

# Rooftop Agriculture Practices in Urban Areas

## Kentsel Alanlarda Çatı Tarımı Uygulamaları

Seda KALKAN <sup>1</sup>

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Tokat, Türkiye



Ayça AKKAN ÇAVDAR <sup>2</sup>

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Rize, Türkiye



Refia GÜNGÖR GÜNAY <sup>3</sup>

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Trabzon, Türkiye



Ebru ŞANLI <sup>4</sup>

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Trabzon, Türkiye



Nihan ENGİN <sup>5</sup>

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Trabzon, Türkiye



Received / Geliş Tarihi 12.03.2024  
Revision Requested /  
Revizyon Talebi 17.04.2024  
Last Revision / Son Revizyon 15.05.2024  
Accepted / Kabul Tarihi 15.05.2024  
Publication Date / Yayın Tarihi 15.09.2024

Corresponding Author / Sorumlu Yazar:  
Seda KALKAN

E-mail: seda.kalkan@gop.edu.tr

Cite this article: Kalkan, S., Akkan Çavdar, A., Güngör Günay, R., Şanlı, E. & Engin, N. (2024). Rooftop Agriculture Practices in Urban Areas. *PLANARCH - Design and Planning Research*, 8(2), 308-321. DOI: 10.54864/planarch.1451644

### ABSTRACT

The migration movement from rural to urban areas, which began with the Industrial Revolution and is expected to continue rapidly in the future, is causing various negative social and economic impacts. The rapid population growth in cities has increased the demand for housing, leading to a reduction in green spaces within urban areas and a decrease in agricultural activities in rural regions. These factors have highlighted the need for spaces in cities that can contribute to green infrastructure and can be used for agricultural activities. Plants have been used on the building roofs for various reasons since ancient times. Moreover, concepts such as urban agriculture, rooftop farming, and soilless agriculture, which involve conducting agricultural activities on building rooftops to meet a portion of the local food needs of users, have recently gained importance. Rooftop farming not only increases greenery in urban areas but also provides an economical way to access reliable food by meeting local food needs. This study, which examines the use of rooftop farming in urban areas through example projects, has found that rooftop farming can contribute to the urban economy, increase local food consumption, have a positive effect on people's psychology, lead to a happier society, and enhance socialization opportunities. It is recommended that the public and designers be encouraged through rooftop farming projects and studies, that manufacturing companies conduct informational meetings, and that rooftop farming practices be considered within urban transformation and sustainable urban development plans and integrated into planning.

**Keywords:** Urban agriculture, rooftop farming, soilless agriculture, garden roof, green cities.

### ÖZ

Endüstri Devrimi ile birlikte başlayan ve gelecekte de hızlı bir şekilde devam edeceği düşünülen kırsaldan kente göç hareketi kentsel, sosyal ve ekonomik açıdan birtakım olumsuzluklar doğurmaktadır. Kentlerdeki hızlı nüfus artışının beraberinde getirdiği konut ihtiyacı, kentsel yaşam alanlarındaki yeşil dokunun azalmasına; kırsal alanlarda da tarımsal faaliyetlerin azalmasına sebep olmuştur. Bu gibi nedenler kentlerde hem yeşil doku oluşturacak hem de tarımsal faaliyetlerde kullanılacak alanlara ihtiyacı gündeme getirmiştir. Bitkiler çok eski yıllardan beri çeşitli sebeplerle yapıların çatılarında kullanılmıştır. Bununla birlikte kentsel tarım, çatı tarımı, topraksız tarım gibi kavramlarla ortaya çıkan ve kullanıcısının yerel gıda ihtiyacının bir bölümünü karşılayan, tarımsal faaliyetlerin binaların çatılarında yapıldığı uygulamalar son dönemlerde önem taşımaktadır. Çatı tarımı ile hem kent alanlarında yeşil doku artırılmış olup hem de yerel gıda ihtiyacı karşılanarak güvenilir gıdaya ekonomik bir şekilde ulaşım sağlanmış olacaktır. Daha gelişmiş bir yeşil çatı türü olan çatı tarımının kentsel alanlarda kullanımını örnek projeler üzerinden inceleyen bu çalışmada; çatı tarımının kent ekonomisine katkı sağlayacağı, yerel gıda tüketimini arttıracacağı, insanların psikolojisi üzerinde olumlu etki yaratarak daha mutlu bir toplum yaratacağı ve sosyalleşme imkanlarını arttıracacağı görülmüştür. Yapılacak olan çatı tarımı projeleri ve çalışmaları ile halkın ve tasarımcıların teşvik edilmesi, üretici firmaların bilgilendirme toplantıları yapması ve çatı tarımı uygulamalarının kentsel dönüşüm ve sürdürülebilir kent çalışmaları kapsamında ele alınarak planlamalara entegre edilmesi önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Kentsel tarım, çatı tarımı, topraksız tarım, bahçe çatı, yeşil kentler.



## Yerel Gıda Üretiminin Artırılmasında Binaların Rolü

### Giriş

Günümüzde küresel nüfusun büyük çoğunluğunun kentsel alanlarda yaşaması ve 2050 yılına kadar kentsel nüfusun %68 artmasının ve toplam nüfusun %85'inin şehirlerde yaşamasının ön görülmesi hem enerjiye olan talebin ve bağımlılığın artmasına hem de su, gıda veya toprak kaynaklarına da olan bağımlılığın artmasına direkt etki edeceği öngörülmektedir (Muñoz-Liesa vd., 2020). Bu doğrultuda, kentsel alanlar, yeşil büyüme ve sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleşmesinde merkezi bir rol oynamaktadır (Appolloni vd., 2021). Kentsel tarım da kentsel alanların sürdürülebilirliğine ve kentsel dokunun olumlu yönde değişimine katkı sağlayabilme potansiyeli açısından önem taşımaktadır. Kentsel tarım, kentsel büyüme ve gelişmenin getirdiği bazı negatif etkilere karşı bir çözüm yolu olarak algılanmaktadır (Grard vd., 2020).

Kentsel yerleşim alanlarında gerçekleştirilen bir tarımsal üretim faaliyet olarak ifade edilen kentsel tarım, tarım arazilerinin yetersiz olduğu mevcut durumlarda iyi bir çözüm olarak karşımıza çıkmaktadır (Wang & Zhang, 2023). Kentsel tarım, kentsel sürdürülebilirlik konusunda, gıda güvenliği, gıda eşitliği, verimli gıda tedarik zincirleri, yağmur suyu yönetimi, kentsel ısı adası etkilerinin azaltılması ve kompostlaştırılabilir atıklar kullanılarak atık yönetimi gibi çeşitli hedefleri olan, büyüyen bir harekettir (Harada & Whitlow, 2020). Ayrıca kentsel tarım alanları, kentlerde yaşayan bireylerin gıda alışverişlerini etkileyen ve mevcut gıda sistemlerindeki zayıflıkları ortaya çıkaran COVID-19 pandemisi gibi beklenmedik durumlara karşı kentlerin direncini temel olarak arttırabileceği ifade edilmektedir (Lal, 2020).

Kentsel tarım ifadesi tarımın farklı modellerini içinde barındırmakla beraber, "temel olarak çatı tarımı, topluluk tarımı, dikey çiftlikler vb'yi içermektedir" (Wang & Zhang, 2023). Bu modeller arasında çatı tarımı, bu çalışmanın temel konusunu oluşturmaktadır. Tarımı geliştirmek için çatılardaki atıl alanların kullanımını (Wang & Zhang, 2023) ifade eden çatı tarımı, hem korumalı (çatı seraları) hem de korumasız (açık hava çatı bahçeleri veya çiftlikleri) teknolojileri içeren bina entegre tarım formudur (Appolloni vd., 2021; Astee & Kishnani, 2010; Caplow, 2009). Çatı tarımı, kentsel ısı adası etkisini azaltmak (Wang & Zhang, 2023), düşük karbon ekonomisine katkıda bulunmak ve uzak çiftliklerden taşınmaya gerek kalmadan taze sebze üreterek gıda egemenliğini desteklemek (Dai vd., 2023; Ferreira vd., 2018) gibi birçok avantaj sağlamaktadır. Ancak tüm bu avantajların yanında çatı tarımının yapılması ve yaygınlaşmasının önünde birtakım zorluklar vardır. Yapısal sınırlamalar, bakım gereksinimleri, kaynak sınırlamaları ve çevresel koşullar bu zorluklardandır ve başarılı bir çatı tarımı yapmak için bu zorlukların göz önünde bulundurulması ve çözülmesi gerekmektedir. Bu nedenle yeşil çatıların yaygınlaştırılması için çalışmalar yapılması kentler için önemli bir değer taşımaktadır (Kaushik vd., 2023; Külekçi, 2017).

Bu çalışmada mevcut örnekler üzerinden çatı tarımının hangi durumlarda uygulandığı, sağladığı avantajlar ve çatı tarımının çatının yapısal özellikleri ve çatı katmanları üzerine bir araştırmayı mevcut örnek analizleri üzerinden yapmayı amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda, çalışmanın ikinci bölümünde, yerel gıda üretiminin artırılmasında binaların rolü; üçüncü bölümünde, çatı bahçesi teknikleri ve malzemeler; dördüncü bölümünde yeşil çatılarda yetiştirilebilecek ürün imkanları, beşinci bölümde çatı tarımı uygulaması örnek analizi ve son bölümde sonuçlar yer almaktadır.

İnsanoğlunun yerleşik hayata geçmesiyle birlikte başlayan tarımsal faaliyetler günümüze kadar geçen süre içerisinde farklı uygulamalarla devam etmiştir. Endüstrileşmenin beraberinde getirdiği tarımsal makinalaşma kırsaldan kente göç olayını artırarak kırsalda tarımla uğraşan nüfus popülasyonunun azalmasına neden olmuştur. Kentlerdeki nüfus popülasyonunun zamanla artması ile ilgili yapılan araştırmalar, 2030 yılında dünya nüfusunun %60'ının kentlerde yaşayacağını öngörmektedir (Habitat, 2004). Bu gibi nedenler nüfus popülasyonunun giderek arttığı kentsel alanlarda temel besin ihtiyacını karşılayacak tarımsal alanların oluşturulması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır.

