerek/sislendirerek sulanmasıdır. 2-3 dakikada bir sislendirme yapılır (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2017: 39-43).

Aquaponic Sistemde ise farklı olan balık üretiminde kullanılan suların sisteme dâhil edilmesidir (Hektaş, 2021). Tarımda kullanılmadan önce zararlı atıklar arındırılmalıdır. Çok sayıda bitki patojeni virüs vektöre ihtiyaç duymadan sulanabilmektedir. Böylece bitki kökleri enfekte olmakta, sınırlı sayıda virüs köklerden giriş yaparak salgına neden olabilmektedir. Tüm topraksız tarım sistemlerinde böyle küçük detaylara dikkat edilmesi gerekir (Şevik, 2011: 178). Fakat entegre üretim sistemlerine sıra dışı bir örnek olarak dikkat çeker. Topraksız tarımla kavun, karpuz, biber, domates, çilek hatta patates yetiştirilebilmektedir. Katmdeğeri yüksek olan bazı aroma bitkilerde de tercih edilmektedir. Fakat bitkilerin karakterine uygun yöntemlerin seçilmesi gerekir.

Patates üretiminde "Aeroponi" yönteminin kullanılması sonucu, normalde bir patates kökünde 5-6 yumru olurken 30 kat verim sağlanarak 100-150 yumruya varan hasatlar gerçekleşmektedir. Bu durum bir çıktısı ise yumruların çok küçük olmasıdır. Hasadın ağırlığı açısından değerlendirmekte fayda vardır (Tarım TV, 2018). Çilek yetiştiriciliğinde örnek olduğu üzere toprak kirliliğinin sonuçlarının önüne geçilmesi için topraksız tarım bir çözüm olarak görülmeye başlanmıştır. Aynı zamanda hasadın sıklığı, devamlılığı ve miktarı artarak üreticinin kazancıda artmıştır (Demirsoy ve diğerleri, 2017: 78).

Dikey tarım ise şehir ortamında yapılan büyük ölçekli entegre tarım yöntemidir. Ekilebilir toprak alanlarının kaybedildiği günümüzde binalarda, balkona veya teraslarda, mini bahçelerde tarım ürünlerinin farklı bir sistemle yetiştirilmesidir. Amacı kirletici tarım ilaçlarını azaltmaktır. Açık veya kapalı alanda hem örtü altı hem topraksız yapılabilen ileri teknoloji ile verimliliği artan modern bir tarım yöntemidir. Gökdelenlerde topraksız dikey tarım fikri henüz yayılmasa da teknolojik gelişmeler her geçen gün maliyetleri düşürmektedir. Böylece daha cazip hale gelmiştir.

Sera tipi hydroponic yöntem ise geleneksel tarıma göre %90 su tasarrufu sağlamaktadır (Bingöl, 2015, s.93-94). Dikey hydroponic yöntem ise %95 su tasarrufu sağlayabilmektedir. Ayrıca bu yöntemler sonucunda ürünler aşırı hava olaylarından olumsuz etkilenmeyecektir. IPCC'ye göre bazı geri dönülemez seviyelere gelmiş dünya için afetlerin sayısında ve şiddetinde artış görülmeye devam edecektir. Bu nedenle hava olaylarından kaynaklı mahsulün israf olmasının önüne geçilmesi için kapalı ortamda gerçekleştirilen topraksız tarım yöntemlerinin ilerleyen yıllarda daha çok tercih edilmesi beklenebilir.

Topraksız ve dikey tarımın avantajları şu şekilde sıralanabilir:

1. Aşırı hava olaylarına karşılık üretimin kırılganlığının azalması,
2. Yıl boyunca tarlaya göre daha sık ve fazla miktarda hasatla beraber mahsul kayıplarının azalması,
3. Gübre ve ilaç kullanılmamasının yanı sıra ürün kalitesinin daha istikrarlı oluşu,
4. %70-95 arasında su tasarrufu ve dijital tarım yöntemleri ile üretimde tam kontrol imkânı,
5. Pazara yakın olmasından dolayı ulaşım kaynaklı maliyetler ve karbon ayak izinin düşürülmesi,
6. Satıcı ve tüketiciye yakınlıktan dolayı tedarik ve depolamadaki israfın azalması, taze gıdanın temini,
7. Hydroponic sistemde yetişen bitkiler geleneksel tarıma göre yaklaşık %30 daha büyük olur,
8. Kullanılmayan bataklık vb. verimsiz toprakların üretime kazandırılabilmesi
9. Kendi yenilenebilir enerjisini üreten işletmelerde devlet desteklerinden dolayı

sabit maliyetlerin düşmesi gibi avantajlar kent çeperindeki topraksız ve dikey tarımı hem ekonomik hem sürdürülebilirlik açısından daha cazip hale getirmektedir.

Şüphesiz topraksız tarım avantajları olduğu gibi dezavantajları vardır. Birçok sektörde benzer riskler bulunur. Fakat topraksız tarıma yeni girecek kişilerin bilmesi gerekenlere vurgu yapılması gerekir. Dezavantajlar şu maddelerle ifade edilebilir;

- I. İlk yatırım maliyeti çok yüksektir. Verimli üretim için bilgi birikimi gerekmektedir. Oysa henüz yeterli yetişmiş personel temini bulunmamaktadır. Fakat bununla ilgili sertifikalı eğitimler hızla yayılmaya başlamıştır,
- II. Enerji maliyetlerin çok büyük bir kısmını kaplamaktadır. Fakat yenilenebilir enerji yatırımı hem şirketin maliyetlerini düşürecek hem kurumsal karbon ayak izini azaltacaktır. Bu durum yatırım maliyetlerini artırdığı için bir ölçüde küçük çiftçilerin yapabileceği bir iş olmaktan çıkarmaktadır,
- III. Bitkiler için hazırlanan besin solüsyonları hatasız olmalıdır yoksa bütün üretim zinciri hasar görecektir,
- IV. Elektrik kesintileri büyük risk oluşturur. Alınacak önlemlerse yine maliyetleri yükseltir,
- V. Topraksız tarım bir sistem bütünüdür. Sistemde yaşanan sorunlar için alternatif yollar önceden geliştirilmelidir (Hektaş, 2021).

