

TÜRKİYE GENÇLER SU ÖDÜLÜ PROJE YARIŞMASI

2026

PROJE ADI:

**Yüksek Rakımlı Marjinal Arazilerde Toprak
Tuzluluğu Yönetimi**

Ve

**Pasif Su Hasadıyla Sürdürülebilir Meyvecilik
Modeli**

OKUL ADI:

Robert Lisesi

PROJEYİ HAZIRLAYAN ÖĞRENCİ:

Ayşe Umay BAHÇIVAN (Proje Bireyseldir)

ŞEHİR / ÜLKE:

İstanbul / TÜRKİYE

İçindekiler

.....	0
0.PROJE ÖZETİ.....	2
1 GİRİŞ.....	3
2.PROJENİN KONUSU VE PROBLEM.....	4
3. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI VE YENİ ISLAH STRATEJİSİ.....	6
4. METODOLOJİ.....	8
4.1 Toprağın İyileştirilmesi.....	9
4.2 Su Yönetimi.....	9
5. BULGULAR.....	10
5.1 Proje Ölçeği.....	10
5.2 Uygulanan Rehabilitasyon Programının Başarısı.....	10
5.3 Don Riski ve İklim.....	12
5.4 Su Yönetimi ve Enerji Tasarrufu.....	12
5.5 Karbon Salınımı ve Ekolojik Etki.....	13
5.6 Sosyal ve Ekonomik Katkılar.....	14
5.10 Liderlik Modeli ve Sosyal Etki.....	15
6 SONUÇ ve TARTIŞMALAR.....	15
7. ÖNERİLER.....	17
8. PROJENİN GELECEK VİZYONU.....	17
9. KAYNAKÇA.....	20

KISALTMALAR LİSTESİ

- **MGM:** Meteoroloji Genel Müdürlüğü
- **UNCCD:** Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi
- **TARSİM:** Tarım Sigortaları Havuzu
- **KAE:** Kayısı Araştırma Enstitüsü
- **FAO:** Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
- **EEA:** Avrupa Çevre Ajansı

0.PROJE ÖZETİ

Bu proje, yüksek rakımlı bir arazide tarım denemeleri sürecinde ortaya çıkan sulama kaynaklı tuzluluk ve saturasyon krizine karşı geliştirilmiş bir ıslah modeli üzerindir. İklim değişikliği,sürekli artan dünya nüfusu ve tatlı su kaynaklarının hızla tükenmesi, geleceğimizi tehdit eden en büyük tehlikeler arasındadır. Tarım havzaları da bu baskıyı hissetmekte, geleneksel üretim alanları verimliliğini kaybetmektedir. Proje sahamızın bulunduğu ve dünya kuru kayısı üretiminin %70–80’ini karşılayan bölge de, hem ekonomik hem de kültürel açıdan stratejik bir merkez olmasına rağmen ciddi bir risk altında bulunmaktadır. Türkiye yüzölçümünde geniş yer tutan 1750 metre üzeri araziler , tarımsal üretim dışında kabul edilmektedir. Geleneksel yöntemlerle değerlendirilemeyen bu alanlar, iklim değişikliğinin ovadaki üretimi kırılgan hale getirmesiyle birlikte stratejik bir alternatif olarak günden güne önem kazanmaktadır. Projenin başlangıç fikri, bu arazileri tarıma kazandırma amacı taşıırken, deneme fazı sonunda karşılaşılan olumsuzluklar projeyi başarısızlık riskiyle karşı karşıya bırakmıştır. Yapılan analizlerle, artezyen sulama rejiminin toprağın mineral yapısını bozduğu, kök bölgesini oksijensiz bıraktığı, tuzluluğu %100 artırarak fidan gelişimini engellediği anlaşılmıştır. Son 20 yılda yeraltı su seviyelerinin dramatik biçimde düşmesiyle daha derin sondajlardan çekilebilen suyun yüksek mineral ve tuz içeriği, yağışların azlığı nedeniyle aşırı sulama ve buharlaşma sonucu yüzeyde birikerek toprağı zehirlemekte ve geri dönüşü zor bir kimyasal bozulmaya yol açmaktadır. 2023 depremiyle sismik hareketler, tuzlu minerallerin yeraltı su yollarına karışmasını hızlandırmış, akiferlerde tuzlanma riskini daha da büyötmüştür. Bu durum, sadece tarımsal üretimi değil, içme suyu güvenliğini de tehdit eden bir sorun haline gelmiştir. Bu durum projede sıfır sulama modeline geçişi tetiklemiştir. Kurgulanan yeni modelde antik çağlarda uygulanmış taş altı yoğunlaşma prensipleri adyabatik modelleme ile birleştirilmiş; pasif su hasadı sistemi kurulmuştur. Afşin-Elbistan termik santrali atık ürünü olan leonardit kullanılarak topraktaki iyon dengesi yeniden kazanılmış, pH regüle edilerek tuz stresine karşı direnç sağlanmıştır. Böylece tuzluluk, saturasyon, pH gibi kritik parametreler ideal aralığa çekilerek kök bölgesinde sağlıklı bir denge kurulmuştur. Uygulanan yeni yöntemle toprak ıslah edilmiş, su ihtiyacı sadece doğal yağışlardan karşılanmıştır. Böylece proje, yeraltı suyuna bağımlılığı ortadan kaldırarak tuzlanma riskine karşı dirençli, sürdürülebilir bir üretim modeli ortaya koymuştur. Projenin başarısı, fidanların sağlıklı gelişimi ve üçüncü yılında alınan 150 kg’lık sembolik verimle kanıtlanmıştır. 2023 depremi sonrası ekonomik ve sosyal çöküş yaşayan çevre arazi sahiplerinin katılımıyla proje, 10.000 ağaçlık kolektif bir dayanışma modeline evrilmiştir. Yıllık 14 olimpik havuz eşdeğerinde su tasarrufu sağlayan ve 300 ton

karbon tutulumu ile Karbon Negatif statüsüne ulaşan bu model, sürdürülebilir tarım için somut bir çözüm sunmaktadır

1 GİRİŞ

İklim değişikliğinin tarımsal üretim üzerindeki en belirgin etkilerinden biri, meyve ağaçlarının fenolojik ve biyolojik döngülerini bozmasıdır (Luedeling, 2011). Malatya kayısı , ona coğrafi işaretini kazandıran eşsiz aroma ve fenolik bileşiklerini, kış boyunca ihtiyaç duyduğu derin soğuklama süreci sayesinde geliştirmektedir (Asma, 2007). Normal koşullarda bu ağaçlar, yaprak döktükten sonra 800–1000 saat boyunca $+7,2^{\circ}\text{C}$ 'nin altında uyku halinde kalmalıdır (Campoy ve ark., 2011). Ancak günümüzde alçak rakımlarda kışların mevsim normallerinin üzerinde seyretmesi nedeniyle ağaçlar yeterli soğuklama süresini bulamadığından meyvenin aromatik kalitesi ile ticari değeri düşmektedir (Atkinson ve ark., 2013). Şubat ve mart aylarında görülen ani sıcaklık artışlarıyla tetiklenen yalancı bahar ise erken çiçeklenmeye yol açarak bitkiyi geç don riskine açık hale getirmekte; bu da dölleme yetersizliği ve yoğun meyve dökülmeleriyle sonuçlanmaktadır (Rodrigo, 2000).