Kentsel tarım uygulamaları; evlerin bahçeleri, okul - hastane - fabrika gibi kurumsal yapıların bahçeleri ve binaların çatılarında oluşturulan bahçeler gibi kırsal alanlardaki tarımsal faaliyetlere oranla daha küçük ölçekte gerçekleşmektedir (Van Veenhuizen & Danso, 2007). Tarımda ilaçlamadan kaynaklı gıda güvenliği, tedarik aşamasındaki enerji kaybı ve tarımsal alanların imara açılması gibi problemler kentsel tarım uygulamalarının önem kazanmasına neden olmuştur. Bitkilendirilmiş ve tarımsal faaliyetlerde kullanılan bina çatılarının kent ekolojisine dahil edilmesinin, enerji güdümlü küresel gıda ekonomisine olan bağlılığı da bir miktar azaltacağı düşünülmektedir (Hui, 2011).

Kentsel tarım uygulamalarının en eski bilinen örneği Babil'in Asma Bahçeleri olup, günümüzde Amerika, Fransa, İspanya ve Türkiye gibi çeşitli ülkelerde kentsel tarım uygulamaları yapılmaktadır (Kurban & Zengin, 2023). Binaların çatılarında yerel gıda üretiminin yapılması;

- Kentsel ısı adası etkisinin azalmasına (Özer & Yetkin, 2023),
- İklim değişikliği ve rüzgâra bağlı ısı kayıplarını %50 oranında azaltırken, ısı kazançlarını arttırarak enerji tasarrufu yapılmasına (Gültekin & Koç, 2010),
- Aşırı hava olaylarının üretimde sekteye sebep olmasının azalmasına,
- Yağmur suyunu tutarak yağışların toprak tarafından emilmesine ve bitkiler tarafından kullanılmasına (Yücel, 2009),
- Kendin üret kendin tüket mantığından kaynaklı nakliyeyle alakalı maliyetten kaynaklı enerji kaybının olmamasına imkân sağlayacaktır.

Bununla birlikte binaların çatılarındaki tarımsal faaliyetler için tasarlanacak olan yapıların ilk yatırım maliyetinin yüksekliği göz ardı edilmemelidir. Tasarım ve uygulama aşamasında nitelikli elemana ihtiyaç duyulmaktadır. Çatının tarımsal faaliyetlere uygun olarak tasarlanması gerektiği için sonradan çatı tarımı yapılmak üzere kullanılacak binalarda özel önlemlerin alınması gerekmektedir. Çatı tarımına uygun olarak tasarlanan yapı kullanıcılarının ihtiyaçları doğrultusunda yeterli gıdaya uygun maliyetlerle ve bozulmamış olarak kolayca ulaşmaları sağlanmış olacaktır.

Yeşil çatılar, kentsel tarımın faydalarını korurken kent çiftçilerinin sorunlarını da azaltmaktadır. İdeal durumda, bina sahipleri ve belediye iş birliğiyle daha büyük ve sağlıklı ürünler elde etmek mümkündür. Çözüm olarak, kentsel tarımı destekleyen politikalar oluşturularak ve yeşil çatılar için teşvikler sunarak planlamalar yapılabilir (Misday, 2023; Whittinghill & Rowe, 2012).

### Yeşil Çatı Türleri, Bahçe Çatılar, Katmanlar ve Türleri

Prensip olarak yeşil çatılar 4 ana katmandan meydana gelmektedir. Üstten başlayarak; bitki katmanı, drenaj katmanı,

köklere karşı koruma katmanı ve iklim koşullarına dayanıklı katman olarak sıralanmaktadır (Block & Bokalders, 2010).

Bitki çatılar, üzerindeki bitki örtüsünün türü, formu ve kompozisyonu dikkate alınarak üç farklı şekilde sınıflandırılmıştır (Seçkin & Seçkin, 2016; Zimmermann, 2015):

- Ekstensif çatılar (yüzeysel bitkilendirilmiş çatılar), bitki yetiştirme toprağı 15 cm'den daha az olan, sulama ve gübreleme gerektirmeyen, genellikle 60-240 kg/m<sup>2</sup> ağırlığa sahip olan bitki çatı türüdür.
- İntensif çatılar ise (yoğun bitkilendirilmiş çatılar), toprak derinliği 25 cm'den daha fazla olan ve ağırlığı da 350-1500 kg/m<sup>2</sup> arasında olan çatı türüdür. İntensif çatılar en az 10 cm kalınlığında drenaj katmanı içermekte ve sulama ile gübreleme gerektirmektedir.
- Yarı intensif çatılar (yarı-yoğun bitkilendirilmiş çatılar), ekstentif ve intensif çatıların arasında bulunmaktadır. 15 ve 25 cm kalınlık arasında toprak tabakası ile yaklaşık 180-350 kg/m<sup>2</sup> ağırlığa sahiptir. Drenaj katmanı genellikle 5 cm kalınlığındadır ve yetiştirilecek bitki türüne göre sulama veya gübreleme gerektirebilir (Tablo 1).

Yeşil çatılar, kentsel tarımın faydalarını korurken kent çiftçilerinin sorunlarını da azaltmaktadır. İdeal durumda, bina sahipleri ve belediye iş birliğiyle daha büyük ve sağlıklı ürünler elde etmek mümkündür (Whittinghill & Rowe, 2012).

Son beş yılda, Toronto, New York, Vancouver, Chicago, Portland, Seattle ve diğer Kuzey Amerika şehirlerinde kentsel çatı çiftliklerinin hızla yayılması, yerel organik gıda ve sürdürülebilir kentsel yaşam talebinin arttığını ve yeşil çatıların giderek daha fazla kabul gördüğünü göstermektedir. Trent Üniversitesi Deneysel Çatı Alanı (Trent University Experimental Rooftop) önemli bir çatı çiftliği örneğidir ve 10 yıldan fazla bir süredir

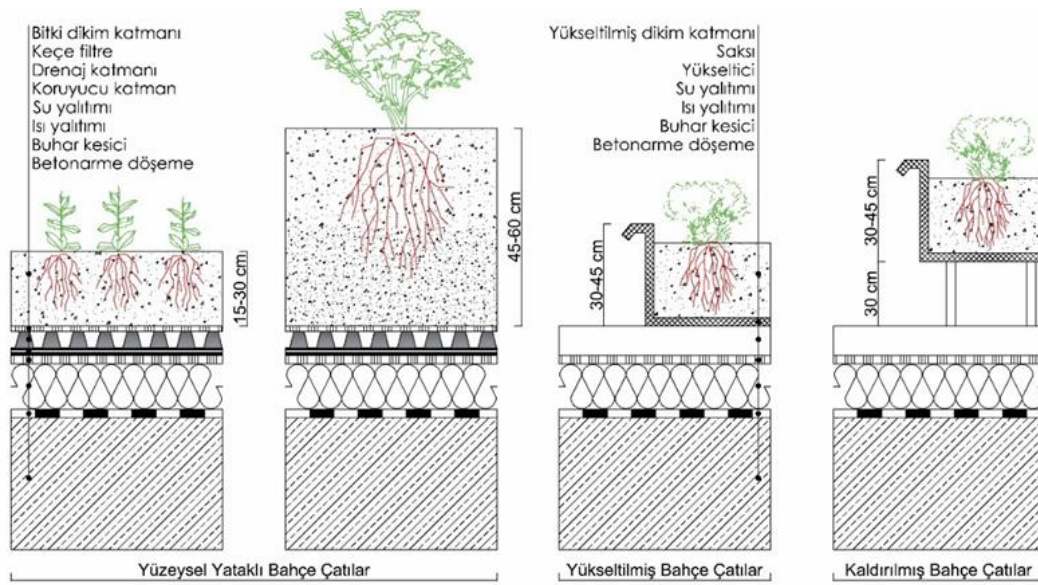
araştırma ve organik sebze bahçesi olarak görev yapmaktadır. Bugün, hala öğrenci grupları tarafından işletilmekte ve yerel kampüs restoranına gıda sağlamaktadır. Benzer şekilde, son zamanlarda birçok eğitim kurumu ve gençlik merkezi tarafından kurulan çatı çiftlikleri, öğrencilere bahçecilik ve sağlıklı gıda konusunda eğitim deneyimi sunmayı ve yoğun mahallelerde bu deneyimi yaşatmayı amaçlamaktadır. Ayrıca birçok restoran, yerel ürünleri ve taze otları menülerine eklemenin cazibesinin yanı sıra bu malzemelere kolay erişimin sağladığı avantajı göz önünde bulundurarak, şehir merkezlerinde çatılarına kendi mutfak bahçelerini kurmaktadır (Proksch, 2011).

Yoğun yeşil çatı sistemleri (intensif) genellikle sebze yetiştirmek için daha uygun olsa da, ekstentif sistemlerin daha hafif olmaları nedeni ile sürdürülebilir üretkenlik için daha büyük potansiyele sahip olduğu da unutulmamalıdır. Bu nedenle özellikle salata yeşillikleri gibi sığ köklü sebzelerin ekstentif sistemlerde minimum girdiyle yüksek verim sağlayabileceği de düşünülmektedir (Walters & Stoelzle Midden, 2018). Özellikle yeşil çatı kullanımının yaygınlaşmasını sağlayabilmek için ekstentif yeşil çatı sistemi ile uyumlu olan sebzelerin geliştirilmesi ve araştırılması önem taşımaktadır (Whittinghill vd., 2013). Bunun yanı sıra ekstentif çatılar mineral yönünden daha zayıf olabilir; bu nedenle mineral yetiştirme ortamları ile kurulmalıdır (Krajčovičová & Šprochová, 2007).

Tarım yapılabilen çatı bahçelerinin veya çatı çiftliklerinin konstrüksiyonu farklılaşmaktadır. Çatı çiftliği türlerinin hepsi yeşil çatı sınıflandırmasına girmez ve çatı döşemesi katmanlarının doğrudan bir parçası olmayabilir. Bu da her çatı çiftliği tipinin bina performansını aynı derecede iyileştirmede gösterir. Yükseltilmiş yataklara sahip bu çatı çiftlikleri geleneksel yapıya sahip yeşil çatılara göre daha az çevresel fayda sağlamaktadır (Proksch, 2011). Şekil 1'de yeşil bahçe çatı/çatı çiftliği malzeme ve katmanlaşma özellikleri verilmiştir.