2050 yılına kadar Dünya nüfusunun 10 milyar olması beklenirken gıda üretiminin de yaklaşık %70 artması gerekmektedir. 2021 yılında ABD’de topraksız tarım pazarı 1 milyar dolar civarında iken 2026 yılında 10 milyar dolara yaklaşması öngörülmektedir. Bu sistemde enerji yoğun şekilde tüketilmektedir. Geleneksel yöntemlere göre 100 kat ve seralara göre 15 kat daha fazla enerji kullanılabilir. Fakat bu alanlarda buğday, soya veya mısır gibi ürünlerin yetiştirilemediğini belirtmek gerekir (Öncü, 2022). Türkiye özelinde topraksız tarımın maliyetine ilişkin olarak hibe ve kredilerle jeotermal topraksız tarım arazisinin kendisini 4 yılda amorti ettiği iddia edilmektedir. Hatta detaylı bir mali analize göre 1,56 masraf oranı, %21 mali rantabilite ve %33 iç karlılık oranı ile karlı bir yatırım olarak görülmektedir. Tabii jeotermal enerjinin kullanımının bunda büyük bir payı vardır.

Topraksız tarım ileri teknoloji ve ilk kurulum maliyetlerinin yüksekliği sebebiyle bir takım teşvik

mekanizmaları ile desteklenmek zorundadır. Türkiye’de topraksız tarım yapmak isteyenlere örtü altı tarım (sera) yapmak isteyenlere benzer destekler verilmektedir. Bunlar yatırım ve üretim aşamasında sağlanan destekler ile indirimli tarımsal kredilerdir. Yatırım aşamasındaki destekler Tarım ve Orman bakanlığı tarafından yalnızca organize tarım ihtisas bölgelerinde sağlanan teknik yardımlardır. Hibe desteği ise Avrupa Birliği Kırsal Kalkınmayı Destekleme Fonu (IPARD) tarafından verilmektedir. Türkiye’de sadece 27 ili kapsayan bu destekte de proje yaklaşık maliyetinin %55’ne karşılıksız maddi destek verilmektedir (Hasdemir, 2020). Türkiye jeotermal sera üretiminde Avrupa’nın en büyüğüdür. Bu yöntemin karbon ayak izi de doğal olarak daha düşüktür. Türkiye’deki sera üretiminin ise ancak %1,7’si topraksız tarımdır yöntemiyle yapılmaktadır (Hasdemir, 2020).

#### 4. Paris’te Kentsel Tarım

Fransa’da tarım sektörü ulusal sera gazı emisyonlarının %20’sini oluşturmaktadır. Paris’te Parislilerin ve turistlerin tükettiği yiyeceklerin toplamı yaklaşık yıllık 4,7 milyon ton karbondioksit üretmektedir. Bu miktar Paris’in karbon ayak izinin %18’ini oluşturur. Bu nedenle yerel yönetim, tarım kaynaklı sera gazı emisyonlarını düşürmeyi öncelikleri arasına almıştır. Bu çerçevede yapılan çalışmalarla 2007 yılından 2016 yılına kadar 17 bin ton karbondioksitten kaçınılarak ciddi aşamalar kat edilmiştir. Yerel gıdanın teşvik edilmesi ve çeşitli kentsel tarım yöntemleri ile beraber gıda sektörü içerisinde sürdürülebilir gıdanın payı %37,7’ye çıkarılmıştır. Günümüzde Paris, Fransa’nın en büyük organik ürün alıcısı konumuna ulaşmıştır (City Of Paris, 2018: 7).

Paris; her gün 2,2 milyon Parisliyi, 1 milyon Parisli olmayan işçiyi ve 280 bin turisti beslemek durumunda olduğundan gıdada diğer bölgelere bağımlıdır. Bölgesel gıda ağının kurulması ve yerel organik gıdaya erişimin kolaylaştırılması, Paris bölgesinin yüzey alanının 2030 yılına kadar %20’si, 2050 yılına kadar %30’unun organik tarım alanı haline getirilmesi öngörülmüştür. Paris, gıda konusunda çevresine bağımlı kalmış bir kenttir. Bu nedenle iklim değişikliğinin gıda ve tarıma yönelik tehditlerini azaltmak adına kent yönetimi kentsel tarım ve tarım arazilerinin korunması, kentsel yayılımın oluşturduğu baskının azaltılması yönünde çalışmaları bulunmaktadır. Ayrıca gıda tedarikinin sağlanmasında şehrin iç su yolları kullanımının %50’ye çıkarılması, elektrikli araçların kullanılması gibi projeleri bulunur. Böylece 2030 yılına kadar gıda kaynaklı sera gazı emisyonlarının %40 azaltılması hedeflenmiştir (City

Of Paris: 49). Kısa mesafeli gıda tedarik zincirleri kritik önemde görülmektedir. 2030 yılına kadar Paris'te tüketilen gıdanın %50'sinin ve 2050 yılına kadar %75'inin Paris Havzasından sağlanması hedeflenmiştir (City Of Paris: 51). Böylece Paris'in ekolojik açığı kapatılırken, gıdada kent çeperi dışına bağımlılık azalacaktır. Ulaşım kaynaklı emisyonlar ve tedarik zinciri kaynaklı ürün kayıpları azalacaktır.

Paris'te sürdürülebilir kent olma yolunda yeşil çatılar ve kentsel tarım uygulamalarına metropol belediye yönetimi tarafından önem verilmiştir. 2014 yılında seçim vaatleri arasında kentin yeşil dokusunun artırılması bulunan Hidalgo seçilmiş, yeşil çatı ve kentsel tarım uygulamalarına koyulmuştur. Kentsel tarım alanında 100'e yakın organizasyonla çalışılarak önemli hasat hedefleri seçim vaadi olarak verilmiştir. Kentsel tarıma ayrılan en önemli örneklerden birisi 2016 yılında duyurulan "Parisculteurs" isimli Paris metrosuna ait bir tıp merkezinin çatısına kurulan Chambeaudie Çiftliğidir. 5380 metrekare alanda topraksız tarım gerçekleştirilmekte ve ürünler restoranlara, manavlara satılmaktadır. Bu çiftlikte aynı zamanda 120 kişi istihdam edilmektedir. Belediyenin web sitesinde de gerek kent içinde gerek kent dışında birçok sürdürülebilir tarım arazisinin hasat döneminde vatandaşların oraları gezip görmesi için teşvik ettiği, adreslerini ve özelliklerini verdiği bilgiler bulunmaktadır (Sönmez, 2018).

