

1. GİRİŞ

Hızla artan dünya nüfusu, su kaynaklarının tükenmesi ve tarım arazilerinin verimsizleşmesi; küresel gıda güvenliğini doğrudan tehdit ederek insanlık için hayati bir risk oluşturmaktadır. Bu durum, yeni üretim alanlarının yaratılmasını ve eldeki her damla su ile her karış toprağın verimli yönetilmesini kaçınılmaz bir zorunluluk haline getirmiştir. Dünya genelinde tatlı su kaynaklarının yaklaşık %70'inin tarım sektörü tarafından tüketildiği bilinmektedir. Bu projede; sert iklim koşulları ve verimsiz yapısı nedeniyle terk edilmiş yüksek rakımlı marjinal arazilerde, iklim değişikliği etkilerinin bir avantaja dönüştürülmesi ve bu sahaların ekonomiye kazandırılmasını sağlayacak yöntemler uygulanmıştır. Proje sahası, Kahramanmaraş'ın Elbistan ilçesinde, 1750-1890 metre kuşağında yer alan Uzunmehmet ve civarı yaylalardır. Kayalık bölgeler ve parçalı toprak yapısından oluşan; yüksek taşlılık, kireçlilik ve karmaşık jeomorfolojik özelliklere sahip olan bu arazi, tarım literatürüne ve geleneksel kalıplara göre tarım dışı kabul edilmektedir. Ancak bu yükselti, iklim krizinin etkisiyle ovalık bölgelerde artan nisan sonu don riskine karşı, vejetasyonu geciktirme özelliğiyle aslında stratejik bir üretim potansiyeli barındırmaktadır. Çalışma kapsamında, kireçli toprağın besin alımını optimize etmek amacıyla yerel leonardit ve kükürt uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Su kaynağı bulunmayan sahada, gece-gündüz sıcaklık farkından doğan doğal nemin yönetilmesi ve kök bölgesinde hapsedilmesine dayalı pasif bir su hasadı tekniği uygulanarak, suya bağımlılığı ortadan kaldıran bir sıfır sulama modeli benimsenmiştir. Uygulama sonucunda, fidanlarda %95 hayatta kalma başarısı yakalanmış; güçlü kök ve gövde gelişimiyle yüksek rakıma tam uyum gözlemlenmiştir. Nitekim 2024 yazında, pilot bölgedeki ilk fidanlardan 150 kg düzeyinde sembolik bir meyve hasadı gerçekleştirilerek modelin başarısı teyit edilmiştir.

Bir lise öğrencisi projesi olarak 500 fidanla başlayan bu girişim, 6 Şubat depremi sonrası süreçte yerel halkın katılımını ve tersine göçü tetikleyerek bugün 10.000 ağaçlık devasa bir karbon yutağına ve yüksek ihracat potansiyelli bir üretim modeline dönüşmüştür. Sonuç olarak proje; atıl arazilerin ve kısıtlı kaynakların doğru yöntemlerle yönetildiğinde, hem iklim krizine dirençli hem de toplumsal kalkınmayı destekleyen sürdürülebilir bir eko-ekonomik model haline gelebileceğini kanıtlamıştır.

Anahtar Kelimeler: Marjinal Arazi, Leonardit, Susuz Tarım, Su Hasadı, Toprak Islahı.

Amaç

Bu projenin temel amacı, 1890 metreye ulaşan yüksekliklerde bulunan, aile mirası olan ve fiziksel, kimyasal özellikleri nedeniyle son elli yıldır kullanım dışı kalmış kıraç arazilerin, veri odaklı analizler ve inovatif tekniklerle sürdürülebilir üretime kazandırılmasıdır.

Türkiye tarım literatüründe, ekonomik meyveciliğin üst sınırı genellikle 1750 metre olarak kabul edilmekte; bu rakımın üzeri "*Alpin Kuşak, Step Bitki Örtüsü*" olarak tanımlanarak tarımsal üretimin dışı kabul edilmektedir. (Doğanay, 2011; Belen, 2017).

Bu projenin özgün amacı, geleneksel yöntemlerle "*ekilemez*" ve "*sadece mera*" kabul edilen bu alanlarda, literatürdeki sınırları yukarı çeken ve iklim kısıtlarını avantaja dönüştüren yeni bir model geliştirmektir.

Bu ana amaç doğrultusunda belirlenen somut hedefler şunlardır:

- Toprağı ıslah etmek, tarıma kazandırmak ; yüksek pH ve kireç kısıtlamalarını aşarak, marjinal toprakların bitki besin elementi alım kapasitesini optimum sınırlara yükseltmek.
- Kuraklığa karşı mücadele ederek doğal yoğunlaşma ve nem tutma mekanizmalarına dayalı sıfır sulama modeli ile sürdürülebilir bir su yönetimi sağlamak.

- Ekstrem soğuk ve nisan sonu donları gibi iklimsel riskleri, vejetasyon süreci yönetimiyle bertaraf ederek fidanların hayatta kalma ve verim başarısını sağlamak.
- Doğal polinatör desteği ve biyotik risk yönetimiyle, sürdürülebilir bir tarımsal ekosistem kurmak.
- "Yüksek rakımda tarım yapılamaz" önyargısını somut verilerle kırarak, atıl araziler için bilimsel temelli bir üretim modeli sunmak.
- Bireysel bir yatırımı; ekipman ve bilgi paylaşımıyla tüm bölge halkının katılım sağlayabileceği, deprem sonrası sosyal dayanışmayı ve ortak üretimi temel alan bir kalkınma modeline dönüştürmek.

1. GİRİŞ

Malatya ve çevresinde kayısı tarımı tarihsel süreçte 1500 metre altındaki yükseltilerde yoğunlaşmıştır ve Malatya Kayısı Araştırma Enstitüsü (KAE) verileri de ekonomik yetiştiriciliğin ağırlıklı olarak bu sınırdaki kümelenildiğini göstermektedir (KAE, 2021). Bu sınırın üzerinde, 1500-1750 metre kuşağında TARSİM tarafından yürütülen risk analiz çalışmaları, bölgenin don riskine karşı önemli bir alternatif olduğunu kanıtlayarak literatüre değerli bir veri sunmuştur. Ancak mevcut çalışmalar ve saha verileri 1750 metre altında yoğunlaşmaktadır; oysa bizim topraklarımızın tamamı 1750-1890 metre kuşağında yer almaktadır.

1750 metre ile 1890 metre arasındaki bu rakım farkı, basit bir yükseklik artışı değildir, literatürde "Hopkins Yasası" olarak bilinen ve her 100 metrelik yükselti artışının vejetasyonu yaklaşık 4 gün geciktirdiğini öngören prensibe göre (Efe, 2011), sıcaklıktaki her 1°C'lik düşüş fenolojik takvimde yaklaşık 1 haftalık bir kaymaya tekabül etmektedir (Püskülcü ve ark., 1998). Çalışma sahamızın üst sınırı olan 1890 metre, literatürün odaklandığı 1750 metre eşiğinden yaklaşık 140 metre daha yüksekte olup çiçeklenmeyi yaklaşık 10-12 gün daha ileriye taşıyarak, iklim krizinin tetiklediği ani hava değişimleri ve alçak rakımlarda %100'e varan ürün kayıplarına yol açan nisan donu periyodunun bir adım daha dışına dışına çıkarmaktadır. Dolayısıyla 1750-1890 metre kuşağı, sadece bir yükselti farkı değil, Malatya kayısı tarımı için iklim krizine karşı kayda değer ve stratejik bir güvenli alan sunmaktadır.

Kayısı ağaçlarının kış dinlenmesinden çıkıp sağlıklı çiçeklenebilmesi için belirli bir süre +7,2 °C'nin altında kalması, yani "soğuklama ihtiyacı" bulunmaktadır. Malatya'daki ticari kayısı çeşitlerinin hemen hepsi yaklaşık 700-1000 saat arası soğuklama süresine ihtiyaç duyar (Asma, 2012). Günümüzde iklim değişikliği nedeniyle sıcaklıkların mevsim normallerinin üzerinde seyretmesi, ağaçların sonbaharda yaprak dökmesini geciktirmekte ve hayati önem taşıyan uyku süresini kısaltmaktadır. Alçak ve orta yükselti bölgelerde kışların artık daha ılık geçmesi, ağaçların bu ihtiyacı karşılayamamasına veya yarı uyanık kalmasına neden olarak çiçek kalitesini düşürmekte ve düzensiz meyve tutumuna yol açmaktadır (Kocaman, 2018). Şubat ve mart aylarında görülen ani sıcaklık artışları ile gelen yalancı bahar, ağaçların erken çiçek açmasına neden olmaktadır. Soğuklama ihtiyacını tam olarak gideremeyen ağaçlarda polen tüpü büyümesi yavaşlamakta; bu durum dişi organ anomalilerine, döllenme yetersizliğine ve meyvenin henüz çağla aşamasına gelmeden dökülmesine sebep olarak verimde %50'yi aşan kayıplara yol açmaktadır (Viti ve ark., 2010). Proje sahamızın bulunduğu 1750-1890 metre kuşağı ise, karın yerde kalma süresinin daha uzun olduğu ve toprak sıcaklığının daha geç yükseldiği bir bölgedir.

Bugüne kadar 1500 metre üzerindeki araziler, yüksek kireç, alkalın yapı ve ulaşım zorlukları nedeniyle tarım dışı bırakılmıştır. Yüksek kireçli ve pH 8.0 üzeri alkalın yapıdaki topraklarda demir, çinko ve mangan gibi mikro elementlerin biyoyararlanımı neredeyse tamamen durmakta ve vejetatif gelişim engellenmektedir (Güneri ve ark., 2009) Oysa bu alanlar, iklim değişikliğine karşı bir sigorta kuşağı olma potansiyeli taşımaktadır. Yüksek rakımda fenolik bileşiklerin ve meyve sertliğinin arttığını saptarken;

(Karlıdağ ve ark. (2022)), pH bariyeri, uygun ıslah yöntemleriyle aşılabilecek bir mühendislik problemi olduğuna da dikkat çekilmektedir. Güneri ve ark. (2009)

Özellikle su kısıtı olan yüksek bölgelerde, kükürdün çözünürlük sorunu, toprağın su tutma kapasitesini de artıran organik düzenleyicilerin kullanımını zorunlu kılmaktadır. Su kısıtı bulunan sahalarda elementel kükürdün toprakta aktif hale gelmesi için gereken mikrobiyal oksidasyon süreci, hümkik maddelerin su tutma kapasitesi desteğiyle optimize edilebilmektedir (Moraes ve ark., 2017). Toprak ıslahında kullanılan materyaller üzerine yapılan güncel çalışmalardan Dorak (2023) kireçli toprak koşullarında biyokömür ve vermikompost gibi popüler düzenleyicileri leonardit ile karşılaştırmıştır. Araştırma sonuçları, leonarditin hem pH düşürmede hem de toprağın su tutma kapasitesini artırmada diğer materyallere göre daha kararlı ve etkin bir performans sergilediğini göstermiştir. Ancak bu verilerin 1870 metre gibi ekstrem koşullarda, susuz tarım altında nasıl sonuç vereceğine yönelik literatürde bilgi bulunamamıştır.