Tablo 1. Bitki çatı türleri ve katmanları (yeniden oluşturulmuştur) (Seçkin & Seçkin, 2016)

Yeşil çatı katmanları	Ekstensif yeşil çatı	Yarı-intensif yeşil çatı	İntensif yeşil çatı
1- Bitki örtüsü 2- Bitki dikim katmanı 3- Keçe filtre 4- Drenaj tabakası 5- Koruyucu katman 6- Su yalıtım membranı 7- Isı yalıtımı 8- Buhar kesici membran 9- Betonarme çatı döşemesi			



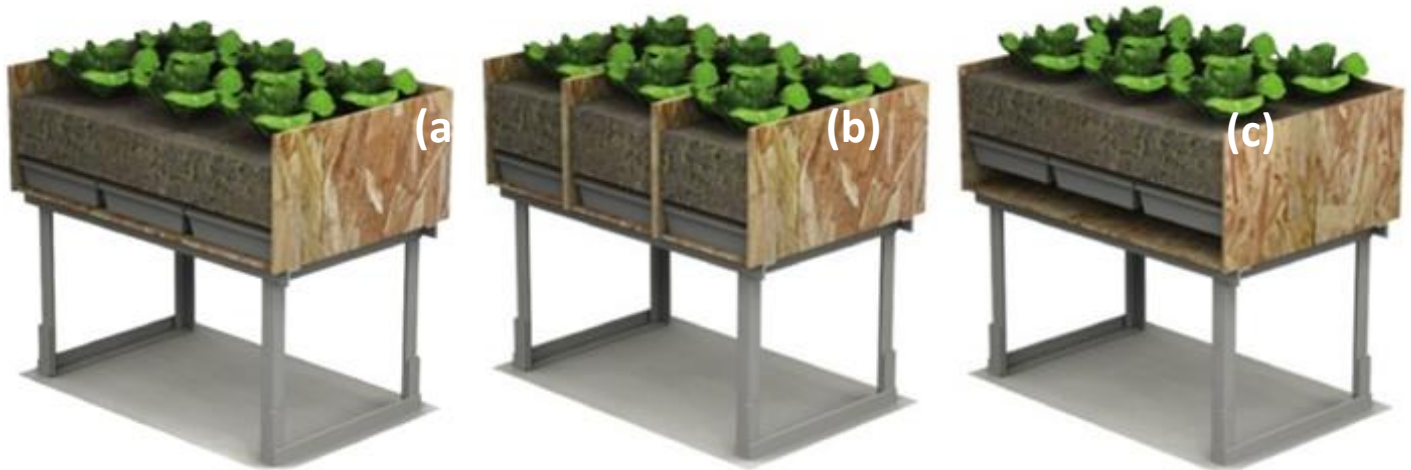
Şekil 1. Yatağına göre sınıflandırılmış bahçe çatı türleri (yeniden oluşturulmuştur) (Proksch, 2011)

Yüzey yatakları, bahçe çatının döşeme katmanı üzerinde çatının doğrudan bir parçası olduğu durumları ifade etmektedir. Yükseltilmiş ve kaldırılmış yataklar ise dolaylı olarak çatının bir parçasıdır ve yoğunluklu bir yüke sahiptir. Bu tür çatı bahçelerinde/çiftliklerinde salata yeşillikleri ve bazı otlar yetiştirilebilmektedir. Yetiştirme toprağı kalınlığı 35-40 cm aralığındadır. Yükseltilmiş ve kaldırılmış yataklı çatı bahçelerinde genellikle yetiştirme toprağı saksı, kova, kap, şişe veya yükseltilmiş yataklarda yapılmaktadır. Bu tür sistemlerde olabildiğinde temin edilebilen ve geri dönüştürülmüş malzemeler kullanmak önemlidir (Dash & Deole, 2020; Proksch, 2011). Kaldırılmış bahçe çatılarda yatak malzemesi olarak plastik, çelik veya ahşap kullanılabilir ve yükseklikleri ürün seçimini etkilemektedir. Bu sistemde fazla su çatı döşemesi üzerine

akabildiğinden, çatı su yalıtımlı olmalı ve suyu drene edebilmelidir (Sabeh, 2016).

Şekil 2'de kaldırılmış platformlar üzerinde kurulanmış üç farklı ekstansif bahçe çatı örnekleri görülmektedir. Bu elemanlar tasarımlarına göre tek parça ve çok katmanlı, hazneli ve yükseltilmiş çok katmanlı olarak sınıflandırılmaktadır.

15-30 cm aralığında toprak katmanına (145-300 kg/m<sup>2</sup>) sahip yüzeyel bahçe çatılarda ise genellikle yapraklı yeşillikler, otlar ve domates gibi sebzeler yetiştirilebilmektedir. Genel olarak sebze ve ekin türleri yetiştirilmek isteniyor ise, 45-60 cm aralığında toprağı (350-730 kg/m<sup>2</sup>) sahip yüzeyel çatı bahçesi kurulumu gerekmektedir (Proksch, 2011) (Şekil 3).



Şekil 2. Tek parça ve çok katmanlı (a), hazneli (b) ve yükseltilmiş çok katmanlı (c) kaldırılmış bahçe çatı örnekleri (Varela vd., 2021)



Şekil 3. Yüzeysel (a, b), yükseltilmiş (c) ve kaldırılmış yataklı (d) bahçe çatı örnekleri (Hsieh vd., 2018; Jafari vd., 2015; Novak, 2016; Spruce, 2024 (Fotograf: Phoebe Cheong)

Bahçe çatılarda yapılacak olan kentsel tarım söz konusu olduğunda toprak yapısının önemli olduğu söylenebilir. Özellikle teknolojinin gelişmesi ile birlikte ürün yetiştirme tabakası için farklı öneriler de getirilmektedir. Bu öneriler ile daha etkili, hızlı veya kaliteli ürün üretme şansı da artmaktadır.

Sürdürülebilirliğin ve sürdürülebilir çözüm önerilerinin hâkim olduğu günümüzde özellikle atıkların geri dönüşümü büyük önem taşımaktadır. Organik ve inorganik atıklardan yapılmış hem üretme hem de çevresel işlevleri doğal toprağa benzeyen yapay bir ürün olan Teknosol de bunlardan biridir. Teknosol ile toprak verimliliğini arttırmak ve bozulmuş toprakları iyileştirmek amaçlanmaktadır (Gonçalves vd., 2022). Sadece kentsel atıklarla oluşturulan Teknosol tabakaların üretim potansiyeli üzerinde etkisini inceleyen çalışmada; yeşil atık kompostu, ezilmiş ahşap ve kullanılmış mantar olmak üzere üç tip Teknosol üretilmiştir. Beş yıl boyunca yürütülen çalışma sonucunda Teknosol kullanılarak tasarlanan bir çatı bahçesi için verimli ve ekonomik bir çözüm olduğu; toksik eser metal birikiminin ise mevcut normların altında olarak olumlu bulunduğu vurgulanmıştır (Gard vd., 2020).

Bahçe çatılar, tarım yapılan çatılar veya diğer bir deyişle çiftlik çatılar, üzerinde tarım faaliyetleri sürdürülebilen, insanlara taze yiyecek teminatı sağlayan ve yerel gıda üretimi için sürdürülebilir bir üretim süreci imkânı sunan çatı alanları olarak karşımıza çıkmaktadır. Bahçe çatılar, yeşil çatı konsepti ile veya çatı tasarımından bağımsız olarak yerleştirilebilmektedir. Bu doğrultuda bahçe çatıların bina ile entegre olması; iç konfor koşullarının iyileştirilmesi ve enerji verimliliği sağlanması açısından önemli görülmüştür. Çatı üzerinde konumlanan bitkiler, ısı adalarını azaltıp karbon emilimi sağlasa dahi yeşil çatılar kadar verimli olamamaktadır fakat özellikle kentsel alanlardaki yerel gıda üretimini arttırmak amaç

olduğunda her tür bahçe çatı tasarımının fayda sağlayacağı önemle vurgulanabilir.

Bahçe çatı tiplerinin seçiminde rol alacak faktörler arasında tarım yapılacak olan çatının ait olduğu yapının yeni bir yapı olması (yeşil çatı tasarımı için uygun) veya mevcut bir yapı olması yer almaktadır. Mevcut bir yapıya entegre edilecek bahçe çatı için çatı döşemesinin taşıma kapasitesi önem taşımaktadır. Yetiştirilecek bitki türleri döşemenin taşıyabileceği toprak miktarına bağlıdır. Bununla birlikte yeni bir yapı için tasarım aşamasında verilecek kararlar doğrultusunda çatı döşeme sistemi ve taşıma kapasitesi değiştirilebilmekte ve bahçe çatı binaya doğrudan entegre edilebilmektedir.

### Yeşil Çatılarda Yetiştirilebilecek Ürün İmkanları

Çatı tarımı sisteminin hem çevresel hem de ekonomik performansını optimize etmek için, yetiştirme sisteminin tasarımı ve bir mahsul planlaması yapılması oldukça önemlidir. Meyve ve yapraklı sebzeler genel olarak farklı gereksinimlere sahiptir. Bu nedenle farklı yetiştirme sistemlerine sahip olmalıdır. Kış aylarında topraklı sistem kullanımı önerilirken; yaz aylarında ise yüzen sistem kullanımı tavsiye edilmektedir. Bu çözümün enerji verimliliği sağladığı belirtilmektedir (Sanyé-Mengual vd., 2015). Topraksız tarım ülkemizde 1995 yıllarından itibaren görülsede fazla tercih edilmektedir. Bu oran toplam seralar ile kıyaslandığında %3'ün altında görülmektedir. İlk topraksız tarım ürünleri arasında ise domates bulunmaktadır fakat genel olarak kavun, karpuz, biber, çilek ve hatta patates bile yetiştirilebilmektedir. Buğday, soya veya mısır gibi ürünlerin üretimi ise topraksız tarım yöntemi ile yapılamamaktadır (Kurban & Zengin, 2023).

Çatı tarımı aynı zamanda güneş enerjisine zeminde kalan tarım arazilerine kıyasla daha fazla maruz kalmakta ve böylece daha verimli olabilmektedir (Sabeh, 2016).