Bu özel koşullar, yüksek rakımlı alanları iklim değişikliğine karşı stratejik bir güvenli bölge haline getirmektedir. Malatya ve çevresinde kayısı tarımı tarihsel süreçte 1500 metre altındaki yükseltilerde yoğunlaşmıştır. Malatya Kayısı Araştırma Enstitüsü 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, literatüre bölgenin don riskine karşı önemli bir alternatif olduğuna dair değerli bir veri sunmuştur. Ancak mevcut çalışmalar ve saha verileri 1750 metre altında yoğunlaşmaktadır; bu çalışmanın sahası ise, literatürdeki bu sınırların üzerinde , 1750-1890 metre kuşağında yer almaktadır.

Türkiye tarım literatüründe, ekonomik meyveciliğin üst sınırı genellikle 1750 metre olarak kabul edilmekte; bu rakımın üzeri Alpin Kuşak, Step Bitki Örtüsü gibi ifadelerle tanımlanarak tarımsal üretimin dışı kabul edilmektedir. (Doğanay, 2011; Belen, 2017) Hopkins Yasası'na göre; yükseltideki her 122 metrelik artış, fenolojik döngüyü yaklaşık dört gün geciktirerek bitkiyi geç don riskinden korumaktadır (Hopkins, 1918). Böylece 1750 metre üzerindeki alanlarda çiçeklenme daha geç gerçekleşmekte ve üretim güvenliği artmaktadır.

Doğu Anadolu Bölgesi'nin yüzölçümünün %30'undan fazlasını oluşturan bu yüksek rakımlı araziler, büyük oranda atıl bırakılmış tapulu alanlardan oluşmaktadır. Küresel gıda arz

güvenliğinin tehlikeye girdiği bu dönemde, marjinal alanların tarıma kazandırılması yerel kalkınmanın ötesinde küresel bir çözüm potansiyeli taşımaktadır (FAO, 2011). Ancak bu potansiyelin önünde ciddi engeller bulunmaktadır. Yüksek kireçli ve alkali toprak yapısı, sert iklim koşulları ve lojistik zorluklar derinleşen su kriziyle birleştiğinde bir maliyet kıskacına dönüşmektedir. Yeraltı su seviyelerinin düşmesiyle birlikte sulama suyunun çok daha derin akiferlerden çekilmesi zorunluluğu, astronomik ilk yatırım maliyetlerinin yanı sıra, operasyonel süreçte enerji giderlerini en önemli masraf kalemi haline getirmektedir (Zhu ve ark., 2020).

2.PROJENİN KONUSU VE PROBLEM

Bu proje, yüksek rakımlarda bulunan yalnızlığa terk edilmiş ata mirası marjinal arazileri tarıma kazandırarak gelecek nesillerin kullanımına kazandırmak üzere başlatılmıştır. Projenin ilk yılında taşıma suyla fidanların ihtiyacı karşılanmış, ilerleyen fazlar için ise saha yakınında artezyen kuyu yatırımı planlanmıştır. Ancak yıl sonunda fidanlarda gelişimi, beklentilerin altında kalmış , yaprak sararmaları görülmüş ve toprakta tuzluluk artışı saptanmıştır. Haftalık 20 ton suyun tankerle taşınması gibi operasyonel zorluklar da bu modeli sürdürülemez hale getirmiştir. Bu kriz, projenin yönünü değiştirmiş ve sıfır sulama modeline geçişi tetiklemiştir. Yeni strateji, toprak pH'ını optimize eden uygulamalarla beraber pasif su hasadı teknikleriyle atmosferik nemi kök bölgesinde yoğunlaştırarak su ihtiyacını karşılamak haline gelmiştir. Böylece proje başarılı olması durumunda, yeraltı suyuna bağımlılığı ortadan kaldırarak tuzlanma riskine karşı dirençli, sürdürülebilir bir üretim modeli ortaya koyacaktır.

Saha, düz bir ovoidan ziyade kayalıklar arasında biriken toprak ceplerinden oluşan sert bir yayla yapısındadır. Bu ekosistemde karşılaşılan temel sorunlar şunlardır:

1. pH değerinin 8.0'ın üzerinde olması, toprağın minerallerden yararlanımını neredeyse tamamen durdurmakta vejetatif gelişimi engellemektedir. Yüksek kireç oranı ise toprağı sertleştirerek genç fidanların kök ilerlemesini fiziksel olarak zorlaştırmaktadır.
2. Düşük yağış açığını kapatma için yapılan aşırı sulama ve sonrasındaki buharlaşma, derin sularda bulunan tuz ve mineralleri toprak yüzeyinde biriktirmektedir. Ayrıca 2023 depremi sonrası bölgedeki tektonik hareketlerin yeraltı su yollarındaki mineral kompozisyonunu bozması sonucu tuzluluk oranı daha da artarak problemi büyütme potansiyeli taşımaktadır.
3. İlk yıl yapılan sulama ve takviye denemeleri sonucunda fidanlarda gelişim yavaşlamış, yapraklarda yanmalar görülmüş ve analizlere göre toprakta tuzluluk oranı iki katına çıkmıştır. Toprak sulandıktan sonra kök bölgesini boğan bir balçığa dönüşmekte , satürasyon değeri

giderek yükselmektedir. Bu durum, sulama odaklı modelin başarısızlığa sürüklenmesine neden olmuştur.



Şekil 1: Vadi boyunca uzanan koyu renk alanlar fiden ekimine hazırlanmış toprak ceplerini göstermektedir , 2024 yılında çekilen bu fotoğrafta yeni modele geçiş sonrası boyları 2 metreye ulaşan fidanlar görülmektedir.

Yaşanan bu tıkanma sonrası proje, sulama odaklı yaklaşım terk edilerek sıfır sulama modeline yönelinmiştir. Farklılaşan strateji ile kurgulanan yeni hedefler şunlardır:

- Yüksek pH, kireç fazlalığı, tuzluluk artışı ve yüksek saturasyon gibi sorunlara; uygun maliyetli, yenilenebilir ve bitki besin elementi alım kapasitesini artıran çözümler geliştirmek.
- Kuraklığa karşı, doğal yoğunlaşma ve nem tutma mekanizmalarına dayalı bir su yönetimi sağlamak.
- 1890-1950 metre rakımdaki ekstrem gece–gündüz sıcaklık farkını avantaja çevirerek yoğunlaşma yoluyla su üretmek.
- “*Bu rakımda tarım yapılamaz*” kanısını somut verilerle yıkararak atıl araziler için bilimsel bir üretim modeli ortaya koymak.
- Bölge halkının katılımını sağlayan, sosyal dayanışmayı ve ortak üretimi temel alan bir model geliştirmek .



Şekil 2.ve 3. Proje koordinatörü ve arazinin gelecekteki sahipleri proje sahasında çalışıyor.

3. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI VE YENİ ISLAH STRATEJİSİ

Özellikle su kısıtı olan yüksek bölgelerde, kükürdün çözünürlük sorunu, toprağın su tutma kapasitesini de artıran organik düzenleyicilerin kullanımıyla iyileştirilmektedir. 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.

