

**OZET****TARIMSAL TOPRAĞIN DEZENFEKSİYONU İÇİN YONTEM**

Başvuru, ozon kullanımı, daha özel olarak uygulama zamanında ve yerinde hazırlanan ozonlu su kullanımı yoluyla tarımsal mahsul için toprağın ve diğer substratların  
5 dezenfeksiyonu için bir yöntemi tarif etmektedir.

## İSTEMLER

1. Tarımsal mahsul için toprağı ya da diğer substratları dezenfekte etmek için bir yöntem olup, özelliği:
  - tarla kapasitesinde tarımsal ürünler için bir toprak ya da başka bir substrat elde edilmesi;
  - tarla kapasitesinde toprak ya da substratın bir önceki aşamadan itibaren en az 2 ppm ozon içeren ozonlanmış suyla işleme tabi tutulması, burada ozonlanmış suyun, pH'ı 5.0 ve 8.5 arasında olan bir su kaynağına bağlı bir ozon üreten aparat ile yerinde hazırlanması;
  - ozonla işlemden sonra 30 dakikadan 24 saate kadar bir zaman dilimi arasında bir zaman geçmesine izin verilmesi; ve
  - dezenfekte edilmiş toprağın ya da tarımsal substratın en az bir faydalı mikroorganizma türü ile aşılmasını içermesi ile karakterize edilir.
2. İstem 1'e göre dezenfeksiyon yöntemi olup, özelliği; burada ozonlanmış suda çözülmüş ozon içeriğinin 5 ila 6 ppm arasında olmasıdır.
3. İstem 1 ila 2'den herhangi birine göre dezenfeksiyon yöntemi olup, özelliği; burada ozonlanmış su ile işlemin, 1 saat 30 dakika ila 2 saat arasında değişen bir süre boyunca gerçekleştirilmesidir.
4. İstem 1 ila 3'ten herhangi birine göre dezenfeksiyon yöntemi olup, özelliği; burada yararlı mikroorganizmanın Trichoderma, Bacillus, Azotobacter, Pseudomonas ve yukarıda bahsedilen mikroorganizmaların herhangi bir kombinasyonundan oluşan gruptan seçilmesidir.
5. İstem 1 ila 4'ten herhangi birine göre dezenfeksiyon yöntemi olup, özelliği; burada suyun lokalize sulama yoluyla uygulanmasıdır.
6. İstem 1 ila 5'ten herhangi birine göre dezenfeksiyon yöntemi olup, özelliği; burada toprak ya da substratın yetişen mahsullere sahip olmaması ve yöntemin:
  - ekim için toprak ya da substrat hazırlanması;
  - tarla kapasitesinde toprağın ya da substratın elde edilmesi;
  - tarla kapasitesinde toprağın ya da substratın bir önceki aşamadan itibaren en az 2 ppm ozon içeren ozonlanmış su ile işleme tabi tutulması, burada ozonlanmış suyun,

pH'ı 5.0 ve 8.5 arasında olan bir su kaynağına bağlı bir ozon üreten aparat ile yerinde hazırlanması;

- ozon ile işleme tabi tutulmasından sonra 30 dakikadan 24 saat arasında bir zaman geçmesine izin verilmesi;

5 - dezenfekte edilmiş toprağın ya da tarımsal substratın en az bir faydalı mikroorganizma türü ile aşılması; ve

- yetiştirilmek için mahsul ekilmesini içermesidir.

7. İstem 1 ila 5'ten herhangi birine göre dezenfeksiyon yöntemi olup, özelliği; burada toprak ya da substratın yetişen mahsullere sahip olması ve yöntemin:

10 - tarla kapasitesinde toprağın ya da substratın elde edilmesi;

- tarla kapasitesinde toprağın ya da substratın bir önceki aşamadan itibaren en az 2 ppm ozon içeren ozonlanmış su ile işleme tabi tutulması, burada ozonlanmış suyun, pH'ı 5.0 ve 8.5 arasında olan bir su kaynağına bağlı bir ozon üreten aparat ile yerinde hazırlanması;

15 - ozon ile işleme tabi tutulmasından sonra 30 dakikadan 24 saat arasında bir zaman geçmesine izin verilmesi;

- dezenfekte edilmiş toprağın ya da tarımsal substratın en az bir faydalı mikroorganizma türü ile aşılması aşamalarını içermesidir.

## TARİFNAME

### TARIMSAL TOPRAĞIN DEZENFEKSİYONU İÇİN YONTEM

#### TEKNİK ALAN

Mevcut patent başvurusu, ozon kullanımı, daha özel olarak uygulama zamanında ve  
5 yerinde hazırlanan ozonlu su kullanımı yoluyla tarımsal mahsul için toprağın ve diğer  
substratların dezenfeksiyonu için bir yöntemi tarif etmektedir.

#### ARKA PLAN

İklim değişikliği, nüfusun artması ve doğal kaynakların yaklaşmakta olan kıtlığı,  
geleneksel tarımsal üretim modellerini değiştirmeyi ve onları daha sürdürülebilir üretim  
10 sistemleriyle değiştirmeyi gerekli kılmaktadır.

Dahası, 1840'tan beri ozonun var olan en güçlü oksidan olduğu bilinmektedir. Buna ek  
olarak, çeşitli çalışmalarda antiseptik ve bakterisit bir ajan olarak etkinliği gösterilmiştir.  
Tarımda, ozonun hem mahsul hem de çiftçi için ek faydalar sağladığı gösterilmiştir,  
örnek olarak: bitkiler için daha fazla büyüme, meyvelerin olgunlaşması için daha az  
15 zaman, daha fazla üretim ve daha iyi lezzet, ayrıca daha az hastalık riski.

Metil bromür, son zamanlara kadar izin verilen, çok verimli ve iyi bilinen bir bileşiktir.  
Yasak olduğundan, Kloropikrin, 1-3 Dikloropropen ya da ikisinin (Agrocelhone)  
karışımı, Metam sodyum, Metam-potasyum, Metil izotiyosiyanat gibi diğer izinli  
kimyasal ürünler kullanılmaktadır. Bununla birlikte, bu ürünler 1311/2012 tarihli Kraliyet  
20 Kararnamesi uyarınca sertifikalı personel tarafından kullanılmalıdır ve insanlar, çevre  
ve özellikle yüzey suyu ve yeraltı suları için tehlikelidir. Ek olarak, ekim için güvenlik  
süresi, toprağın verimsiz kaldığı bir aydan fazladır.

Ayrıca, tarımda bugüne kadar kullanılan dezenfeksiyon yöntemleri atık oluşturan  
kimyasal katkı maddeleri kullanmaktadır. Bu, ozonun toprak ya da substratları tarımsal  
25 amaçlarla dezenfekte etmek için kullanılması durumunda geçerli değildir ve bu  
nedenle, mahsullerin yetiştirilmesi için bir bekleme süresi oluşturulması gerekli değildir.

Bununla birlikte, ozonun ortamdaki dengesizliği saklanmayı imkansız kılar ve üretimin  
talep üzerine olması ve uygulama alanında gerçekleşmesi gerekir; bu da, ciddi bir  
dezavantaj olan büyük miktarda enerji gerektirir. Bu nedenle, ozon kullanılarak  
30 toprağın verimli bir şekilde dezenfekte edilmesini sağlayabilecek hiçbir yöntem yoktur.

Ozonun yapay üretimi genel olarak oksijenin havadan yüksek voltajlarda elektrik deşarjı yoluyla aktivasyonu ile yapılır. Bu elektrik enerjisi, oksijen molekülünü parçalayarak atomlarını OZON oluşturmak üzere yeniden yapılandırır. Bu, fırtınalar sırasında doğada olduğu gibi yapılır.

- 5 Ozon üretimi üzerine enerjinin serbest bırakılması, enerjisi elektriksel deşarjdan gelen endotermik bir işlemdir. Aynı şekilde, ozon, fazla enerjinin serbest bırakılması yoluyla kendiliğinden iki atomlu oksijene ayrışır, bu yüzden acil kullanımı sırasında ve yerinde üretilmesi gerekir. Bunu yapmak için, "ozonatörler" ya da ozon jeneratörleri olarak bilinen cihazlar kullanılmaktadır.
- 10 19. yüzyılın sonundan bu yana ozonun dezenfektan ve antiseptik özellikleri incelenmiştir ve o zamandan beri çevre işlemlerinde çok etkili bir şekilde kullanılmaktadır. Ozonoliz olarak bilinen bir mekanizma ile çift bağ ve aromatik halkalarla molekülleri parçalama kabiliyeti, ozonu bir bakterisit, virüsit, fungusit ve deodorant gibi birçok uygulama için uygun kılar; streptokokları, stafilokokları, koliform
- 15 bakterileri ve benzerlerini hızlı bir şekilde yok ederek en güçlü difteri ve tetanoz toksinlerini yok etmektedir.

Ozon genellikle mikrobisidal, deodorant ve oksijenleyici etkilerin temel işlevlerinden birini ya da birkaçını gerçekleştirmek için kullanılmaktadır. Bu işlemlerden, mikrobisidal etkinlik ozonun belki de en önemli özelliğidir. Oksidan özellikleri nedeniyle, ozon bilinen

20 en hızlı ve en etkili mikrobisidal ajanlardan biri olarak kabul edilebilir. Ozonun etkisinde bakteri, mantar, virüs ve nematodların yok edilmesini kapsayan geniş bir spektrum vardır.