Dünyanın en büyük çatı çiftliği ile Avrupa'nın en büyük şehir çiftliği 2020 yılında Paris'te açılmıştır. Paris Expo Porte de Versailles Sarayı'nın çatısına inşa edilen projeye "Agripolis" adı verilmiştir. 6 katlı bina ve 14 bin m2 alanda günde bir tona yakın gıda üretilirken 30 bitki türü tercih edilmiştir. 300 kişilik restoran ile "tarladan masaya" konsepti sunularak hem reklam yapılmakta hem bilinç kazandırılmaktadır. Birçok kentsel tarım projelerini hayata geçiren Paris'te her geçen gün daha fazla topraksız tarım kullanıldığı görülmektedir (NU Paris, 2023). Paris, iklim eylem planlarında kentin direncine odaklanırken güvenli gıda için topraksız tarıma yönelmiştir. Birçok çatı ve binada topraklı/topraksız tarım tercih edilerek kentsel ısı adaları dağıtılırken güvenli gıda temin edilmektedir. Parisculteurs projesi kapsamında tarım projeleri desteklenmektedir. Agripolis projesi binada modern topraksız tarım ve vatandaş katılımı sunmaktadır. Çevre işletmelere ve kendi restoranına gıda temin ederek topraktan sofraya anlayışının önemli bir örneğini oluşturmuştur. 2050 yılına kadar gıda temininin %75'inin Paris Havzasından sağlanması için topraksız tarımın tercih ediliyor olması hedeflere ulaşmayı sağlayabilir.

## 5. Barselona'da Kentsel Tarım

Avrupa'nın 1. ve dünyanın 3. en büyük sera üretimi İspanya'da yapılmaktadır. 1970'li yıllardan beri güneyde yer alan Almeria bölgesinde açık tarla üretimleri seracılığa dönüşmüştür. Böylece dünyanın en büyük sera yoğunluğuna ulaşmıştır. Ülkenin toplam sera alanı 52 bin hektardır (Tarla Sera, 2015). 350 km2 alanda 26 bin hektar sera (örtü altı sera) üretimi yapılmaktadır. Karşılaştırmak açısından belirtirsek Türkiye'de 41 bin hektar alanda sera (cam+plastik) üretimi yapılmaktadır. İspanya'nın sebze ihracatının %40'ı bu seralardan hasat edilen ürünlerden sağlanmaktadır. Seraların üstünün beyaz olması nedeniyle bu geniş alan çevresine göre 0,8 C°'lik bir soğuma eğilimi içindedir (Ayaşlıgil & Çelik, 2022: 113-115). Barcelona'daki üretim maliyetleri Hollanda'dakinin yarısıdır. 3 bin saat güneşlenme ve ılıman iklimin olduğu Almeria'da enerji maliyetleri düşüktür. Barcelona şehrindeki seraların %10'un topraksız tarım yöntemini kullanılmaktadır (Geography Field Work, 2022). Rakamlardan anlaşabileceği üzere İspanya sera üretiminde önde gelen bir ülkedir ancak üretimin büyük kısmı sadece Almeria'da yapılmaktadır. Barselona'da topraksız tarım ve seracılık bulursa da Paris'ten çok daha azdır.

Barselona İklim Eylem Planında Barselona çevresinde meyve sebze üretiminin 3 katına çıkarılması ve her bölgede çiftçi pazarlarının kurulması planlanmıştır (Uncu, 2019: 68). Kent yönetimi tarafından sürdürülebilirliğe önem verilmesi adına bazı projeler yürütülmektedir. Bu çalışmalarda yenilenebilir enerji, yeşil çatı ve duvarlar, kentsel tarım, atık yönetimi ve gri su altyapıları birlikte bulunmaktadır. Bu örneklerden biri La Fàbrica del Sol olarak gösterilebilir. Geleceğin şehirlerinin zorluklarını vatandaşlara ve özellikle öğrencilere göstermek adına biyoyapı ve eko tasarım malzemeleri ile çevreye entegre olmuş örnek bir yapı oluşturulmuştur (Ajuntament de Barcelona, 2022a). Barselona belediye yönetimi kentsel tarımı destekleyici bazı teşviklerde bulunmaktadır. Bu çerçevede vatandaşlara çeşitli dernekler ve kuruluşlar üzerinden kentsel tarım, ekolojik tarım eğitimleri verilmektedir. 2013 yılında başlatılan *Yeşillik ve Biyoçeşitlilik Planı* çerçevesinde organik tarımı teşvik eden ve bir mahalle tarafından yönetilen erişilebilir çiçek ve sebze bahçeleri programı yürütülmektedir. Kentin arsalarında, kamu veya özel sektörün binalarının çatı ve teraslarında, belediye veya çeşitli toplulukların bahçe ve arsalarında genç yaşlı her türlü vatandaşın kent çeperi içerisinde tarımla uğraşabildiği bir ortam yaratılmaya çalışılmaktadır (Ajuntament de Barcelona, 2022b).

Barcelona'da önemli tarım alanlarından biri Baix Llobregat Tarım Parkı gösterilmektedir. Barcelona'nın 10 dk batısında yer alan park çeşitli belediye ve birlikler ile kurulmuştur. 2930 hektarlık alanda kaliteli meyve ve sebze üretilmektedir. Hem açık hem sera üretimi yapılmaktadır (Urban Reforestation, 2021). Park, Barcelona'yı çevreleyen tarım arazilerini kapsamaktadır. Yüzyıllardır Barcelona'ya taze meyve ve sebze tedarik eden köklü bir geçmişe sahiptir (Açıksöz vd., 2013: 447). Üretilen ürünlerin %63'ü sebze ve kalanı meyvedir. Fakat seracılık tarım parkının %1,2'sine karşılık gelmektedir. Barcelona'yı besleyen bu tarım arazisinde seracılığın hatta topraksız tarımın çok az olması kentin gıda bakımından dışarıya bağımlı kalmasına neden olmaktadır. Buna rağmen Barcelona sınırındaki tüm bahçecilik üretiminin üçte biri ve taze meyve üretiminin yarısına karşılık gelmektedir (Açıksöz vd., 2013: 447).