Leonardit, milyonlarca yıl öncesine ait bitki ve hayvan kalıntılarının kömürleşme sürecinde oksitlenmesiyle oluşan, organik maddece çok zengin bir mineraldir. Projemizde kullanılan Afşin-Elbistan Linyit İşletmesi gibi açık ocak madenlerinde bu katman, ekonomik değeri olan kömürün hemen üzerinde bulunur. Kömürün yanma verimini düşürdüğü için maden sahasından uzaklaştırılması gereken bir sanayi atığı olarak görülse de, tarımsal açıdan dünyanın en zengin hümkik ve fulvik asit kaynaklarından biridir (Moraes ve diğerleri, 2017).

Bu arazilerin rehabilitasyonunda en büyük engel yüksek maliyetlerdir. Engin ve Cöcen (2012), Türkiye'nin linyit ve leonardit yatakları bakımından zenginliğini vurgulayarak, bu kaynakların tarımsal girdiye dönüştürülmesinin ekonomik önemine dikkat çekmiştir. Bu ekonomik gereklilik, günümüzde derinleşen su kriziyle daha kritik bir boyuta ulaşmıştır. Türkiye'deki birçok tarım havzasında yer altı su seviyeleri son 20 yılda dramatik şekilde gerilemiştir; geçmişte 50 metre derinlikten elde edilen suya, günümüzde ancak 200-300 metre derinlikteki sondajlarla ulaşılabilir (DSİ, 2023 ; ZMO, 2022). Suyun bu derinliklerden çekilmesi için gereken yüksek elektrik ve akaryakıt maliyetleri, geleneksel meyveciliği bir ekonomik kıskaç altına sokarak sürdürülebilirliği imkansız hale getirmektedir.

Özetle;

Literatürde yer alan; kireçli alkalın topraklarda verimlilik artışını hedefleyen kükürt uygulamaları (Güneri ve ark., 2009), toprak yapısını düzenleyen leonardit ve humik maddelerin kullanımı (Engin ve Cöcen, 2012) ile yükseklerde kayısı ağaçlarında verim kaybını önleyen yaprak besleme stratejileri (Karlıdağ ve ark., 2022), TÜBİTAK ve çeşitli üniversitelerin bilimsel araştırma projeleri tarafından desteklenmiş akademik çalışmalar olup projemin teknik temelini oluşturmaktadır. Bu noktada çalışmamız; TARSİM tarafından 1750 metre rakıma kadar yürütülen değerli risk analiz çalışmalarını ve KAE envanter verilerini bir dayanak noktası olarak kabul eder.

Ancak çalışmamızı özgün kılan, literatürün durduğu 1750 metre sınırını 1890 metreye taşıyarak; 100 metre üzerindeki bu yükselti farkının yarattığı 1°C sıcaklık düşüşü ve 1 haftalık çiçeklenme gecikmesinin pozitif etkilerini bizzat saha deneyimi ile gösterirken, atıl arazilerin ekonomiye kazandırılması için bir örnek oluşturmaktadır. Daha da önemlisi, bilimsel literatürdeki teknik yaklaşımları deprem sonrası sosyal ve ekonomik zorluklarla mücadele eden bölge halkı için sürdürülebilir bir tarımsal model ve yeni bir toplumsal umut kaynağına dönüştürme vizyonu, mevcut projelerden ve literatürdeki benzerlerinden keskin bir şekilde ayrılmaktadır.

Araştırma Sorusu ve Hipotez

Problem Tanımı: İklim krizi kaynaklı erken çiçeklenme ve şiddetli don olaylarının yarattığı risklere, hızla artan dünya nüfusunun mevcut kısıtlı arazi ve su kaynaklarının yeterliliği üzerindeki baskısı eklenmiştir. Geleneksel tarım alanlarındaki su kıtlığı ve iklimsel düzensizlikler, mevcut meyvecilik modellerini günden güne sürdürülemez hale getirmektedir.

Hipotez: Geleneksel tarım anlayışında "ekilemez" kabul edilen yüksek rakımlı, yüksek kireçli ve su kaynağı bulunmayan kıraç arazilerin, fiziksel ve kimyasal ıslah yöntemleriyle iklim dirençli üretim merkezlerine dönüştürülebilir. Yükseltinin sağladığı geç çiçeklenme avantajı , ovadaki don riskine karşı sürdürülebilir bir alternatif ekosistem oluşturmaya yardımcı olmaktadır.

Cevap Aranacak Temel Sorular

Bu hipotez çerçevesinde, 1890 metrede yürütülen saha çalışmasında şu üç temel soruya yanıt aranmaktadır:

1. Leonardit içindeki hümit-fulvik asitler ile elementel kükürdün eşzamanlı kullanımı; aşırı kireçli topraklarda pH dengesini ve bitki besin elementi alımını iyileştirebilir mi? (Moraes ve ark., 2017).
2. Yüksek rakımın sağladığı "geç çiçeklenme" özelliği, iklim değişikliği nedeniyle artan ilkbahar geç donlarından korunmak için bir avantaja dönüştürülebilir mi? (Asma, 2011).
3. Normal şartlarda yıllık yaklaşık 1.200 mm suya ihtiyaç duyan kayısı ağaçları (*Prunus armeniaca*), herhangi bir dış sulama olmaksızın sadece 450-500 mm'lik doğal yağışla hayatta kalabilir ve verim verebilir mi? (FAO, 2023).

Bu proje, sadece teknik bir tarım denemesi değil, aynı zamanda güçlü bir kişisel ve sosyal motivasyona dayanmaktadır. Proje sahası kuşaklarda aile büyüklerimize ait olup, homojen bir ova yapısı yerine , kayalık alanlar ve toprak yamalarıyla bezeli bir yayla arazisidir. Kayalık çıkıntılar arasında yüzyıllardır süregelen erozyon, bu bölgede toprak cepleri biriktirmiştir. Bu dağınık mikrobölgeler, çok geniş bir alana yayılmış, kayalık peyzajla bütünleşmiş ve şu anda meyve bahçesi modelimizin temelini oluşturmaktadır.

Bundan bir asır önce atalarım, bu zorlu topraklarda elleriyle taşları toplayarak , kısıtlı imkanlarla kendilerine ekilebilir araziler hazırlamışlar, buğday ekimi yapmış, üç nesil burada yaşamışlardır. Ancak ekstrem iklim koşulları ve sürdürülebilir yöntemlerin eksikliği, zamanla toprakların terk edilmesine neden olmuştur. Daha sonraki tarımsal girişimler ise toprağın yüksek alkalın yapısı ve ekonomik imkansızlıklar nedeniyle başarısızlıkla sonuçlanmıştır.

Son dönemde yaşanan deprem felaketleri, şehirlerde yaşayan pek çok akrabamın evlerini ve işlerini kaybetmesine yol açmıştır. Hedefimiz , onlara ata topraklarına dönme umudu vermek, iklimsel zorlukları bir yenilenme fırsatına dönüştürerek terk edilmiş bu arazileri bilimsel yöntemlerle yeniden canlandırmaktır.

2023 depremleri, dağlık arazilerin jeolojik dayanıklılığını bir kez daha kanıtlamıştır. Şehir merkezlerindeki alüvyon zeminlerin aksine, sert kayaç yapılarına sahip bu arazilerde sismik büyütme oranı çok daha düşüktür (Güllü ve ark., 2024). Sert kayaç yapılarına sahip dağlık araziler, alüvyal zeminlerin aksine sismik dalgaları büyütmedikleri için 2023 depremleri gibi ekstrem olaylarda daha yüksek jeolojik direnç göstermiştir. Bu durum, projenin sadece bir tarım alanı değil, deprem sonrası güvenli bir yerleşim ve üretim modeli olma özelliğini pekiştirmektedir.



Fotoğrafta, orta vadi boyunca uzanan ve dağınık parçalar halinde görülen koyu renk alanlar; rüzgar ve yağışların etkisiyle taşınan ince materyallerin, kaya aralarındaki çukurluklarda birikmesiyle binlerce yılda oluşmuş doğal toprak yamalarıdır. 2024 yılında çekilen bu fotoğrafta ön cephedeki fidanların 2 metre boylara ulaştığı arka cephede ise henüz yen, ekim yapıldığı görülmektedir.

YÖNTEM

Bu çalışma, 2021 yılı başında çiftçilere sağlanan faizsiz tarım kredisi desteğiyle birlikte, kağıt üzerinde zaten planlanmış bir fikrin hızla somut bir yatırıma dönüşmesiyle başlamıştır. Şubat 2021'de traktör ve gerekli ekipmanların tedarik edilmesinin hemen ardından 500 adet fidan alımı gerçekleştirilmiş ve sahadaki ilk uygulama safhasına geçilmiştir. İki yıl boyunca devam eden bu deneme ve üretim süreci, 2023 yılında yaşanan deprem felaketiyle birlikte yeni bir anlam kazanmıştır. Bu noktadan sonra proje, sadece teknik bir tarım denemesi olmaktan çıkarak, bölge halkı için bir sosyal rehabilitasyon ve kolektif bir direnç modeline dönüştürülmüştür.