Ek olarak, ozon da deodorant özellikleri için de kullanılır ve her tür kamu binalarında ve bazı kokuların endüstriyel bir kaynaktan, insan kokularından, nemden, tütünden,

25 gıdalar ve benzerlerinden arındırılmasında çok faydalıdır. Bir yandan ozon organik maddeyi okside eder (ozonoliz), diğer yandan bu organik maddeyi besleyen mikroplara saldırır. Ozonun saldırabileceği geniş bir koku yelpazesi vardır.

Yetersiz havalandırılan birçok kapalı bina bulunan büyük şehirlerde, çoğunlukla eski hava olarak tanımladığımız oksijen eksikliğinden dolayı havanın nadir görülmesi sık

30 rastlanan bir durumdur. Daha yüksek oksijenlenme potansiyeli nedeniyle, ozon, bu organizmalara müdahale eden çeşitli enzimlerin uyarılması yoluyla mevcut oksijenden yararlanma kabiliyetleri bakımından üstün organizma hücrelerinin etkinliğinin

arttırılmasına katkıda bulunur. Ayrıca, ozonun ayrışması mutlaka ozon gazının havaya, suya ya da yeraltına girdiği yerde bulunacak olan oksijeni üretir.

5 Daha önce de belirtildiği gibi, ozonla dezenfeksiyon etkisi oksidasyon yoluyla gerçekleşir. Daha spesifik olarak, ozon ile dezenfekte etme etkisi, düşük pH'lı koşullarda moleküler oksidasyonla gerçekleşir ve orta ila yüksek pH'lı koşullarda hidroksillerden oksidasyon yoluyla gerçekleşir. Bu oksidan özelliklerinden dolayı, ozon bilinen en hızlı ve en etkili mikrobisidal ajanlardan biri olarak kabul edilir.

10 Ozon kullanımına alternatif bir yöntem olarak, klor kullanımına dayalı dezenfeksiyon yöntemleri de teknikte bilinmektedir. Bu tür işlemlerde, dezenfeksiyon etkisi, klor hücre duvarları boyunca uzanıp enzimi oksitlediğinde üretilir ve bu nedenle dezenfeksiyon için bu yöntemler yavaştır. Bununla birlikte, ozon bazlı dezenfeksiyon yöntemleri avantajlıdır, çünkü bu yöntemlerde hücre zarları tahrip edilir ya da çok hızlı bir işleme ayırır, ek bir avantaj olarak ozon etkisiz hale gelir ve kendisini oksijene dönüştürür. Daha spesifik olarak, ozon, mikroorganizmanın hücre duvarına etki eder ve onu 15 parçalayarak hücresel sıvısının kaybolduğu bir "delik" oluşturur. Ozon kullanarak dezenfeksiyon bakteriyoliz olarak adlandırılır.

Ek olarak, ozon bazlı işlemler, kalıntı dezenfektandan bir doz ve klor gibi kimyasal katkı maddelerine dayanan dezenfeksiyon yöntemlerinden önemli ölçüde daha kısa olan bir uygulama süresi gerektirir. Bu nedenle, genel olarak klor için gerekli 4 saate kıyasla 5 20 saniye boyunca 0.1 mg/l kalıntı ozon dozu gerekir. Mikroorganizmaları elimine etmek için ozonun ppm'inin dört dakika boyunca gerekli olduğu tespit edilmiştir. Ozon ayrıca, bir ppm dozu ile 2,8 saniyede kirli sudaki 60,000 koliform/ml'nin % 99'unu öldürebilir; aynı klor dozu bunun için 15.000 saniyeye ihtiyaç duyar.

25 Mikroorganizmaların yok edilmesinde ozon kullanımının bir diğer önemli avantajı, etki mekanizmalarının hücre duvarının yırtılmasına dayanması nedeniyle üretilen hiçbir direnç olmamasıdır. Genellikle, aerobik spor oluşturan bakteriler anaerobik spor oluşturan bakterilerden daha kolay dezenfekte edilmektedir. Çözeltideki dezenfeksiyonun etkinliği laktik asit bakterileri ve dolayısıyla mayalar için daha yüksektir.

30 Şekil 1'de, patojenin tahrip olması için havada ya da suyla karıştırılarak ozonla temas etmesi için gereken süreyi görüyoruz.

Daha önce de belirtildiği gibi, ozonun dezenfektan özellikleri yaygın olarak bilinmektedir.

Kazuhiro Fujiwara ve arkadaşları, ozonlanmış suyun *Fusarium oxysporum* popülasyonu üzerindeki etkisini ele almaktadır. (science and engineering, vol. 28, no.2, pg. 125-127, 1.May, 2006).

EP1 671 528, toprağın ozonla işlenmesini ifade etmektedir. Bu bileşiği kullanarak havayı ya da suyu dezenfekte etme yöntemleri de bilinmektedir. Bununla birlikte, ozonla dezenfekte edilen su bazen sulama suyu olarak kullanılmasına rağmen, şu ana kadar toprağı ve diğer substratları dezenfektan olarak ozon kullanarak tarımsal ürünler için dezenfekte etmek için bilinen bir etkili yöntem yoktur.

### **AÇIKLAMA**

Birinci yönüyle mevcut patent başvurusu, tarımsal mahsul için toprağı ya da diğer substratları dezenfekte etmek için bir yöntemde değinmektedir, ve şunları içermesi ile karakterizedir;

- tarla kapasitesinde tarımsal ürünler için bir toprak ya da başka bir substrat elde edilmesi;
- tarla kapasitesinde toprak ya da substratın bir önceki aşamadan itibaren en az 2 ppm ozon, tercih edilen şekliyle 5 ila 6 ppm ozon içeren ozonlanmış suyla işleme tabi tutulması, burada ozonlanmış su, pH'ı 5.0 ve 8.5 arasında olan bir su kaynağına bağlı bir ozon üreten aparat ile yerinde hazırlanır, tercih edilen şekliyle ozonla muamele, 1 saat 30 dakika ila 2 saat arasında bir süre boyunca uygulanır; ve
- ozonla işlemden sonra 30 dakikadan 24 saate arasında bir zaman geçmesine izin verilmesi; ve
- dezenfekte edilmiş toprağın ya da tarımsal substratın en az bir faydalı mikroorganizma türü ile aşılması.

Toprağın dezenfeksiyonunda ozon kullanımı, bugüne kadar çözülmemiş birkaç teknik problemi ifade etmektedir. Daha spesifik olarak, toprağın ekonomik olarak uygulanabilir bir şekilde işlenmesi için gerekli ozon miktarını üretmek için etkili bir sistem bilinmiyordu. Ayrıca, ozonun ömrünün sadece birkaç dakika olduğunu göz önünde bulundurulduğunda, ozon üretiminin mobil bir şekilde yapılabilmesi gerekir; bu, ozonun uygulama alanında ve muamele sırasında üretilebileceği anlamına

gelmektedir. Yukarıda belirtilenler ile ilgili olarak, daha iyi bir dezenfeksiyon etkinliği elde etmek için, ozon üreten cihazın küçük olması ve sulama başlıklarına kolayca erişmesi tercih edilir.

5 Bu patent başvurusunda açıklanan tarımsal mahsul için toprağın ya da diğer substratların dezenfekte edilmesi yönteminde, gaz halindeki ozon, suyu ozon gazı ile doyurana kadar sulama suyuyla iyice karışır, böylece toprağın en derin katmanlarına etkili bir şekilde taşınır. Tercih edilen şekliyle, su ve ozon karışımı, nano kabarcık şeklinde ozon gazı ile gerçekleşir. Böylece, mevcut buluşun yönteminde, substratta ozon gazı doğrudan enjekte edilenden çok daha büyük bir ozon hareketliliği elde edilir ve bu nedenle uygulaması çok daha az karmaşık ve maliyetlidir.

10 Mevcut buluşta, "tarımsal ürün için diğer substratlar" terimi, hidroponik tarımda kullanılan substratlar olarak anlaşılmaktadır; bu, köklerin nemi ve besinleri tutma kapasitesine sahip farklı geçirgen materyallerden oluşan yapay bir ortamda büyüdüğü mahsuller anlamına gelmektedir.

15 Mevcut buluşta tarif edilen dezenfeksiyon yönteminde kullanılan ozon üreten aparat, işlem bölgesine taşınabilir ve ayrıca aşağıdaki gibi parametrelerin değiştirilmesine izin verir:

- oksijen yüküne bağlı olarak üretilen ozon konsantrasyonunu,
- kullanılan mevcut yoğunluğuna bağlı olarak ağırlıkça ozon üretimi,
- 20 • ozonlama işleminin uygulanması için geçen süre,
- su/ ozon karışımının yüzdesi ve karışımdaki gaz kabarcıklarının büyüklüğü,
- aparattan çıkarken sulama suyunun basıncı ve akış hızı.

25 Bu çok yönlülük, her bir işlemin muamele edilecek olan toprağın ya da substratın spesifik koşullarına, özellikle de toprak yapısına ve muamele edilecek olan enfeksiyonun tipine ve derecesine adapte edilmesine, ayrıca işleme şartlarının kullanılacak olan sulama suyunun kalitesine uyarlanmasına izin vermektedir.

30 Mevcut buluşun yönteminin tercih edilen uygulamalarında ozon üreten aparat iki ana parçadan oluşur, böylece ozon, ozon üreten aparatın bir kısmında oksijenden üretilir ve diğer kısımda ozon sulama suyu şebekesine enjekte edilir, daha sonra bir karıştırma tankına geçirilir.