Sürdürülebilir kent için kent çeperinde yeterli gıda üretilmelidir. Diğer yandan ekolojik açığı belirlerken kentin çeperinin ne kadar olduğu kritik bir detaydır. Barcelona ve İstanbul karşılaştırması üzerinde örnek vermek daha anlaşılır olacaktır. Barcelona 100 km<sup>2</sup> yüzölçümüne sahip AB'nin en yoğun nüfuslu kentidir (Ajuntament de Barcelona, 2020b: 19-20). İstanbul, Barcelona'nın 53 katı genişlikte iken nüfus yoğunluğu Barcelona'nın 1/6'idir. İstanbul'un %45'i orman iken Barcelona'nın %17'dir. İstanbul'un nüfusu da Barcelona'nın 10 katıdır (Global Forest Watch, 2023).

Barcelona sınırlı araziye sahip yoğun nüfuslu bir şehirdir. Çatılarda yapılan kentsel tarım hem yeşil alan sağlayacak hem kentsel ısı adalarını dağıtacaktır. Diğer yandan 1,6 milyon olan nüfusa gıdanın çatılarda üretilmesi mümkün değildir. Bu nedenle pazara yakın ve verimliliği yüksek olmasının avantajları nedeniyle binalarda yapılan topraksız tarım Barcelona için kaçınılmaz bir çözümdür. İlman iklime sahip bir bölge olması nedeniyle ısıtma kaynaklı enerji maliyetleri ciddi şekilde düşecek ve pazarda rekabet gücü artacaktır. Bu durum Barcelona'da kentsel tarım gelişmesinde önemli bir rol oynayabilir (Mengual, 2015: 191). Paris'in topraksız tarıma verdiği hassasiyetin Barcelona'da olmadığı söylenebilir. Baix Llobregat Tarım Parkı Barcelona'nın yüzyıllardır gıda ihtiyacını karşılasa da günümüzde yetersiz kalmaktadır. İspanya'nın ulusal seracılık faaliyetlerinin Almeia'da yoğunlaşması Barcelona'nın gıda konusunda risk görmemesine yol açmış olabilir. Fakat Paris gibi kendi havzasından gıdasının çoğunluğunu temin etmesi sürdürülebilir kent olma açısından bir gerekliliktir. Söz konusu tarım parkında ise seracılığın çok küçük bir oranına sahiptir. Bu çerçevede Paris ve Barcelona'ya topraksız tarım açısından bakıldığında Paris'in büyük

ve sonuç değiştirecek projelere imza attığı ve bu yönde hem kamuoyu hem siyasal desteğin olduğu görülmüştür. İspanya'da ise seracılık tek bir alanda yoğunlaşırken Barcelona topraksız tarım yatırımlarından görece mahrum kalmıştır. Oysa dar ve yoğun nüfuslu Barcelona'da sürdürülebilir kent inşa edilirken topraksız tarıma Paris'ten daha çok ihtiyaç vardır.

Barcelona aynı zamanda Avrupa'da "Güneş Enerjili Isıtma Kuralını" uygulayan ilk (2000) kent olmuştur. Kentin iklim değişikliği etkileri azaltım politikalarından biri olan bu uygulama tüm yeni veya yenilenmiş veya kullanım amacı değişmiş binalarda sıcak su ihtiyacının en az %60'lık kısmının güneş enerjisinden karşılanmasını zorunlu tutan bir regülasyon getirmiştir. Barcelona'da kurulu güneş enerjisi paneli 2000 yılında 1.650 m<sup>2</sup> iken 2010 yılında 87.600m<sup>2</sup>'ye çıkartıldı. Bunun yanında bina yapım yönetmeliğinde yapılan regülasyonlar ile yenilenebilir enerji kullanımı arttırılmaya çalışılmıştır (International Council for Local Environmental Initiatives [ICLEI], 2014).

## 6. İzmir'de Kentsel Tarım

İzmir'de çevre kontrollü tarım ve tarımın dijitalleştirilmesine yönelik çalışmalar yürüten şirketler bulunmaktadır. Su kıtlığının yoğun yaşandığı İzmir'de modern tarım yöntemlerinin kullanılması verimli su tüketimini beraberinde getirmektedir (İzmir Kalkınma Ajansı, 2021). İzmir'de yaklaşık 1200 hektar serada meyve sebze üretimi ve 466 hektarda çiçek üretimi gerçekleştirilmektedir. Türkiye'nin örtü altı üretiminin %2,77'sine karşılık gelmektedir. Bu örtü altı üretiminin %90'ı plastik seralarda gerçekleştirilmektedir. Seralar; Balçova, Dikili ve Bergama'da yoğunlaşmıştır (Tekeli, 2018: 149).

2003 yılında yapılan bir çalışmaya göre kentin içerisinde yer alan tarım arazilerinden, kullanılan yaş gübrenin koku yapması nedeniyle kentliler şikâyetçi olmuştur. Uzmanların görüşleri bu sorunun kuru gübre kullanılarak çözüleceği yönündedir. Nitekim yine aynı bölgedeki kentliler bu alanların yeşil alan oluşturmaları nedeniyle kalmaya devam etmelerini istemiştir. Elbette burada modern kentsel tarım yöntemlerinin değil, geleneksel tarım yöntemlerinin şehir içerisinde kalmış nispeten tarım arazilerinde gerçekleştiğini belirtmek gerekir. Aynı çalışmada kenarlarına ağaç dikilen kentteki tarım arazilerinde ağaçların altına bank konularak gölgelik sağlanması, ağaç olmayanlara dikilmesi ve böylece rekreasyon alanına benzer hale getirilebileceği tavsiye edilmiştir. Bilindiği üzere kentsel tarım kente ekonomik ve ekolojik girdiler sağlamaktadır. Bu alanlarda ayçiçeği, buğday gibi ürünler yerine



meyve sebze yetiştirilmesi, tarımsal karbon ayak izini azaltmada daha etkili olacaktır. Nitekim bu arazilerin modern ve topraksız tarım yöntemleri ile sera üretimi yapılması verimi de artırmaktadır. Örneğin tarlada üretilen çileğin aynı arazide serada üretilmesi halinde 13 kat daha fazla hasat olduğu görülmüştür. Bu oranlar teknoloji kullanımı ile artabilmektedir (Efe, 2003: 127-148). 2019 yılında yayınlanan bir çalışmaya göre 1 dekarlık alanda yapılan domates tarımında hydroponic yöntemin geleneksel topraklı tarım yöntemlerine göre 8 kat, örtü altı tarıma göre 2 kat kârlı olduğu görülmüştür. Aynı çalışma ilk yatırım maliyetleri hesaba alınmadığında topraksız tarımın geleneksel tarıma göre 3 kattan fazla kâr sağladığı ve kendini 4-6 yıl arasında amorti ettiği belirtilmiştir (Yükçü & Demirci, 2019: 1362).

