

**BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ❖ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TANENLERİN DOĞAL AHŞAP KORUYUCU MADDE OLARAK  
ANTİFUNGAL ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Ayşegül GÜNAYDIN**

**Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı**

**OCAK 2020**



**BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ❖ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TANENLERİN DOĞAL AHŞAP KORUYUCU MADDE OLARAK  
ANTİFUNGAL ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Ayşegül GÜNAYDIN  
(141080706)**

**Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Tez Danışmanı: Doç. Dr. Eylem DİZMAN TOMAK**

**OCAK 2020**

BTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 141080706 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Ayşegül GÜNAYDIN, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı "TANENLERİN DOĞAL BİR AHŞAP KORUYUCU MADDE OLARAK ANTİFUNGAL ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ" başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

**Tez Danışmanı :** **Doç. Dr. Eylem DİZMAN TOMAK** .....  
Bursa Teknik Üniversitesi

**Jüri Üyeleri :** **Doç. Dr. Mesut YALÇIN** .....  
Düzce Üniversitesi

**Doç. Dr. Oktay GÖNÜLTAŞ** .....  
Bursa Teknik Üniversitesi

**Savunma Tarihi : 03.01.2020**

**FBE Müdürü :** **Doç. Dr. Murat ERTAŞ** .....  
Bursa Teknik Üniversitesi ...../...../.....



## İNTİHAL BEYANI

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belgelediğimi, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı: Ayşegül GÜNAYDIN

İmzası :





*Canım Babama ve Anneme,*

## ÖNSÖZ

“Tanenlerin Doğal Ahşap Koruyucu Madde Olarak Antifungal Özelliklerinin Değerlendirilmesi” başlıklı yüksek lisans tezi BTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın amacı, doğal dayanımı az olan sarıçam odun örneklerinin çürüklük yapan Basidiomycetes ve renklenme/küflenme yapan Ascomycetes-Fungi imperfecti sınıfı mantarlara karşı antifungal ve antimikrobial özelliklerini tanen ekstraktları ile iyileştirmektir. Bu amaçla, çalışma 2 kısımda incelenmiştir. İlk kısımda, 5 farklı tanen ekstraktından en etkili tanen çeşidinin ve 2 farklı konsantrasyondan gerek duyulan en düşük tanen konsantrasyonunun belirlenmesi, yıkanmış ve yıkanmamış örneklerde 7 farklı mikroorganizma kullanılarak gerçekleştirilmiş olan biyolojik testler ile tespit edilmiştir. Çalışmanın 2. kısmında tanenlerin odunda fiksasyonuna yönelik deneyler gerçekleştirilmiş olup yıkanma deneyleri sonrasında performans değerlendirmesi yapılmıştır. Böylece çevreye karşı herhangi bir zehirlilik özelliği göstermeyen biyokaynaklı koruma işleminin zehirli olan kimyasal maddelere göre alternatif bir empenye maddesi olarak değerlendirilmesi yapılmıştır.

Tez danışmanlığımı üstlenerek, araştırmanın planlama ve yürütülmesinde, bilimsel desteğini esirgemeyen, çalışmanın her aşamasında bilgi, tecrübe ve yardımlarını esirgemeyen, yüksek lisans eğitimim boyunca maddi ve manevi her zaman yanımda olan, Sayın Hocam Doç. Dr. Eylem DİZMAN TOMAK’a sonsuz teşekkür ve şükranlarımı sunarım.

Tanenlerin ve bazı mantar misellerinin temininde yardımcı olan Doç. Dr. Oktay GÖNÜLTAŞ ve Dr. Öğr. Üyesi M. Müge ÇAĞAL’a teşekkür ederim. Tezin yazım aşamasında vermiş olduğu destek için Arş. Gör. Şebnem Sevil ARPACI’ya teşekkür ederim.

Beni bugünlere getiren her daim koşulsuz sevgi ve desteğini gösteren canım annem ve kardeşlerime sonsuz minnet duygularımı ifade etmek isterim.

Bu çalışmanın ve sonuçlarının, konu ile ilgilenen araştırmacılara fayda sağlamasını dilerim.