Akdeniz iklimi için yapılan bir çalışmada, özellikle sıcaklık ve radyasyon gibi çevresel parametrelerin kış mevsimi mahsul üretimini etkilediği vurgulanmıştır. Domates, fasulye, marul ve biber gibi mahsullerin kış mevsimi için iyi seçenekler olacağı belirtilmiştir. İlkbahar mevsiminde ise suyu verimli kullanacak olan domates önerilmiştir (Rufi-Salis vd., 2020). Kök sebze ve domates gibi mahsuller için ise en az 30 cm toprak derinliği gerekmektedir (Sabeh, 2016).

Walters & Stoelzle (2018), sığ köke sahip salata yeşilliklerinin ekstensif sistemlerde verimli bir şekilde yetiştirilebileceğini; marul, lahana ve turp gibi mahsullerin ise yeterli besin ve nem sağlandığı sürece üretilebileceğini belirtmiştir. Domates gibi daha köklü mahsuller ise nem seviyesinin kontrol altında tutulmasını gerektirmektedir. Whittinghill vd. (2016), domates gibi derin köklü sebzelerin intensif çatı sistemlerinde daha verimli yetiştirilebileceğini ve çatıda üretilen domateslerin

geleneksel zemin tarımı ile yarışabileceğini belirtmiştir. Intensif (yoğun) çatılar kök gelişimi için önemli olan organik madde ve besinleri mahsuller için sağlayabilmektedir.

Intensif çatılara göre daha az yoğun olan ekstensif çatılarda minimum gübre ve sulama ihtiyacı karşılandığı sürece fasulye, salatalık, biber ve Frenk soğanı üretimi gerçekleştirilmektedir (Whittinghill vd., 2013).

Özellikle ekstensif çatı bahçelerinde yetiştirilecek mahsuller için bazı zorlukların mevcut olduğu görülmektedir. Tablo 2’de bu zorluklar ve olası önerilerden kısaca bahsedilmiştir (Walters & Stoelzle Midden, 2018).

Çatı bahçelerinde yetiştirilebilecek mahsullerin seçiminde çevresel etkenler önemlidir. Bu doğrultuda mevcut iklim şartları; çatının güneşlenme durumu, yağmur alma imkânı ve gölgelenmesi gibi özelliklerin önem taşıdığı görülmüştür. Bunun yanı sıra özellikle salata sebzeleri gibi ürünlerin yetiştirilmesinin imkan dahilinde olduğu fakat duruma göre besin veya sulama katkısının sağlanması gerektiği söylenebilir.

Tablo 2. Ekstensif yeşil çatılarda sebze yetiştirme zorlukları ve iyileştirme için olası öneriler bahsedilmiştir (Walters & Stoelzle Midden, 2018)

Zorluklar	İyileştirme Önerileri
Biyçeşitlilik/Habitat	- Yaban hayatı çeşitliliğini artırmak için mikro habitatlar oluşturmak - Çeşitli mikro iklimlerin oluşturulması yoluyla bitki çeşitliliğini artırmak
Yetiştirme Substratı	- Yüksek nem ve besin tutma kapasitesine sahip alternatif yetiştirme karışımları - Kompost gibi sınırlı miktarda ağır organik maddeler
Sulama Verimliliği	- Özel ürün gereksinimleri için kontrollü nem oranı - Yağışa bağlı olarak su planlaması ve ayarlaması - Su kullanım gereksinimlerini ürün ihtiyaçlarıyla eşleştirmek
Bakım Faaliyetleri	- Tamamlanacak iş faaliyetlerini belirlemek için mahsulleri birkaç günde bir izlemek - Verimliliği en üst düzeye çıkarmak için mahsul ürünlerini gerektiği gibi hasat etmek
Besin Yönetimi	- Yeterli besin maddesi sağlamak için stratejik gübre yönetim planı - Tutma ve yeniden sirkülasyon yoluyla besin kirleticilerinin azaltılması
Haşere Kontrolü	- Zararlıların yeşil çatıya ulaşmasını veya dışarıdan alınmasını azaltmak - Yabancı ot, böcek ve hastalık salgınlarını erken tespitle en aza indirmek - Su akışındaki kirleticileri önlemek için doğal malzemeleri kullanmak
Bitki Materyalleri	- Büyümeyi en aza indirmek için bodur veya kararlı sebze çeşitleri seçmek - Bitki kurulumunu geliştirmek için tüp veya transplantasyonlar kullanmak - Büyük bitkileri rüzgâr hasarına karşı korumaya almak
Tozlaşma Sistemleri	- Kentsel çevreyi gelişmiş ekosistemlerle uyumlu olacak şekilde konumlandırmak - Ekosistem sağlığı, kentsel çevreye yerleştirilen tozlayıcılara bağlıdır
Su Yönetimi	- Artan su tutma için orta düzeyde kısıtlamalar getirmek - Nem tutma işlevini iyileştirmek ve toprak sıcaklıklarını düşürmek için hafif organik malç malzeme kullanmak

### Analiz Edilen Örnekler

Tarım yapılabilen bahçe çatı özelliğine sahip:

- The Gary Comer Youth Center,
- Terraces Home,
- Institut Le Cordon Bleu ve
- Jacob K. Javits Center Expansion Rooftop Farm



yapıları çalışma kapsamında seçilmiş olup bu yapı grubunun genel ve teknik bilgileri Tablo 3-6’da verilmiştir.

Yapıların ve bünyelerinde bulunan bahçe çatıların; tasarımları, çatı strüktürleri, iklim özellikleri, sulama sistemleri, yetiştirme tabakaları ve yetiştirilen ürünler analiz edilmek üzere tablolara yerleştirilmiştir. Yapıların çatı katman detayları ise tablolar içerisinde bulunan çatı kesit detaylarında gösterilmiştir.

Tablo 3. Örnek 1: The Gary Comer Youth Center (H. S. L. Architects, 2022; J. R. Architects, 2022; Proksch, 2011; Url-1, 2022; Url-2, 2022; Url-3, 2022; Url-4, 2024)

Kimlik Bilgileri																
Mimari tasarım:	John Ronan Architects															
Yapım yeri:	Chicago															
Yapım yılı:	2006															
Yapı alanı:	8000 m <sup>2</sup>															
Çatı alanı:	758 m <sup>2</sup>															
Yapı işlevi:	Gençlik merkezi															
Çatı strüktürü:	Betonarme															
Çatı tarımı işlevi	Ticari, özel															
Genel Bilgiler		 														
<p>Bina Chicago'nun güney kısmında yer almaktadır. Bu bölgede yaşayanların taze meyve sebze ürünlerine erişimi kısıtlıdır. Chicago'daki Gary Comer Gençlik Merkezi gibi çatı çiftlikleri, çok katmanlı eğitim programları öğrencilere vermektedir. Öğrenciler bu bahçede, tohumdan hasat döngüsü, botanik ve bahçede bitkilerin büyüme süreçleri hakkında bilgi edinmektedirler. Bu eğitimler, çocukların ve gençlerin sağlıklı beslenme alışkanlıkları geliştirmelerine katkı sağlamaktadır ve toplumlarının halk sağlığı üzerinde olumlu etkiler oluşturmaktadır. Çatıda yetiştirilen sebzeler, eğitim programlarında kullanılmak üzere yerel kafeteryalara ve yemek kurslarına taze malzeme temininde kullanılmaktadır. Ayrıca, çatı tarımlarında işletilen bazı programlar, çocuklara ve gençlere sağlıklı diyetler hakkında eğitim verirken, aynı zamanda topluluklara erişilebilir taze ürünler sunmaktadır. Bu, sadece sağlıklı beslenme alışkanlıklarını teşvik etmekle kalmaz, aynı zamanda yerel ekonomiyi destekleyerek toplulukların güçlenmesine de katkı sağlamaktadır. Yılda 1000 kg meyve ve sebze üretilmektedir. Yıl boyunca bahçe öğrenme programlarına ve etkinliklerine katılan yaklaşık 600 öğrenci ve yaşları 8-80+ olan topluluk üyeleriyle çok çeşitli bir eğitim platformunu zenginleştirmektedir. Isı kazancını ve kaybını azaltarak geleneksel bir çatıya kıyasla yıllık ısıtma ve soğutma maliyetlerinde 250 \$ tasarruf sağlamaktadır.</p>																
Teknik Bilgiler		<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Tarım alanı</td> <td>538 m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>Tarım alanı oranı</td> <td>%71</td> </tr> <tr> <td>Yıllık yağış</td> <td>88,9 cm</td> </tr> <tr> <td>Çatı türü</td> <td>İntensif</td> </tr> <tr> <td>Substrat derinliği</td> <td>45-60 cm</td> </tr> <tr> <td>Substrat ağırlığı</td> <td>488,2 kg/ m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>Sulama sistemi</td> <td>Var</td> </tr> </tbody> </table>	Tarım alanı	538 m <sup>2</sup>	Tarım alanı oranı	%71	Yıllık yağış	88,9 cm	Çatı türü	İntensif	Substrat derinliği	45-60 cm	Substrat ağırlığı	488,2 kg/ m <sup>2</sup>	Sulama sistemi	Var
Tarım alanı	538 m <sup>2</sup>															
Tarım alanı oranı	%71															
Yıllık yağış	88,9 cm															
Çatı türü	İntensif															
Substrat derinliği	45-60 cm															
Substrat ağırlığı	488,2 kg/ m <sup>2</sup>															
Sulama sistemi	Var															
<p>Kışın çatıda 1-6 °C daha sıcak ve yazın 12°C daha soğuk olan ortalama sıcaklıklar ile çatı avlusunda bir mikro iklim sağlamaktadır. Çatı sistemi; statik betonun üstüne sırasıyla astar/yüzey düzenleyici katman, su yalıtım membranı, kök tutucu katman, ısı yalıtım katmanı, drenaj levhası ve filtre katmanı ve 45-60 cm arasında yetiştirme ortamı ile bitki katmanından oluşmaktadır. Yetiştirme ortamında Ayçiçek, havuç, marul, fasulye, acı biber, kekik, yüksük otu, lahana, tatlı patates, domates, kabak, papatya, dere otu, biberiye, banya, marul, patates, maydanoz, kirpi otu, brokoli, salatalık, frenk soğanı, bezelye, yağlı marul, zambak, nilüfer gibi şifalı bitkiler, çiçekler ve meyveler-sebzeler bulunmaktadır.</p>																
																