Kent Bahçelerine yönelik projelendirme çalışmaları ise 1989 yılında başlamıştır. İlk zamanlar sadece emeklilere 1 yıllığına kiralanmıştır. Konak'a 24 km uzakta yer alırken 14 dönümden oluşmaktadır. İzmir Büyükşehir Belediyesi meslek edindirme kurslarında topraksız tarım kursunu ekleyen ilk belediye olmuştur (İzmir Büyükşehir Belediyesi, 2015). Diğer yandan İzmir'in Dikili ilçesindeki "Tarıma Dayalı İhtisas Sera Organize Sanayi Bölgesi" gibi tesisler örnek çalışmalar olarak dikkat çekmektedir. Bu tesis dijital tarım yöntemlerinin topraksız seralarda kullanıldığı 3.000 dekada sera ve sanayinin birleştiği dijital ve topraksız tarım yöntemlerinin yenilenebilir enerji sistemleri ile entegre edildiği bir tesistir (Dikili Tarıma Dayalı İhtisas Sera Organize Sanayi Bölgesi [DTDİOSB], 2019). 50 sera işletmesi, 35 sanayi tesisinde 80 bin tondan fazla meyve sebze üretimi ve 3500'den fazla kişiye istihdam sağlanmaktadır. Yatırım tutarı 4 milyar TL olmuştur (Tarım Reformu Genel Müdürlüğü, 2022). Birim alanda yüksek üretimin yapıldığı, entegre sistemlerle maliyetlerin ve karbon ayak izinin düşürüldüğü tesislerin kent çeperinde gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

İzmir'de gerçekleştirilen örnek projelerden biri Sasalı Biolap Projesidir. İzmir Büyükşehir Belediyesi ve Avrupa Horizon 2020 kapsamında tasarlanmıştır. 2080 yılında yaşanmasını öngören bir senaryo üzerinden yola çıkılmıştır. Amaç tarım teknikleri üzerinden disiplinlerarası bir çalışma ile kuraklık, iklim değişikliği ve toprak kalitesinin düşmesi ile nasıl mücadele edilebileceğini ortaya koymaktır. Bu çerçevede çeşitli yeşil bina tasarım teknikleri, sürekli yeşil kalan çatı ve sürdürülebilir peyzaj tasarımı kullanılmıştır. Ayrıca zemin yerden 120 cm yükseltilerek su baskınlarının önüne geçilmek istenmiştir. Bu projede kuraklığa karşı topraksız tarım tekniklerinin kullanıldığı görülmektedir. Çok paydaşlılığın önemsendiği projede nitelikli mekân

özelliklerine yer verilmiştir. Gelecekte kuraklıklarla beraber Sasalı Biolap gibi özgün tarımsal üretim mekânlarının artması beklenebilir (Uslu, 2022: 27-33). Nitekim son yıllarda topraklı veya topraksız çeşitli sera alanlarının sosyal etkinlik alanlarına dönüştürülmeye başlandığı bilinmektedir. Bu şekilde hem vatandaş ürünü kendisi toplayabilmekte hem de tatil zamanlarında sosyalleşebilmektedir.

İzmir, Türkiye'de iklim değişikliği ile mücadelede örnek gösterilen kentlerin başında gelmektedir. Sünger kent çalışmaları ile son yıllarda dikkat çeken şehir; yenilenebilir enerji potansiyeli, doğalgaz ve petrol depoları, uluslararası limanı ve Anadolu'nun içlerine uzanan demiryolu ağı ile hinterlandı çok yüksektir. Bunun yanı sıra ılıman Akdeniz iklimi seracılığa imkân sunarken jeotermal enerji potansiyeli ile topraksız tarım tesislerinin enerji maliyetlerini düşürebilmektedir. Diğer bir ifade ile hinterlandı çok geniş olan İzmir'in topraksız tarım alanında da fırsatları yüksek denilebilir.

## 7. SONUÇ

Kentsel yaşamdaki enerji üretim ve tüketimindeki fosil yakıtla bağıllık iklim değişikliğinin en önemli sebebidir. Ancak kentler gerçekten uygulanacak sürdürülebilir yaklaşım ve uygulamalarla iklim krizinin çözümüne yönelik bazı fırsatlar da barındırmaktadır. Sürdürülebilir kent, ekolojik kent, yeşil kent gibi yaklaşımların uygulama araçları tarımsal üretim alanında da yeni çözümlere işaret etmektedir. Örneğin sellere karşı kentlerde bozulan doğal drenaj ağının yeniden kurulmasına yönelik mikro havza ölçeğinde doğa temelli çözümlerin geliştirilmesini ve su akışını dengeleyecek bir yapıya bürünmesini sağlayacak sünger kent; yağmur suyu hasadı, gri suyun artırılarak yeniden kullanımı gibi önlemler aşırı yağış ve kuraklık sorununa karşı önde gelen sürdürülebilir kent düşüncesinin araçlarından bir kaçıdır (Hepcan, 2022: 87).

Dünyadaki yaşamsal döngü için biyoçeşitliliğin devamı en hayati konudur. Bu sebeple de çevreyi koruyan sürdürülebilir bir gıda üretimi eski zamanlara göre çok daha önemlidir. Biyolojik çeşitliliğin gıda ve tarımsal üretimi destekleyen ekolojik süreçlere ve ekosistem hizmetlerine katkılarının bilinmesi, ekolojik süreçleri koruyan ve direncini arttıran yönetim stratejilerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Gıda ürünlerinin üretim ve tüketim ihtiyaçları gözetilerek akıllı ve sürdürülebilir tarım tekniklerinin kullanılması, iklim koşullarına uygun ürünlerin yetiştirilmesi, tarımsal ekosistemlerde doğa temelli çözümlerin geliştirilmesiyle az su tüketimiyle de verim artırılabilir (Food And Agriculture Organization

[FAO], 2019). Bilinçsiz yapılan geleneksel tarım yöntemleri toprağı kirleterek bitkilerin zehirlenmesi, verimin düşmesi, kalitesiz ürün yetiştirme, su israfı ve karbon ayak izinin artması gibi sonuçlar doğurmuştur. Böylece seracılığa yönelim olsa da toprağın zehirlenışı tam olarak durdurulamamıştır. Sera alanındaki toprağında 4-5 yılda bir yenilenmesi gerekmektedir.