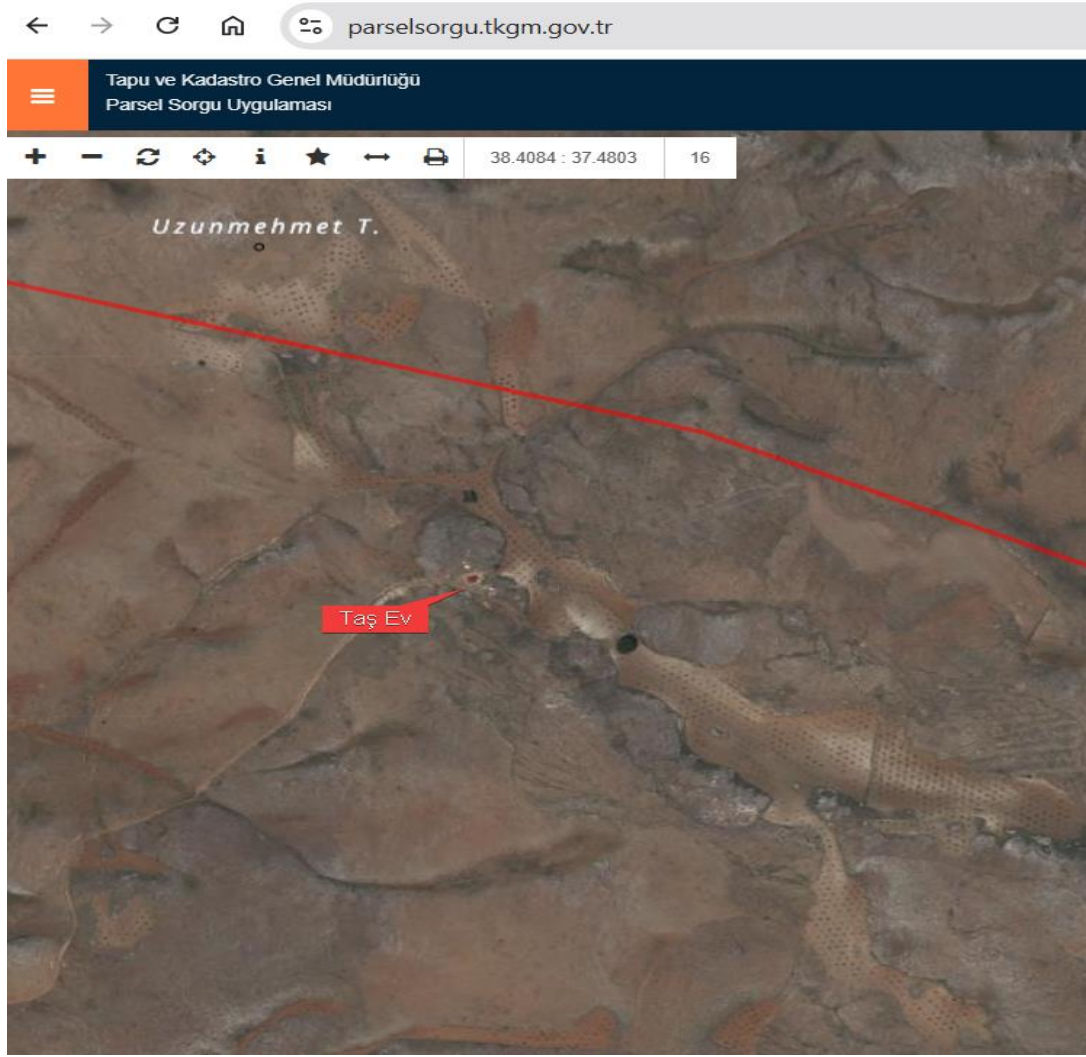
Arazi hazırlığı

Projenin temelini oluşturan arazinin besin profili ve alkalın yapısını belirlemek amacıyla üniversite onaylı laboratuvarlarda kapsamlı toprak analizleri yapılmıştır. 2021-2022 yıllarındaki kavramsal test aşamasında, pH değerinin ~8.5 ve kireç içeriğinin %20 üzerinde olduğu, organik maddenin ise kritik düzeyde yetersiz olduğu saptanmıştır. Bu veriler, bir ıslah planı oluşturma zorunluluğunu ortaya koymuştur.

Arazi hazırlığı sırasında sahadan binlerce ton taş temizlenecektir. Bu taşlar bertaraf edilmek yerine kullanıma kazandırılacak, geleneksel taş ev yapımında, teraslamada ve suyun kök bölgesinde toplanmasını sağlayan mikrohavza oluşturma süreçlerinde kullanılacaktır. Bu sayede arazinin doğal topoğrafyası korunurken, lojistik zorluklara karşı yerel kaynaklı yapı çözümleri üretilmiştir.

Proje kapsamında sadece şahıs arazileri değil, bölgedeki atıl devlet arazileri de yasal yollarla kiralanarak tarımsal üretime dahil edilecektir.

Çalışma sahasının merkezinde, muhtemelen Roma veya Bizans döneminden kalan tarihi bir sarnıç bulunmaktadır. Yakınındaki asırlık çınar ağacı, tümölüs ve anıt mezarlarla birlikte bu kültürel miras, arazinin uzun geçmişte de dönemler boyu insan yerleşimine ev sahipliği yaptığına işaret etmektedir. Islah çalışmaları sırasında bu tarihi doku titizlikle korunacaktır.



Figür : Arazinin Tapu Kadasastro Genel Müdürlüğü web sitesindeki uydu görünümü. Fotoğrafta muhtelif yerlere dağılmış parçalar halinde ekili alanlar ve küçük siyah noktalar halinde fidanlar ve taş evin kırmızı çatısı ile kuyu yanındaki kavak ağacı(siyah leke) görülmektedir.

Toprak Analizi ve Toprak Islah Çalışmaları

Sahanın toprak analizi değerlendirilirken ve ıslah metotları belirlenirken, Malatya-Kayısı Araştırma Enstitüsü, TÜBİTAK ve İnönü Üniversitesi tarafından bölge toprakları üzerinde yapılan akademik çalışmalar referans alınmıştır. Elbistan Ziraat Odası laboratuvarlarında 2021 yılında gerçekleştirilen laboratuvar analizleri, sahanın tarımsal kullanımı önündeki mevcut engellerin belirlenmesini sağlamıştır. Bu aşamada, her bir olumsuz parametrenin olası zararları ve bu zararları bertaraf etmek için uzman tavsiyeleri doğrultusunda uygulanan sinerjik yöntemler aşağıda detaylandırılmıştır:

Problem 1 : Analiz sonuçlarına göre pH 8,5 seviyesinde olup toprak kuvvetli alkalın sınıfına girmektedir. Bu durumun en büyük riski, bitki besin elementlerinin (özellikle fosfor, demir, çinko ve mangan) bitki tarafından alınamaz hale gelmesidir (Güneri ve ark., 2009).

Uygulanacak Metot: İnönü Üniversitesi ve Malatya Kayısı Araştırma Enstitüsü tarafından bölge topraklarında yürütülen kükürtleme çalışmalarında, yüksek pH'ın mikrobiyal oksidasyon yoluyla

düşürülmesinin, kireçli topraklarda besin elementi mobilizasyonu sağladığını ortaya koymaktadır (Karlıdağ ve ark., 2022). Bu doğrultuda, sadece pH'ı düşürmek değil, aynı zamanda asitlik sağlamak amacıyla amonyum sülfatın ve toz kükürdün sinerjik etkisi kullanılacaktır.

Problem 2: Toprakta kireç oranının %20'nin üzerindedir. Bu urdurum pH'ı yükseltmesi yanında ,toprak parçacıklarının bağlanma şeklini bozarak toprağın sertleşmesine ve havalanma kapasitesinin düşmesine neden olmaktadır. Bu fiziksel direnç, özellikle genç fidanların köklerinin toprakta ilerlemesini zorlaştırarak gelişimi kısıtlar (Güneri ve ark., 2009)

Uygulanacak Metot: Araştırmalarımızda incelediğimi TÜBİTAK destekli toprak ıslah projelerinde de değinildiği üzere (Örn: Proje No: 110O058), yüksek kireçli arazilerde kirecin kütsel varlığından ziyade aktif kireç formunun kimyasal olarak pasifize edilmesi esastır (Kacar ve Katkat, 2011). Kalsiyumun sahadan uzaklaşması mümkün olamayacağına göre, uygulanan sülfürik asit reaksiyonu ile kalsiyum karbonatın kök gelişimine fiziksel direnç göstermeyen kalsiyum sülfata dönüşümü sağlanacaktır.

Problem 3: Meyvecilik literatüründe, ideal bir üretim toprağının saturasyon değerinin %30-50 bandında tınlı olması istenir; daha üzerindeki değerler ise toprağın havalanma kapasitesinin düşük olduğuna ve kurduğunda betonlaşma eğilimi gösterdiğine işaret eder (Ülgen ve Kadioğlu, 1998). Analiz raporunda belirtilen %56 saturasyon değeri, sahanın ağır bünyeli bir toprak yapısına sahip olduğunu göstermektedir. Diğer yandan organik madde miktarı %1 altında ve kritik düzeyde yetersizdir. Bu durum, yaz kuraklığında killi yapının büzülerek çatlaması ve fidan köklerinin hava ile doğrudan temas ederek hızla kaybedilmesi riskini doğurmaktadır (Munsuz, 1982)

Uygulanacak Metot: Malatya Kayısı Araştırma Enstitüsü'nün benzer deneme bulguları ışığında; ham leonardit kullanılarak organik madde artışı yanında toprağın yüksek olan saturasyon değerinin ideal seviyelere çekilerek betonlaşma eğiliminin kırılması amaçlanmıştır. Bu yöntemle, TÜBİTAK literatüründe de belirtilen 'agregat stabilitesinin artırılması' ilkesine bağlı kalınarak, kısıtlı nemin fidan kökleri için elverişli su formunda korunacağı öngörülmüştür. (Zaimoğlu ve ark., 2021) pH değerini fidan kök bölgesinde düşürmek amacıyla elementel toz kükürdün mikrobiyal oksidasyon yoluyla sülfürik aside dönüşmesi ve pH'ı dengelemesi hedeflenmiştir. Bu müdahale fidanlarda şiddetli kloroz ve gelişim geriliğine de çözüm olacağı öngörülmektedir. (Kacar ve Katkat, 2011).

Toprak yapısının iyileşmesi: Kirecin olumsuz etkilerini tamponlamak için bölge yüksek dozda hümik ve fulvik asit içeriğine sahip leonardit kullanılacaktır. Leonardit, kalsiyum karbonatın neden olduğu kimyasal baskıyı azaltarak, kök bölgesinde daha yumuşak ve geçirgen bir yapı oluşturmaktadır. (Moraes ve ark., 2017). Toprak ıslahında tek başına kükürt kullanımı, su kısıtı olan yüksek rakımlı sahalarda çözünürlük sorunu nedeniyle yavaş sonuç verebilmektedir. Ancak leonardit ile birlikte uygulandığında, leonardit toprağın nemini koruyarak kükürtü oksitleyen bakterilerin çalışması için uygun ortamı sağlayacak, kükürt ise pH'ı düşürerek leonardit içindeki hümik asitlerin daha aktif çalışmasına yardımcı olacaktır. Fidan çukuru başına ortalama 2 kg ile 5 kg arasında uygulama yapılacaktır (Engin ve Cöcen, 2012). Uygulama sıklığı yıllık toprak analiz sonuçlarına göre belirlenecektir.

Yerel yönetimlerle yapılan iş birliği sayesinde, işlenmemiş ham leonardit doğrudan maden sahasından çok düşük maliyetle temin edilecektir. Küçük parçalara ayrılmak dışında herhangi bir endüstriyel işlemden geçmeden araziye taşınan bu malzeme sayesinde piyasada satılan işlenmiş hümik asit ürünlerine kıyasla maliyet ve karbon ayak izi %90 oranında azaltılacaktır.