Bu patent başvurusunda açıklanan tarımsal ürün için toprak ve substratları dezenfekte etme yönteminde 10.000-45.000 L/s akış hızında ve 1 Ha'lık bir ekim alanını işlemekten geçirebilen AGRZ-800 ya da 3000 L/s akış hızında AGR-60 ozonlama aparatının kullanılması özellikle avantajlıdır.

- 5 Toprak ya da substratların tarımsal kullanım için dezenfekte edilmesi için ozon kullanımıyla ilgili ek bir problem, ozonun sudaki düşük çözünürlüğüdür ve bu çözünürlük, oksijenin çözünürlüğünden daha büyük olmasına rağmen, bir sıvı ile karıştırılmış herhangi bir gaz gibi, hala karmaşık bir yapıya sahiptir.

10 Bu teknik sorunu çözmek ve sulama suyunun ozon gazı ile doygunluğa ulaştırmak için mevcut buluşun toprağı ya da diğer tarımsal substratları dezenfekte etme yöntemi, bir karıştırma tankının kullanılmasını içerir, burada gazın sulama suyuna enjekte edilmesiyle oluşturulan kabarcıkların büyüklüğü sözde nano kabarcıkları elde etmek için azaltılır. Bu şekilde, her bir litre suyun içerdiği ozon gazı miktarı, bugüne kadar elde edilen miktardan çok daha fazla olup, daha az sayıda ozon jeneratörü reaktörünün

15 kullanılmasına ve bunun yanı sıra daha düşük elektrik tüketimi ve işlemi uygulamak için gerekli olan aparatın büyüklüğünde bir küçülmeye, söz konusu aparatın mobilitesine izin vermektedir.

Ozon nano kabarcıklarını elde etmek için, sulama suyunun akış hızına bağlı olarak 1 ila 6 atm arasında bir basınçla ozonla karıştırılmış suyun, seramik eleklerden

20 dolaştırılması gerekir. Örnek olarak, 40.000 l akış hızı için, karıştırıcıda 3 atm'lık bir basınç gerekli olacaktır. Bu basınç ve akış hızı otomatik pilot vanası tarafından otomatik olarak ayarlanabilir.

Ozonun düşük konsantrasyonlarda, özellikle 0,4 ve 2 ppm'den düşük, düşük miktarda kullanılması, ozonun sadece deodorant ve oksidant olarak değil aynı zamanda

25 dezenfektan olarak da işlev görmesi koşuluyla arıtmak için kullanılan suyun dezenfekte edilmesini mümkün kılar.

Yukarıda bahsedildiği gibi, ozon oksitleyici ve antiseptik bir ajandır. Sonuç olarak, su içinde mevcut olan organik maddeyi oksitlemek, işlenmiş suyun koku ve renk almasına sağlamak için kullanılabilir. Ozon, etkinliği nedeniyle, REDOX potansiyeli 2.07 eV'dir,

30 giderek artan şekilde bir oksitleyici ajan olarak kullanılmaktadır. Oksitlenme potansiyeli sayesinde ozon, normal olarak dezenfeksiyon için gereken süreyi azaltma avantajına sahiptir.

Bu tür ozonlu suların kullanımı, mahsullere patojen içermeyen, ancak toprağı dezenfekte etme yeteneğinden yoksun olan kaliteli su sağlar, çünkü düşük ozon yükü toprakta bulunan organik madde ile temas ettiğinde hızla etkisiz hale gelir. Bu nedenle, buharlı ya da mikro spreyli sulamada olduğu gibi, damla sulama için düşük ozon konsantrasyonlu suyun kullanılması (2 ppm'den daha düşük), bitkilerin tarım için daha uygun ve antiseptik bir ortamda yetişmesini sağlayan, patojen içermeyen su sağlar. Bununla birlikte, bu koşullar çok kısa bir süre devam eder ve bu nedenle, bu sistem sulamanın neredeyse kesintisiz bir şekilde yapılmasını gerektirir ve böylece yararlı mikroorganizmaların kolonizasyonunu önler.

10 Bununla birlikte, bu patent başvurusunda tarif edilen yöntem, önemli ölçüde yüksek miktarda, daha spesifik olarak 2 ppm'ye eşit ya da daha büyük bir miktarda çözünmüş ozon içeren su ile muamele edilerek bir tarımsal mahsul için bir toprağın ya da başka bir substratın dezenfekte edilmesine izin verir. Böylece, tedavinin tek uygulamasıyla, mevcut buluşun yöntemi, sulama suyunun dezenfekte edilmesinin yanı sıra, kullanılan kanalların ve işlenen tarımsal ürün için toprak ya da substratın dezenfekte edilmesini de mümkün kılar, çünkü bu yöntem, ozonlu suyun toprağına ulaşmasına ve derinlemesine nüfuz etmesine izin vererek, ozon yükünü ve dolayısıyla dezenfektan gücünü korur.

İşlem yapılacak toprak ya da substrat ozonla işlem yapılmadan önce tarla kapasitesinde olmalıdır. Bu nedenle, eğer gerekliyse, daha önce toprağına ya da alt tabakaya tarla kapasitesine ulaşana kadar su uygulanmalıdır, su miktarı, örneğin kumlu ya da killi ve benzeri gibi toprak yapısına ve özelliklerine, mevcut mahsullere ya da ekilecek olanlara; ve kullanılan sulama sistemine ve çiftçinin sulama alışkanlıklarına bağlı olacaktır.

25 Gaz halindeki ozon, toprağın kompakt ya da havalandırılmış olmasına bakılmaksızın pratik olarak sıfır hareket kabiliyetine sahiptir. Ozon, sulama suyuyla karıştırıldığında, tarla kapasitesinde toprak boyunca kolayca yayılır, damlatıcı ile sulama ampulünün ucuna ya da fiskiyeler ile en derin katmanlara kolayca ulaşır.

Ozonun 15 °C su sıcaklığında kullanım ömrü 30 dakika ve 25 °C sıcaklıkta 15 dakikadır. Bu nedenle, üretilen ozonun borulardan geçtiğini, damlatıcıya ulaştığını ve sulama ampulünün dış kenarlarına ulaşana ve parçalanmadan ve oksijene dönüşmeden alana kadar yayıldığından emin olmalıyız. Buluş sahipleri, mevcut

buluşun yöntemini uygularken, ozonlanmış suyun bir hidroponik ekimde tahliyesi için gereken zamanın ömründen daha az olduğunu gözlemlemişlerdir.

5 Mevcut buluşun tercih edilen uygulamalarında, ozon muamelesi 1 saat 30 dakika ila 2 saat arasında bir sürede gerçekleştirilir, böylece dezenfektan yükü olan suyun sulama ampulünün sınırlarına ulaşması ve böylece mevcut mikroorganizmaların dezenfeksiyonu sağlanır.

10 Ozon ile dezenfekte edilmesinin, etki şekli nedeniyle direnç yaratmadığı göz önüne alındığında, mevcut buluşun yöntemi, muamele edilmiş toprağın ya da substratın tamamen dezenfekte edilmesini mümkün kılar. Ozon işlemi bittiğinde yöntem, boş alanı kolonileştirmek ve fırsatçı patojenlerin erişimini engellemek için en az bir faydalı mikroorganizma türünün aşılmasını içerir. Tercih edilen şekliyle, bu faydalı mikroorganizmalar, Trichoderma, Bacillus, Azotobacter, Pseudomonas ve yukarıda belirtilenlerin herhangi bir kombinasyonundan oluşan gruptan seçilir.

15 Yararlı mikroorganizmaların aşılması, ozon muamelesi bittikten sonra 30 dakika ila 24 saat arasında değişen bir sürede gerçekleştirilir. Minimum 30 dakikalık süre, aşılardan önce artık ozonun oksijene ayrışmasına izin verir. Ayrıca, bu mikroorganizmaların 24 saatten önce uygulanması, etkilenen bölgenin, etkilerini nötralize etmek için faydalı mikroorganizmaların bulunmaması nedeniyle, dezenfeksiyondan daha agresif ve zararlı hale gelebilecek hızlı bir fırsatçı patojenlere maruz kalmasının önlenmesini mümkün kılar.

25 Suyun bu patent başvurusunda açıklanan yöntemin farklı aşamalarında uygulanması, teknikte uzman bir kişi tarafından bilinen herhangi bir prosedürle, tercih edilen şekliyle lokalize sulama ya da serpme yoluyla yapılabilir. Daha spesifik olarak, ozonlanmış suyun toprağa damla sulama yoluyla verilmesi tercih edilir, çünkü bu prosedür daha önce etkili bir dezenfekte edici etki sağlar, ilk olarak muamele edilecek toprakta ya da substratta bulunan bakteri, mantar, virüs ve nematodları elimine eder. Tercih edilen şekliyle, yararlı mikroorganizmalar dezenfekte edilmiş ampulde uygulanır.

Tercih edilen diğer uygulamalarda, mikroorganizmalarla aşılama, ozonlama aparatına yerleştirilen bir enjektör vasıtasıyla gerçekleştirilir.