Topraksız tarım yöntemi geleneksel tarıma bir alternatif bir yöntem olarak ele alınması günümüz şartlarında mümkün değildir. Ancak kaçınılmaz etkilerini önümüzdeki 40-50 yıl içinde daha derinden hissedeceğimiz küresel ısınma olgusu, gıda üretiminden, enerji kullanımına birçok alanda geleneksel yöntemleri değiştireceğimiz yaşamsal pratikleri yaşamımıza sokmaya başlayacak. Giderek artması öngörülen kuraklık, dolu, aşırı yağış gibi hava olayları tarımsal verimi direkt olarak etkilemektedir. Bunun yanı sıra artış eğiliminde olan kentleşme ve tüketim oranı yakın gelecekte yaşanabilecek gıda krizini de tetikleyen unsurlardır. Topraksız tarım yöntemi ekilebilir alan azlığı, su kıtlığı ya da lojistik (enerji) maliyetlerini biraz olsun azaltmak amacıyla belirli yerlerde ve sınırlı çeşitte ürün için başvurulabilecek bir sürdürülebilir tarım yaklaşımıdır. Başka bir yorumla iklim değişiminin etkilerine karşı tarımsal bir dirençlilik yaratma yöntemidir. Çünkü topraksız tarım su verimliliğı sağlarken üretimde kontrolü ve hasat miktarını da artırmaktadır. İklim değışikliği kaynaklı aşırı hava koşullarına karşı cam veya plastik seralar yerine daha kapalı ortamlarda üretim tercih edilmelidir. Bu üretimin kentsel tarım kavramı içerisine alınıp kent çeperinde gerçekleştirilmesi de ulaşım kaynaklı maliyet ve karbon ayak izini de düşürecektir. Yüksek kurulum maliyetleri ve ileri teknolojik gereksinimi gibi sebeplerle de kamusal teşviklerin varlığı topraksız tarım uygulamalarının yönünü belirleyecektir.

Türkiye sera tipi (örtü altı) üretiminde Akdeniz Çanağı ülkelerindeki gibi önemli bilgi birikimine sahiptir. Hatta İspanya'dan sonra Avrupa ülkeleri içerisinde 2. sırada gelmektedir. Bu bilgi birikimi ekstrem şartlara uyum sağlayabilme açısından önemli avantajları da beraberinde getirmektedir. Sera tipi üretimde söz sahibi olabilme kentsel tarım ve topraksız tarım uygulamaları için de bir avantaj olarak kabul edilmektedir. Sera tipi üretimde önemli payı olan Barcelona ve İzmir gibi şehirler aynı zamanda topraksız tarımda da önemli bir paya sahiptir. Bunun dışında Türkiye'de topraksız tarım uygulamaları görece küçük ölçekli tesislerde sürdürülmektedir. Bu sebeple de üretim miktarı sınırlıdır. Şu an tarımsal teşvik sisteminin kentsel ve topraksız tarıma yönelik özel bir paketi bulunmamaktadır. Bankalarca sağlanacak sıfır faizli

yatırım kredisi, belediyelerce sağlanacak bina ve soğuk depoları ve teknik eleman desteğı bu tür tarımın daha yaygın olarak kullanılabilmesine fırsat kapıları açacaktır. Tarımsal kalkınma planlarında bu tür tarıma özel bir değer verilerek kurumsal yapıyla da desteklenmesi gıda krizi risklerine karşı bir direnç oluşturma potansiyelini de beraberinde getirecektir.

### Kaynakça

- Açıksöz, S., Bollukçu, P., & Gökçe, G. C. (2013). Dönüşen Peyzaj ve Kentsel Tasarım: Baix Llobregat Tarım Parkı, Barcelona, İspanya. M. Artar içinde, Peyzaj Mimarlığı 5. Kongresi (s. 443-454). Adana: Peyzaj Mimarları Odası Yayınları.
- Ajuntament de Barcelona. (2020). Barcelona green infrastructure and biodiversity plan 2020. Summary. Barcelona: Ajuntament de Barcelona.
- Ajuntament de Barcelona. (2022a). <https://www.alimentaciosostenible.barcelona/en/protecting-planet/urban-agriculture>, (Erişim:02.12.2022)
- Ajuntament de Barcelona. (2022b). La Fàbrica delSol. <https://ajuntament.barcelona.cat/ecologiaurbana/ca/serveis/la-ciutat-funciona/educacio-i-sensibilitzacio/equipaments-municipals/la-fabrica-del-sol>, (Erişim: 29.11.2022)
- Akı, M. (2015, 02 16). Kentsel Gelişim için Yeni Bir Model Önerisi: "SymbioCity". <https://thecityfixturkiye.com/kentsel-gelisim-icin-yeni-bir-model-onerisi-symbiocity/>, (Erişim: 21.03.2023)
- AÜSYE. (2016). Broşür 1: Tarımda Su Tasarrufu. <http://suyonetimi.ankara.edu.tr/wp-content/uploads/sites/88/2013/03/TARIMDA-SU-TASARRUFU.pdf> (Erişim: 22.03.2022)
- Ayaşlıgil, T. E., & Çelik, Y. E. (2022). Avrupa'nın Arka bahçesi Almeria Örneğinde Sürdürülebilir Tarım ve Sera Alanları. G. Gürçay, A. Manafıdzajı, & Akdeniz 7. Uluslararası Uygulamaları Bilimler Kongresi (s. 110-125). Mersin: UBAK International Sciences Academy Yayınları. <https://avesis.yildiz.edu.tr/publication/showdocument/797c340e-b823-415b-b5ed-8207b6a450b5>, (Erişim: 02.05.2023)
- Bingöl, B. (2015). Dikey Tarım. Ormanlık Dergisi, 11(2), 92-99.
- Chatham House. (2021, 09 14). Climate change risk assessment 2021. <https://www.chathamhouse.org/2021/09/climate-change-risk-assessment-2021/summary>, (Erişim: 26.10.2022)
- City Of Paris. (2018). Paris Climate Action Plan. [https://mycovenant.eumayors.eu/storage/web/mc\\_covenant/documents/8/AjCicZjo3fRiu4MhWslcCKCEoyv aBVb.pdf](https://mycovenant.eumayors.eu/storage/web/mc_covenant/documents/8/AjCicZjo3fRiu4MhWslcCKCEoyv aBVb.pdf) (Erişim: 19.11.2023)
- Dağdeviren, T., & Yaylı, H. (2022, 05 06). Yeşil Kent Ekonomisi ve Sakin Şehirlerde Uygulanabilirliğinin Değerlendirmesi. Uluslararası Yönetim Akademisi Dergisi, 5(1), 59-73.
- Daşcıoğlu, B. Z. (2021). IPCC'nin Altıncı Değerlendirme Raporu Ne Anlama Geliyor? Seta(316).
- Demir, O. (2018). Nüfus Hakkında Bazı Yanılığlar. Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi, 6(1), 143-149.