Leonardit, kendi ağırlığının birkaç katı su tutma yeteneği sayesinde, 450-500 mm'lik kısıtlı yağışı kök bölgesinde hapseden bir nem bankası işlevi görmektedir. (Dorak, 2023). FAO (2023) verilerine göre yıllık 1.200 mm su isteyen kayısı ağaçlarının bu kısıtlı yağışla hayatta kalması, bu yolla sağlanacaktır.

Tuzlanma Yönetimi; Yüksek alkalın ve kireçli arazilerde karşılaşılan birincil sorun , buharlaşma etkisiyle oluşan tuz yükselmesidir, zira yüzeyden verilen su , bitki köklerine ulaşmadan yüzeyde kalarak buharlaşmakta ve tortu bırakmaktadır. Ancak bu projede benimsenen Sıfır Sulama modeli sayesinde, toprak profilindeki tuzların yukarıda birikmesini tetikleyecek herhangi bir unsur oluşmayacaktır. Ayrıca kullanılan leonarditin toprağın organik madde içeriğini artırarak nemi hapsedmesi, yüzey buharlaşmasını minimize ederek tuzun yüzeyde birikmesini engellemektedir. (Moraes ve ark., 2017). Bu sayede, geleneksel sulu tarım alanlarında görülen tuzluluk sorunu, sahanın doğal su dengesi korunarak ve toprak düzenleyicilerle yapısal iyileştirme sağlanarak bertaraf edilecektir. (Güneri ve ark., 2009)

Fidan Seçimi ;

TARŞİM araştırmalarında ve bölgesel risk analizlerinde, yüksek rakımlarda genetik olarak daha dirençli olduğu kabul edilen *Soğancı,Çataloğlu, Hacıhaliloğlu, Kabaası* gibi çeşitler önerilmektedir. *Soğancı,Çataloğlu* çeşitleri sofralık taze tüketime uygun olup Kabaası ve Hacıhaliloğlu kurutma kalitesi ve ihracat değeri yüksek çeşitler seçilecektir. (Koparan, 2025)

Hendekleme ile Kışlatma Tekniği

Fidan seçiminde anaç yapısının güçlü olmasına dikkat edilecektir. Bu aşamada klasik ticari fidan temini yerine, adaptasyon yeteneği daha yüksek olan 1-2 yaşındaki küçük fidanlar tercih edilecektir. Bu tercih, fidanların kısıtlı su kaynaklarıyla kök sistemlerini daha hızlı geliştirmesine olanak tanımaktadır. Ayrıca yerel üreticilerden temin edilen bu fidanlar, büyük ticari fidanlara oranla %70 maliyet avantajı sağlayacaktır.

Fidanların, 1870 metre yükseklikte dondurucu kış rüzgarlarına ve -20 derecelere ulaşan termal şok riskine maruz kalmalarını engellemek üzere, kasım ayında temin edilecek ve hendekleme adı verilen yöntem izlenecektir.



Bu yöntemde rüzgar almayan, drenajı iyi bir noktada derin hendekler açılarak , fidanlar kökleri ve gövdelerinin bir kısmı toprak altında kalacak şekilde bu hendeklere yatay olarak yerleştirilmektedir. Toprak, fidanlar için doğal bir yalıtım malzemesi görevi görerek onları dışarıdaki aşırı soğuktan ve gövde donmalarından korumaktadır.

Fidanlar kış boyunca bu hendeklerde uyurken, bölgenin toprağına, nemine ve mikrobiyolojik yapısına yavaş yavaş uyum sağlayacaktır. Bahar geldiğinde fidanlar dikim şoku yaşamadan, bölgenin bir parçası olarak uyanmaya hazır hale getirilebilmektedir. (Asma, 2011).Mart ayı sonunda, fidanlar hendeklerden çıkarılarak önceden hazırlanan toprak ceplerine dikilecektir.

Fotoğraf: Kışlatma hendekleri

Lojistik ,Altyapı

Çalışma bölgemiz olan 1870-1890 metrelerdeki arazi, en yakın yerleşim yeri olan Serçekuyusu Mezrası'na 5 km ötededir, dik ve taşlı yokuşlu , ulaşımı zor bir noktadadır. Araziye traktörle ya da yaya olarak ulaşılabilir. Yerel yönetimlerin desteğiyle binek araçların da ulaşabileceği stabilize yol yapılması sağlanacaktır. Arazide her gün çalışma olmayacaksa bile , gidildiğinde birkaç gün konaklamak,

ilerideki aşamalarda ise mevsimlik işçilerin barınma, beslenme ve hijyen ihtiyacını karşılamak gerekecektir. Sürekli köye gidip gelmek hem zaman kaybına hem de yüksek yakıt maliyetine yol açacağı için sahanın kendi kendine yeten bir altyapıya kavuşması hedeflenmiştir. Konaklama ihtiyacını çözmek amacıyla, bölgedeki hazır prefabrik yapılara kıyasla maliyeti %60 daha düşük olan, tamamen araziden çıkan taşlarla inşa edilmiş bir yapı tasarlanmıştır.

Bu taş evin en büyük özelliği yüksek termal kütleyle sahip olmasıdır. Taş duvarlar gündüz ısıyı hapsetmekte, gece ise yavaşça dışarı vermektedir. Bu sayede ev, dışarıdaki ekstrem hava koşullarına karşı doğal bir yalıtım sağlayarak enerji tasarrufu sağlamaktadır.

Enerji Yönetimi, Elektrik ve Su

Karbon salınımını sıfıra indirmek ve şebekeden tamamen bağımsız olmak amacıyla sahaya profesyonel bir güneş enerjisi sistemi kurulacaktır. Bu sistem aydınlatma ihtiyacı yanı sıra yeraltı kuyusundan su çekilmesi, günlük ev ihtiyaçları ve sahada kullanılan şarjlı tarım/inşaat el aletlerinin (testereler, matkaplar vb.) bataryalarının doldurulması için kullanılacaktır.

Bölge su açısından son derece fakirdir ve antik kuyunun kapasitesi sadece 3 tondur. Kuyudan alınan bu kısıtlı su da yüksek kireç oranına sahiptir, yıllar boyu mekanik çökeltme ile hijyenik kullanım, filtreleme ile de içilebilir hale getirilerek kullanılmıştır.

Su Hasadı ve Nem Yönetimi

Günümüzde sivil toplum kuruluşları ve çeşitli kampanyalar, bireyleri evde bir bardak su tasarrufu yapmaya veya muslukları kapatmaya davet etmektedir. Elbette bu çabalar değerlidir; ancak dünya genelinde tatlı su kaynaklarının yaklaşık %70'inin tarım sektörü tarafından tüketildiği gerçeği çoğu zaman bu tartışmaların dışında kalmaktadır (FAO, 2020; Dünya Bankası, 2022). Bu projenin amaçlarından biri de, evsel su tasarrufunun ötesine geçerek, tarımda suya olan bağımlılığı azaltacak çözümlerin uygulanabilirliğini göstermektir.

Projede uygulanacak ve bitki kök bölgesinde suyun uygun şekilde tutulmasını hedefleyen Sıfır Sulama metodu, yağmur sularını bitki kökünde depolayarak kullanımına sunarken, su ihtiyacını da azaltacak kademeli bir mekanizmaya dayandırılmıştır;

- **Leonardit Su Tutma Etkisi:** Yüksek hümkik asit içeriği sayesinde toprağın yapısını iyileştirmekte ve kendi ağırlığının katlarca fazlası suyu bünyesinde tutabilmektedir. Bu doğal düzenleyici, sünger gibi davranarak suyu tutmakta ve kış ve bahar yağışlarını en kurak yaz aylarına kadar muhafaza etmektedir.
- **Kükürt ve pH Dengesi ile Besin Alımı:** Kireçli ve yüksek alkaliniteli arazimizde, kükürt uygulamasıyla toprak pH'ı optimize edecektir. Bu müdahale, suyun kısıtlı olduğu anlarda bile bitki köklerinin topraktaki fosfor, çinko, demir gibi besin elementlerine ulaşmasını kolaylaştırarak yaşayabileceği su stresi riskini azaltmaktadır.
- **Toprak İşleme ve Buharlaşma Kontrolü:** Toprak yüzeyinde oluşan kılcal kanallar, her bahar döneminde yapılan yüzeysel sürümle kırılarak kış boyunca depolanmış suyun buharlaşarak atmosfere kaçması engellenmektedir. Bu teknikle toprak yüzeyi, taşlı yapının sağladığı doğal korumayla birlikte bir yalıtım tabakası gibi çalışmaktadır.
- **Yüksek Rakımın Doğal Serinlik Avantajı:** Yükselti arttıkça hava sıcaklığının düşmesi, bitkinin terleme yoluyla kaybettiği su miktarını ova tarımına göre %20-30 oranında azaltmaktadır. Düşük sıcaklık ve geciken vejetasyon, ağacın su ihtiyacını doğal olarak minimize etmektedir. Koparan (2025)

Modelleme ve Veri Kalibrasyonu: Proje sahasında meteoroloji istasyonu bulunmadığından, bölgedeki en yakın resmi istasyon olan Elbistan 1150m verileri temel alınarak modelleme yapılacaktır. Literatürde veriler her 100 metrede sıcaklığın yaklaşık 0.7°C düştüğünü öngören "Adyabatik Sıcaklık Değişim Oranı" kullanılarak modellenmekteyse de, yüksek bölgelerde atmosferin daha ince olması, geceleri ısının daha hızlı kaybolmasına neden olur. Sonuç olarak, sahadaki gece minimum sıcaklıklarının referans istasyona göre sadece yükselti farkıyla değil, daha sert bir düşüşle gerçekleştiği gözlemlenmektedir. Referans verilerinin saha koşullarıyla uyumunu doğrulamak amacıyla, proje alanının farklı yükseltilerde ve bakı noktalarında veri kayıt edici cihazlar yerleştirilecektir. Bu cihazlar aracılığıyla anlık sıcaklık ve nem verileri kaydedilerek, Elbistan istasyonundan alınan verilerle karşılaştırılacaktır. Böylece teorik adyabatik değişim oranının sahadaki mikroklima ile sapma payı hesaplanacak ve Mustafa Koparan (2025) verileriyle harmanlanarak projeye özgü daha hassas bir iklim modeli oluşturulacaktır.

Ekolojik ve Enerjik Tasarruf Bilançosu: Geleneksel bir kayısı bahçesinde, tek bir ağaç gelişim evresine göre ortalama 3,5 ton/yıl suya ihtiyaç duymaktadır. (Asma, 2011) Proje 500 ağaç ile başlayarak hacmi kademeli olarak artırılacağı düşünüldüğünde, milyonlarca litre suyun yeraltı kaynaklarında bırakılacağı hesap edilebilir. Tonlarca suyun yeraltı derinliklerinden yüzeye pompalanması için gereken devasa elektrik veya fosil yakıt enerjisine olan ihtiyaç tamamen ortadan kaldırılmıştır. Bu durum, TUIK, 2024 verileriyle hesaplandığında klasik sulu tarım yöntemlerine kıyasla enerji ihtiyacında %90 ile %95 arasında bir azalma sağlayacağı görülmektedir.