30 Patojenin dezenfeksiyonunun etkinliği, temas süresinden, ozon konsantrasyonundan, hareketlilik aracı olarak kullanılan suyun sıcaklığından, pH'dan ve çözünmüş organik ve inorganik maddelerden etkilenir. Dezenfeksiyonun gücünün, düşük bir pH (tercih

edilen şekliyle 5.0 ila 7.0, 5.6 ila 6.5 arasında olan optimal pH) ve düşük bir su sıcaklığı ile arttığını onaylayabiliriz. Sıcaklık ne kadar düşük olursa, tercih edilen şekliyle 8 °C ila 25 °C arasındaki aralıkta ve daha da tercih edilen şekliyle 10 °C ila 20 °C arasında, 15 °C olan optimal sıcaklıkta, gazın sudaki çözünmesi o kadar iyidir.

- 5 Tercih edilen diğer uygulamalarda, bu patent başvurusunda açıklanan yöntemde kullanılan su, spesifik olarak ozonlama aşamasında kullanılan sulama suyu, mineral gübreler ya da organik madde gibi hiçbir katkı maddesine sahip değildir. Mevcut buluşun yönteminde, ozonlanmış su ile işlem, borulardaki organik madde seviyeleri düşük olduğunda (tercih edilen şekliyle, su için REDOX değerleri 600 mV ile 1100 mV
- 10 arasında olmalıdır), toprağın ve suyun sıcaklıkları da düşük (tercih edilen şekliyle 10 ila 20 °C arasında) olduğunda ve pH tercih edilen şekliyle 5.0 ila 7.0 arasında olduğunda daha etkilidir.

Tercih edilen diğer uygulamalarda, tarımsal mahsul için toprağı ve diğer substratları dezenfekte etme yöntemi tek bir olay olarak yapılır ve mahsulden önce ya da mahsul

15 sırasında yapılabilir. Ozonun tekrarlanan işlemlerinin gerçekleştirilmesi de mümkündür, çünkü bu işlem mahsuller için zararlı atık oluşturmaz.

Bu nedenle, ozonun mevcut buluşun tarımsal mahsulü için toprak ve diğer substrat tiplerinin dezenfekte edilmesi için yöntemde dezenfektan olarak kullanılması, birçok önemli avantaja sahiptir. Bir yandan, oksitleyici özellikleri sayesinde, ozon bilinen en

20 hızlı ve en etkili mikrobisidal ajanlardan biri olarak kabul edilir. Bunlara ek olarak, ozon kullanımı, işlenen toprağı ya da substratı kirletmez ve aynı zamanda zararlı atık bırakmaz. Daha doğrusu, ayrışma ürünü oksijen olduğundan, ozon kullanımı köklerin gelişmesini ve bitki büyümesini desteklemektedir.

Bununla birlikte, ozon genellikle çok hızlı bir şekilde bozular, bu da bu bileşiğe dayanan

25 işlemleri oldukça zorlaştırır. Örnek olarak, organik madde içermeyen su, pH 7 ve 15 °C su sıcaklığı koşullarında, ozonun üretilmesinden yaklaşık 30 dakika sonra oksijendeki ozon ayrışması meydana gelir. Bu nedenle, bu buluşun yönteminin, dezenfeksiyon etkisinin gerekli olduğu yerde ve zamanda gerekli miktarda ozon üretimine olanak sağlaması özellikle avantajlıdır.

- 30 Bu patent başvurusunda tarif edilen yöntem, mahsul yetiştirmeden toprağı ya da diğer substratlara uygulanabilir. Bu durumlarda, yöntem tercih edilen şekliyle aşağıdaki aşamaları içermektedir:

- ekim için toprak ya da substrat hazırlamak;
- tarla kapasitesinde toprağın ya da substratın elde edilmesi;
- tarla kapasitesinde toprağın ya da substratın bir önceki aşamadan itibaren en az 2 ppm ozon içeren ozonlanmış su ile işleme tabi tutulması, burada ozonlanmış su, pH'ı 5.0 ve 8.5 arasında olan bir su kaynağına bağlı bir ozon üreten aparat ile yerinde hazırlanır;
- ozon ile işleme tabi tutulmasından sonra 30 dakikadan 24 saat arasında bir zaman geçmesine izin verilmesi;
- dezenfekte edilmiş toprağın ya da tarımsal substratın en az bir faydalı mikroorganizma türü ile aşılması; ve
- yetiştirilmek için mahsul ekilmesi.

Toprağın ya da substratın dikim için hazırlanma aşaması, dekompaksiyon işlemlerini ve sırt ya da plato oluşumunu, sulama ağının kurulumunu ve gerekirse dolgu malzemesinin kurulumunu içerebilir.

15 Tercih edilen şekliyle, bu patent başvurusunda tarif edilen tarımsal mahsul için toprakların ya da diğer substratların dezenfeksiyonuna yönelik yöntemde yer alan ozonlanmış su ile işlem, dezenfekte edilmiş bulbul alanındaki bir sulama ağı aracılığıyla, tarım için toprağı tekrar kolonize eden ve patojenlerin yeniden kolonizasyonunu engelleyen faydalı mikroorganizmalar aracılığıyla uygulamayı içerir.

20 Ekim, mahsullerin normal gelişimi için gerekli olacak tünellerin ya da pedlerin yerleştirilmesi de dahil olmak üzere olağan sistemler aracılığıyla yapılabilir.

Mevcut buluşun yönteminin, örnek olarak *Sclerotinia* sp, *Fusarium oxysporum* ve *Phytophthora citrophthora* gibi fitopatojenik mantarlardan toprağı dezenfekte etmek için etkili olduğu gösterilmiştir. Daha spesifik olarak, yapılan testlerde, sonuçlar yukarıda belirtilen fitopatojenik mantarlara karşı % 100 dezenfeksiyon göstermiştir.

25 Ek olarak, bu dezenfeksiyon yöntemi, aynı zamanda *Erwinia amylovora* ve *Clavibacter michiganensis* gibi patojenik mezofilik bakteri popülasyonları için de etkilidir. Bu bakteriler üzerinde yapılan testlerden elde edilen sonuçlar, ozonlanmış suyunun ilk uygulanmasından sonra % 50'den daha az bir ölüm göstermiştir. Daha sonra, ikinci bir uygulamadan sonra, en az % 50'lik bir azalma sağlanmıştır.

Mevcut buluşun dezenfeksiyonu yöntemi ile elde edilen mikroorganizma popülasyonlarındaki azalmanın bir sonucu olarak, söz konusu toprakta ya da substratta yetişen bitkiler için bitki gelişiminde bir artış elde edilmektedir.

5 Bu nedenle, mevcut buluşun yöntemi, ozonun toprak ya da substrat için dezenfektan olarak kullanılmasına olanak sağlar, çünkü gerekli miktarda ozonun istenen yerde ve zamanda etkili bir şekilde üretilmesine izin verir. Bundan dolayı, bu yöntem, mahsullerin ekiminden önceki bir adım olarak, tarımsal toprağın dezenfeksiyonu, bitki sağlığı ürünlerinin kullanımı, kontaminasyon ve toprak ve bitkilerde atık birikiminin önlenmesi için uygulanabilir bir alternatif sağlar. Bunun nedeni, çok miktarda oksijen 10 radikalinin salınmasının mikrobiyotayı topraktan yok ettiği düşünülürse, ozonun mikroorganizmaları ortadan kaldıran yüksek oksitleyici potansiyele sahip olmasından kaynaklanmaktadır.

Alternatif olarak, bu patent başvurusunda tarif edilen yöntem, hem sebzeleri hem de meyveyi içeren mahsullerin yetiştirildiği toprağa ya da diğer substratlara uygulanabilir. 15 Bu durumlarda, yöntem tercih edilen şekliyle aşağıdaki aşamaları içerir:

- tarla kapasitesinde toprağın ya da substratın elde edilmesi;
- toprağın ya da substratın bir önceki aşamadan itibaren en az 2 ppm ozon içeren ozonlanmış su ile işleme tabi tutulması, burada ozonlanmış su, pH'ı 5.0 ve 8.5 arasında olan bir su kaynağına bağlı bir ozon üreten aparat ile yerinde hazırlanır,
- 20 • ozon ile işleme tabi tutulmasından sonra 30 dakikadan 24 saat arasında bir zaman geçmesine izin verilmesi;
- dezenfekte edilmiş toprağın ya da tarımsal substratın en az bir faydalı mikroorganizma türü ile aşılması.

Bu patent başvurusunda tarif edilen yöntem, toprağın ya da diğer substratların zararlı atık üretmeden anında dezenfekte edilmesini sağlar, çünkü topraktaki ozon 25 ayrışmasının tek yan ürünü, köklerin ve faydalı mikroorganizmaların gelişimi için oldukça faydalı olan oksijendir.

Hem kimyasal dezenfektanların hem de solarizasyon tekniklerinin kullanımında, dezenfeksiyonun etkili olması için gereken bekleme süresi 20 ila 60 gündür. Avantajlı 30 olarak, mevcut buluşun dezenfeksiyon yöntemi, bitkilerin ekildiği toprağın dezenfekte edilmesine izin verir, yani, hasat edilen ürünün analizi ile gösterildiği gibi mahsulün

herhangi bir tür toksik atık bırakmadan yetiştirilirken, ozonun patojenler ile enfekte olmuş toprağa ya da substrata uygulanmasına izin verir. Yararlı mikroorganizmaların 30 dakika ila 24 saat arasındaki bir süre boyunca aşılması, etkilenen kök sistemini yenileyecektir.