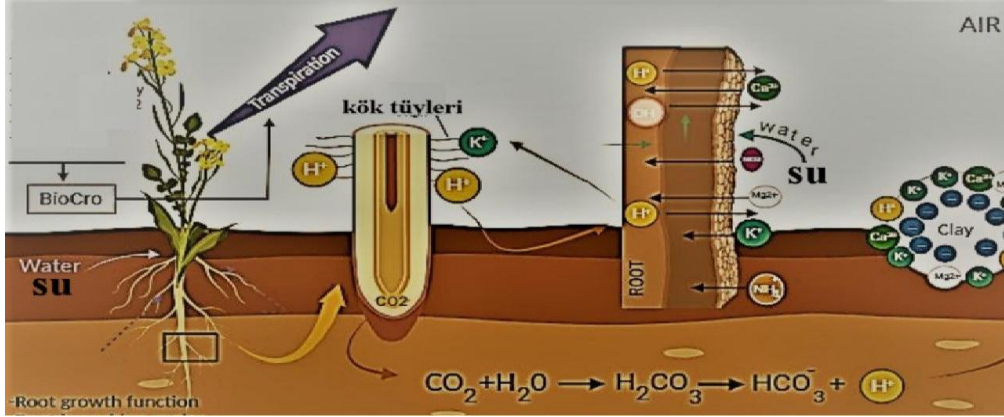
Leonardit, milyonlarca yıl öncesine ait bitki ve hayvan kalıntılarının kömürleşme sürecinde oksitlenmesiyle oluşan, organik maddece çok zengin bir mineraldir. Projemizin yanı başında bulunan Afşin-Elbistan Linyit İşletmesi gibi açık ocak madenlerinde bu katman, ekonomik değeri olan kömürün hemen üzerinde katman olarak bulunur ve yanma verimini düşürdüğü için maden sahasından uzaklaştırılması gereken bir sanayi atığı olarak görülmektedir. Oysa tarımsal açıdan dünyanın en zengin hümkik ve fulvik asit kaynaklarından biridir (Moraes ve diğerleri, 2017), ancak kullanımı henüz yeterince yaygınlaşmamıştır. (Pettit, 2004). Afşin-Elbistan linyit sahalarından doğrudan temin edilebilecek ham leonardit, işlenmiş hümkik ürünlere kıyasla maliyeti %90 oranında azaltırken, yerel kaynak kullanımı sayesinde karbon ayak izini de minimuma indirebilecektir.

Yeni ıslah stratejisi, leonardit ve kükürdün sinerjik etkisine dayanmaktadır. Leonardit, toprağın nemini koruyarak kükürdü oksitleyen bakterilerin çalışması için ideal mikroklimaları sağlamakta; kükürt ise bu süreçle toprak pH'ını düşürerek kilitli kalan besin elementlerinin bitki tarafından alınabilirliğini artırmaktadır (Vidyalakshmi ve ark., 2009).

Derin sondajdan gelen su, çok fazla mineral ve tuz yüklüdür. Bu durum toprak suyundaki iyon trafiğini bozar ve tuz yoğunluğu arttığında osmotik basınç tersine döner, fidanın kökü su alamaz hale gelir, suyun içinde olsa bile susuzluktan sararır (Sonnerveld & Voogt, 2009). Toprağa eklenen leonardit ise bir iyon toplayıcı olarak çalışır.

Aşağıdaki şemada (Şekil 3) bu çalışma mekanizması anlatılmaya çalışılmıştır. Ortadaki büyük yapı Leonardit-Hümkik Asit molekülüdür. Bu molekülün dış yüzeyi tamamen negatif elektrik yüküyle kaplıdır. Toprak suyunda serbest gezen ve fidanın su almasını zorlaştıran kalsiyum, magnezyum ve sodyum gibi iyonlar pozitif yüklüdür. Zıt kutuplar birbirini çeker, bu iyonlar

leonarditin yüzeyine mıknatıs gibi yapışır. Su, iyon yoğunluğu az olan topraktan, iyon yoğunluğu fazla olan fidan köküne doğru çok daha kolay geçer. Leonardit, tuzları üzerine çekerek fidanın suyu çekmesini sağlayan fiziksel yolu temizler..(Brady, N. C., & Weil, R. R., 2016)



Şekil 4: Leonardit ve Hümik Asit Moleküllerinin Katyon Değişim Mekanizması; leonardit içeriğindeki negatif yüklü hümik maddelere topraktaki serbest tuz iyonlarını absorbe eder. Kaynak: Brady, N. C., & Weil, R. R., 2016)

Tuzluluğun diğer bir sebebi, kükürt moleküllerinin bakteriler tarafından oksitlenerek sülfürik asit formuna dönüşmesiyle açığa çıkan serbest sülfat iyonlarının, topraktaki kalsiyum veya magnezyum gibi katyonlarla birleşerek alçıtaşı, jips gibi ikincil tuzların oluşumuna sebep olmasıdır ve bu durum tuzluluk endeksinin yükselmesine neden olmaktadır. (Havlin et al., 2013). Ancak leonardit, kükürtten açığa çıkan bu yeni iyonları da hemen üzerine çekip etkisiz hale getirmektedir. Literatür, leonardit gibi organik maddelerin iyon trafiğini dengeleyerek bitkiyi osmotik şoktan koruduğunu göstermektedir (Sonnerveld & Voogt, 2009). Uygulanacak sıfır sulama modeli, sadece bir su tasarrufu yöntemi değil, derin sondaj sularının yarattığı iyon kirliliğine engel olarak , bitkiyi sahte su bolluğu içinde boğulmaktan kurtarmaktadır.

Toprak saturasyonu, topraktaki tüm gözeneklerin suyla dolduğu ve havanın tamamen dışarı itildiği hali ifade eder; ideal bir tarım toprağında bu değer %35-45 aralığında olması, köklerin hem suya hem de oksijene erişebilmesi için kritiktir (Brady & Weil, 2016). Yüksek kireç, bazik pH veya havasız toprak koşullarında demir iyonlarının bitki tarafından alınamaması sonucu klorofil eksikliği, kloroz hastalığına sebep olmaktadır. (Sonnerveld & Voogt, 2009).



Şekil 5. Fotoğrafta, proje sahamızda kloroz olmuş bir fidan görülmektedir.

Kayısı ağaçlarının sürgün gelişimi, toprak verimliliği ve su stresine bağlı olarak yıllık 60-120 cm arasında değişebilir (Westwood, M. N. (1993)). İlk yıl sonunda fidanların pek çoğundaki gelişme , beklentimizin altında kalmıştır.

Fidanın gövdesindeki pembe ağ ise kemirgenlere karşı uygulanan tavşan koruma filesidir.

İklim değişikliği ve kontrolsüz yeraltı suyu kullanımının yarattığı olumsuz etkiler Birleşmiş Milletler'in kalkınma planı için de önem arz etmekte , su verimliliğini artırmak ve arazi tahribatını durdurmak öncelikli hedefler arasında yer almaktadır. Özellikle yüksek rakımlı ve kurak bölgelerde yeraltı sularının tuzlanması, UNCCD tarafından sessiz kriz olarak tanımlanmakta ve bu durumun ancak Sıfır Sulama disipliniyle aşılabileceği vurgulanmaktadır (UNCCD, 2022).