Ekosistem Mühendisliği ve Sosyal İnovasyon

Proje sahasının yüksek rakımı ve çevredeki doğal bitki örtüsünün zayıflığı, polen taşıyıcı ve doğal tozlaştırıcı sayısını sınırlamaktadır. Her ne kadar kayısı ağaçları kendi kendini döleyebilme yeteneğine sahipse de, bilimsel araştırmalar bal arılarının çapraz tozlaşma yoluyla meyve tutumu ve kalitesini önemli ölçüde artırdığını kanıtlamaktadır (Eisikowitch ve Lupo, 1989).

Tozlaşma başarısını artırmak için sahada arıcılık faaliyetlerinin yapılması planlanmaktadır. Bölge, nevroz, sığır kuyruğu ve Maraş dondurmasına aromasını veren endemik salep zambağı gibi cinslerde zengin çiçek çeşitliliğine sahiptir ancak ilk aşamada arıcılık faaliyeti ticari bir bal üretimi amacı taşımamaktadır. Mevcut strateji, tamamen ekosistemin desteklenmesi ve ağaçlardaki tozlaşma verimliliğinin maksimize edilmesi üzerine odaklanmıştır. Elde edilecek balın niteliği ve çeşitliliği ise ilerleyen dönemlerde ayrı bir proje konusu olarak değerlendirilebilecektir.



Endemik nevroz bitkisi



Papatya tarlalarından bir görüntü

Biyotik Risk Yönetimi, Saha Güvenliği ve Bitki Koruma Stratejileri

Bölgede can güvenliğini tehdit edecek zehirli böcek popülasyonu da tehdit oluşturmaktadır. Mücadele için kimyasal ilaç kullanmadan doğal yöntemler; örneğin besin zincirinden faydalanarak zararlı türlerin popülasyonunu sınırlama , uygun başka canlıların çoğalmasını sağlama, kapı ve pencere eşiklerinde, geleneksel mavi boyama tekniği ve yılan gibi sürüngenlerin koku duyusuna hitap eden uzaklaştırıcı bariyer gibi yöntemler kullanılacaktır.

Saha çevresinde görüş güvenliğini artırmak için güneş enerjili, sensörlü lambalar yerleştirilecektir.

Çalışma sırasında sahada en az bir profesyonel ilk yardım eğitimi almış kişi ve temel ilk yardım malzemeleri bulundurulacaktır.

Fidanlarda mantar ve bakteri kaynaklı enfeksiyonları önlemek amacıyla, ağaçların uyku döneminde geleneksel bir yöntem olan ve bordo bulamacı adıyla bilinen bakır sülfat ve kireç karışımı kullanılacaktır. Test safhasında ilk etapta dikilecek 500 ağaç için ağaç başına ortalama 6-8 litre yıkama payı ile su ihtiyacı yaklaşık 3,5-4 ton olup, traktör yatırımı ile beraber alınacak 5 tonluk tanker ile Serçekuyusu'nda bulunan küçük gölden çekilerek kolaylıkla tedarik edilebilecektir. İleride yağmur sularının biriktirilebilmesi de gündeme gelebilir.

Saha çevresindeki yaban hayatı ve özellikle tavşan popülasyonu, genç fidanlar için risk oluşturmaktadır. Bu noktada, canlı popülasyonuna müdahale etmek yerine, fidanları korumak üzere kök boğazı bölgelerine mekanik bariyerler (spiral koruyucular, naylon file veya tel kafesler) yerleştirilmesi planlanmaktadır. Bu fiziksel bariyerler, genç bitki dokularının zarar görmesini engelleyerek fidan kayıplarını minimize edecektir.

Sermaye Yatırımı ve Operasyonel Verimlilik Yönetimi

Projenin ekonomik sürdürülebilirliği, yüksek ilk yatırım maliyetlerinden kaçınan ve operasyonel harcamaları minimize eden kolektif bir çalışma modeline dayanmaktadır:

Yatırımın ana kalemlerini; 80 HP gücünde yüksek torklu bir traktör, taşlı arazi yapısına uygun çapa makineleri, pülverizatörler ve sertifikalı fidanlar oluşturmaktadır. Proje sahası, yerel doğal taşlarla inşa edilen yüksek yalıtımlı yaşam alanı ve kurulu güneş enerji sistemi sayesinde enerji bakımından tam bağımsız bir özellik taşıyacaktır. Fidanların dikim çukurlarının açılması, yabancı ot kontrolü, toprak havalandırma için harcanacak yakıt , sayıları 3000 adede ulaşması planlanan ağaç için yıllık yaklaşık 1.500 litre yakıt tüketimi olacağı (New Holland web sitesinden alınan ortalama yakıt tüketimi verilerine göre) düşünülmektedir ve projenin ölçeği dikkate alındığında bu son derece makul bir miktardır; geleneksel bir bahçede sulama pompalarının ve sürekli ilaçlama makinelerinin tükettiği enerji ile kıyaslandığında, bu rakam toplam operasyonel maliyetin içinde oldukça düşük bir paya sahiptir.

Projenin kurulum ve ilerideki verim aşamalarında iş gücü, bölgenin geleneksel yaylacılık kültürü ve imece usulüyle entegre bir modelde planlanmıştır. Vejetasyonun durduğu kış aylarında bölge yoğun kar altında kalmaktadır ve ulaşım mümkün olmaktadır. İlkbaharda bölge halkında yaylaya taşınma geleneği hâlihazırda yaygındır ve aileden bir kişinin sahada sürekli bulunarak sürüm işlemlerini yapması yeterli olacaktır. İlaçlama, taş toplama, gübreleme ve leonardit serimi gibi kritik işler ortalama birer haftalık periyotlar halinde planlanmıştır. Bu faaliyetler, aile bireylerinin dönüşümlü katılımıyla profesyonel dış iş gücüne ihtiyaç duyulmadan yönetilebilir görünmektedir.

Hasat dönemi operasyonları için bölgede halihazırda kayısı yetiştiriciliği yapıldığından, sistematik olarak uygulanan yöntemler, projenin ek yöntem geliştirmeden mevcut tarımsal sisteme uyum sağlamasına olanak tanımaktadır.

Ağaçların 6. ve 7. yıllarına tekabül eden erken olgunluk döneminde, ağaç başına 40-50 kg bandında bir verim öngörülmektedir ve kurutma işlemi sonrası %40 oranında premium kalite ürün verebilecektir.

Projenin tam kapasiteye ulaştığı 10. ve 12. yıllar arasındaki tam olgunluk evresinde ağaç başına ortalama 150 kg verim ile projedeki tüm ekilebilir alanların değerlendirilmesi sağlandığında, ülkemize yıllık milyonlarca dolarlık döviz girdisi sağlama potansiyeline sahiptir.

Tüm ihtiyaçlar bir arada değerlendirildiğinde proje bütçesi 2026 yılı fiyatları baz alınarak hesaplandığında xxx ulaşmaktadır.

Kategori	Malzeme / İşlem	Açıklama / Teknik Detay	Güncel Birim Maliyet	Toplam projede maliyeti
Konaklama ve Yaşam	Doğal Taş Ev	El işçiliği, araziden toplanan taşlarla	600.000	600.000
	Güneş Enerji Sistemi	İkinci el alınarak , batarya yenilemesi	80.000	80.000
Ana Yatırım (Demirbaş)	85 HP Traktör	Engelibeli arazilere uygun, yüksek torklu	1.250.000	1.250.000
	Çapa Makinesi / Kültivatör	Yılda 2 kez düz sürme ve ot mücadelesi için	75.000	150.000
	İlaçlama Tankı (Pülverizatör)	5 Ton kapasiteli, traktör arkası sistem	65.000	65.000
	10.000 Adet Fidan	Kabaaşı ve Hacıhalioğlu cinsi	70	700.000
	Koruyucu File/Çit Sistemi	Yabancı kemirgenlere karşı mekanik koruma	250.000	500.000
Toprak Islahı	Elementel Kükürt (Toz/Granül)	250 kg/da Islah dozu +150kg/da devam dozu	250.000	750.000
	Yerel Leonardit	Elbistan Linyit yataklarından temin	120.000	360.000
	Taban ve Üst Gübreleme	Amonyum Sülfat, Üre, Potasyum	200.000	600.000
Bitki Sağlığı & Lojistik	Bordo Bulamacı	Yılda 2 kez	80.000	240.000
	Tanker Suyu (İlaçlama için)	Yıllık 50-60 Ton su ve araziye nakliyesi	80.000	240.000
Operasyonel İşçilik	Sürme ve İlaçlama Yakıtı	Yıllık mazot 1500 lt ve bakım yağ giderleri	150.000	450.000
	Hendekleme ve Dikim İşçiliği	Kışlatma ve profesyonel dikim operasyonu	250.000	250.000
TOPLAM GÜNCEL DEĞER				5.480.000

Uygulama Safhası ve Ölçeklendirme

Proje planlaması başlangıç aşamasında, 3 kuşak üstsoy aile mirasından intikal eden arazinin şahsi mülkiyet sınırları dahilindeki kısmında , pilot bölge olarak belirlenen sahada 500 adetle başlayarak toplamda 3.000 ağaçlık bir kapasiteye ulaşacağı planlanmış ve buna uygun bir iş takvimi üzerine kurgulanmıştır. Ancak uygulama safhasına geçildiği dönemde 2023 yılında meydana gelen deprem felaketi, projemizin başarısının çevrede duyulması, arazinin diğer hak sahiplerinin de teşviklerimiz ve desteklerimizle modele dahil olmasıyla birlikte; proje, sınırlarını aşarak tersine göç motivasyonu da taşıyan kolektif bir üretim havzasına dönüşmüştür. Dolayısıyla başlangıçtaki 3.000 ağaçlık hedef, 10.000 ağaçlık devasa bir üretim modeline evrilmiştir. Bu genişleme doğrultusunda revize edilen ve başarıyla tamamlanan zaman planlaması aşağıda sunulmuştur

[illegible]

BULGULAR



1) Toprak Stabilizasyonu ve Fidan Hayatta Kalma Oranı:

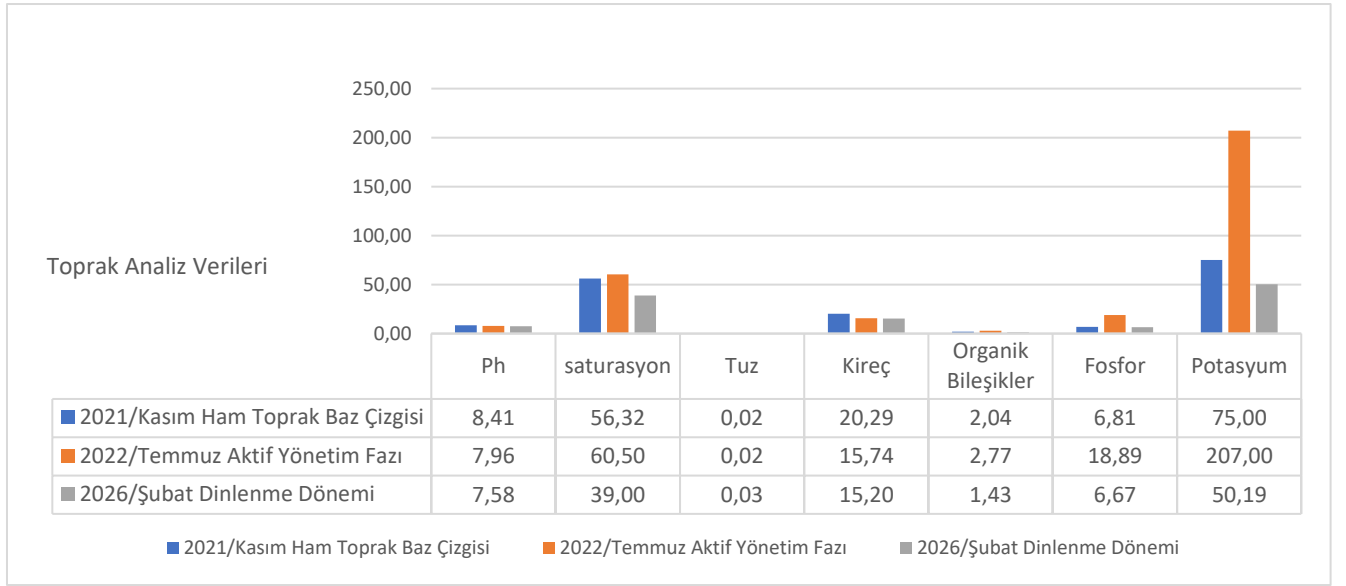
Leonardit, elementel kükürt ve önerilen gübreleme programının kombine uygulanması sonucunda fidanların hayatta kalma oranı **%95** gibi seviyede gerçekleşmiştir. Başlangıçtaki yüksek kireç içeriğine rağmen, ağaçlarda sağlıklı kök gelişimi gözlemlenmiş ve kloroz (demir eksikliği) belirtisine rastlanmamıştır. Bu durum, kükürdün pH seviyelerini etkin bir şekilde yönettiğini, leonarditteki humik ve fulvik asitlerin ise besin biyoyararlanımını artırdığını kanıtlamıştır. Bu sinerjik yaklaşım, toprak kimyasını stabilize ederek su tutma kapasitesini artırmış ve bu arazilerin ıslahında metodolojinin etkinliğini ispatlamıştır.

Bölge genelinde 2025 yılında meydana gelen ve sarp arazi koşulları nedeniyle aktif müdahalenin kısıtlı kaldığı yangınında, projenin toprak işleme yöntemi ve 10 metre aralıklı dikim formu sayesinde yangın sadece kenar sıra boyunca kısıtlı sayıda ağaçta kısmi hasara yol açmış, arasındaki güvenli mesafe sayesinde bahçe içine sirayet edememiştir.

Çevresel faktörlerin yanı sıra, bölgedeki yaban tavşanı popülasyonu nedeniyle yıllık ortalama 300 fidan köklerinin kemirilmesi sonucu kurumıştır. Saha gözlemlerinde, yaban tavşanlarının yarattığı mekanik hasarın, kök sistemine besin akışını durdurarak fidan kurumalarına sebep olduğu gözlemlenmektedir. Bu kayıplar, projenin doğal döngü içindeki risk yönetimi kapsamında değerlendirilmiş ve kuruyan fidanlar aksatmadan yenileri ile değiştirilmiştir.

2) Karşılaştırmalı Toprak Islah Analizi

1.000 dekarlık uygulama sahasında toprakta yarattığımız değişimleri kanıtlamak üzere farklı yılların farklı mevsim dönemlerinde alınan numunelerle üç temel toprak analizi karşılaştırmalı olarak incelendi. Bu analizler, kullandığımız yöntemlerin toprağın yapısını adım adım nasıl iyileştirdiğini ve alkalinite sorununu nasıl çözdüğünü anlatmaktadır;



- Ham Toprak / Baz Çizgisi (Eylül 2021): Uygulama öncesi, aşırı alkalinite ve yüksek kireç içeriğiyle karakterize edilen başlangıç durumudur.
- Aktif Yönetim Fazı (Temmuz 2022): Yoğun rehabilitasyon programının büyüme sezonundaki etkisini gösteren aşamadır.
- Durgunluk Dönemi / Mevcut Durum (Şubat 2026): Kış sonunda , sezonluk bakım öncesi toprağın dinlenme halidir.

Parametrelerin her birine ait analiz ve teknik bulgular aşağıda açıklanmaktadır;

1. pH Seviyesi Analizi: Projenin temel teknik başarısı, pH değerinin 8.5 seviyelerinden , nötre yakın 7.5 seviyelerine düşürülmesidir. pH ölçeği logaritmik bir yapıya sahiptir, her 1 birimlik değişim, hidrojen iyonu konsantrasyonunda 10 katlık bir farkı temsil eder. Bu bağlamda pH 8.5 seviyesindeki bir toprak, pH 7.5 seviyesine göre 10 kat daha alkali bir ortam demektir. (Slessarev et al., 2016). Alkalinitenin 10 kat azalması, yüksek pH nedeniyle toprakta kilitli bulunan fosfor , demir , çinko ve manganez gibi mikroelementlerin bitki tarafından alınabilir forma geçmesini sağlayacaktır. (Brady & Weil, 2017).

2026 verileri, kümülatif elementel kükürdün kalıcı bir tamponlama etkisi yarattığını göstermektedir. Durgunluk döneminde dahi pH'ın bu aralıkta kalması, bahar uyanışında besin elementlerinin kilitlenmesini engelleyerek biyoyararlanımı garanti altına almaktadır.

2. Aktif Kireç Yönetimi

Sahanın yapısı gereği kireç, toprak numuneleri içerisinde homojen bir dağılım göstermemesi ve yer yer kütsel agregatlar ve nodüller halinde bulunması nedeniyle toprak analiz numunelerinde kireç odaklı lokal yoğunluk farklarına bağlı sapmalar görülmektedir. Bu fiziksel dalgalanmalardan bağımsız olarak, asıl kritik bulgu; kireç içeriği yüksek olsa dahi, stabilize edilen pH seviyesi sayesinde kirecin negatif etkilerinin kimyasal olarak nötralize edilmiş olmasıdır. Saha gözlemlerinde kirece bağlı klorozun başarıyla engellendiği tespit edildiği anlamlı bir veridir.

3. Organik Madde Analizi: Organik madde miktarında 2022 yılındaki artış, uygulanan ıslah metodunun ve organik gübrelemenin etkisini göstermektedir. Şubat 2026'daki düşüş ise beklenen biyolojik bir

sonuçtur; bu değer 10.000 fidanın büyüme sezonu boyunca tükettiği organik besin miktarını temsil etmektedir. Toprağın yaşayan, aktif bir ekosistem olduğunu ve döngüsel olarak organik takviyeye her sezon ihtiyaç duyduğunu teyit etmektedir.

4. Saturasyon (Doygunluk) ve Doku Analizi :Saturasyonun %39.00 seviyesine evrilmesi, kuru ve soğuk aylarda toprağın Kumlu Tınlı karakteristiğine yaklaştığını göstermektedir. Bu durum kuru tarım modelimiz için idealdir; kış kar sularının tahliyesini kolaylaştırırken, kök bölgesindeki leonardit partikülleri sayesinde mikro nem cepleri oluşturarak yapay sulama olmadan hayatta kalmayı sağlar.

5. Toplam Tuz Analizi: %0.02 ile %0.04 arasında sabit kalmıştır. Geleneksel tarımda tuzluluğun asıl kaynağı ise, genellikle sulama sularıya taşınan mineraller ve yetersiz drenaj sonucu suyun buharlaşarak tuzu yüzeyde bırakmasıdır. Projemizde sıfır sulama politikası sayesinde dışarıdan mineral yüklemesi yapılmamış, böylece buharlaşma-tuzlanma döngüsü en baştan kırılmıştır.

Bunun da ötesinde, toprak ıslah çalışmalarında yaygın olarak kullanılan elementel kükürt , toprakta mikrobiyal aktivite sonucu sülfürik asite dönüşür. Bu süreçte açığa çıkan sülfat iyonları ve gübrelemeden gelen serbest mineraller, teorik olarak toprağın elektriksel iletkenliğini ve dolayısıyla tuzluluk indeksini bir miktar artırmaktadır (Havlin et al., 2014) Kullandığımız leonardit, toprakta bir mıknaatıs gibi davranarak fazla iyonları tutmuş ve bitki köklerini tuz stresinden korumuştur. Böylece pH'ı düşürmek için kullandığımız kükürt, toprağı tuzlandırmak yerine fidanlarımızın daha rahat beslenmesini sağlamıştır (Marschner, 2012)

3) Don Riski ve Fenolojik Koruma:

11-13 Nisan 2025 tarihlerinde Malatya genelinde meydana gelen ekstrem zirai don hadisesi, bölge tarımı için yüzyılın en yıkıcı afetlerinden biri olarak kayıtlara geçmiştir. Bu döneme ait resmi veriler ve saha raporları şöyledir:

Malatya Valiliği ve İl Tarım Müdürlüğü koordinasyonunda yapılan hasar tespit çalışmalarına göre, özellikle Akçadağ ve Darende ovalarında kayısı ağaçlarındaki çiçek ve küçük meyve hasarı %70 ile %95 arasında gerçekleşmiştir. Pek çok bahçede sadece meyve kaybı değil, ağaç ölümleri de yaşanmıştır (Malatya Valiliği, 21 Nisan 2025).

14 Eylül 2025 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Cumhurbaşkanlığı Kararı ile dondan etkilenen çiftçilere dekar başına 5.500 TL nakdi girdi desteği sağlanmıştır. Malatya ilinde toplamda 4 milyar 78 milyon TL seviyesinde bir ödeme yapıldığı raporlanmıştır (Abdurrahman Babacan, Ekim 2025 açıklaması).