- 5 Diğer bir avantajı, tarım sırasında ciddi patojen enfeksiyonu durumunda, mevcut buluşun yönteminin, atık üretmediği ya da bitkileri olumsuz yönde etkilemediği için birkaç kez gerçekleştirilebilmesidir. Bundan başka, faydalı mikroorganizmalar ile aşılama işlemine devam etmeden önce birkaç ozon işlemi (ozonun çeşitli uygulamaları) gerçekleştirmek de mümkündür.
- 10 Ek olarak, bu patent başvurusunda tarif edilen dezenfeksiyon yöntemi, çok yönlüdür, çünkü ekimden önce ve sonra, bilinen başka bir yöntem ile kimyasal bir dezenfeksiyondan sonra ya da önceden herhangi bir dezenfeksiyon gerçekleştirmeden uygulanabilir.

### **ŞEKİLLERİN KISA AÇIKLAMASI**

- 15 Şekil 1: Ozonlanmış suyun *Penicillium Italicum*, *Penicillium digitatum*, *Botrytis cinerea*, *Rhizopus stolonifer* ve *Monilinia fructicola* gibi birkaç mantar üzerindeki etkisini gösteren bir diyagram.

Şekil 2a: Örnek 1'de kullanılan substratlı kapları gösteren bir resim.

- Şekil 2b: Mevcut buluşun yöntemine göre bir substratın dezenfekte edilmesi için örnek  
20 1'de kullanılan sistemi gösteren bir resim.

Şekil 3a: Örnek 1'in 1. uygulamasından sonra fitopatojenik mantarların sağkalımını gösteren bir grafik. Sıfır zamanında (t=0) ve uygulamadan 24 saat sonra (t=1), 20 cm, 40 cm ve 60 cm derinliklerde, substratta mevcut olan mantar miktarları, analiz edilir.

- Şekil 3b: Örnek 1'in 1. uygulamasından sonra fitopatojenik bakterilerin hayatta  
25 kalmasını gösteren bir grafik. Sıfır zamanında (t=0) ve uygulamadan 24 saat sonra (t=1), 20 cm, 40 cm ve 60 cm derinliklerde, substratta mevcut olan bakteri miktarları, analiz edilir.

- Şekil 4a: Örnek 1'in 2. uygulamasından sonra fitopatojenik mantarların sağkalımını gösteren bir grafik. Sıfır zamanında (t=0), uygulamadan 1 gün (t=1) ve 30 gün (t= 30)  
30 sonra, 20 cm, 40 cm ve 60 cm derinliklerde, substratta mevcut olan mantar miktarları analiz edilir.

Şekil 4b: Örnek 1'in 2. uygulamasından sonra fitopatogenik bakterilerin sağkalımını gösteren bir grafik. Sıfır zamanında (t=0), uygulamadan 1 gün (t=1) ve 30 gün (t= 30) sonra, 20 cm, 40 cm ve 60 cm derinliklerde, substratta mevcut olan mantar miktarları analiz edilir.

5 Şekil 5: Örnek 1'in ilk uygulamasından sonra domates bitkilerinin durumunu gösteren bir resim: Şekil 5a: kontrol; Şekil 5b: ozon ile işlem.

Şekil 6: Örnek 1'in ikinci uygulamasından sonra domates bitkilerinin durumunu gösteren bir resim: Şekil 6a: kontrol; Şekil 6b: ozon ile işlem.

Şekil 7: Örnekleme noktaları örnek 3'te toplanmıştır

10 Şekil 8: Gösterilen resimler: (A) lens altında toprak numunesi; (B), (C) ve (D) nematodların ayrıntılı görünüşleri.

Şekil 9: Ozon ile işleminden sonra ve örnek 5'te elde edilen mikroorganizmaların aşılmasından sonra, topraktaki nematod popülasyonunun evrimini gösteren bir grafik.

## 15 **Örnekler**

### **Örnek 1: Mahsul içermeyen toprağın dezenfeksiyonunda ozon muamelesinin etkinliği**

Çalışmanın genel amacı, ozon kullanımının toprağın dezenfeksiyonu için bir strateji olarak kullanılmasının etkinliğini değerlendirmektir. Spesifik olarak, amaç, 20 dezenfeksiyon yönteminin domates bitkileri üzerindeki etkisini araştırmak ve ozonun oksidatif potansiyelini farklı derinliklerde patojenlerin yok edilmesi ile ilişkilendirmektir.

Yukarıda belirtilen amaçlara ulaşmak için, mahsul içermeyen toprak, fitopatogen türleri Sclerotinia, Fusarium, Erwinia, Phytophthora ve Clavibacter ile enfekte edilmiştir. Test Lorca'da (Murcia) yapılmıştır. Açık havada, mahsul içermeyen toprağın saksılarında 25 ve domates, biber ve kavunların daha önce yetiştirildiği yerlerde gerçekleştirilmiştir. Mevcut buluşun yönteminin ilk uygulamasından sonra, domates bitkileri, Lycopersicum esulentum, transplante edilmiş ve bitkinin işlemlere verdiği tepki değerlendirilmiştir.

Test edilen tedaviler şunlardır: T0 (kontrol) ve T1 (ozon). Yöntemin ardışık iki kez uygulanmasından sonra, aşılama aşağıdaki faydalı mikroorganizmalar 30 ("mikroorganizma formülü (1)" olarak adlandırılan karışım) ile yapılmıştır: Trichoderma

( $4 \times 10^8$  CFU), *Bacillus* ( $1.5 \times 10^8$  CFU), *Azotobacter* ( $1.5 \times 10^8$  CFU) ve *Pseudomonas* ( $1.5 \times 10^8$  CFU).

Toprağın mikrobiyolojik içeriği, uygulamalardan önce ve sonra 20, 40 ve 60 cm farklı derinliklerde değerlendirilmiştir.

## 5 1.1 Test protokolü

Bilinen bir 1000 l ( $1 \times 1 \times 1$  m) hacimli kaplar alana yerleştirilmiştir. Bundan başka, kavun, biber ve domateslerin önceden yetiştirildiği bir seranın substratı seçilmiş ve homojenize edilmiştir. Daha sonra, kaplar bu substrat ile doldurulmuştur.

Laboratuarda, aşağıdaki türler *in vitro* olarak yetiştirilmiştir:

- 10 • Fitopatojen bakteri: *Erwinia amylovora* ve *Clavibacter michiganensis*
- Fitopatojen mantarlar: *Sclerotinia* sp, *Fusarium oxysporium* ve *Phytophthora citrophthora*

Her bir mikroorganizma,  $10^8$  cfu/ml konsantrasyona ulaşana kadar sıvı bir ortamda yetiştirilmiştir. Saksıların her biri için 1 litre mikrobiyal çözelti hazırlanmıştır.

- 15 Daha sonra, substratta patojenik mikroorganizmalar aşılansmış, substrat kapasitesine ulaşana kadar periyodik sulama yapılmış, numuneler farklı derinliklerde alınmış (20 cm, 40 cm ve 60 cm) ve söz konusu numunelerdeki fitopatojenler, topraktaki fitopatojenlerin kalıcılığını ve varlığını doğrulanması için sayılmıştır.

- 20 Ozon ile dezenfeksiyon yönteminin ilk uygulaması gerçekleştirilmiştir. Bunu yaparken, ozonlama aparatı, sulama sistemine yerleştirilmiş ve söz konusu aparatın parametreleri en az 2 ppm çözülmüş ozon ile ozonlanmış su elde etmek için ayarlanmıştır. Daha sonra, toprak, 30 dakika boyunca dinlenmeye bırakılmış ve domates bitkileri, *Lycopersicum esculentum*, daha sonra transplante edilmiştir. Daha sonra, ozon ile dezenfekte etme yönteminin ikinci bir uygulaması, aynı yukarıda
- 25 belirtilen şartlarda gerçekleştirilmiş ve işlenen toprağın 30 dakika boyunca dinlendirilmesine izin verdikten sonra, mikroorganizma formülü (1) aşılansmıştır.

Şekil 2a, kapların alana yerleştirilmesini gösterirken, Şekil 2b, sulama sisteminde kullanılan ozonlama aparatını yerleştirmek için yapılan düzenlemeyi göstermektedir.

İşlemin toprağın dezenfeksiyonu üzerindeki etkisini analiz etmek için farklı derinliklerde (20 cm, 40 cm ve 60 cm) ve farklı tarihlerde numuneler alınmış ve numunelerin her birinde bulunan mikrobiyal yük analiz edilmiştir.

Daha önce de belirtildiği gibi, ilk dezenfeksiyon tamamlandığında, domates bitkisi 5 fideleri, işlemin "kalıntı etkisini" değerlendirmek için saksılara transplante edilmiştir. Daha sonra bitkilerin vejetatif gelişmesi üzerine bir çalışma yapılmıştır.

## 1.2 İşlemler

İşlemler, uygulamalar ve numuneler aşağıdaki tabloda belirtilmiştir:

Tablo 1: İşlemler

Kod	Açıklama	1. Uygulama	Numune 1.1	Numune 1.2	
T0	Kontrol		12 Eylül	16 Eylül	
T1	Ozon	15 Eylül	12 Eylül	16 Eylül	
Kod	Açıklama	2. Uygulama	Numune 2.1	Numune 2.2	Numune 2.3
T	Kontrol		14 Ekim	17 Ekim	14 Kasım
T1	Ozon	16 Ekim	14 Ekim	17 Ekim	14 Kasım

10

Dezenfeksiyon yönteminin ilk uygulanmasından sonra, 19 Eylül 2014 tarihinde, her bir kaba 2 adet domates bitkisi transplante edilmiştir. Ozonun kalıntı etkisi değerlendirilmiştir.