Pasif su yönetimi, dünyanın farklı coğrafyalarında ekstrem koşullara karşı geliştirilmiş en etkili adaptasyon yöntemidir. Pasif su hasadı teknikleriyle, gece ve gündüz arasındaki yüksek sıcaklık farkı kullanılarak atmosferik nemin kök bölgesinde yoğunlaşması sağlanmaktadır (Sharan ve ark., 2007). Peru'nun yüksek ve kurak And Dağları'nda, sis ağları kullanılarak atmosferik nemin file bezler üzerinde yoğunlaştırılması ve fidan diplerine iletilmesi yöntemiyle başarılı ağaçlandırma projeleri yürütülmektedir.(Lumbreras ve ark., 2018).

Projemiz kapsamında tüm bu yöntemler analitik bir süzgeçten geçirilmiş; gece-gündüz sıcaklık dalgalanmaları, bağıl nem değişimleri, buharlaşma hızı ve adyabatik sıcaklık gradyanları, toprağın fiziksel-kimyasal analiz sonuçlarıyla sentezlenmiştir. Bu veriler ışığında, yüksek rakımlı alpin step ekosistemine en uygun pasif su yönetimi modeli belirlenerek uygulamaya konulmuştur.

4. METODOLOJİ

Projenin metodolojisi üç ana eksen üzerine kurulmuştur, bu eksenlerin her biri doğrudan yeraltı suyu kaynaklı toprak tuzlanması sorununa çözüm üretmektedir.

4.1 Toprağın İyileştirilmesi

Afşin-Elbistan linyit sahalarından direkt temin edilecek ham leonardit, fidan başına 2–5 kg olacak şekilde kök iz düşümlerine uygulanacaktır. Leonardit toprağa kuru karıştırılacak, yeni fidan ekimlerinde can suyu verilecektir, leonardit sonradan ilave edildiğinde su verilmesine gerek yoktur.

Toz kükürt, leonardit ile birlikte kullanılarak pH'ı düşürecek ve demir, çinko, mangan gibi besin elementlerinin bitki tarafından alınabilir hale gelmesini sağlayacaktır. Leonardit, kükürdün çözünmesi için gerekli mikrobiyal ortamı stabilize ederek süreci hızlandıracaktır.

Uygulanacak sıfır sulama ve pasif su hasadı yöntemleri sayesinde, artezyen suyu kaynaklı tuz birikimi de önlenmiş olacaktır. Buharlaşma kaynaklı tuz yükselmesi engellenecek, toprak profilinde tuzların yukarı taşınması durdurulacaktır.

4.2 Su Yönetimi

1890 metre rakımda gece hızla soğuyan havadaki nem, leonardit ile zenginleştirilmiş gözenekli toprak yapısında yoğunlaşarak kök bölgesinde mikro sulama döngüsü oluşturacaktır.

Toprak sürülerek kılcal damarlar kırılacak, nemin kanallardan yukarı çıkıp buharlaşması engellenecektir. Fidanlar dışarıdan su verilmeden, doğal yağış ve yoğunlaşma ile hayatta kalmaya yönlendirilecek; bu yöntemle köklerin daha derine inmesiyle güçlü bir kök sistemi gelişecektir. Sıfır sulama sistemiyle suya ulaşmak için harcanacak enerji sadece zararlılarla mücadele çözümleri için gerekli olan su olup, bu ihtiyaç %95 oranında azalacak, fidanlar yalnızca yıllık 450–500 mm doğal yağış ve gece yoğunlaşmasıyla hayatta kalacaktır. Uygulanan metodun başarısı, fidanlardaki sürgün boyu ölçümleri, yaprak ayası genişliği, kloroz takibi ve periyodik toprak analizleriyle kayıt altına alınacaktır.

Proje sahasında meteoroloji istasyonu bulunmadığından, en yakın resmi istasyonun verileri adyabatik sıcaklık değişim oranı kullanılarak modele uygulanacaktır. Mikroklima koşullarını doğrulamak için farklı yükseltilere veri kayıt cihazları yerleştirilecek ve saha verileriyle karşılaştırmalar yapılacaktır. Böylece sahaya özgü hassas bir iklim modeli oluşturulacaktır.

Arazi yönetiminde doğal kaynakların kullanımı önceliklidir. Sürekli sürümle yüzeye çıkan taşlar bertaraf edilmek yerine teraslama ve su birikimi için kullanılacaktır. Bu taşlar üzerinde gece gündüz sıcaklık farkı sayesinde oluşan yoğunlaşma, toprağı nemli tutacaktır.

Proje, mevcut 500 fidan gelişiminin izlenmesiyle başlayacak, başarılı sonuçlar alınması halinde şahsi arazilerin kalanı ve kiralanacak arazilerle birlikte 3.000 ağaçlık kapasiteye ulaşacak

şekilde planlanmıştır. Proje kapsamında ihtiyaç duyulan elektrik enerjisi güneş panelleriyle karşılanacak, böylece hem aydınlatma hem de tarımda kullanılan el aletlerinin şarjı sıfır emisyonla sağlanacaktır. Bölgedeki zayıf polen taşıyıcı varlığı nedeniyle arıcılık faaliyetleri planlanmış, bu yolla hem tozlaşma başarısı artırılacak hem de ek bir üretim değeri yaratılacaktır

5. BULGULAR

5.1 Proje Ölçeği

Projenin fikir temeli, bir okul araştırma projesi kapsamında başlatılan bitki gözlemine dayanmaktadır. Farklı iklim- toprak koşullarının aynı bitki türü üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla, İstanbul ve Elbistan'da eş zamanlı dikilen Malatya kayısı fidanları izlenmiştir. İstanbul'daki fidanda gelişim görülmemesi üzerine gelişen merak ve araştırmalar, Malatya kayısına özel iklim gerekliliklerini ve atıl arazimizin sunduğu avantajları keşfetmemizi sağlamış ve test etmek amacıyla 500 fidanlık bir pilot faz planlanmıştır. Pilot aşamada karşılaşılan riskler, bakış açısı ve yöntem değişikliğiyle aşılmış; bu süreç projenin ikinci faza geçmesini sağlayarak hedefi 3.000 ağaca yükseltmiştir.

2023 yılında meydana gelen yıkıcı deprem felaketi ise, projede bir kırılma noktasıdır. Alınan olumlu sonuçlar ve yarattığı etkinin bölge halkı arasında ağızdan ağıza yayılması, sosyal ve ekonomik yıkıma uğraşmış diğer arazi sahiplerine de umut ve motivasyon kaynağı olarak sürece dahil olmalarını sağlamış, çalışmayı kolektif bir üretim havzasına dönüştürmüştür. Katılımlarını desteklemek ve teşvik etmek amacıyla, projemiz bünyesindeki teknik ekipman ve makine parkuru ortak kullanımlarına açılmıştır. Bu dayanışma odaklı yaklaşım ve teknik rehberlik hamlesiyle girişim; bireysel bir okul çalışması sınırlarını aşarak, tersine göçü destekleyen ve bölge halkına umut olan 10.000 ağaçlık devasa bir sürdürülebilir üretim ve dayanışma modeline evrilmiştir.