Mustafa Koparan (2025) tarafından 1750 metre yükseltiye kadar yapılan araştırmalarda, yükselti artışının ağaç uyanışını yaklaşık 3 hafta geciktirdiği kanıtlanmıştır. Proje sahamızın 1750-1890 metre bandında yer alması ve sıcaklığın adyabatik değişimle yaklaşık 1°C daha düşük olması, bu gecikmeyi toplam 4 haftaya çıkarmıştır. Bu sayede, ovadaki ağaçlar %90 hasar ve ağaç ölümleriyle karşı karşıya kalırken; bizim fidanlarımız henüz uyku aşamasında oldukları için süreci tamamen hayatta kalarak atlattır.

2024 yılında, 500 test ağacından alınan yaklaşık 150 kg’lık sembolik hasat, fidanlar henüz ticari olgunlukta olmasa da sahanın umut vaat ettiğini göstermesi açısından önemlidir. 2025 yılındaki don felaketinde ise fidanlarımızda hiçbir ölüm yaşanmamış, ağaçlar sağlıklı sürgün ve çiçek oluşturmaya devam etmiştir. Ancak aşırı soğuk dalgasının tozlaşmayı engellemesi nedeniyle bu yıl meyve tutumu gerçekleşmemiştir.

İlgili bölgede kayıtlı olmamız münasebetiyle tarafımıza sağlanan maddi destek, bir kayıp telafisi yerine projenin geleceğine yönelik bir yatırım kaynağı olarak kullanılmıştır. Bu kaynakla, 2026 yılında beklenen ilk büyük hasadı işlemek üzere bir meyve kurutma tesisi yatırımı başlatılmış ve operasyonel maliyetleri sabitlemek adına mazot rezervi oluşturulmuştur.

Etki Kategorisi	Ova Tarımı/Geleneksel	Yayla Tarımı /Yenilikçi	Hedef
Su Tüketimi	3.5 – 4.0 Ton / Ağaç (Yıllık)	~0 Ton / Ağaç	%100 Su Tasarrufu
Sulama Enerjisi	Elektrik/Dizel Pompa	Doğal Yağış ve mekanik Sürüm	%100 Enerji Tasarrufu
Toprak Besini	%100 Sentetik Gübreleme	Leonardit + %40 Mineral Destek	%60 Kimyasal Azaltımı
Zararlı Kontrolü	Sentetik İlaçlama Döngüleri	Bordo Bulamacı	Yaylalarda düşük zararlı popülasyonu
Çiçeklenme ve Don	Erken Çiçeklenme ve Don riski	4 Haftalık Gecikmeli Çiçeklenme , riskli dönemi pas geçme	Dondan Korunma
Arazi Güvenliği	Alüvyal Sismik Aktivite Yoğun	Kayaç/ Sismik Dirençli	Afete Dayanıklı Tesis
Ürün Değeri (Brix)	%22–24 (Bostan, 2009)	Yüksek Kuru Madde	Yüksek fenolik ve aroma
İşçilik Enerjisi	Maliyet	Minimize Edilmiş Bakım/İmece	Operasyonel Verimlilik
Ekolojik Ayak İzi	Karbon Salımı	226 Ton/Yıl CO2 Tutumu	Net Karbon Negatif Statüsü

4) Mekanik Toprak İşleme vs. Sulama:

Sıfır Sulama politikası uygulanarak ve sınırlı mekanik işleme ile toprak nemi korunarak, sezon başına 35 milyon litre suyun pompalanması engellenmiş, devasa enerji ve maliyet tasarrufu sağlanmıştır. (Bu rakam, yarı kurak koşullarda 10.000 kayısı fidanı için ağaç başına yıllık 3,5 M3 su ihtiyacı baz alınarak hesaplanmıştır).

Taş Altı Yoğunlaşması ve Doğal Su Hasadı Gözlemimiz

Proje sahasında yapılan gözlemler sırasında, sabah erken saatlerde iri taşların alt kısımlarında ve taşla temas eden toprak yüzeyinde belirgin nemlilik saptanmıştır. Literatürde bu durum 'taş altı yoğunlaşması' olarak tanımlanmakta; Necef Çölü ve Orta Asya steplerinde eski uygarlıklar tarafından pasif su hasadı yöntemi olarak kullanıldığı bildirilmektedir. Literatürde milyonlarca taşın yamaçlarda belirli bir düzenle dizilmesiyle yağış sularının akışının ve yoğunlaşmasının yönetildiği, bu sayede kıymetli suyun en verimli şekilde hasat edildiği belirtilmiştir (Bruins, 2024; Aronson, 2023). Taşların termal kütle farkı sayesinde alt yüzeylerinde oluşan bu doğal yoğunlaşma, bitki kök bölgesinde mikro su hasadı sağlayarak kurak dönemlerde hayati bir nem kaynağı oluşturmaktadır. Bu teknik literatür araştırması sırasında karışmamış, sahada kendi gözlemlerimizle keşfedilmiş olup proje süresince su yönetimi tekniklerine eklenmiştir.

Tablo xx: 1150mt MGM Elbistan İstasyon Verileri ve 1870m Saha Mikroklima Projeksiyonu (Son 5 Yıl Temmuz Ayı Ortalamaları)

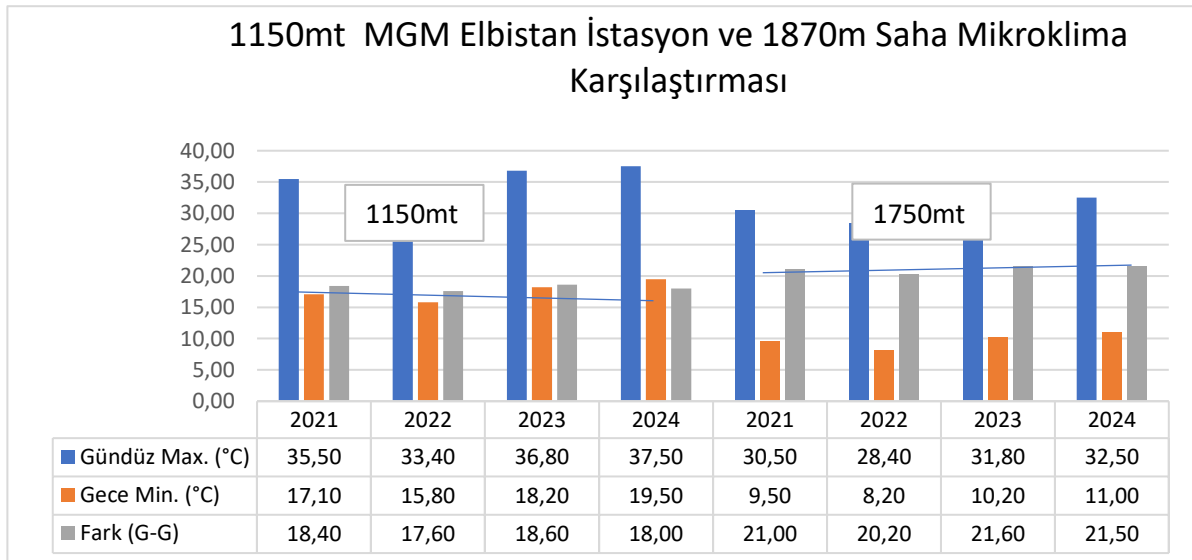
5) Karbon Yutağı ve Çevresel Katkı:

10.000 kayısı ağacının dikilmesiyle bölgede devasa bir karbon yutağı oluşturulmuştur. Yetişkin bir meyve ağacı yılda ortalama 22,6 kg CO₂ tutmaktadır. Tam olgunluğa eriştiğinde bahçe, yılda yaklaşık 226 ton CO₂ hapsedecektir. EPA standartlarına göre bu değer, bir binek aracın kat ettiği 1,1 milyon kilometrelik emisyonu eşdeğerdir.

6) Besin Yönetimi ve Döngüsel Ekonomi:

Projenin temel stratejisi, yüksek kalsiyumlu toprakların kronik besin kilitlemesini aşmak için Afşin-Elbistan havzasından temin edilen yerel leonarditi kullanmaktır. Yüksek pH ortamında çözünmez hale gelen karbon yoğunluklu sentetik gübrelerle bel bağlamak yerine, leonardit doğal bir şelatör ve dengeleyici görevini üstlenmektedir. Bu hibrit yaklaşım, fidanların temel minerallere erişimini garanti altına alırken, kimyasal bağımlılığı ve karbon ayak izini minimize ederek girdi maliyetlerini düşürmüştür.

7) Emisyon ve Enerji Yönetimi:



Sıfır sulama ve optimize edilmiş yakıt tüketimi ile birleştiğinde, proje Net Karbon Negatif statüsüne ulaşmaktadır. Hassas toprak işleme, sulama pompalarını devre dışı bırakarak enerji ayak izini silmekte ve bahçeyi bölge için hayati bir ekolojik tampon bölge haline getirmektedir. Güneş panellerinden

sağlanan enerji, hane halkı ve inşaat süreci için kesintisiz elektrik ve su ihtiyacını sıfır emisyonla karşılamaktadır.

8) Hasat ve Kalite Projeksiyonu:

Üretimin ilk yılı olmasına rağmen, 150 kg'lık örnek hasat, yüksek şeker oranı belirtileriyle beklentilerin üzerinde bir meyve kalitesi sergilemiştir. Şeker içeriğini Malatya kayısı standartlarına göre doğrulamak amacıyla İnönü Üniversitesi ile iş birliği içinde resmi Brix ölçümleri gerçekleştirilecektir.

9) İstihdam ve Sosyal Rehabilitasyon:

Depremden doğrudan etkilenen onlarca akrabamızın sürece aktif katılımı, devlet yardımına olan bağımlılığı azaltmış ve yerel halkın kendi topraklarında yeniden üretken olmasını sağlamıştır. 10.000 fidanın dikimi, taş temizliği ve altyapı çalışmaları sırasında sağlanan bu istihdam, sadece fiziksel bir emek değil; aynı zamanda bir rehabilitasyon ve ata topraklarına yeniden dönüş projesi olmuştur. Projenin yarattığı bu üretim ekosistemi, büyükşehirlerden köye dönüşü de tetiklemiştir. İstanbul'da yaşayan iki yakınımızın proje alanımızın yakınındaki 1700 metre yükseklikte Serçekuyusu mezrasına kalıcı ev yaparak geri dönmesi sadece ekonomik bir kazanç değil, aynı zamanda felaket sonrası toplumsal dokuyu onaran ve göçü tersine çeviren bir güç olarak tanımlanmaktadır.

2022de 3 kovanla başlayan faaliyetler , arıların doğal oğul verme yöntemiyle çoğalması sonucu üçüncü yılda sekiz kovana ulaşmıştır.2025 yılında bu faaliyetten yıllık yaklaşık 200 kg bal elde edilmiştir. Elde edilen bal ticari bir amaçla kullanılmamakta, arazideki zorlu çalışma süreçlerine emek veren tüm akrabalar ve köylüler arasında paylaştırılmaktadır. Bu yaklaşım, ekolojik bir yeniliğin sosyal bir dayanışma modeline dönüşmesini sağlamıştır.