- Demirsoy, L., Mısır, D., & Adak, N. (2017). Topraksız Tarımda Çilek Yetiştiriciliği. *Anadolu Dergisi*, 27(1), 71-80.
- Dikili TDİOSB. (2019). Yatırımcı Sunumu. <https://www.dikilidiosb.org.tr/wp-content/uploads/Dikili-TDIOSB-Yatirimci-Sunumu-2.pdf> , (Erişim: 23.03.2023)
- Dölekoğlu, C. Ö. (2017). Gıda Kayıpları, İsrاف ve Toplumsal Çabalar. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 23(2), 179-186.
- Durukan, S. (2019). Kentsel Tarım ve Üretken Şehirler. *Sakarya Ticaret Borsası*, 6-8.
- Efe, M. (2003). Kentsel Tarım ve Şehir Planlamaya Enetgrasyonu. Yüksek Lisans Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Geography Field Work. (2022). Costa del Polythene: a sea of plastic. *Barcelona Field Studies Centre Geography Field Work Web Sitesi*: <https://geographyfieldwork.com/CostadelPolythene.htm>, 8Erişim: 23.03.2023)
- Global Forest Watch. (2023). <https://www.globalforestwatch.org/dashboards/country/ESP/6/1/?category=summary&dashboardPrompts=eyJZaG93UHJvbXB0cyY6dHJ1ZSwicHJvbXB0c1ZpZXdlZCl6W10sinNldHRpbmdzljp7Im9wZW4iOmZhbHNILCJzdGVwSW5kZXgiOjAsInN0ZXBzS2V5IjoIn0slm9wZW4iOnRydWUslmN0ZXBzS2V5IjoIjZG9>, (Erişim: 05.05.2023)
- Hasdemir, M. (2020). 13 bin 360 dekada topraksız tarım yapılıyor. (M. Çevik, Röportaj Yapan) *Türk Tarım ve Orman Dergisi*. <http://www.turktarim.gov.tr/Haber/507/13-bin-360-dekada-topraksiz-tarim-yapiliyor> (Erişim: 23.03.2023)
- Hepcan C. (2022). İklim Değişimi Bağlamında Küresel ve Yerel Yansımalar: içinde Çiğdem Tuğaç (Ed.), *İklim ve Biyolojik Çeşitlilik Krizi*, (s.63-89). Ankara: Nobel Yayınevi.
- Hektaş. (2021). Topraksız (Hydroponic) Tarım Nedir? Hektaş Web Sitesi: [https://hektas.com.tr/topraksiz-hidroponik-tarim-nedir/#Topraksiz\\_Tarim\\_Dezavantajlari\\_Nelerdir](https://hektas.com.tr/topraksiz-hidroponik-tarim-nedir/#Topraksiz_Tarim_Dezavantajlari_Nelerdir) , (Erişim: 03.05.2022)
- IPCC. (2018). Global Warming of 1.5°C Report, <https://www.ipcc.ch/sr15/download/#chapter> (Erişim: 16.03.2023)
- IPCC. (2019). Climate Change and Land, [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2020/02/SPM\\_Updated-Jan20.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2020/02/SPM_Updated-Jan20.pdf), (Erişim: 25.10.2022)
- IPCC. (2023). Synthesis Report of The IPCC Sixth Assessment Report, [https://report.ipcc.ch/ar6syr/pdf/IPCC\\_AR6\\_SYR\\_LongerReport.pdf](https://report.ipcc.ch/ar6syr/pdf/IPCC_AR6_SYR_LongerReport.pdf) (Erişim: 23.03.2023)
- İstanbul Kalkınma Ajansı. (2022). 2024-2028 İstanbul Bölge Planı Taslak. Kalkınma Ajansları Genel Müdürlüğü. <https://www.istka.org.tr/media/133573/2024-2028-%C4%B0istanbul-b%C3%B6lge-plan%C4%B1-taslak.pdf>, Dü. (Erişim: 05.05.2023)
- İzmir BB.(2015). <https://www.izmir.bel.tr/tr/Haberler/topraksiz-tarim-yukselen-deger-oldu/13097/156>, (Erişim: 01.30.2023)
- İzmir Kalkınma Ajansı. (2021, 03 11). Kentsel Tarım ve Yenilikçi Uygulamalar. <https://startinizmir.izka.org.tr/kentsel-tarim-ve-yenilikci-uygulamalar/>, (Erişim: 01.30.2023)
- Kapan, K., & Öztoprak, Ş. (2020). Dünya ve Türkiye'den Örneklerle Kentsel Tarım. *Sosyal, Beşeri ve İdari Bilimler Alanında Güncel Araştırmalar*, 1, 59-81.
- MEB. (2017). Topraksız Tarım. Ankara: T.C. Milli Eğitim Bakanlığı. (<http://meslek.eba.gov.tr/moduller/Topraksiz%20Tarim.pdf>, Dü.) (Erişim: 05.05.2023)
- Mengual, E. S. (2015). Sustainability Assessment Of Urban Rooftop Farming Using An Interdisciplinary Approach. Doctoral Thesis. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals .
- Mırghaemi, S. A. (2019). Akıllı Kentler Üzerine Bir İnceleme: Türkiye Örneği. *Beykent Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12(2), 37-46.
- NU Paris. (2023). NU Paris Web Sitesi: <https://www.nu-paris.com/nature-urbaine/> , (Erişim: 23.03.2023)
- Oxfam. (2016). Oxfam Briefing Paper Feeding Climate Change . Oxfam Yayını.
- Öncü, S. (2022). Sürdürülebilir ve Kârlı Bir Model: Kent Seraları. <https://emsal.com/surdurulebilir-ve-karli-bir-model-kent-seralari/> , (Erişim: 23.03.2023)
- Özkaya, R., & Çetinkaya, H. (2022). Topraksız Tarım ve Meyvecilikte Kullanım Olanakları. A. Satar, İ. Gül, & Y. K. Haspolat içinde, *Farklı Yaklaşımlarla Tarıma Yeniden Bakış* (s. 561-573). Ankara: Orient Yayınları.
- Poore, J., & Nemecek, T. (2018). Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science*, 360(6392), 987-992.
- Rees, W. E. (2012). [https://www.af-info.or.jp/better\\_future/html/vol\\_V/2012/Prof\\_Rees\\_Dr\\_Wackernagel/2012a\\_Rees\\_Wackernagel.html](https://www.af-info.or.jp/better_future/html/vol_V/2012/Prof_Rees_Dr_Wackernagel/2012a_Rees_Wackernagel.html) , (Erişim: 22.03.2023)
- Rootistanbul. (2022). <https://therootistanbul.com/> , (Erişim: 13.11.2022)
- Sekin, S. (1996). Dünya Tatlı Su Rezervlerinin Coğrafi Dağılımı. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 247-256.
- Sondakika. (2021). <https://www.sondakika.com/haber/haber-hobi-bahcelerine-yapilan-evler-yikilacak-14034804/> , (Erişim: 30.01.2023)
- Sönmez, S. (2018, 05 03). <https://www.dunyahalleri.com/yesil-ve-grinin-bulustugu-sehir-paris/> , (Erişim: 07.05.2023)
- Şevik, M. A. (2011). Topraksız Tarımda (Hidroponik Kültür) Bitki Patojeni Virüsler. *Anadolu Tarım Bilim Dergisi*, 26 (2), 176-180.
- Tarım Reformu Genel Müdürlüğü. (2022, 03 13). <https://www.tarimorman.gov.tr/TRGM/Haber/484/Dikilide-Topraksiz-Tam-Otomasyonlu-Yesil-Uretimi-Benimsyen-Sera-Isletmelerinin-Ve-Sanayi-Tesislerinin-Yer-Alacagi-Avrupa-Ve-Turkiyenin-En-Buyuk-Tarim-Sanayi-Kumelenmesi>, (Erişim: 01.30.2023)
- Tarım TV. (2018). Milli Patateste Topraksız Tarım Bereketi. *Tarım TV Web Sitesi*: <https://www.tarimtv.gov.tr/tr/video-detay/milli-patateste-topraksiz-tarim-bereketi10443#:~:text=%22Aeroponi%22%20ad%C4%B1%20verilen%20sistemle%20patatesin,ula%C5%9Fan%20mini%20yumrular%2C%20hasat%20ediliyor>, (Erişim: 05.05.2023)
- Tarla Sera. (2015). İspanya'dan ABD'ye dünyanın seralar. *Tarla Sera Web Sitesi*.