5.2 Uygulanan Rehabilitasyon Programının Başarısı

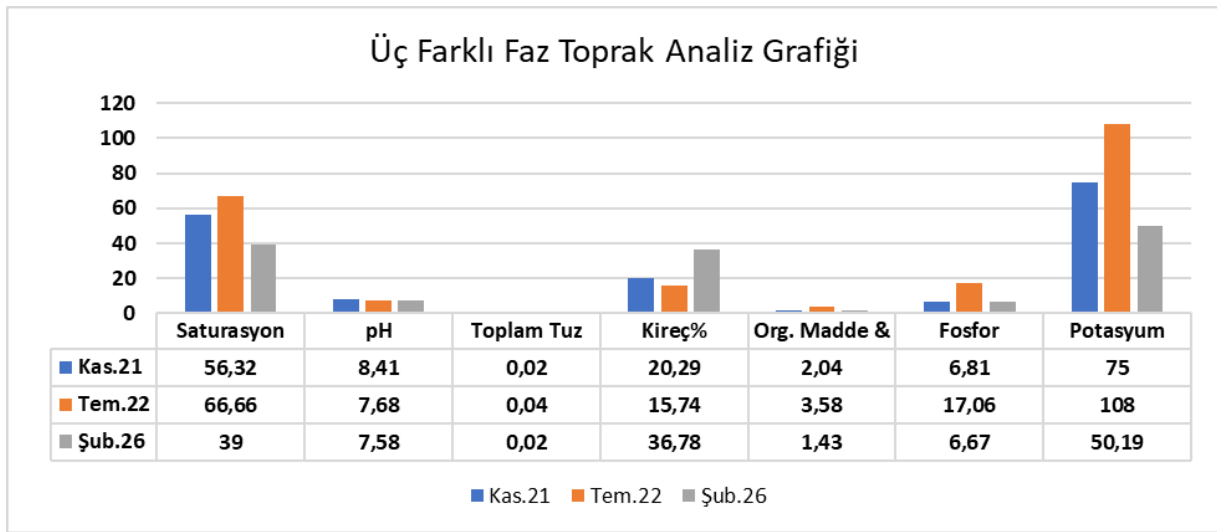
Leonardit, saf toz kükürdün ve önerilen gübreleme programının kombine uygulanması sonucunda fidanların dikildikleri yerde sağlıklı gelişimi sağlanmış ve bir sonraki yıl hayatta kalma oranı %95 seviyesinde gerçekleşmiştir. Gözlemler neticesinde fidanların boy ve gövde kalınlığı artışı, geleneksel ova tarımı standartlarıyla uyumlu seyretmektedir. Başlangıçtaki yüksek kireç içeriğine rağmen, ağaçlarda sağlıklı kök gelişimi gözlemlenmiş ve kloroz belirtileri kaybolmuştur.

Toprak Analizi: Süreç boyunca yılda en az 3 kez toprak analizleri yapılarak değişim trendi gözlemlenmiştir. Gelişimi daha net göstermek amacıyla örnek 3 rapor verileri aşağıda analiz edilmektedir;(Grafik 1)

(Kasım 2021)Ham Toprak ,uygulama öncesi aşırı alkalinite ve yüksek kireç içeriği.

(Temmuz 2022) Pilot aşama sonrası projenin krize girdiği aşama.

(Şubat 2026)Mevcut Durum , güncel sonuçlar.



Grafik 1; Örnek seçilen üç analiz raporunun karşılaştırması ve toprağın değişim grafiği

Parametreler şöyle değerlendirilmektedir;

Toprak Tuzluluğu : Başlangıçta %0,02 olan tuzluluk oranı, 2022’de yapılan artezyen sulama nedeniyle %0,04’e yükselmiştir. Bu değer düşük gibi görünmekle beraber, bir yılda iki kat artışın projeyi başarısızlığa sürüklendiğini göstermesi açısından anlamlı bir veri olmuştur. Sıfır sulama modeline geçiş sonrası tuzlanma riskini artıran tüm etmenler ortadan kaldırılarak bu değer tekrar düşmesi sağlanmıştır.

pH Analizi: pH seviyesinde süreç içerisinde kademeli olarak toplamda 0,83 birimlik düşüş sağlanmıştır. pH ölçeği logaritmik bir yapıya sahiptir, pH 8.5 seviyesindeki bir toprak, pH 7.5 seviyesine göre 10 kat daha alkali bir ortam demektir. (Slessarev et al., 2016). Analiz sonuçlarına göre 0,83 birimlik düşüşün toprak alkalinitesini yaklaşık 7–8 kat azalttığı hesaplanmaktadır.

Saturasyon :Kriz döneminde %56’dan %66’ya yükselen saturasyon değeri, uygulanan ikinci ıslah stratejisiyle bu değer %39’a düşürülmüştür. Bu düşüş, kuru tarım modeli için idealdir: kar suları hızla tahliye edilecek, kökler boğulmayacaktır.

5.3 Don Riski ve İklim

2024 yılında henüz 3-4 yaşına gelmiş 500 test ağacından alınan yaklaşık 150 kg'lık sembolik hasat, fidanlar henüz meyve verecek olgunlukta olmamasına rağmen projenin amacına başarıyla ulaştığını göstermesi açısından önemli bir başarı olarak not edilmiştir.

11-13 Nisan 2025 tarihlerinde ülkemiz genelinde meydana gelen ekstrem zirai don hadisesi, Malatya bölge tarımı için de yüzyılın en yıkıcı afetlerinden biri olarak kayıtlara geçmiş, pek çok bahçede ise ağaç ölümleri de yaşanmıştır.

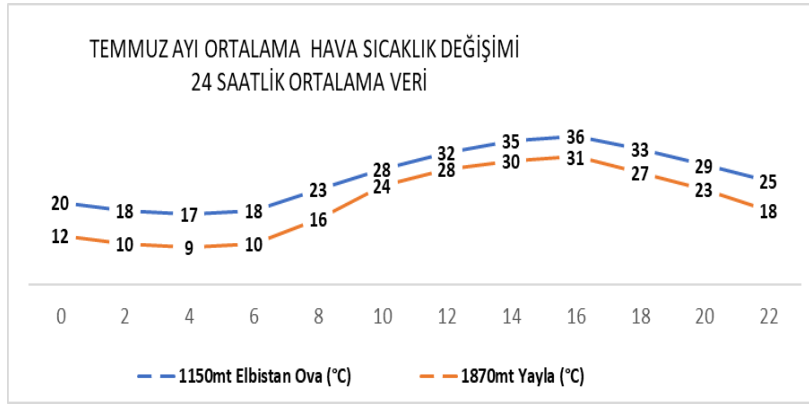
Proje sahamızda don hadisesinin yaşandığı dönemde fidanlar henüz uyku aşamasında oldukları için süreci tamamen hayatta kalarak atlatmış, ağaçlar sağlıklı sürgün ve çiçek oluşturmaya devam etmiştir. Ancak aşırı soğuk dalgasının tozlaşmayı engellemesi nedeniyle bu yıl meyve tutumu gerçekleşmemiştir.

5.4 Su Yönetimi ve Enerji Tasarrufu

Uygulanan sıfır sulama politikası yeraltı su kaynakları üzerindeki baskıyı tamamen ortadan kaldırmıştır. 10.000 fidanlık bir projeksiyon için yıllık 35 milyon litre su tasarrufu sağlanmış olup; bu miktar yaklaşık 14 olimpiik havuzun su hacmine eşdeğerdir. Derin sondaj ve pompa ihtiyacı ortadan kalktığı için işletme aşamasındaki enerji maliyetleri %95 oranında azaltılmıştır.