Güvenlik

Bölgedeki sarı akrep popülasyonu başlangıçta bir tehdit unsuru oluşturmuş, bazı çalışanların yaralanmalarına dahi sebep olmuşsa da, bu tehlikeyi yönetmek ve sürdürülebilir bir yaşam alanı kurmak amacıyla kimyasal ilaçlar yerine sülün yetiştiriciliği başlatılarak akrep popülasyonu doğal yollarla kontrol altına alınmış; ayrıca yapının kapı ve pencere eşikleri "kobalt mavisi" pigmentle boyanmıştır. Akreplerin bu rengi alev veya ateş olarak algılayıp kaçma tepkisi vermesi sayesinde, ev içerisinde kimyasal madde kullanmadan güvenli bir alan oluşturulmuş ve bu uygulamadan sonra sokma vakalarıyla karşılaşılmamıştır.

Özellikle yoğun kar yağışı dönemlerinde tavşanların fidan gövdelerine zarar vermesini önlemek için fidan tabanları koruyucu naylon filelerle sarılmıştır. Bu sayede yerel yaban hayatına zarar vermeden fidanların hayatta kalması sağlanmış, doğa ile uyumlu bir koruma yöntemi izlenmiştir.

10) Liderlik Modeli ve Kültürel Mirasın Korunması:

Proje yürütücüsü, her yaz sahada bizzat bulunarak girişimin hem teknik hem de sosyal mimarisini yönetmektedir. Bu süreç, sadece mekanik bir tarım faaliyeti değil; depremzede akrabalar ve genç nesille paylaşılan kolektif bir öğrenme sürecidir. Bu sosyal sürdürülebilirliğin merkezinde, yerel çocukların geleneksel yöntemlerle kenger sakızı toplaması gibi yerel geleneklerin korunması yer almaktadır. Bir zamanlar çocuklar için bir gereklilikten doğan bu doğal uğraş, şimdi genç nesli kültürel mirasıyla buluşturan nostaljik bir değer olarak yaşatılmaktadır. Ayrıca, ilaçsız kuru tarım ve leonardit kullanımı

sayesinde sahada izlenen böcek popülasyonu, biyoçeşitliliğin hem toprak altında hem toprak üstünde nasıl desteklendiğini göstermektedir. Bu liderlik modeli, tarımsal üretimi eğitici ve ilgi çekici bir sosyal faaliyete dönüştürerek gençlerin toprakla bağını güçlendirmekte ve uzun vadeli sosyal dayanıklılık hedefini gerçekleştirmektedir.

11) Finansal ve Ekolojik Genel Bakış:

Toplam XXX yatırım gerektiren projenin, Bu, maliyetlerin hızla geri kazanılmasını garanti etmektedir.

Projenin kurulum aşamasından hasat dönemine kadar geçen süreçte, işçilik maliyetleri imece usulü çalışma modeliyle yönetilmiştir. Akrabalık bağları ve komşuluk dayanışmasıyla örülen bu kolektif model; sadece finansal bir tasarruf sağlamakla kalmamış, aynı zamanda teknik bilgi transferini hızlandırarak projenin bölgesel bir sosyal inovasyon projesine dönüşmesini sağlamıştır. Profesyonel iş gücü yerine gönüllü ve ortak amaca odaklı bu çalışma disiplini, projenin deprem sonrası dönemde moral motivasyonu artıran bir faktör olmuştur. Projenin sunduğu bu üretim potansiyeli ve yaşam modeli, İstanbul'dan köye kesin dönüş yapan iki haneyle bölgesel bir tersine göçü de tetiklemiştir.

Projenin ekonomik boyutu ağaçların gelişim periyotlarına göre üç temel aşamada analiz edilmiştir. Projenin tamamlanma yılında toplamda 150 kg civarında sembolik bir verim elde edilmiştir. Bu aşama, ticari beklentiden ziyade projenin doğru hedefe ulaştığını teyit eden bir deneme süreci olarak değerlendirilmiştir.

12) Ekonomik ve Sosyal Etki:

Projenin en büyük başarısı, atıl olarak görülen çorak bir araziye, deprem sonrasında sosyal bir can simidine dönüştürmüş olmasıdır. Bu proje Malatya kayısı için bir paradigma değişimidir. Geleneksel olarak ovalarda yapılan üretim, iklim değişikliği ve su krizi tehdidi altındadır. Yükselen eğitim seviyesi ve güneş enerjisi gibi teknolojilerin yaygınlaşmasıyla, 1750 metre üzerindeki kullanılamaz denem araziler geç çiçeklenme, yüksek soğuklama koşulları ve düşük hastalık baskısı sayesinde bir avantaja dönüşmüştür.

Özellikle yoğun kar yağışı dönemlerinde tavşanların fidan gövdelerine zarar vermesini önlemek için fidan tabanları koruyucu naylon filelerle sarılmıştır. Bu sayede yerel yaban hayatına zarar vermeden fidanların hayatta kalması sağlanmış, doğa ile uyumlu bir koruma yöntemi izlenmiştir.

TARTIŞMALAR

Çalışma, yüksek rakımlı, kayaç ve çorak arazilerin tarıma kazandırılmasında leonardit ve kükürt uygulamalarının susuz tarım modeliyle birlikte uygulanabilirliğini ortaya koymuş olup şu noktalar öne çıkmaktadır:

Leonardit ve kükürdün sinerjik kullanımı, yüksek pH ve kireçli topraklarda besin elementi alımını artırmış, fidanlarda kloroz ve gelişim geriliği gözlenmemiştir.

Bu sonuç, Güneri ve ark. (2009) ile Karlıdağ ve ark. (2022) tarafından değinilen yüksek pH'ın besin alımını engelleyici etkisinin, uygun organik düzenleyicilerle aşılabileceğini doğrulamaktadır.

Ayrıca, ham leonarditin doğrudan maden sahasından temin edilmesi, maliyet ve karbon ayak izini %90 azaltarak literatürdeki ticari humik asit uygulamalarından ayırmaktadır.

FAO (2023) verilerine göre kayısı ağaçlarının yıllık 1.200 mm su ihtiyacına karşın, proje sahasında 450–500 mm doğal yağışla hayatta kalmaları, leonarditin su tutma kapasitesi sayesinde mümkün olmuştur.

Bu bulgu, Dorak (2023) çalışmasında leonarditin su tutma kapasitesinin diğer düzenleyicilere göre daha etkin olduğunu gösteren sonuçlarla örtüşmektedir.

Susuz tarım modeli, sekonder tuzluluk riskini ortadan kaldırarak klasik sulama sistemlerine kıyasla sürdürülebilir bir alternatif sunmaktadır.

2024 yılında ilk 500 fidanın bir kısmından sembolik 150 kg meyve alınması, yüksekli farkının sağladığı geç çiçeklenme avantajının üretim potansiyelini ortaya koymuştur.

2025 yılında yaşanan ekstrem don olayında fidanların %95 oranında hayatta kalması, Hopkins Yasası'nın öngördüğü gecikmiş vejetasyon döngüsünün sahada pratik olarak doğrulandığını göstermektedir. Bu durum, Asma (2011) ve Koparan (2025) tarafından yüksek rakımda geç çiçeklenmenin don riskini azaltıcı etkisine dair bulgularla uyumludur.

Deprem sonrası dört ailenin projeye katılımı, bireysel bir girişimin kolektif üretim modeline dönüşmesini sağlamıştır. Bu yönüyle proje, yalnızca teknik bir tarım denemesi değil, aynı zamanda sosyal rehabilitasyon ve ekonomik dayanışma modeli olarak literatürdeki benzer çalışmalardan ayrılmaktadır.

Yerel kaynakların (taş ev, güneş enerjisi, hendekleme yöntemi) kullanılması, maliyetleri düşürmüş ve sürdürülebilir bir yaşam altyapısı oluşturmuştur.

Sonuçlar, yüksek rakımlı marjinal arazilerin iklim değişikliğine uyumlu üretim merkezlerine dönüştürülebileceğini göstermektedir. Leonardit ve kükürt uygulamaları, susuz tarım modeliyle birleştiğinde hem teknik hem sosyal açıdan sürdürülebilir bir çözüm sunmaktadır. Bu proje, TÜBİTAK'ın "su hasadı ve kuraklıkla mücadele" hedefleriyle doğrudan örtüşmekte, aynı zamanda deprem sonrası bölgesel kalkınmaya katkı sağlayan özgün bir sosyal girişimcilik örneği oluşturmaktadır.

ÖNERİLER

Bu proje, başlangıçta herhangi bir yarışma ya da kurum için tasarlanmamış, tamamen sosyal sorumluluk bilinciyle ortaya çıkmıştır. Dünyada artan nüfus, gıda kıtlığı ve iklim krizinin etkilerini araştırma isteği, ata topraklarına duyulan saygı ve bir lise öğrencisinin geleceğe dair kaygıları bu çalışmanın temel motivasyonlarını oluşturmuştur.

Projenin mevcut verileri, sahadaki uzun süreli gözlemlere ve elde edilen somut bitki gelişim sonuçlarına dayanmaktadır. Uygulanan modelin başarısı sahadaki verimlilikle kanıtlanmış olup, sonraki aşamalarda bu bulguların akademik bir derinlik kazanması hedeflenmektedir. Bundan sonraki aşamalarda toprak pH, organik madde, su tutma kapasitesi ve fenolojik gözlemler için sistematik kayıt tutulması, üniversitelerle iş birliği yapılarak düzenli analiz raporları alınması ve sonuçların yıllık tablolar halinde arşivlenmesi önemlidir.

Deprem sonrası ailelerin katılımı projeyi kolektif bir modele dönüştürmüştür. Bu yönüyle çalışma, yalnızca bir tarım denemesi değil, aynı zamanda genç kuşakların iklim değişikliğine karşı duyarlılığını ve toplumsal sorumluluk bilincini yansıtan bir çalışmadır. Bu yapının daha da güçlenmesi için kooperatifleşme veya resmi birlikleşme önerilmektedir.

Arıcılık faaliyetleri polinasyon başarısını artırmıştır. Bu ekosistem mühendisliği yaklaşımı genişletilerek daha fazla kovan kurulması ve doğal polinatörlerin desteklenmesi önerilmektedir. Şu aşamada arıcılık ticari bir faaliyet olarak görülme de ekonomik değer yaratma kapasitesi vardır.

Proje, iklim değişikliğinin tarımsal üretime etkilerini azaltan bir model olarak oluşturmakta olup yeterli veri analizi ile beraber gıda güvenliği ve nüfus artışı özelinde uluslararası literatürle daha güçlü bağlantılar kurulması, proje sonuçlarının, iklim krizine uyum stratejileri kapsamında ulusal ve uluslararası konferanslarda paylaşılması önerilebilir.