- <https://www.tarlasera.com/haber-10682-ispanyadan-abdye-dunyanin-seralari>, (Erişim:07.05.2023)
- Tekeli, İ. (2018). İzmir İli/Kenti İçin Bir Tarımsal Gelişme ve Yerleşme Stratejisi. İzmir: İzmir Akdeniz Akademisi.
- Tekin, Ç. S., & Kara, F. (2018). Dünyada ve Türkiye'de Yaşlılık. Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Dergisi, 3(1), 219-229.
- Tuğaç, Ç. (2018). Türkiye için İklim Değişikliğine Dayalı Kentsel Planlama Modeli Önerisi: Eko- Kompakt Kentler. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 32(4), 1047-1068.
- Turhan, Ş. (2005). Tarımda Sürdürülebilirlik ve Organik Tarım. Tarım Ekonomisi Dergisi, 11(1), 13-24.
- Türktemel, E. (2018). Örtüaltı Üretiminde Dünyada Dördüncü Sıradayız. (C. Y. Sever, Düzenleyen) <http://www.turktarim.gov.tr/Haber/11/ortualti-uretiminde-dunyada-dorduncu-siradayiz>, (Erişim: 23.03.2023)
- Uncu, B. A. (2019). İklim için Kentler Yerel Yönetimlerde İklim Eylem Planı. İstanbul: 350 Türkiye.
- UNFPA. (2022). <https://turkiye.unfpa.org/tr/dunya-nufus-gunu-2022-bb#:~:text=Birle%C5%9Fmi%C5%9F%20Milletler%20%C3%BCfus%20Fonu%2C%20UNFPA,milyar%20n%C3%BCfusa%20ula%C5%9Faca%C4%9F%C4%B1%20tahmin%20ediliyor>, (Erişim: 03.18.2023)
- Urban Reforestation. (2021). <https://www.urbanreforestation.com/blog/baix-lobregat-agricultural-park-barcelona-spain> (Erişim: 12.02.2022)
- Uslu, N. Ö. (2022). Sürdürülebilir Kalkınma Ekseninde "Sasalı Biolab Projesi". Mimarlık Fakültesi Dergisi, 4(1), 22-34.
- Uysal, Y. (2022). İklim Değişikliği ve Küresel Isınma ile Mücadelede Yerel Yönetimlerin Rolü: Tespitler ve Öneriler. Kesit Akademi, 8(30), 324-354.
- Üzer, S. (2023). Trakya Koşullarında Sürdürülebilir Tarımın Toprak Verimliliği ve Ekosistemin Korunmasına Etkisi. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/ttae/Sayfalar/De-tay.aspx?Sayfald=86>, (Erişim: 03.21.2023)
- Van Geenhuysan, M., & Nijkamp, P. (1994). Sürdürülebilir Kenti Nasıl Planlamalı? Toplum ve Bilim Dergisi, 129-140.
- Warren, R., Price, J., VanDer Wal, J. (2018). "The implications of the United Nations Paris Agreement on climate change for globally significant biodiversity areas" Climatic Change Vol: 147 (395-409), <https://doi.org/10.1007/s10584-018-2158-6>.
- World Bank. (2023). Türkiye. The World Bank Web Sitesi: <https://data.worldbank.org/country/TR?locale=tr>, (Erişim: 18.03.2023)
- Yarış, G., & Çelik, Y. (2019). Silifke'de Topraksız Tarım. F. I. Yılmaz içinde, ERASMUS Fen, Mühendislik ve Mimarlık Bilimlerinde Uluslararası Akademik Çalışmalar Sempozyumu (s. 5-13). İzmir: Asos Yayınevi.