<b>Çatı Kesit Detay</b>																

Tablo 4. Örnek 2: Terraces Home (H. P. Architects, 2022; Url-5, 2022; Wang, 2016)



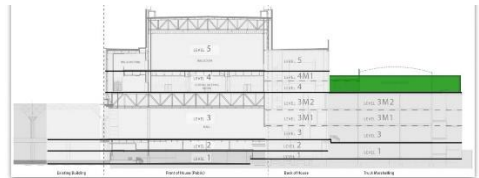
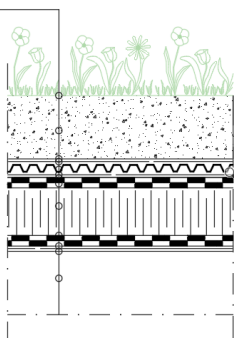
Kimlik Bilgileri		
Mimari tasarım:	H&P Mimarları	
Yapım yeri:	Vietnam	
Yapım yılı:	2015	
Yapı alanı:	110 m <sup>2</sup>	
Yapı işlevi:	Konut	
Çatı strüktürü:	Betonarme	
Çatı tarımı işlevi	Özel	
Genel Bilgiler		
<p>"Terrace Ev", Vietnam'ın pirinç tarlalarından ilham alarak tasarlanmıştır. Tarımsal ve mimari ilkeleri kentsel bağlamda entegre ederek inşa edilmiştir. Üç katlı yapıya sahip olan konut, ekili alanlara sahip dokuz beton terastan oluşmaktadır. Kentsel tarım ve yağmur suyunun geri dönüşümü sağlanarak sürdürülebilir bir çevre politikasına katkı sağlamaktadır. Her bir katta bulunan şerit pencereler ışığın içeri girmesine yardımcı olmaktadır. Yağmur suyu sistemi ile kurulmuş olan sulama sistemi çatının uzunluğu boyunca döşenmiş olup tüm yıl boyunca bitkilerin su ihtiyacını gidermektedir. Bitkiler; evin ısınmasına, toz ve gürültünün iç mekana girmesini, tropik muson hava koşullarının olumsuz etkilerini azaltma görevine sahiptir. Tarım geliştirme projeleri zincirinin bir parçası olarak tasarlanan "Terraces Home", sürdürülebilir kalkınma için temel olarak "mimarlık" ve "tarım" kombinasyonunu benimsemiştir. Buradaki fikir Vietnam'ın kırsal alanlarının iki ayırt edici unsuru olan "konaklama alanı" ile "yetiştirme alanı" birleştirmiştir. Bu ev şehir sakinlerine kendi evlerinde tarım yapmak aynı zamanda komşularıyla da paylaşma deneyimini sunarak kullanıcıya doğaya daha yakın olma imkânı sunmaktadır.</p>		
Teknik Bilgiler		
<p>Farklı kotlarda bulunan teraslarda yaklaşık 10 m<sup>2</sup>'lik bahçeler tasarlanmıştır. 60 cm toprak derinliği bırakılan bahçeler ters kiriş ile çözülmüştür. Statik betonun üstüne sırasıyla; köke dayanıklı su yalıtımı, koruma katmanı, terasın altında kalan mekan ısıtıldığı için ısı yalıtım katmanı, drenaj tabakası, filtre örtüsü ve toprak katmanı bulunarak yetiştirilmek istenen sebze için uygun ortam sağlanmıştır. Yetiştirme ortamında çeşitli süs bitkileri ve ağaçları bulunmaktadır. Farklı kotlarda bulunan teraslara evin içinden tek bir kapı ile çıkılırken teraslar arasında geçiş demir merdivenle sağlanmaktadır.</p>		
 <p>YETİŞTİRİLEN ÜRÜN TOPRAK KATMANI (60 CM) FİLTRE ÖRTÜSÜ DRENAJ TABAKASI ISI YALITIM KATMANI KORUMA KATMANI KÖKE DAYANIKLI SU YALITIMI STATİK BETON</p> <p>OYUN ALANI</p> <p>0.00</p>	İklim	Tropikal iklim
	Tarım alanı miktarı	~10 m <sup>2</sup> x 9
	Yıllık yağış	2234 mm
	Çatı türü	İntensif
	Substrat derinliği	60 cm
	Sulama sistemi	Var
Çatı Kesit Detay		



Tablo 5. Örnek 3: Institut Le Cordon Bleu (Composites, 2024; Url-6, 2024; Url-7, 2024; Zinco, 2024)

Kimlik Bilgileri														
Mimari tasarım:	Didier Primard Architecte DPLG, Cachan													
Yapım yeri:	Paris													
Yapım yılı:	2016													
Yapı alanı:	-													
Çatı alanı:	800 m <sup>2</sup>													
Yapı işlevi:	Okul													
Çatı strüktürü:	Betonarme (?)													
Çatı tarımı işlevi	Özel													
Genel Bilgiler														
<p>“Le Cordon Bleu” aşçılık okulu, yenilik ve yaratıcılığı geleneksel tarım ile birleştirerek yapılmış dört katlı binadır. Her yıl 100'den fazla ülkeden 1000'den fazla öğrenci tarafından ziyaret edilmektedir. Binanın çatı bahçesi yaklaşık 800 m<sup>2</sup>'dir. Eğitim programının bir parçasıdır ve öğrencilere kentsel bir ortamda meyve, sebze ve bitkilerin nasıl yetiştirildiğini göstermeyi amaçlamaktadır. Ayrıca çatıda dört arı kovanı, bir böcek oteli bulunmaktadır. Bina, ilk olarak kentsel çiftliğe nasıl duyarlı hale getirilebileceğinin ve ikinci olarak, çatılarda mahsul bitkilerinin kalıcı olarak yetiştirilmesini sağlayabilecek yeşil çatı teknolojisinin nasıl yapılacağına dair bilgiler vermektedir. Bitkilerin üzerinde bulunan koruyucu ağlar, hasatları güvercin gibi istenmeyen misafirlerden korumaktadır. 807 m<sup>2</sup>'lik eğitim bahçesine sahip olan bahçe; bitki türlerinin yetiştirilmesi ve hasat edilmesine yönelik tekniklerin eğitiminin verildiği yer olarak kullanılmaktadır.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Personelin dolaşımı için 307 m<sup>2</sup> alan bulunmaktadır.</li> <li>Mutfak atıkları için 4 kompostlama ünitesi bulunmaktadır.</li> <li>Sebze bahçesine özel ihtiyaçlar için yağmur suyu geri kazanım tankına bağlanan 1 adet dikme borusu 1 adet güneye bakan sera yer almaktadır.</li> </ul>														
Teknik Bilgiler		<table border="1"> <tr> <td>İklim</td> <td>Ilıman</td> </tr> <tr> <td>Tarım alanı</td> <td>807 m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>Yıllık yağış</td> <td>720 mm</td> </tr> <tr> <td>Çatı türü</td> <td>Yarı intensif</td> </tr> <tr> <td>Substrat derinliği</td> <td>230 mm</td> </tr> <tr> <td>Sulama sistemi</td> <td>Var (Yağmur suyu geri kazanım tankı)</td> </tr> </table>	İklim	Ilıman	Tarım alanı	807 m <sup>2</sup>	Yıllık yağış	720 mm	Çatı türü	Yarı intensif	Substrat derinliği	230 mm	Sulama sistemi	Var (Yağmur suyu geri kazanım tankı)
İklim	Ilıman													
Tarım alanı	807 m <sup>2</sup>													
Yıllık yağış	720 mm													
Çatı türü	Yarı intensif													
Substrat derinliği	230 mm													
Sulama sistemi	Var (Yağmur suyu geri kazanım tankı)													
<p>Çatı sistemi; statik betonun üstüne sırasıyla köke dayanıklı su yalıtımı, kök koruyucu katman, su depolayan drenaj levhası, su emici mat, su damlatma kanalı ve yaklaşık 23 cm substrat katmanından oluşmaktadır. Bu substrat yüzeyi, sebze ve meyvelere ayrılmış yüzey 135 m<sup>2</sup>; aromatik bitkilere ayrılmış yüzey 65 m<sup>2</sup>, çime ayrılmış yüzey 597 m<sup>2</sup> olarak düzenlenmiştir. Toplam 1534 adet bitki ve baharat bitkisi ile 1026 adet meyve ve sebze bitkisi dikilmiştir. Elmalar ve armutlar kafesli meyveler olarak bulunurken, Limon otu ve Eryngium gibi egzotik bitkiler ve yenilebilir çiçekler, geleneksel bitki türlerinin yanında yetişmektedir. Bahçelerde ve tarlalarda, güvercin gibi istenmeyen misafirlerin sebzeleri yemesini engellemek için turp, lahana, havuç, roka gibi turpgillerden koruyucu ağlar kullanılmaktadır.</p>														
														
<b>Çatı Kesit Detay</b>														

Tablo 6. Örnek 4: Jacob K. Javits Center Expansion Rooftop Farm (Misdary, 2023; Url-8, 2024; Url-9, 2024; Url-10, 2024; Url-11, 2024; Url-12, 2024)