## 1.3 Deneysel boyut ve tasarım

15 Kontrol işlemi, 1 numaralı kaba karşılık gelmektedir. Sadece bir tekrarlamanın olduğu göz önüne alındığında, örnekleme sırasında 3 altörneklem alınmıştır.

Tablo 2: Deneysel tasarımın şeması

Kod	Açıklama	Tekrarlamalar	Kap Kodu
-----	----------	---------------	----------

T0	Kontrol	3	1,2,3
T1	Ozon (>2ppm)	3	4,5,6

#### 1.4 Parametreler değerlendirildi

Test sırasında, değerlendirilen parametreler:

- Çıkıştaki akış hızı ve ozonun ppm'si.
- 5 • Toprağın mikrobiyal değerlendirmesi (t = 0; t = 7 gün ve t = 30 gün).
- Derinlik ve olası fungusit etkisi arasındaki ilişki.
- Domates bitkileri kurulduktan sonra, işlemlerin fitotoksisteye neden olup olmadığı değerlendirilmiştir. Mahsullerde gözlenecek olan parametreler, yaprak ve meyvelerde nekroz ve yanmanın ortaya çıkışı olacaktır.
- 10 • Mahsullerin vejetatif gelişimi.

İşlemlerin etkisi (ozon, kontrol) ve bunların değerlendirme SPSS istatistiksel analiz programındaki Student-t testi ile belirlenmiştir. Test, deneylerin gösterdiği ortalamaların bir güvenilirlik düzeyi ile önemli ölçüde farklı olup olmadığını belirler ( $P > 0.05$ ). Çubuk grafiklerde gösterilen sonuçlar ile, sonuç tabloları önemli farkların olup olmadığını (farklı harf) ya da işlemler arasında herhangi bir farklılık olduğuna dair kanıt bulunup bulunmadığını göstermektedir (aynı harf).

#### 1.5. Sonuçlar

##### 1.5.1 Çıkıştaki akış hızı ve akış hızı ve ozonun ppm'si.

İlk uygulama sırasında toplanan veriler aşağıdaki tabloda gösterilmiştir:

20 Tablo 3: Ozon ölçümleri

Süre (dakika)	İlgili aparatlar	Açıklama / Gözlemler
0-120	Sulama	Su doygunluğu.
15-20	Ozon aparatları	Her litre suya ozon gramını belirlemek için analizin 4 kez doğrulanması.

	Damla sulama	2 ppm. İy bir dezenfeksiyon için minimum seviye.
15	Ölçüm	2 ppm
55	Ölçüm	2.3 ppm
65	Ölçüm	2.89 ppm
115	Ölçüm	pompanın doğrudan çıkışında 4.49 ppm damlalıkta. 3.92 ppm

### 1.5.2. Uygulama 1 sonrası mikrobiyal popülasyonun değerlendirilmesi

Bu bölümde, elde edilen veriler açıklanmıştır. Test protokolünde açıklandığı gibi, farklı derinliklerde (20 cm, 40 cm ve 60 cm) toprak numuneleri alınmış ve patojenik mantar ve bakteri sayısının miktarını ölçerek kalite kontrolleri yapılmıştır.

#### A. Patojenik Mantarlar

İşlemden önce ve uygulamadan 24 saat sonra, patojenik mantarların hayatta kalma durumu değerlendirilmiştir. İşlem başına verileri analiz ettikten sonra (bakınız. Şekil 3a), bunu bulduk:

- İşlem kontrolünde: Mikrobiyal yük, bir arıtmanın gerçekleştirildiği 40 cm dışında, test edilen tüm derinliklerde uygulamadan önce ve sonra benzerdi.
- Ozon uygulaması, 20 ve 60 cm derinliklerde % 100 azalmaya yol açtı.

#### B. Patojenik bakteri

Test edilen derinliklerin her birinde (20 cm, 40 cm ve 60 cm), her iki işlem de topraktaki bakteri popülasyonlarını azaltmıştır (bakınız şekil 3b). Değerlendirilen derinliklerin hepsinde (60 cm hariç), patojenik bakteri popülasyonları, % 50'den daha az bir azalma ile kontrolden daha düşüktü,

### 1.5.3. Uygulama 2 sonrası mikrobiyal popülasyonun değerlendirilmesi

#### A. Patojenik Mantarlar

Şekil 4a'da gösterildiği gibi, ozonun uygulanması her iki ürünün de etkinliğini koruyarak ve 30 gün boyunca etkisini uzatarak patojenik mantarları 40 ve 60 cm derinliklerde % 100 azaltmıştır. 20 cm derinlikte, ozon işlemi muhtemelen çevresel faktörlerden kaynaklanan toprak kontaminasyonuna bağlı olarak, bir ay sonra ortaya çıkan mantarların izleri ile, popülasyonu % 100 oranında azaltmıştır.

## **B. Patojenik bakteri**

Verilerin incelenmesi (bakınız Şekil 4b), azaltma tamamlanmamış olmasına rağmen ozonun dezenfektan gücünü göstermektedir. Hız bakteriyel üreme göz önüne alındığında, ürünlerin kalıntı etkisinin tamamen kaybolduktan sonra, popülasyonların kontrolünkilere benzer seviyelere ulaşacağı tahmin edilmektedir.

### **1.6. Domates bitkilerinde fitotoksosite**

Ozon işleminin ilk uygulamasından sonra, iki domates bitkisi kapların her birine transplante edilmiştir. Bitkilerin büyümesi üç ay boyunca değerlendirilmiş, bu parametrenin analizi, bölgedeki donun varlığı nedeniyle 2 Ocak'ta sona eriyor (bakınız şekil 5a ve 5b).

Ozon işleminin uygulandığı bitkilerde büyüme, bitkilerde patojenik mikroorganizmaların azalmasına nedeni ile kuvvetli bir gelişme sergilerken, kontrol bitkilerinde ise gelişme orta-düşük olmuştur. İkinci uygulamadan iki hafta sonra, kontrol bitkileri bir enfeksiyon nedeni ile öldü (bakınız şekil 6a ve 6b).

### **1.7. Sonuçlar**

Elde edilen sonuçlar, ozon ile dezenfeksiyon seviyesinin test edilen fitopatojenik mantarlar için % 100 olduğunu göstermiştir. Buna ek olarak, patojenik mezofilik bakteri popülasyonları, ilk uygulamadan sonra % 50'den daha düşük ölüm oranı ile, dezenfektan uygulamasından sonra azaltılmıştır. İkinci uygulama sırasında, azalmanın % 60'a ulaştığı 60 cm'lik bir derinlikte gözlemlenmesi dışında, % 50 azalma sağlanmıştır.

Dahası, ozon ile işleme tabi tutulmuş örneklerde, domates bitkilerinin vejetatif gelişimi, mikroorganizma popülasyonlarının azalması nedeni ile kuvvetli iken, kontrol kaplarında yetişen domates bitkileri düşük-orta büyüme göstermiş ve patojenik bir enfeksiyon nedeni ile ölmüştür.

Ek olarak, ilk uygulamadan sonra, domates bitkileri tekrarlamaların her birine transplante edildi ve ozon uygulamasının fitotoksisiteye neden olup olmadığını değerlendirdik. Transplantasyondan üç ay sonra, ozon ile işleme tabi tutulmuş bitkiler normal büyüme ve vejetatif gelişme gösterirken, kontrol bitkileri toprakta bulunan patojenlerin saldırısı sonucu ölmüştür.

### **Ornek 2: Biberlerdeki nematodların dezenfeksiyonu; çeşitlilik padrón**

Test, Mayıs 2015'te, nematodlardan çok etkilenen bir Padrón Pepper çiftliğinde yapılmış ve çiftçi, ekili alanın kayıp olarak düşünüldüğü için mahsulü sökmek istemiştir. 500 m<sup>2</sup>'lik bir sera yüzeyinde, 3000 litre/ saat su tüketimi ile ozon ile dezenfeksiyon, REDOX ölçümleri ile en uzaktaki damla yayıcıların, 185 mV ozonsuz sulama suyunda bir değer ile başlayan, 1000 mV değerinde bir ölçüme sahip olduğu gözden geçirilerek 6 ppm'lik bir dozda gerçekleştirilmiştir.

İşlem bittiğinde, mikroorganizma formülünün (1) aşılması gerçekleştirilmiştir (bakınız örnek 1). İşlemden yedi gün sonra, nematodların istila seviyesini görmek için topraktan numuneler alınmış ve sonuçlar popülasyonda% 90 azalma göstermiştir.

Spesifik olarak, tam üretimde nematodlardan (Meloidogyne) etkilenen Padrón biber mahsulünde ozonlanmış sulama yoluyla dezenfeksiyondan sonra, aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- Dezenfeksiyon öncesi analiz: Meloidogyne sp. 8 juvenil/ 100 cc toprak
- Dezenfeksiyon sonrası analiz: Meloidogyne sp 8 juvenil/ 1 cc toprak.

Çiftliğin işleme tabi tutulan kısmı hasardan kurtarılmış ve beklenen kopma tarihine kadar üretime devam etmiştir.