Gün doğumu sırasında sabah gözlemlerinde taşların alt yüzeylerinde belirgin nemlilik saptanmış, bu doğal yoğunlaşma kök bölgesinde mikro su hasadı sağlayarak , kurak dönemlerde hayati bir nem kaynağı oluşturmuştur. Gece-gündüz sıcaklık farkı sayesinde kök bölgesinde doğal bir mikro su hasadı kendiliğinden oluşmuştur. Kendi saha gözlemlerimizle tespit edilen ve araştırmalarımızla doğrulanan bu mekanizma, başlangıçta dezavantaj olarak görülen arazinin taşlı yapısını bir avantaja dönüştürmüştür.

Teorik modelin saha gerçekliğiyle örtüşme düzeyi, 1150 m rakımlı meteoroloji verilerinin adyabatik değişim katsayıları ile 1870 metreye normalize edilmesiyle test edilmiştir.(Grafik 2) Grafik 2'deki veriler, bahçeye yerleştirdiğimiz ölçüm cihazlarının (dataloggerların) önceden yaptığımız teorik hesaplamaları %97 doğrulukla doğruladığını göstermektedir.



Grafik 2 : Ortalama Saatlik Sıcaklık Değişimi Verileri

1150mt MGM İstasyon ile 1870m Saha

Karşılaştırılması

Son 3 Yıl Temmuz Ayı verileri

5.5 Karbon Salınımı ve Ekolojik Etki

10.000 kayısı ağacının dikilmesiyle bölgede devasa bir karbon yutağı oluşturulmuştur. Meyve ağaçlarının yıllık karbon fiksasyonu üzerine yapılan çalışmalarda (Lal, R. 2004), ağaç başına yaklaşık 35 kg CO₂ tutma kapasitesi olduğu bilinmektedir; ancak yüksek rakımda yaz süresi daha kısa olduğundan projemizde hesaplamalar 30 kg üzerinden yapılmıştır. Ayrıca projemizde kullanılan ham leonardit, %40-70 oranında organik karbon içerir. Bu materyal maden sahalarında açıkta bırakıldığında oksitlenerek atmosfere pasif karbon salımı yapacakken, toprağa gömülerek bu karbonun sisteme hapsedilmesi sağlanmıştır. Pompalı sulama sistemlerinin çalıştırılmamasıyla sağlanan dolaylı tasarrufla birlikte bu model, tarımı karbon-negatif bir operasyona dönüştürmüştür.

Parametre	Değer / Karşılık
Ağaç Başına Karbon Emilimi	30 kg CO ₂ / Yıl
Toplam Karbon Yutağı (10.000 Ağaç)	300 Ton CO ₂
Hapsedilen Endüstriyel Karbon (Leonardit)	~35 Ton
Sıfır Sulama Kazanımı (Elektrik Tasarrufu)	15 Ton CO ₂ Engellenen emisyon
Toplam yıllık etki	350 ton CO ₂
Araç Emisyon Karşılığı (EEA 2024)	~ 3 Milyon Kilometre = Dünya çevresinde 75 Tur

Tablo 1 Projenin Karbon Projeksiyonu

5.6 Sosyal ve Ekonomik Katkılar

Depremden doğrudan etkilenen onlarca kişinin sürece aktif katılımı, işçilik maliyetini 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. Projemiz, büyük şehirlerden köye dönüşü de tetiklemiş, iki ailenin proje alanında çalışmak üzere köyüne dönmesi, projenin sadece ekonomik bir kazanç değil, aynı zamanda felaket sonrası toplumsal hasarları onaran ve göçü tersine çeviren bir örnek olmuştur.

2022’de üç kovanla başlayan arıcılık faaliyetleri üçüncü yılda sekiz kovana ulaşmıştır. 2025 yılında bu faaliyetten yıllık yaklaşık 200 kg bal elde edilmiş ve bu bal arazideki zorlu çalışma süreçlerine emek veren tüm çalışanlar ve köylüler arasında paylaştırılmaktadır .

Güneş panellerinden sağladığımız enerji ise projede çalışanların yaşamsal ihtiyaçları ve el aletlerinin şarj edilmesi için gereken elektrik ve su ihtiyacını sıfır emisyonla karşılamaktadır.

Etki Kategorisi	Geleneksel Yöntem	Proje Uygulamamız	Kazanım
Su Tüketimi	3.5 – 4.0 Ton / Ağaç	~0 Ton / Ağaç	Her yıl 14 olimpik havuz su tasarrufu
Sulama	Elektrik/Dizel Pompa	Doğal Yağış	%100 Enerji Tasarrufu /Sıfır Karbon
Toprak Besini	%100 Sentetik Gübre	Leonardit +%40 Mineral Destek	%60 Sentetik madde azaltımı ile maliyet ve karbon ayak izinde azalma
Zararlı Kontrolü	Sentetik İlaçlama	Bordo Bulamacı	Yüksek rakım minimum müdahale
Brix Değeri	%22–24 (Bostan, 2009)	Tahmini %26+ Fenolik artış	Yüksek fenolik ve aroma ile ticari değer artışı
Ekolojik Ayak İzi	Karbon Salımı	350 Ton/Yıl CO2 Tutumu	Net Karbon Negatif Statüsü

Tablo 2 : Projenin Kazanç Yönetimi

5.10 Liderlik Modeli ve Sosyal Etki

Proje yürütücüsü sahada bizzat bulunarak çalışmanın teknik ve sosyal mimarisini yönetmiştir. Kurulumdan hasada kadar işçilik maliyetleri imece usulüyle yönetilerek finansal tasarruf sağlanmış, akrabalık ve komşuluk bağları teknik bilgi transferini hızlandıran bir sosyal inovasyon disiplini oluşturmuştur.

Projenin başlangıçta ön görülemeyen diğer bir çıktısı ; atıl bir araziye deprem sonrası bölge halkı için umut veren bir can simidine dönüştürmesidir. Bu çalışma, Malatya kayısısı için bir paradigma değişimidir. Geleneksel ova üretimi iklim ve su krizi tehdidi altındayken; 1750 metre üzeri araziler geç çiçeklenme, yüksek soğuklama ve düşük hastalık baskısı gibi avantajlarla stratejik üretim alanları haline gelebilir.



Şekil 6: Güneş enerji sistemi ile donatılmış taş ev, su ve kanalizasyon tesisatı, zararlılara karşı bariyer amaçlı uygulanmış mavi boya ve arka planda ise sıralı dikilmiş fidanlar görülmektedir.

6 SONUÇ ve TARTIŞMALAR

Projenin temel başarısı, atıl durumdaki marjinal bir araziye mevcut su kaynaklarını tüketmeden ve toprak yapısını bozmadan verimli bir üretim modeline dönüştürmesi ve yeraltı sularının tuzlanması krizini aşarak sürdürülebilir bir üretim modeli geliştirmesidir. 2022’de sulama denemeleriyle tetiklenen tuzlanma krizi, sıfır sulama modeline geçişle aşılmıştır. 1750 metre üzeri araziler; geç çiçeklenme, yüksek soğuklama ve düşük hastalık baskısı gibi doğal

avantajlarını leonardit destekli pasif su hasadı ile birleştirerek sürdürülebilir üretim alanları haline gelmiştir.