Ocak 2020

Ayşegül GÜNAYDIN

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER .....	vi
KISALTMALAR .....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	viii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
ÖZET.....	xi
SUMMARY .....	xii
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
1.1 Odunun Biyolojik Bozunması.....	3
1.1.1 Bakteriler.....	3
1.1.2 Mantarlar .....	3
1.1.3 Böcekler .....	5
1.2 Tanenler.....	5
<b>2. LİTERATÜR ÖZETİ.....</b>	<b>7</b>
<b>3. MATERYAL VE METOT .....</b>	<b>11</b>
3.1 AğaçMalzeme .....	11
3.2 Emprenye Maddeleri.....	11
3.3 Araştırma Yöntemi.....	12
3.3.1 Emprenye işlemi.....	13
3.3.2 Yıkanma testlerinin yapılması.....	14
3.3.3 Mantar çürüklük testlerinin gerçekleştirilmesi.....	14
3.3.4 Yıkanma sularının zehirlilik tespiti .....	17
3.3.5 İstatistiksel yöntemler .....	17
<b>4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....</b>	<b>18</b>
4.1 Retensiyon Değerlerine İlişkin Bulgular ve Tartışma.....	18
4.2 Ağırlık Kaybı Değerlerine İlişkin Bulgular ve Tartışma.....	20
4.3 Yıkanma Sularının Zehirlilik Testine İlişkin Bulgular ve Tartışm.....	42
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>45</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>47</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>53</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>88</b>

## KISALTMALAR

<b>AG</b>	: <i>Aspergillus niger</i>
<b>CCA</b>	: Bakır/krom/arsenik
<b>CeO<sub>2</sub></b>	: Seryum oksit
<b>CG</b>	: <i>Chaetomium globosum</i>
<b>CP</b>	: <i>Coniophora puteana</i>
<b>CuCl<sub>2</sub></b>	: Bakır (II) klorür
<b>EPA</b>	: Amerika Çevre Koruma Örgütü
<b>PC</b>	: <i>Penicillium chrysogenum</i>
<b>PMRA</b>	: Kanada Atık Yönetimi ve Düzenleme Kurumu
<b>PP</b>	: <i>Postia placenta</i>
<b>R</b>	: Retensiyon miktarı
<b>WEHIO</b>	: Batı Avrupa Odun Koruma Enstitüsü
<b>ZnO</b>	: Çinko oksit



## ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
<b>Çizelge 3.1</b> : Deneme deseni ve testlerde kullanılan örnek sayısı.....	12
<b>Çizelge 4.1</b> : Birinci kısımda empenye edilen örneklerin ortalama retensiyon değerleri (kg/m <sup>3</sup> ). .....	18
<b>Çizelge 4.2</b> : İkinci kısımda empenye edilen örneklerin ortalama retensiyon değerleri (kg/m <sup>3</sup> ). .....	18
<b>Çizelge 4.3</b> : Ağırlık kaybı değerlerinin çoğul varyans analizi sonucu.....	31
<b>Çizelge 4.4</b> : Tanen tiplerinin Duncan homojenlik grupları.....	32
<b>Çizelge 4.5</b> : Mantar çeşitlerinin Duncan homojenlik grupları.....	32
<b>Çizelge 4.6</b> : <i>T.versicolor</i> ve <i>C. puteana</i> mantarlarının neden olduğu ağırlık kaybı değerlerinin çoğul varyans analizi sonucu.....	33
<b>Çizelge 4.7</b> : Tanen tiplerinin <i>T.versicolor</i> ve <i>C. puteana</i> mantarları açısından Duncan homojenlik grupları.....	33
<b>Çizelge 4.8</b> : Yıkanma sularında mantarların gelişimi (cm).....	43
<b>Çizelge 4.9</b> : Yıkanma sularında mantarların gelişimi (cm).....	44

## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 3.1 :Örneklerin emprenye edilmesi.....	13
Şekil 3.2 : Biyolojik test öncesi örneklerin yıkanma testine tabi tutulması. ....	14
Şekil 3.3 : EN 113 mantar çürüklük testinin uygulanışı.....	16
Şekil 3.4 : Küf mantar testinin uygulanışı.....	17
Şekil 4.1 : Mazı ile emprenye edilen yıkanmış örneklerin ağırlık kayıpları ( %)..	20
Şekil 4.2 : Mazı ile emprenye edilen yıkanmamış örneklerin ağırlık kayıpları (%).	21
Şekil 4.3 : Sumak ile emprenye edilen yıkanmış örneklerin ağırlık kayıpları (%)..	22
Şekil 4.4 : Sumakla emprenye edilen yıkanmamış örneklerin ağırlık kayıpları (%).	22
Şekil 4.5 : Kebrahoyla emprenye edilen yıkanmış örneklerin ağırlık kayıpları (%)..	23
Şekil 4.6 : Kebrahoyla emprenye edilen yıkanmamış örneklerin ağırlık kayıpları (%).....	23
Şekil 4.7 : Mimoza ile emprenye edilen yıkanmış örneklerin ağırlık kayıpları (%)..	24
Şekil 4.8 : Mimoza ile emprenye edilen yıkanmamış örneklerin ağırlık kayıpları (%).....	25
Şekil 4.9 : Valeks ile emprenye edilen yıkanmış örneklerin ağırlık kayıpları (%)..	26
Şekil 4.10 : Valeks ile emprenye edilen yıkanmamış örneklerin ağırlık kayıpları (%).....	26
Şekil 4.11 : Yıkanmış örneklerde <i>A. niger</i> gelişiminin puanlaması.....	27
Şekil 4.12 : Yıkanmamış örneklerde <i>A. niger</i> gelişiminin puanlaması. ....	28
Şekil 4.13 : Yıkanmış örneklerde <i>P. chrysogenum</i> gelişiminin puanlaması. ....	29
Şekil 4.14 : Yıkanmamış örneklerde <i>P. chrysogenum</i> gelişiminin puanlaması. ....	29
Şekil 4.15 : Yıkanmış örneklerde <i>C. globosum</i> gelişiminin puanlaması.....	30
Şekil 4.16 : Yıkanmamış örneklerde <i>C. globosum</i> gelişiminin puanlaması.....	30
Şekil 4.17 : Kebraho+bakır II sülfat ile emprenye edilen örneklerde <i>T. versicolor</i> saldırısı ile oluşan ağırlık kayıpları (%). ....	35
Şekil 4.18 : Kebraho+çinko klorür ile emprenye edilen örneklerde <i>T. versicolor</i> saldırısı ile oluşan ağırlık kayıpları (%). ....	36
Şekil 4.19 : Kebraho+çinko oksit ile emprenye edilen örneklerde <i>T. versicolor</i> saldırısı ile oluşan ağırlık kayıpları (%). ....	37
Şekil 4.20 : Kebraho+seryum oksit ile emprenye edilen örneklerde <i>T. versicolor</i> saldırısı ile oluşan ağırlık kayıpları (%). ....	37
Şekil 4.21 : Kebraho+bakır II sülfat ile emprenye edilen örneklerde <i>C. puteana</i> saldırısı ile oluşan ağırlık kayıpları (%). ....	38
Şekil 4.22 : Kebraho+çinko klorür ile emprenye edilen örneklerde <i>C. puteana</i> saldırısı ile oluşan ağırlık kayıpları (%). ....	39
Şekil 4.23 : Kebraho+çinko oksit ile emprenye edilen örneklerde <i>C. puteana</i> saldırısı ile oluşan ağırlık kayıpları (%). ....	40
Şekil 4.24 : Kebraho+seryum oksit ile emprenye edilen örneklerde <i>C. puteana</i> saldırısı ile oluşan ağırlık kayıpları (%). ....	41
Şekil A.1 : <i>P. chrysogenum</i> mantarının örneklerde 1. haftadaki gelişimi.....	54
Şekil A.1 (devam) : <i>P. chrysogenum</i> mantarının örneklerde 1. haftadaki gelişimi...55	55
Şekil A.2 : <i>P. chrysogenum</i> mantarının örneklerde 2. haftadaki gelişimi.....	56
Şekil A.2 (devam) : <i>P. chrysogenum</i> mantarının örneklerde 2. haftadaki gelişimi...57	57