### **Ornek 3: Narenciye ürünlerinde (limon ağaçları) nematodların dezenfeksiyonu. Ozonlama ve aşılamanın, toprakta bulunan fitopatojen nematodların kontrolünde faydalı mikroorganizmalar ile etkisi**

Turunçgillerde mevcut testler, Mayıs ve Eylül 2015 ayları boyunca, yüksek oranda nematod enfeksiyonu olan bir arazi parçası üzerinde yapılmıştır. İki ozon uygulamasının ve bir mikroorganizma karışımının son uygulamasının etkisi (mikroorganizma formülü (2)) değerlendirilmiştir. Mikroorganizma formülü (2), Bacillus (1.5x10<sup>8</sup> CFU), Azotobacter (1.5x10<sup>8</sup> CFU) ve Pseudomonas (1.5x10<sup>8</sup> CFU)'tan yapılmıştır.

İncelenen parametreler, Fitopatojenik nematod popülasyonunun evrimi, mantar popülasyonunun evrimidir ve, mikroorganizma formülünün (2) uygulanmasından sonra, ikinci bir sayım topraktaki bakteri sayısından alınmıştır. Sonuçlar, ozonun faydalı mikroorganizmalar ile birlikte uygulanmasının, topraktaki fitopatojenik nematod popülasyonunu önemli ölçüde azalttığını göstermiştir.

Bu testin amacı, ozon ve faydalı mikroorganizmaların turunçgillerdeki fitopatojenik nematodları kontrol etmedeki etkisini değerlendirmektir.

### 3.1. Materyal ve metotlar

Pratylenchus sp. cinsinin nematodlarının enfeksiyon oranı yüksek olan bir arazi parçası üzerinde cins, 4 tekrarlama seçilmiştir. Şekil 7, toplanan örnekleme noktalarını göstermektedir.

Ürünlerin başvurusunun tarihi şunlardır:

- Ozon: 5-6 ppm'lik bir konsantrasyon uygulanmıştır. Uygulamalar: 21 ve 27 Mayıs.
- Mikroorganizma formülü (2) (Bionema Plus): 20 l/ha dozunda tek bir uygulama, 4 Haziran tarihinde uygulanmıştır.

Tablo 1 Numuneler

Numune	Uygulamanın açıklaması	Gün
Numune 1	Uygulamadan önce	20 Mayıs
Numune 2	Ozonun 1. uygulamasından sonra	21 Mayıs
Numune 3	Ozonun 2. uygulamasından sonra	28 Mayıs
Numune 4	Bionema Plus'ın uygulamasından sonra	23 Eylül

### 3.2. Sonuçlar

Sonuçlar, ozon ve mikroorganizma formülünün (2) uygulanmasının, pratik olarak var olmayan bir popülasyon olan 50 nem/ g'nin 0.2 nem/ g'ye düşürülmesi ile, fitopatojenik nematod popülasyonunu önemli ölçüde azalttığını göstermiştir.

**Ornek 4: Ozon ile işleme tabi tutulduktan sonra ve mikroorganizmaların aşılmasından sonra toprakta nematodların evrimi**

5 Bu test, T.M.'de Benifaió (Valencia), killi balçık toprakta yapılmıştır. İşlemler, salatalık, domates ve biber gibi yeni sebzelerin ekilmesinden önce, sebze mahsullerinin son aşamasında, yapılmıştır.

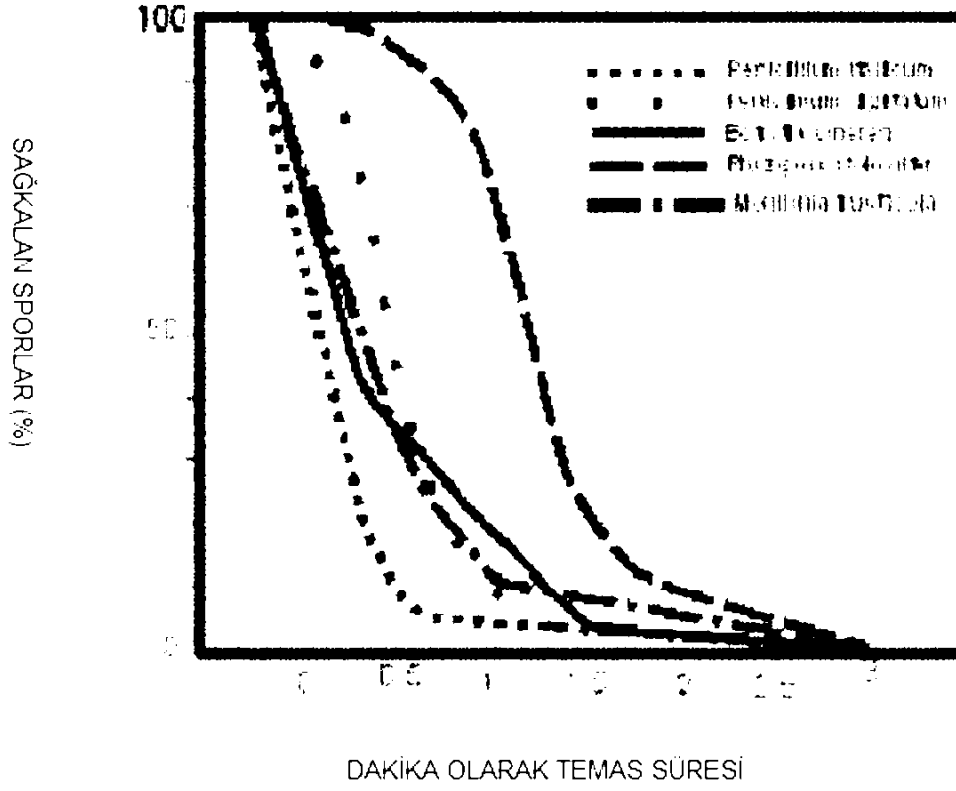
Toprak, mahsulleri ciddi şekilde etkileyen yüksek miktarda nematod içeriyordu.

10 Bu patent başvurusunda açıklanan toprağın dezenfeksiyonu için yöntem uygulanmış, burada ozonlanmış sulama suyu (5.5 ppm ozon) ile işlem 2 saat boyunca yapılmış ve aşılama, ozon ile dezenfeksiyondan 24 saat sonra kolonize edici mikroorganizma formülünün (1) (bakınız örnek 1) uygulanması ile gerçekleşmiştir.

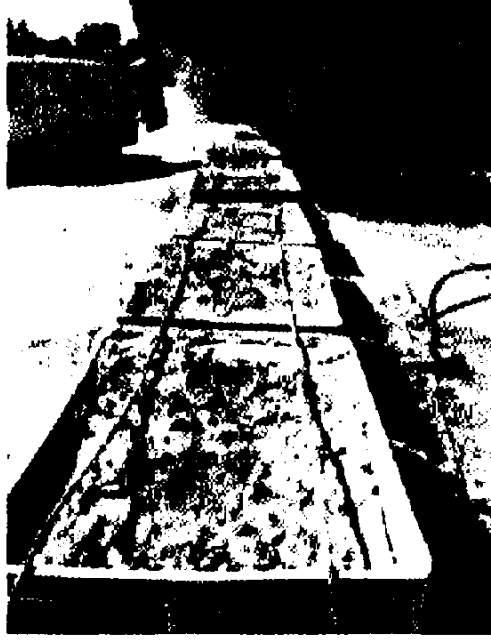
Şekil 9'da görülebileceği gibi, işlemi uygulamadan önce, çıkarılan toprak numunesini 480 juvenil/ 100 cc toprağa sahipti. Ozon işleminden sonra, juvenillerin varlığı 44/100 cc toprağa düşürüldü ve mikroorganizma formülü (1) ile aşılansadan 15 gün sonra, analiz edilen numune 1 juvenil/ 100 cc toprak oranına sahipti.

15 Bu sonuçlar, nematodların yüzdesinde önemli bir azalma olduğunu göstermektedir. Aynı şekilde, 20 birim/ 100 cc toprağa saprofit miktarında bir artış ayrıca gözlenmektedir.

20 Yapılan farklı testler, hem çıplak toprakta hem de mahsul içeren toprakta, sulama suyunda ozon (en az 2 ppm) ile periyodik işlemin birleştirilmesi ile ardından faydalı mikroorganizmaların aşılması ile en iyi sonuçların elde edildiğini göstermektedir.