Ağaçların verim dönemine geçilmesiyle birlikte hasat operasyonlarının en büyük dayanaklarından biri bölgenin köklü kayısı kültürüdür. Bölgeye her yıl düzenli olarak gelen deneyimli mevsimlik işçi gücü, ek bir insan kaynağı yaratma ihtiyacı olmaksızın yöredeki üreticilerle beraber profesyonel bir hasat imkanı sunacaktır. Ayrıca, hasat dönemleri ovadaki üreticilerden en az bir hafta sonra gerçekleştiğinden, ovada işini tamamlayan mevsimlik işçiler bölgede hazır bulunacak ve projemiz ek bir iş potansiyeli yaratacaktır. Kaldı ki projenin vizyonu, bu geleneksel gücü yeni nesil hasat ve kurutma ekipmanları ile modernize ederek iş gücü bağımlılığını ve maliyetlerini optimize etmek olup, bu aşama ileride farklı bir projelendirme konusu olacaktır.

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

Alınan sonuçlar, projenin temel iddiasını doğrulamaktadır: yeraltı suyuna bağımlılığı ortadan kaldırmak, tuzlanma riskini bertaraf etmek ve yüksek rakımlı marjinal arazileri üretime kazandırmak mümkündür. Geleneksel sulama yöntemleriyle sürdürülemez hale gelen tarım, pasif su hasadı ve organik düzenleyicilerle yeniden mümkün hale gelmiştir. 1750 metre üzerindeki alanlar, geç çiçeklenme ve yüksek soğuklama avantajlarını tuzlanmadan korunmuş kök bölgesiyle birleştirerek güvenli üretim alanlarına dönüşmektedir.

Sonuç olarak, proje yeraltı sularının tuzlanması sorununa karşı bilimsel, ekonomik ve sosyal açıdan uygulanabilir bir çözüm ortaya koymuştur. Bu çözüm, yalnızca Malatya için değil, su krizi ve tuzlanma baskısı yaşayan tüm yarı kurak bölgeler için örnek teşkil etmektedir.

Projenin toplumsal farkındalık boyutu kapsamında, her yıl bölgedeki arazi sahiplerinin geniş katılımıyla sosyal aktiviteler ve bilgilendirme toplantıları düzenlenmiş, sosyal medya ağları vasıtasıyla sıkı bir iletişim ağı kurulmuştur. Bu yollarla sürekli olarak yıl boyu yapılan araştırma sonuçları, toprak analizleri ve fidan gelişim verileri komşu üreticilerle paylaşılmış; pasif su hasadının ekonomik ve ekolojik avantajları uygulamalı olarak gösterilmiştir.

7. ÖNERİLER

- 1) Yeraltı Suyu İzleme Sistemleri Kurulmalıdır; Bölgedeki yer altı kaynaklarının tuzluluk ve mineral içerikleri düzenli olarak ölçülmeli, deprem sonrası oluşan yeni çatlakların etkisi uzun vadeli izlenmelidir.
- 2) Sıfır Sulama Modeli Yaygınlaştırılmalıdır; Malatya dışındaki yarı kurak bölgelerde de leonardit destekli pasif su hasadı uygulanarak tuzlanma riski azaltılabilir. Bu model, özellikle enerji maliyetlerinin yüksek olduğu alanlarda ekonomik avantaj sağlayacaktır.
- 3) Leonardit Kullanımı için Politika Desteği Verilmelidir; Leonardit, maden sahalarında atık olarak görüldüğünden tarımda kullanımına yönelik teşvikler geliştirilmelidir. Bu sayede hem çevresel atık azaltılacak hem de tarımsal verimlilik artacaktır.
- 4) Çiftçi Eğitim Programları Düzenlenmelidir; Yerel üreticilere tuzlanma riskinin nedenleri ve sıfır sulama teknikleri hakkında eğitim verilerek modelin benimsenmesi sağlanmalıdır. FAO ve benzeri kurumlarla ortak projeler yürütülerek, tuzlanma krizine karşı geliştirilen bu model küresel ölçekte test edilmeli ve yaygınlaştırılmalıdır.
- 5) Ürün Deseninin Çeşitlendirilmesi ve Adaptasyonu Sağlanmalıdır; Bu proje kayısı modeli ile yürütülmüştür, ancak üretken model sadece kayısı ile sınırlı olmayacaktır; örneğin, kısıtlı su koşullarında uçucu yağ içeriği artan lavanta, kekik ve adaçayı gibi tıbbi aromatik bitkiler için de yüksek ticari potansiyel sunmaktadır. Bu tıbbi ve aromatik bitkilerin ticari olarak yetiştirilmesi yanı sıra , eş zamanlı olarak yürütülecek arıcılık faaliyetleri sayesinde, bölgeye özgü yüksek rakım lavanta balı ve kekik balı gibi katma değeri olan, prolin değeri yüksek ve pestisit içermeyen butik arı ürünleri üretimi teşvik edilebilir.

8. PROJENİN GELECEK VİZYONU

Mevcut kayısı endüstrisindeki en temel darboğaz, geleneksel çadır altı kükürtleme ve açık havada kurutma yöntemlerinin yarattığı hijyen ve kalite riskleridir. Bu ilkel metotlar, ürünü toz kontaminasyonuna ve denetimsiz kimyasal kalıntılara açık hale getirerek premium küresel pazarlara girişini zorlaştırmaktadır.

Bölgedeki ihracat odaklı girişimciler, yerel üreticiden aldıkları ürünleri satılabilir hale getirmek için devasa yıkama ve işleme tesisleri kurmak zorunda kalmaktadır; ancak bu durum, halihazırda kısıtlı olan su kaynaklarının ikinci kez israf edilmesine yol açan sürdürülemez bir döngüdür.

Proje planımız kapsamında, İnönü Üniversitesi tarafından geliştirilen enerji verimli modellere benzer güneş enerjili kurutma kabinlerinin sisteme entegre edilmesi hedeflenmektedir. Kapalı ve kontrollü bir ortamda sadece güneş enerjisi kullanarak hassas nem değerlerine ulaşan bu kabinler, meyvenin doğal rengini ve yüksek Brix profilini koruyacaktır.



Şekil 7: Arazinin şu anki sahipleri proje ilk yılında, kışa ve yabani hayata uyumluluk için fidanları hazırlıyorlar.



Şekil 8: Bilgilendirme toplantılarımız aynı zamanda sosyal bir faaliyet olarak da organize edilerek katılım teşvik edilmektedir. Yoğun geçen kolektif bir çalışma gününün ardından lezzetli bir yemeğin hazırlanmasını bekliyoruz.