<b>Şekil A.3</b> : <i>P. chrysogenum</i> mantarının örneklerde 3. haftadaki gelişimi.....	<b>58</b>
<b>Şekil A.3 (devam)</b> : <i>P. chrysogenum</i> mantarının örneklerde 3. haftadaki gelişimi...	<b>59</b>
<b>Şekil A.4</b> : <i>P. chrysogenum</i> mantarının örneklerde 4. haftadaki gelişimi.....	<b>60</b>
<b>Şekil A.4 (devam)</b> : <i>P. chrysogenum</i> mantarının örneklerde 4. haftadaki gelişimi...	<b>61</b>
<b>Şekil B.1</b> : <i>A.niger</i> mantarının örneklerde 1. hafta sonu gelişimi.....	<b>62</b>
<b>Şekil B.1 (devam)</b> : <i>A. niger</i> mantarının örneklerde 1. hafta sonu gelişimi.....	<b>63</b>
<b>Şekil B.2</b> : <i>A.niger</i> mantarının örneklerde 2. hafta sonu gelişimi.....	<b>64</b>
<b>Şekil B.2 (devam)</b> : <i>A. niger</i> mantarının örneklerde 2. hafta sonu gelişimi.....	<b>65</b>
<b>Şekil B.3</b> : <i>A. niger</i> mantarının örneklerde 3. hafta sonu gelişimi.....	<b>66</b>
<b>Şekil B.3 (devam)</b> : <i>A. niger</i> mantarının örneklerde 3. hafta sonu gelişimi.....	<b>67</b>
<b>Şekil B.4</b> : <i>A.niger</i> mantarının örneklerde 4. hafta sonu gelişimi.....	<b>68</b>
<b>Şekil B.4 (devam)</b> : <i>A. niger</i> mantarının örneklerde 4. hafta sonu gelişimi.....	<b>69</b>
<b>Şekil C.1</b> : <i>C. globosum</i> mantarının örneklerde 1. hafta sonu gelişimi.....	<b>70</b>
<b>Şekil C.1 (devam)</b> : <i>C. globosum</i> mantarının örneklerde 1. hafta sonu gelişim.....	<b>71</b>
<b>Şekil C.2</b> : <i>C. globosum</i> mantarının örneklerde 2. hafta sonu gelişimi.....	<b>72</b>
<b>Şekil C.2 (devam)</b> : <i>C. globosum</i> mantarının örneklerde 2. hafta sonu gelişim.....	<b>73</b>
<b>Şekil C.3</b> : <i>C. globosum</i> mantarının örneklerde 3. hafta sonu gelişimi.....	<b>74</b>
<b>Şekil C.3 (devam)</b> : <i>C. globosum</i> mantarının örneklerde 3. hafta sonu gelişim.....	<b>75</b>
<b>Şekil D.1</b> : <i>T. versicolor</i> mantarının yıkanma sularındaki başlangıç hali.....	<b>76</b>
<b>Şekil D.1 (devam)</b> : <i>T. versicolor</i> mantarının yıkanma sularındaki başlangıç hali...	<b>77</b>
<b>Şekil D.2:</b> <i>T. versicolor</i> mantarının yıkanma sularındaki 1. hafta sonundaki gelişimi.....	<b>78</b>
<b>Şekil D.2 (devam)</b> : <i>T. versicolor</i> mantarının yıkanma sularındaki 1. hafta sonundaki gelişimi.....	<b>79</b>
<b>Şekil D.3</b> : <i>T. versicolor</i> mantarının yıkanma sularındaki 2. hafta sonundaki gelişimi.....	<b>80</b>
<b>Şekil D.3 (devam)</b> : <i>T. versicolor</i> mantarının yıkanma sularındaki 2. hafta sonundaki gelişimi.....	<b>81</b>
<b>Şekil E.1</b> : <i>C. puteana</i> mantarının yıkanma sularındaki başlangıç hali.....	<b>82</b>
<b>Şekil E.1 (devam)</b> : <i>C. puteana</i> mantarının yıkanma sularındaki başlangıç hali.....	<b>83</b>
<b>Şekil E.2</b> : <i>C. puteana</i> mantarının yıkanma sularındaki 1. hafta sonunda gelişimi..	<b>84</b>
<b>Şekil E.2 (devam)</b> : <i>C. puteana</i> mantarının yıkanma sularındaki 1. hafta sonundaki gelişimi.....	<b>85</b>
<b>Şekil E.3</b> : <i>C. puteana</i> mantarının yıkanma sularındaki 2. hafta sonunda gelişimi..	<b>86</b>
<b>Şekil E.3 (devam)</b> : <i>C. puteana</i> mantarının yıkanma sularındaki 2. hafta sonundaki gelişimi.....	<b>87</b>