Kimlik Bilgileri			
Mimari tasarım:	WXY architecture + urban design		
Yapım yeri:	Newyork-ABD		
Yapım yılı:	2021		
Yapı alanı:	19.403 m <sup>2</sup>		
Çatı alanı:	6750 m <sup>2</sup>		
Yapı işlevi:	Kongre merkezi		
Çatı strüktürü:	Çelik		
Çatı tarımı işlevi	Ticari		
Genel Bilgiler		 	
<p>Jacob K. Javits Kongre Merkezi, Manhattan'ın aşağı batı yakasında yer almaktadır. Amerika Birleşik Devletleri'nin en yoğun kongre merkezlerinden biridir. 2014'te yapılan önemli yenilemeler arasında, Kuzey Amerika'nın ikinci en büyük yeşil çatısıdır. 6,75 dönümlük geniş yeşil çatının inşası bulunmaktadır. Bu yeniliklerle birlikte enerji kullanımında azalma, daha iyi sıcaklık düzenlemesi ve yağmur suyu akışının azalması gibi faydalar elde edilmiştir. Javits Merkezi, sürdürülebilirlik konusunda öncü bir rol üstlenmiş olup, binanın enerji tüketimini %26 oranında azaltmıştır ve çatı katında bir yaban hayatı yaşam alanı oluşturmuştur. Javits Merkezi, ABD Yeşil Bina Konseyi'nden LEED Altın sertifikası almıştır.</p> <p>Javits Kongre Merkezi'nin çatı katı, çiftlik alanıyla birlikte çeşitli etkinlikler için tasarlanmıştır. Bu alanda çayırlar, gölgeli bahçeler, meyve bahçeleri ve gıda ormanları gibi çeşitli bitki örtüleri bulunmaktadır. Ayrıca, çatıda 10.000 metrekarelik bir meyve bahçesi ve gıda ormanı ile birlikte çeşitli süs bitkileri de yer almaktadır. Merkezdeki su verimliliği çabaları, iki yer altı sarnıcının yağmur suyunu toplayıp artırarak çatının sulamasında kullanılmasını sağlamakta, bu da içme suyu kullanımını %50 azaltmaktadır. Merkezin çatısında bulunan arı kovanları, tozlaşmayı arttırmak ve ziyaretçilere sürdürülebilirlik programı hakkında eğitim vermek için kullanılmaktadır. Ayrıca, geniş yeşil çatıdaki camlar kuş dostu olarak tasarlanmıştır, bu da kuş çarpışmalarını ve ölüm oranlarını %90'a kadar azaltmıştır. Güneş enerjisi projesi, geniş sedum yeşil çatıdaki güneş panellerini kullanarak enerji üretimini artırmayı amaçlamaktadır. Bu sistem, Manhattan'daki en büyük tek çatı üstü güneş enerjisi projesi olacak ve enerji tüketiminin en az %10'unu yenilenebilir bir kaynaktan karşılayacaktır. Javits Kongre Merkezi'nde, toplam 344.000 galon tutma kapasitesine sahip iki yağmur suyu tutma tankı bulunmaktadır.</p>			
Teknik Bilgiler			
<p>Çatı sistemi; çelik döşeme üstüne, alçı fiber çatı levhası, astar, su yalıtım membranı, hafif yalıtım betonu, EPS ısı yalıtımı, yalıtım üst dolgu, bağlantı plaka kiti, keçe, su yalıtım membranı, bitümlü modifiye su yalıtım membranı, kök bariyeri, drenaj katmanı, su tutma keçesi, yetiştirme ortamı ve sedum bitkiden oluşmaktadır. Yetiştirme ortamında; yerel kır çiçekleri yapraklı yeşilliklerden havuç, şalgam, yeşil fasulye gibi çok çeşitli mahsullerin yanı sıra elma gibi çeşitli meyve ağaçları da bulunmaktadır.</p>			
<p>Sedum bitki örtüsü Yetiştirme ortamı Su tutma keçesi Drenaj levhası Kök tutucu Su yalıtım membranı Keçe EPS yalıtım Hafif yalıtım betonu Su yalıtım membranı Astar Alçı fiber çatı levhası Çelik döşeme strüktürü</p>		<p>İklim</p> <p>Tarım alanı</p> <p>Yıllık yağış</p> <p>Çatı türü</p> <p>Substrat derinliği</p> <p>Sulama sistemi</p>	<p>Nemli subtropikal</p> <p>4830 m<sup>2</sup></p> <p>895 mm</p> <p>İntensif</p> <p>450 mm</p> <p>Var (iki adet yer altı sarnıcı)</p>
Çatı Kesit Detay			

### Bulgular ve Tartışma

Kentsel tarımın bir parçası olan çatı tarımı bu çalışmada mevcut örnekler üzerinden ele alınmıştır. Örneklere ait bilgiler, kimlik bilgileri, genel bilgiler ve teknik bilgiler başlıkları altında 'Örnek İncelemesi' bölümünde verilmiştir. Örneklerdeki çatı tarımı uygulamalarını karşılaştırmak adına, tüm örnekler Tablo 7'de özetlenmiş ve ardından değerlendirilmiştir. Çatı tarımı, gençlik merkezi, okul ve kültür merkezi gibi kamusal ya da konut gibi bireysel kullanıma yönelik farklı işlevlerdeki binalarda kullanılabilir.

Analiz edilen örneklerden de görüldüğü gibi çatı tarımını 10m<sup>2</sup>'lik bireysel küçük alanlardan, 5000m<sup>2</sup>'lik oldukça geniş alanlara kadar her boyuttaki çatılarda uygulamak mümkündür. Bu durum yapıların, olumsuz çevresel etkilerini azaltmak için önemli ve etkili bir adım anlamına gelmektedir.

İnsanlar geçmişten günümüze kadar olan süreçte, ekolojik ve estetik gibi amaçlarla çatı bahçelerini kullanmışlardır (Erbaş, 2011). Çatı tarımı uygulaması farklı amaçlar doğrultusunda

uygulanmakla birlikte kente ve kentlilere ekolojik, ekonomik ve estetik açıdan farklı yararlar sağlamaktadır. The Gary Comer Youth Center örneğinde olduğu gibi, çatı tarımı taze meyve sebze ulaşımın zor olduğu bir bölgeye taze meyve ve sebze erişimi kolaylaştırmayı amaçlarken, Institut Le Cordon Bleu örneğinde olduğu gibi öğrencilere bitkilerin ekim ve hasat döngüsünü gözlemlemeye fırsat sunan eğitici bir amaç için kullanılmaktadır. Bu yapıda üretilen mahsullerin yerel kafelerde kullanılması da daha az maliyetle ve daha az çevresel etkiyle taze sebze ulaşımını sağlamaktadır. Terraces Home örneğinde, çatı tarımı daha bireysel kullanımı ve yağmur suyunu geri dönüştürerek sürdürülebilir bir çevre politikasına katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Çatılarda kullanılan bitkiler görsel olarak iç mekandakilere görsel bir zenginlik sunarken bölgenin olumsuz iklim koşullarına karşı bir bariyer görevi de görmektedir. Jacob K. Javits Center örneğinde ise çatı tarımı, enerji tüketimini azaltmak, sıcaklığın daha iyi düzenlenmesi ve yağmur akışlarının azaltılması gibi ekolojik ve ekonomik faydalar sağlarken, kent için farklı hayvan türleri için doğal bir yaşam alanı sunmaktadır.

Tablo 7. Örneklerle ilgili genel tablo				
	The Gary Comer Youth Center	Terraces Home	Institut Le Cordon Bleu	Jacob K. Javits Center Expansion Rooftop Farm
Yapı işlevi	Gençlik merkezi	Konut	Okul	Kongre merkezi
Çatı tarım alanı	538 m <sup>2</sup>	90 m <sup>2</sup> (9x10m <sup>2</sup> )	807 m <sup>2</sup>	4830 m <sup>2</sup>
İklim	Kıtasal iklim	Tropikal iklim	Ilıman iklim	Nemli subtropikal
Katmanlar	-Bitki katmanı -Yetiştirme ortamı -Filtre katmanı -Drenaj levhası -Yalıtım katmanı -Kök tutucu katman -Su yalıtım membranı -Astar -Betonarme döşeme	-Bitki katmanı -Yetiştirme ortamı -Filtre katmanı -Drenaj levhası -Yalıtım katmanı -Koruma katmanı -Köke dayanıklı su yalıtımı -Betonarme döşeme	-Bitki katmanı -Yetiştirme ortamı -Damlama kanalı -Emici mat -Drenaj katmanı -Koruma katmanı -Köke dayanıklı su yalıtımı -Çatı döşemesi	-Bitki katmanı -Yetiştirme ortamı -Filtre katmanı -Drenaj levhası -Yalıtım katmanı -Kök tutucu katman -İki kat su yalıtımı -Keçe -EFMC bağlantı plaka kiti -Yalıtım üst dolgu -Isı yalıtımı -Hafif yalıtım betonu -Su yalıtım membranı -Astar -Alçı-fiber çatı levhası -Çelik döşeme
Yetiştirilen bitkiler	Ayçiçek, havuç, marul, fasulye, acı biber, kekik, yüksük otu, lahana, tatlı patates, domates, kabak, papatya, dere otu, biberiye, bamyaya, marul, patates, maydanoz, kirpi otu, brokoli, salatalık, frenk soğanı, bezelye, yağlı marul, zambak, nilüfer	Çeşitli sebzeler, süs bitkileri ve ağaçlar	Aromatik bitkiler, çim, çeşitli baharat bitkileri, Limon otu ve Eryngium gibi egzotik bitkiler ve yenilebilir çiçekler, turp, lahana, havuç, roka	Yerel kır çiçekleri, havuç, şalgam, elma gibi çeşitli meyve ağaçları
Yetiştirme katman kalınlığı	40-60cm	60cm	23cm	45cm

Çatı tarımının ekonomik ve ekolojik açıdan bir diğer faydası ise oldukça etkili ısı yalıtımı sağlamaları, uygulandıkları binalarda gerek ısıtma gerekse soğutma yüklerini azaltmalarıdır. Bu durumda çatı tarımının ilk yatırım maliyetini bina kullanım aşamasında kısa sürede karşılayabilme potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Celik vd. (2011), binaları bitkiler ile kaplayan ve yeni bir devrim olarak adlandırdığı yeşil çatıların doğal bir yalıtım tekniği olduğunu vurgulamış ve hem ısıtma hem de soğutma enerji maliyetlerini azalttığını belirtmiştir.

The Gary Comer Youth Center ve Terraces Home örneklerinde ısı yalıtımının su yalıtımının üzerine geldiği ters çatı; Jacob K. Javits Center örneğinde su yalıtımının ısı yalıtımının üstünde konumlandığı geleneksel çatı katmanlaşmasını uygulamıştır. Örneklerde uygulanan katmanlaşmada dikkat çeken bir diğer nokta ise kök tutucu katmanın ayrı bir katman olarak kullanılması ya da kök tutucu katmanın kullanılmayarak köke dayanıklı su yalıtım malzemesinin kullanılmasıdır. Terraces Home ve Institut Le Cordon Bleu örnekleri ayrı olarak kök tutucu katman

kullanılmayarak köke dayanıklı su yalıtım malzemesi uygulanmışlardır.