T.C.
İSTANBUL BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ
ÇEVRE KORUMA VE KONTROL DAİRESİ BAŞKANLIĞI
Çevre Koruma Şube Müdürlüğü
Asya Yakası Çevre Laboratuvarı

İBB Ek Hizmet Birimleri Cevizli Mah. E-5 Güney Yanyol
Kartal /İSTANBUL Tel:0 216 586 56 74 Faks: 0 212 455 43 43
E-posta: andcevre@ibb.gov.tr

TOPRAK ANALİZ RAPORU



Test
TS EN ISO/IEC 17025
AB-0287-T

AB-0287-T
T26-34
2-26

Rapor Tarihi : 18.02.2026

RAPOR SAYISI : T26-34

TALEP EDEN ** : [Redacted]

ADRES ** : [Redacted]

ÖRNEĞİN ALINDIĞI YER ** : [Redacted] / Kahramanmaraş

ÖRNEĞİN ALINDIĞI TARİH ** : 11.02.2026

ÖRNEĞİN LABORATUVARA KABUL TARİHİ : 12.02.2026

ANALİZ BAŞLANGIÇ / BİTİŞ TARİHİ : 17.2.2026 / 18.2.2026

NUMUNE BİLGİSİ ** : [Redacted] (Toprak Numunesi)

EKİMİ PLANLANAN BİTKİ ** : Kayısı

ALINDIĞI DERİNLİK ** : 30-40 cm

ŞAHİT NUMUNE BİLGİLERİ (X) Şahit numune mevcut () Şahit numune alınmamıştır

PARAMETRELER	ÖLÇÜ BİRİMİ	ANALİZ SONUCU	KULLANILAN ANALİZ METOTLARI
SU İLE DOYGUNLUK	%	39,00	TS 8333:1990
pH		7,58	Satürasyon Çamuru İşletme İçi Metot A(P20)05/28.04.2025/02
EC	µS/cm	1041	TS 8334:1990
TUZ	%	0,026	
KUM ORANI	%	64,0	Bouyocou Hidrometre Metodu Lab.El Kitabı,Yurdakul
SİLT ORANI	%	22,0	
KİL ORANI	%	14,0	
TOPRAK SINIFI		SL (Kumlu Tın Bünyeli)	
KİREÇ	%	36,78	TS EN ISO 10693:2014
ORGANİK MADDE *	%	1,43	TS 8336:1990
YARAYIŞLI FOSFOR	P ₂ O ₅ kg/da	6,67	Lab.El Kitabı,Yurdakul
YARAYIŞLI POTASYUM	K ₂ O kg/da	50,19	TS 8341:1190 TS EN ISO 22036:2024
YARAYIŞLI KALSİYUM	mg/kg	5709	
YARAYIŞLI MAGNEZYUM	mg/kg	75,54	
YARAYIŞLI SODYUM	mg/kg	4,53	TS ISO 14870:2009 TS EN ISO 22036:2024
YARAYIŞLI DEMİR *	mg/kg	11,36	
YARAYIŞLI BAKIR *	mg/kg	0,81	
YARAYIŞLI MANGAN *	mg/kg	14,79	
YARAYIŞLI ÇİNKO *	mg/kg	0,60	

AÇIKLAMA
Tüm analizler 22 ± 4 °C laboratuvar şartları altında yapılmaktadır.
** işaretleri ile verilen bilgiler müşteri tarafından sağlanmıştır.
* işaretleri ile belirtilen parametreler TÜRKAK tarafından akredite edilmiştir.

Cemil ÇELEN Doğan KARAÇAĞIL Kazım ÇINAR
Laboratuvar Sorumlusu Laboratuvar Şefi Müdür Yardımcısı

Onay/Yayın Tarihi: ... /... /...

Bu rapor 1 sayfa olup, 2 sayfa olarak hazırlanmıştır

Bu rapor sadece deney sonuçlarını içerir herhangi bir görüş/yorum içermez. Ölçüm sonuçları sadece analizi yapılan numuneye aittir. Müşteri tarafından sağlanan bilgilerden laboratuvarımız sorumlu değildir. Bu rapor laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. İmzasız raporlar geçersizdir.
Türk Akreditasyon Kurumu(TÜRKAK) deney raporlarının tanınırılığı konusunda Avrupa Akreditasyon Birliği(EA) ile çok Taraflı Anlaşma ve Uluslararası Laboratuvar Akreditasyon Birliği(ILAC) ile karşılıklı tanıma anlaşması imzalanmıştır.

P.18-EK3 / 21.08.2023/ Rev.02

Şekil 9 :18/02/2026 Türkak onaylı analiz raporunda tekrar %0,026 değere düşen tuz oranı 7,58 seviyesine

çekilen pH değeri görülmektedir

DİPNOT:

Bu projenin saha araştırması, veri toplama süreci ve modellemesi tamamen şahsım tarafından yürütülmüştür. Çalışmada kullanılan bilimsel veri analizi ve raporlama disiplini, 2024 yılında katıldığım Lumière Araştırma Programı ve 2025 yılında katıldığım İstinye Üniversitesi Yaz Araştırma Staj Programları kapsamında aldığım metodoloji eğitimleriyle şekillenmiştir. Projenin akademik standartlara uygunluğu ve teknik altyapısı, bu programda edindiğim temel bilimsel araştırma pratiklerine dayanmaktadır.

9. KAYNAKÇA

- Asma, B. M. (2011). Kayısı yetiştiriciliği. Malatya Valiliği Yayınları.
- Brady, N. C., & Weil, R. R. (2016). The nature and properties of soils. Pearson.
- Dorak, R. (2023). Türkiye’de leonardit uygulamaları üzerine saha raporu.
- Evenari, M., Shanan, L., & Tadmor, N. (1982). The Negev: The challenge of a desert. Harvard University Press.
- FAO. (2021). Climate-smart agriculture sourcebook. Roma: FAO.
- Hopkins, A. D. (1938). Bioclimatics: A science for the study of life phenomena in relation to climate. US Department of Agriculture.
- Luedeling, E. (2011). Climate change impacts on winter chill for temperate fruit orchards. *Scientia Horticulturae*, 130(2), 44–53. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2011.07.011>
- Lumbreras, C., et al. (2018). Fog harvesting in the Andes: Sustainable water supply for reforestation. *Water International*, 43(6), 837–851. <https://doi.org/10.1080/02508060.2018.1516083>
- Marschner, P. (2011). Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press.
- Mishra, A. K. (2015). Water harvesting: Guidelines to better practice. CRC Press.
- Moraes, M. T., et al. (2017). Leonardite as a soil conditioner in semi-arid agriculture. *Soil & Tillage Research*, 174, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.still.2017.06.004>
- Pettit, R. E. (2004). Organic matter, humus, humate, humic acid, fulvic acid and humin: Their importance in soil fertility and plant health. CTI Research.
- Sharan, G., et al. (2007). Dew harvest from rooftop and ground ethylene vinyl acetate collectors in Northwest India. *Journal of Arid Environments*, 69(2), 259–281. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2006.09.004>
- Slessarev, E. W., et al. (2016). Water balance control of soil pH and implications for global soil acidification. *Nature Geoscience*, 9, 951–954. <https://doi.org/10.1038/ngeo2833>
- Sonnerveld, M., & Voogt, W. (2009). Salt stress and nutrient uptake in fruit trees. *Acta Horticulturae*, 817, 179–186. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.817.19>
- UNCCD. (2022). Land degradation neutrality and salinization report. Bonn: UNCCD.
- Vidyalakshmi, R., et al. (2009). Sulfur oxidizing bacteria: A review. *Biology and Medicine*, 1(1), 1–7.