# TANENLERİN DOĞAL AHŞAP KORUYUCU MADDE OLARAK ANTİFUNGAL ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

## ÖZET

Çalışmanın amacı, az dayanıklı bir ağaç türü olan sarıçam odununun biyolojik dayanımının tanen ekstraktifleri ile iyileştirilmesidir. Çalışma iki kısımda incelenmiştir. İlk kısımda, odun örnekleri %5 ve %10 konsantrasyondaki mazı, sumak, kebraho, mimoza ve valeks tanenleri ile emprenye edilmiştir. Sonrasında bu örneklerin, 7 farklı çürüklük yapan Basidiomycetes ve renklenme/küflenme yapan Ascomycetes- Fungi imperfecti mantarlarına karşı biyolojik dayanımı araştırılmıştır. Çalışmanın birinci kısmında tanenler, esmer çürüklük mantarlarına karşı iyi bir dayanım özelliği sergilerken, beyaz çürüklük mantarı *T. versicolor*'a karşı gerek yıkanmış gerekse yıkanmamış örneklerde herhangi bir biyolojik bir dayanım sağlanamamıştır. Yıkanma deneyi ile tanenin odundan önemli ölçüde yıkandığı tespit edilmiştir. Tanenler, Ascomycetes- Fungi imperfecti mantarlarına karşı herhangi bir biyolojik dayanım göstermemiş aksine mantar saldırılarını teşvik etmiştir. Bu kısımdaki çalışmalarda en iyi biyolojik dayanımı sağlayan tanen kebraho olarak bulunmuştur.

Çalışmanın 2. kısmında yıkanma problemini en aza indirmek için fiksator kullanımı hedeflenmiştir. Örnekler önce %0,5, %1, %2, %3 ve %5 konsantrasyondaki kebraho taneni ile emprenye edilmiş ardından %0,25, %0,5, %1, %1,5 ve %2,5 konsantrasyondaki bakır 2 sülfat, çinko klorit, nano ZnO ve nano CeO<sub>2</sub> ile emprenye edilmiştir. Yıkanmış ve yıkanmamış örnekler esmer ve beyaz çürüklük mantarlarının saldırısına maruz bırakılmış ve fiksatorün etkinliği tespit edilmiştir. Çalışmada ayrıca yıkanma sularının zehirlilik etkisi de araştırılmıştır. Çalışmanın ikinci kısmında *T. versicolor* mantarına karşı en iyi sinerjik etki tanen+ nano çinko ve seryum oksitte; *C. puteana* mantarına karşı ise en iyi sinerjik etki tanen+bakır II sülfat ile nano seryum oksitte sağlanmıştır. Söz konusu metallerin tanen ile kombinasyonunda düşük konsantrasyon seviyelerinde yıkanma da azaltılmış ve oldukça başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Ekstraktif, tanen, biyolojik dayanım, yıkanma, fiksasyon.

# AN INVESTIGATION OF ANTIFUNGAL PROPERTIES OF TANNINS AS A POTENTIAL WOOD PRESERVATIVE

## SUMMARY

The aim of this study was to improve biological resistance of Scots pine wood against wood destroying fungi with tannins. In the first part of the study, wood samples were impregnated with 5 and 10% concentrations of gallnut powders, sumac, quebracho, mimosa and valex tannins, and then were exposed to 7 different microorganisms belong to family of Basidiomycetes and Ascomycetes- Fungi imperfecti. In the first part, wood samples impregnated with tannin solutions exhibited high biological resistance against brown rot fungi however they had a poor protection against *T. versicolor* attacks. Tannins did not have a sufficient protection against microorganisms belong to Ascomycetes-Fungi imperfecti. Quebracho tannin was determined as the best tannin type for protection. Tannins leached from wood during the leaching test. In the second part of the study, tannin fixation into wood was aimed. For this purpose, samples were impregnated with 0.5, 1, 2, 3 and 5% concentrations of quebracho tannin and then were impregnated with 0.25, 0.5, 1, 1.5 and 2.5% copper II sulfate, zinc chloride, nano ZnO and CeO<sub>2</sub>. Leached and unleached samples exposed to brown and white rot fungi attacks, and fixation of tannin+chemicals were evaluated. The results showed that, combination of tannin with nano ZnO and CeO<sub>2</sub> had a synergistic efficiency against *T. versicolor* attacks while tannin and copper II sulfate and nano CeO<sub>2</sub> combinations were found to better efficiency against *C. puteana* attacks. In the tannin and metal combinations, the required chemical concentrations for a proper protection were reduced and good decay resistance was ensured.