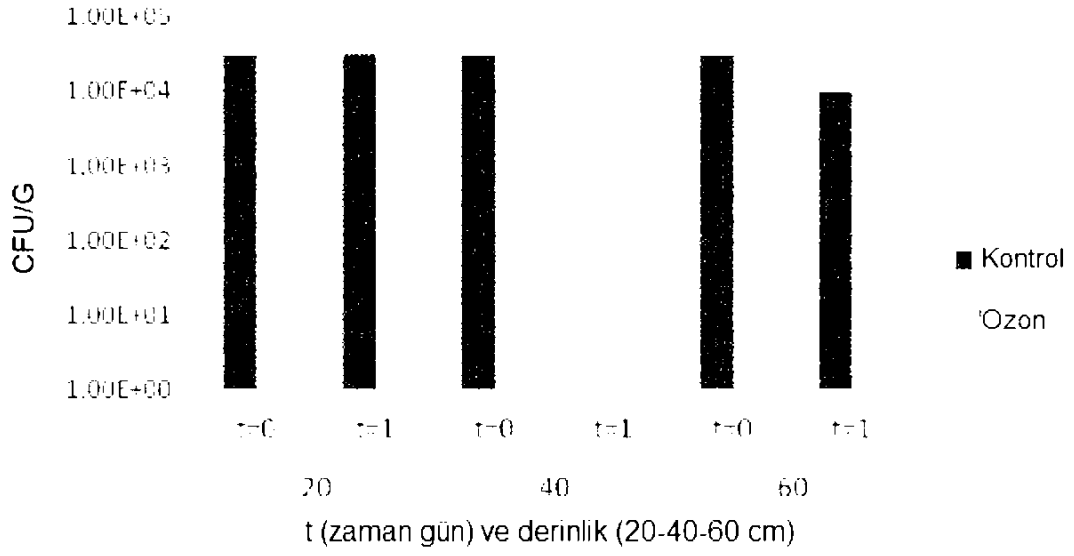
Şekil 1



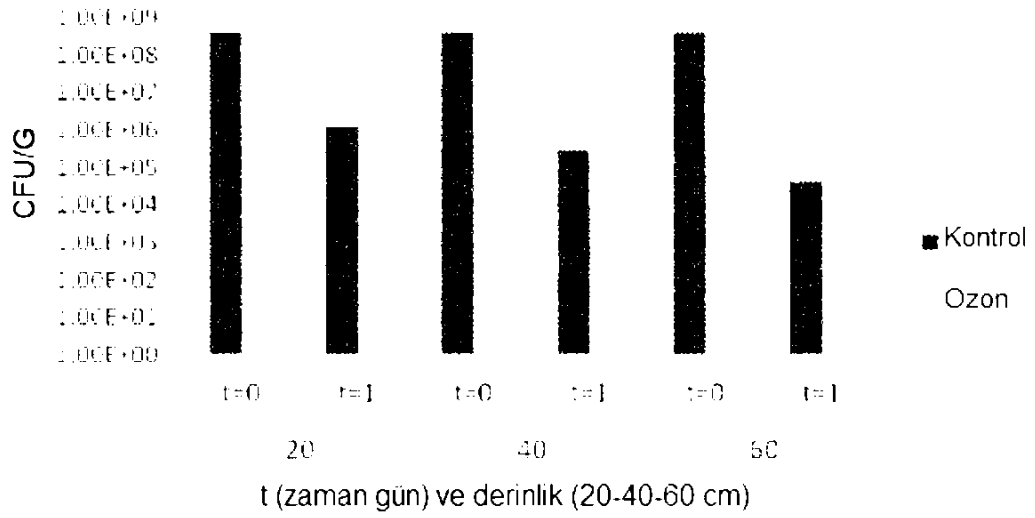
Şekil 2a



Şekil 2b



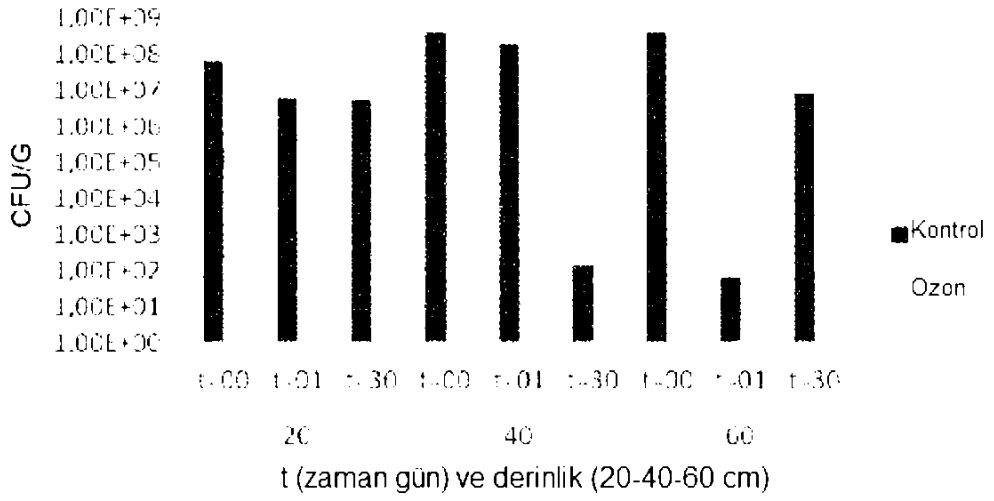
Şekil 3a



Şekil 3b



Şekil 4a



Şekil 4b



Şekil 5a



Şekil 5b



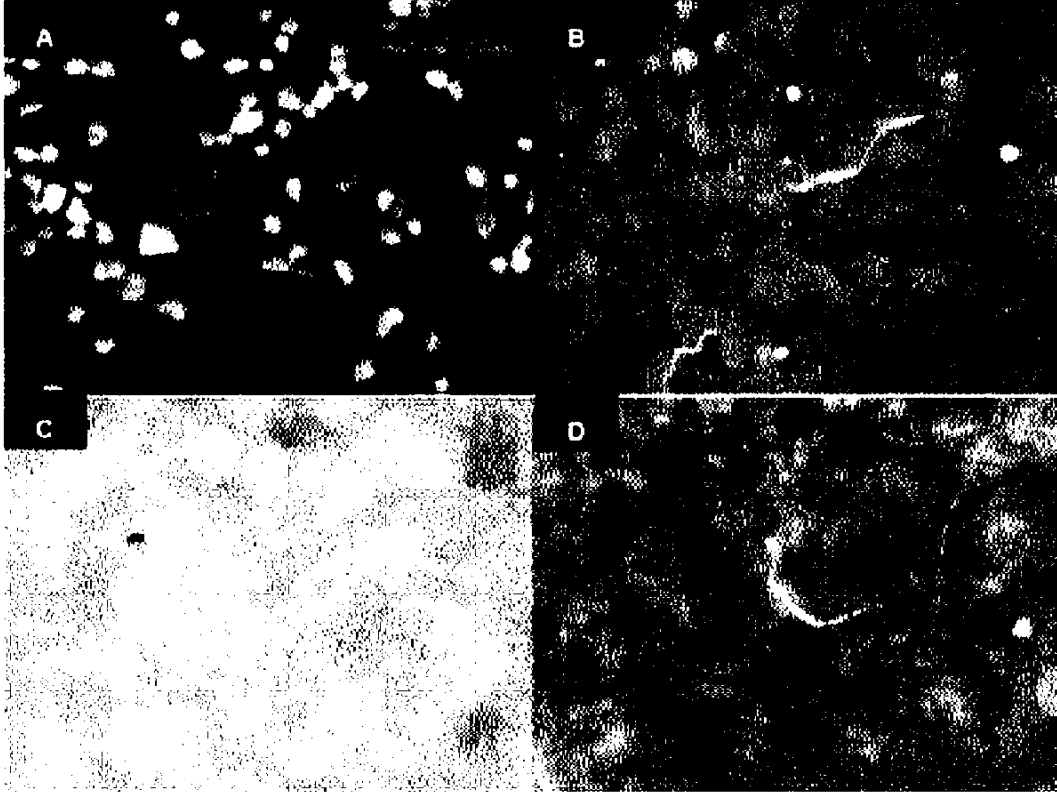
Şekil 6a



Şekil 6b

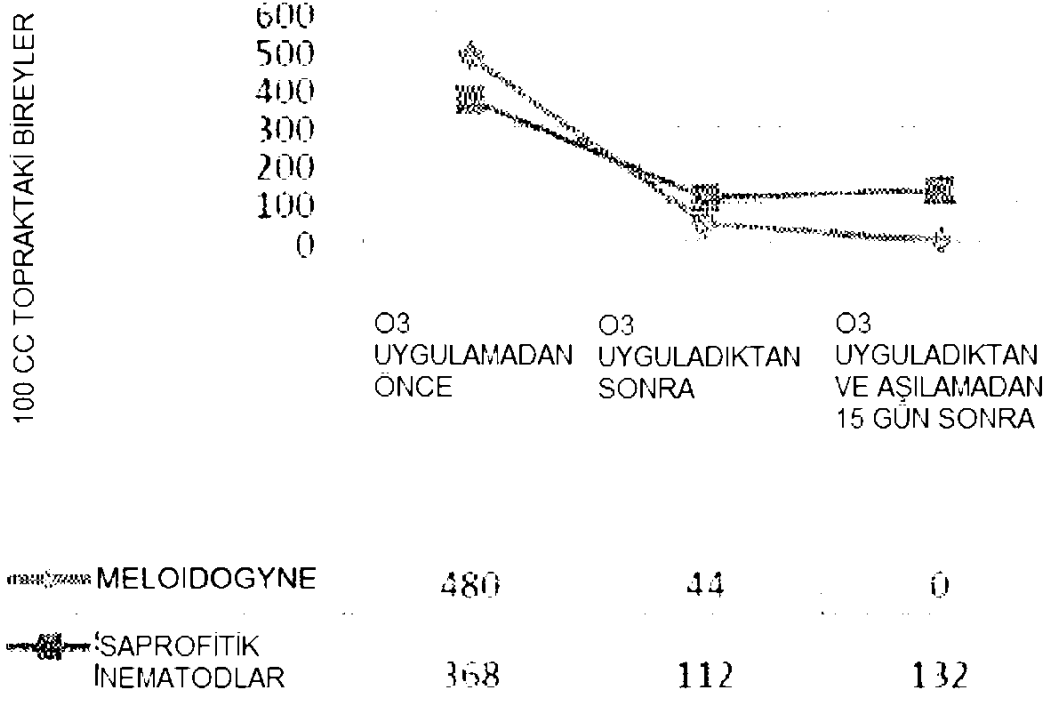
	<b>R1</b>			<b>R4</b>		
		<b>R2</b>				
			<b>R3</b>			
<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>F4</b>	<b>F5</b>	<b>F6</b>	

Şekil 7



Şekil 8

## NEMATODLARIN GELİŞİMİ



Şekil 9