Tarım yapılacak çatılar için gerekli katmanların tarım için kullanılmayan yeşil çatılar için gerekli katmanlarla aynı özellikte ve sıralamada olduğu görülmektedir. Ancak yetiştirilecek bitki türüne de bağlı olarak bitki yetiştirme katmanının daha kalın olduğu görülmektedir. Köhler (2006) yeşil çatıların alt tabaka kalınlığının yağmur suyu akışını azaltmak ve çatı yalıtımı sağlamak için önemli olduğunu söylemiştir. Bu Toprak derinliği aynı zamanda bitki örtüsünün biyokütlesine de bağlıdır. İncelenen örneklerde ortalama yetiştirme katman derinliği 45cm'dir. Bu durum da tarım için kullanılacak çatıların binalar için daha fazla yük oluşturduğu anlamına gelmektedir. Bu sebeple yeni projede çatı tarımı uygulanmak isteniyorsa, ne kadar alanda ve hangi bitki türünün tarımı yapılacağı tasarım aşamasında belirlenmeli ve statik hesaplar buna göre yapılmalıdır. Mevcut bir yapıda çatı tarımı uygulanmak isteniyorsa da mevcut statik durumun izin verdiği yetiştirme ortamının derinliğinin maksimum ne olacağı belirlenmeli ve yetiştirilecek bitkiler de bu doğrultuda seçilmelidir.

Çatı tarımı farklı malzemede taşıyıcı eleman üzerine uygulanabilmektedir. Olmez vd. (2016), çatı ağırlığının çelik strüktür kullanılarak azaltılabileceğini belirtirken; Guo vd. (2015) ise, karbon salınımını azaltmak için ahşabın tercih edilebileceğini söylemiştir. İncelenen örneklerde çatı tarımı betonarme ve çelik döşeme üzerinde uygulanmıştır. Bitki yetiştirmek için gerekli katmanların, farklı döşeme tiplerinde neredeyse aynı olduğu ancak çelik döşemede tarıma uygun hale getirmek için, su yalıtımı, hafif yalıtım betonu gibi ekstra hazırlık katmanların eklendiği görülmektedir.

Çatı tarımını, gerekli önlemler alındığında her iklim tipinde uygulamak mümkündür: Terraces Home gibi yıllık yağış miktarının oldukça fazla olduğu tropikal iklim bölgesinde ya da Institut Le Cordon Bleu gibi ılıman bir iklimde ya da The Gary Comer Youth Center gibi yazları sıcak ve kışları kar yağışlı ve bazen kar fırtınalı bir iklimde.

## Sonuçlar

Kentler, son yıllarda yoğun göç almaktadır ve gelecek senaryoları da kentlere doğru göçün artacağını açıkça göstermektedir. Kentlerdeki nüfusun artması da konut, okul, sosyal ve kültürel merkezler gibi birçok farklı işlev ve büyüklükte yapı ihtiyacının artması anlamına gelmektedir. Artan ihtiyaçla beraber yapılan her yapı da kentlerdeki yapılaşma alanlarını arttırmaktadır. Bu durum beraberinde tarım alanlarından ve doğal alanlardan kopuk kentlerin oluşmasına zemin hazırlamaktadır. Kentlerin tarım alanlarından uzak ve kopuk olması, kentlilerin taze sebze ve meyve gibi gıda ihtiyaçlarına ulaşmalarını zorlaştırırken, ulaşılan gıdaların da uzun yollardan gelmesi gıdaların satış maliyetlerini arttırmaktadır. Gıdanın bir bireye ulaşması için katettiği yolların fazla olması da ekolojik olarak çevreyi olumsuz etkilemektedir. Bunlar, kentlerdeki yapılaşmasının artmasının olumsuz sonuçlarından sadece birkaçıdır. Çatı tarımı, ifade edilen bu olumsuz durumların önüne geçmek için yapısal anlamda atılması gereken önemli bir adım olarak karşımıza çıkmaktadır. Çatı tarımı, taze sebze ve meyveye ulaşımı kolaylaştırmanın ve kentlerdeki doğal yaşam alanlarını artırmanın yanında uygulandığı binalara ve bu binaların çevresine ekolojik katkılar sunmaktadır. Binalardaki ısıtma ve soğutma yükünün azaltılması, yağmur suyunun tahliyesinin kolaylaştırılması ve geri dönüşümünün sağlanması, bulunduğu çevrenin iklimini ve hava kalitesini düzenlemesi, çeşitli hayvanlar için habitat oluşturması bu katkılar arasındadır. Çatı tarımının sağladığı bu katkılardan en etkili biçimde faydalanmak için dikkat

edilmesi gereken bazı hususları da ifade etmekte fayda vardır. Öncelikle çatı tarımı yapmak, binanın çatısında ekstra önlemler almayı gerektirmektedir. Normal çatı katmanlarından farklı bir katmanlaşmaya ve yapısal tasarıma ihtiyaç duyulmaktadır. Bunun için çatının hangi ürünün tarımı için kullanılacağı sorusu başta olmak üzere birçok konunun uygulama öncesinde, tasarım aşamasında netleştirilmesi gerekmektedir. Uygulama aşamasında ise, tarım için çatıda kullanılacak katmanların doğru sıralamayla ve teknikle kullanılması ve katmanlardaki malzemelerin birbirine uyumlu olması gerekmektedir. Aynı zamanda malzemelerin hangi iklim koşulları altında uygulanabildiği ve hangi iklim için kullanılabildiği gibi soruların uygulama öncesinde malzeme seçiminde sorulması gerekmektedir.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Yazar Katkıları:** Fikir - N.E.; Tasarım - N.E., R.G.G., A.A.Ç., S.K., E.Ş.; Denetleme - N.E., R.G.G., A.A.Ç., S.K., E.Ş.; Kaynaklar - R.G.G., A.A.Ç., S.K., E.Ş.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi- R.G.G., A.A.Ç., S.K., E.Ş.; Analiz ve/veya Yorum- R.G.G.; Literatür Taraması-R.G.G., A.A.K., S.K., E.Ş.; Yazıyı Yazan-R.G.G., A.A.K., S.K., E.Ş.; Eleştirel İnceleme-N.E.

**Etik Kurul Onay Belgesi:** Yazarlar, etik kurul onay belgesine gerek olmadığını beyan etmiştir.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

**Finansal Destek:** Yazarlar, bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Author Contributions:** Concept - N.E.; Design- N.E., R.G.G., A.A.Ç., S.K., E.Ş.; Supervision- N.E., R.G.G., A.A.Ç., S.K., E.Ş.; Resources- R.G.G., A.A.Ç., S.K., E.Ş.; Data Collection and/or Processing- R.G.G., A.A.Ç., S.K., E.Ş.; Analysis and/or Interpretation- R.G.G.; Literature Search- R.G.G., A.A.K., S.K., E.Ş.; Writing Manuscript- R.G.G., A.A.K., S.K., E.Ş.; Critical Review-N.E.; Other- R.G.G., A.A.K., S.K., E.Ş.

**Ethics Committee Approval Certificate:** The authors declared that an ethics committee approval certificate is not required.

**Conflict of Interest:** The authors have no conflicts of interest to declare.

**Financial Disclosure:** The authors declared that this study has received no financial support.

## Kaynaklar

- Appolloni, E., Orsini, F., Specht, K., Thomaier, S., Sanye-Mengual, E., Pennisi, G., ve Gianquinto, G. (2021). The global rise of urban rooftop agriculture: A review of worldwide cases. *Journal of Cleaner Production*, 296. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126556>
- Architects, H. P. (2022). <https://www.archdaily.com/798826/terraces-home-h-and-p-architects> adresinden alındı, Erişim tarihi: 06.01.2022
- Architects, H. S. L. (2022). Gary Comer Youth Center Roof Garden. <https://climate.asla.org/GaryComerYouthCenterRoofGarden.html> adresinden alındı, Erişim tarihi:06.01.2022
- Architects, J. R. (2022). The Gary Comer Youth Center. <https://www.archdaily.com/189411/the-gary-comer-youth-center-john-ronan-architects> adresinden alındı, Erişim tarihi:06.01.2022
- Astee, L. Y., ve Kishnani, N. T. (2010). Building integrated agriculture: Utilising rooftops for sustainable food crop cultivation in Singapore. *Journal of Green Building*, 5(2), 105-113. <https://doi.org/10.3992/jgb.5.2.105>
- Block, M., ve Bokalders, V. (2010). *The Whole Building Handbook: How to Design Healthy, Efficient and Sustainable Buildings*, Routledge.

- Caplow, T. (2009). Building integrated agriculture: Philosophy and practice. *Urban futures*, 2030, 48-51.
- Celik, S., Morgan, S., Retzlaff, W., ve Once, O. (2011). Thermal insulation performance of green roof systems. *Southern Illinois University Edwardsville, IGEC-6*, 232.
- Composites, T. (2024). L'Institut Le Cordon Bleu. <https://www.timcomposites.fr/linstitut-le-cordon-bleu/> adresinden alındı, Erişim tarihi:08.02.2024
- Dai, M., Tan, X., Ye, Z., Li, B., Zhang, Y., Chen, X., ve Kong, D. (2023). Soil bacterial community composition and diversity respond to soil environment in rooftop agricultural system. *Environmental Technology & Innovation*, 30, 103042. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2023.103042>
- Dash, D., ve Deole, S. (2020). Terrace Gardening: An Amazing Step Towards Growing Vegetables on Roof. *Vigyan Varta*, 1(7), 20-24.
- Erbaş, M. (2011). *Enerji etkin yapı tasarımının etkili elemanlarından olan yeşil çatıların dünya ve ülkemiz örnekleri üzerinden bir incelemesi*. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Tez no: 275510
- Ferreira, A. J. D., Guilherme, R. I. M. M., ve Ferreira, C. S. S. (2018). Urban agriculture, a tool towards more resilient urban communities? *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 5, 93-97. <https://doi.org/10.1016/j.coesh.2018.06.004>
- Gonçalves, J. O., Fruto, C. M., Barranco, M. J., Oliveira, M. L. S., ve Ramos, C. G. (2022). Recovery of degraded areas through technosols and mineral nanoparticles: A review. *Sustainability*, 14(2), 993. <https://doi.org/10.3390/su14020993>
- Grard, B. J., Manouchehri, N., Aubry, C., Frascaria-Lacoste, N., ve Chenu, C. (2020). Potential of technosols created with urban by-products for rooftop edible production. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(9), 3210. <https://doi.org/10.3390/ijerph17093210>
- Gültekin, A., ve Koç, Y. (2010). Yeşil Çatılar ve Türkiye'deki Uygulamaları. 5. *Ulusal Çatı-Cephe Sempozyumu*, 15-16 Nisan, İzmir, 175-182
- Guo, Y., Zhao, C., Chen, X., ve Li, C. (2015). CO2 capture and sorbent regeneration performances of some wood ash materials. *Applied energy*, 137, 26-36. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2014.09.086>
- Habitat, U. (2004). *The State of the World's Cities: Globalization and Urban Culture*, Vol(2), Earthscan, London.
- Harada, Y., ve Whitlow, T. H. (2020). Urban rooftop agriculture: challenges to science and practice. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 76. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00076>
- Hsieh, Y.-H., Hsu, J.-T., ve Lee, T.-I. (2018). Estimating the potential of achieving self-reliance by rooftop gardening in Chiayi City, Taiwan. *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics*, 12(4), 448-457. <https://doi.org/10.2495/DNE-V12-N4-448-457>
- Hui, S. (2011). Green roof urban farming for buildings in high-density urban. *Paper presented at world green roof conference*, Hainan, China, 18-21
- Jafari, N., Utaberta, N., Yunos, M. Y. M., Ismail, N. A., Ismail, S., Ariffin, N. F. M., Valikhani, M. (2015). Benefits of roof garden in order to usage of urban agriculture at roof garden in high-rise building in Malaysia. *Advances in Environmental Biology*, 9(24), 86-91.
- Kaushik, K., Praanjal, P., Kumar, M., Singh, S., Singh, A. K., Kumar, D., Ahamad, S. (2023). Rooftop gardening: A modern approach of production in urban areas. *Pharma Innov. J*, 12, 4766-4770.
- Köhler, M. (2006). Long-term vegetation research on two extensive green roofs in Berlin. *Urban habitats*, 4(1), 3-26. ISSN 1541-7115
- Krajčovičová, D., ve Šprochová, K. (2007). Extensive roof garden as a thermal insulator. *Folia Oecologica, Institute of Forest Ecology, Zvolen*, 24-29. ISSN 1336-5266
- Külekcı, E. A. (2017). Geçmişten Günümüze Yeşil Çatı Sistemleri ve Yeşil Çatılarda Kalite Standartlarının Belirlenmesine Yönelik Bir Araştırma. *ATA planlama ve Tasarım Dergisi*, 1(1), 35-53.
- Kurban, D., ve Zengin, G. (2023). Sürdürülebilir Kent Yaklaşımlarından Kentsel ve Topraksız Tarım: Paris, Barselona ve İzmir Örnekler. *Balkan and Near Eastern Journal of Social Sciences*, 2023 (09), 90, 101.
- Lal, R. (2020). Home gardening and urban agriculture for advancing food and nutritional security in response to the COVID-19 pandemic. *Food security*, 12(4), 871-876. <https://doi.org/10.1007/s12571-020-01058-3>
- Misdary, R. (2023). Jacob Javits Convention Center. <https://gothamist.com/news/how-an-8-acre-green-roof-atop-the-javits-center-is-boosting-nyc-biodiversity> adresinden alındı, Erişim tarihi:10.02.2024
- Muñoz-Liesia, J., Royapoor, M., López-Capel, E., Cuerva, E., Rufi-Salis, M., Gassó-Domingo, S., ve Josa, A. (2020). Quantifying energy symbiosis of building-integrated agriculture in a mediterranean rooftop greenhouse. *Renewable energy*, 156, 696-709. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.04.098>
- Novak, A. (2016). *The rooftop growing guide: How to transform your roof into a vegetable garden or farm*: Ten Speed Press.
- Olmez, G. M., Dilek, F. B., Karanfil, T., ve Yetis, U. (2016). The environmental impacts of iron and steel industry: a life cycle assessment study. *Journal of Cleaner Production*, 130, 195-201. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.13>
- Özer, G., ve Yetkin, E. G. (2023). Yeşil Çatı Uygulamalarının Yaygınlaştırılması: Organik Tarıma Elverişli Yeşil Çatı. *Sürdürülebilir Mühendislik Uygulamaları ve Teknolojik Gelişmeler Dergisi*, 6(1), 74-81. <https://doi.org/10.51764/smutgd.1261754>
- Proksch, G. (2011). *Urban rooftops as productive resources: Rooftop farming versus conventional green roofs*. Paper presented at the ARCC Conference Repository.
- Rufi-Salis, M., Petit-Boix, A., Villalba, G., Ercilla-Montserrat, M., Sanjuan-Delmás, D., Parada, F., Gabarrell, X. (2020). Identifying eco-efficient year-round crop combinations for rooftop greenhouse agriculture. *The international journal of life cycle assessment*, 25, 564-576. <https://doi.org/10.1007/s11367-019-01724-5>
- Sabeh, N. (2016). Chapter 6-rooftop plant production systems in urban areas A2-Takagaki, Toyoki KozaiGenhua NiuMichiko BT-plant factory. *Plant FactoryElsevier*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801775-3.00006-8>
- Sanyé-Mengual, E., Orsini, F., Oliver-Solà, J., Rieradevall, J., Montero, J. I., ve Gianquinto, G. (2015). Techniques and crops for efficient rooftop gardens in Bologna, Italy. *Agronomy for sustainable development*, 35, 1477-1488. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0331-0>
- Seçkin, N. P., ve Seçkin, Y. Ç. (2016). Mimari Tasarımda Yeşil Çatıların Gelişimi. 8. *Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu*, 2- 3 Haziran, MSGSÜ, İstanbul.
- Spruce, T. (2024). All About Rooftop Gardening. <https://www.thespruce.com/rooftop-gardening-1403340>, adresinden alındı, Erişim tarihi: 24.02.2024
- Van Veenhuizen, R., ve Danso, G. (2007). *Profitability and sustainability of urban and periurban agriculture* (Vol. 19): Food & Agriculture Org.
- Varela, A., Sandoval-Albán, A., Muñoz, M., Gómez, A. G., Bogoya, J. M., ve Combariza, G. (2021). Evaluation of green roof structures and substrates for *Lactuca sativa* L. in tropical conditions. *Urban Forestry & Urban Greening*, 60, 127063. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127063>
- Walters, S. A., ve Stoelzle Midden, K. (2018). Sustainability of urban agriculture: Vegetable production on green roofs. *Agriculture*, 8(11), 168. <https://doi.org/10.3390/agriculture8110168>

- Wang, L. (2016). Terraces Home combines architecture with urban agriculture in Vietnam. <https://inhabitat.com/terraces-home-combines-architecture-with-urban-agriculture-in-vietnam/terraces-home-by-hp-architects-12/>
- Wang, X., ve Zhang, X. (2023). Inventory of Urban Building Roof Space and Analysis of Agricultural Production Potential—A Case Study. *Applied Sciences*, 13(18), 10300. <https://doi.org/10.3390/app131810300>
- Whittinghill, L. J., Rowe, D. B., ve Cregg, B. M. (2013). Evaluation of vegetable production on extensive green roofs. *Agroecology and sustainable food systems*, 37(4), 465-484. <https://doi.org/10.1080/21683565.2012.756847>
- Whittinghill, L. J., ve Rowe, D. B. (2012). The role of green roof technology in urban agriculture. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 27(4), 314-322. <https://doi.org/10.1017/S174217051100038X>
- Url-1. İnexhibit Architecture (2022). Youth centers vegetable roof garden. <https://www.inexhibit.com/case-studies/youth-centers-vegetable-roof-garden-provides-food-for-children-in-chicago/> adresinden alındı, Erişim tarihi:06.01.2022
- Url-2. Greenroofs (2022). Gary Comer Youth Center Green Roof. <https://www.greenroofs.com/projects/gary-comer-youth-center-green-roof/> adresinden alındı, Erişim tarihi:06.01.2022
- Url-3.Greenroofs (2022). <http://architypereview.com/project/rooftop-haven-for-urban-agriculture> adresinden alındı, Erişim tarihi:06.01.2022
- Url-4. Greenroofs (2024). Gary Comer Youth Center, Chicago. <http://archive.discoverdesign.org/discover/skin.html> adresinden alındı, Erişim tarihi:05.04.2024
- Url-5. ZinCo (2022). Ondüline Firması. <https://zinco-greenroof.com/> adresinden alındı, Erişim tarihi:19.01.2022
- Url-6. ZinCo (2024). Le Cordon Bleu. <https://zinco-greenroof.com/references/le-cordon-bleu-paris/> adresinden alındı, Erişim tarihi:08.02.2024
- Url-7. Ekopolis (2024). <https://www.ekopolis.fr/operation-batiment/institut-le-cordon-bleu> adresinden alındı, Erişim tarihi:08.02.2024
- Url-8. Javits J. K. (2024). Javits Green Roof | Engineering News-Record <https://www.enr.com/articles/53082-snapshot-javits-green-roof> adresinden alındı, Erişim tarihi:10.02.2024
- Url-9. Javits J. K. (2024). Jacob K. Javits Convention Center. <https://www.tnemec.com/projects/jacob-k-javits-convention-center/> adresinden alındı, Erişim tarihi:10.02.2024
- Url-10. Greenroofs (2024). Javits Center Expansion Rooftop & Farm. <https://www.greenroofs.com/projects/javits-center-expansion-rooftop-farm/> adresinden alındı, Erişim tarihi:10.02.2024.
- Url-11. Living Architecture (2024). Award Winning and Innovative Rooftop Farming in the Heart of Manhattan - The Javits Center. <https://livingarchitecturemonitor.com/articles/award-winning-rooftop-farm-javits-center-sp23> adresinden alındı, Erişim tarihi:10.02.2024
- Url-12. Javits J. K. (2024). Jacob K. Javits Convention Center Expansion. <https://www.adaptivegreen.com/projects/javits/> adresinden alındı, Erişim tarihi:12.02.2024