**Keywords:** Extracts, tannin, biological resistance, leaching, fixation.

## 1. GİRİŞ

Doğal bir biyolojik polimer olan ağaç malzemenin, diğer yapı malzemelerine kıyasla önemli avantajları bulunmaktadır. Ağırlığına oranla yüksek dirence sahip olması; ısı, elektrik ve ses yalıtımına olanak sağlaması; yanma olayında örneğin çeliğe göre sergilediği üstünlük; estetik ve görünüm özelliklerinin tercih edilmesi; kolay işlenmesi; işlenme maliyetinin kendisine alternatif maddelerden daha az olması bunlardan bazılarıdır. Bunun yanı sıra; mantarlar, böcekler ve oyucu deniz organizmaları gibi biyolojik karakterli zararlılar ile rutubet, dış hava koşulları, kuvvetli asit ve bazlar gibi abiyotik zararlılara karşı dirençli bir yapısının olmaması nedeniyle emprenye edilerek kullanılması gerekmektedir (Bozkurt vd., 1993; Yıldız, 2005). Ağaç malzemenin kullanım yerine uygun emprenye maddeleri ile emprenye edilmesi durumunda, yıllarca herhangi bir tahribat olmaksızın su basma seviyesinin üstündeki ve altındaki kullanım yerlerinde değerlendirilebilmektedir (Bozkurt vd., 1993; Yıldız, 2005). Ancak, zehirli emprenye maddelerinin kullanımına ilişkin son zamanlardaki baskı ve yasaklar, odun koruma endüstrisini çevre dostu odun koruyucu maddeleri kullanmaya ve geliştirmeye zorunlu kılmıştır. Odun koruma endüstrisinde, yirminci yüzyılın başından itibaren günümüze doğru gelişen süreçte asıl değişim odun koruma yöntemlerinden çok odun koruma maddelerinde meydana gelmiştir. Kreozot ve CCA (bakır/krom/arsenik) dünya çapında en çok kullanılan emprenye maddelerinin; boş ve dolu hücre yöntemi ise en yaygın olarak kullanılan emprenye yöntemlerinin başında gelmektedir (Yıldız, 2005). 31 Aralık 2003 tarihinden itibaren Amerika'daki Çevre Koruma Örgütü (EPA) ve Kanada'daki Atık Yönetimi ve Düzenleme Kurumu (PMRA) tarafından arsenik içeren CCA'nın odun koruma endüstrisindeki kullanımı ve atıl hale gelen CCA'lı malzemenin yeniden değerlendirilmesi sınırlandırılmıştır. Bu karar Avrupa Birliği ülkeleri ve Batı Avrupa Odun Koruma Enstitüsü (WEIIEO) tarafından da kabul edilmiştir (EPA, 2006; Gezer, 2003). Günümüzde odun koruma amaçlı daha çok bakır/krom bazlı emprenye maddeleri ile borlu bileşikler kullanılmaktadır. Borlu bileşiklerin, odunda biyolojik dayanımı sağlamasına rağmen, kolaylıkla yıkanabilmesi nedeniyle su ile temas eden

yerlerde (dış ortam koşulları) kullanımı uygun değildir. Krom içeren emprenye maddelerinin kullanımı da çevresel baskılar ile karşı karşıyadır ve emprenye maddesi üreticileri yeni nesil kromsuz maddeler geliştirmeye zorunlu bırakılmaktadır. Bu açıdan odun modifikasyon yöntemleri, yüzey kaplayıcılar/boyalar ve bitkisel ekstrakt gibi biyolojik kökenli malzemeler önemli bir yer teşkil etmekte ve önemi günden güne artmaktadır. Günümüzde çevreye karşı zehirlilik özelliği göstermeyen doğal ürün esaslı (bitki/kabuk/özodun ekstraktifleri ve yağları, vakslar, reçineler, tanen vb.) odun koruma maddeleri geleneksel emprenye maddelerine alternatif olabilme potansiyeli taşımaktadır. Ahşap işleyen endüstrilerde ve orman işletmelerinde tomruk üretimi sırasında ortaya çıkan kabuk önemli bir atık durumundadır ve bu kabuklar potansiyel tanen kaynağıdır. Kabuk ekstraktlarının ahşap koruma amacıyla kullanılmasında mantar, bakteri, termit gibi odun tahrip edici organizmalara karşı biyolojik dayanımı iyileştirilmiş, malzemeler eldesi sağlanabileceği literatürde belirtilmektedir. Ticari öneme sahip bitki tanenlerinin ahşabın biyolojik dayanımını arttırmayı konu alan çalışmalar çevre dostu ürün geliştirilmesi açısından önemlidir. Tanenlerin ahşap malzemelerin korunmasına yönelik araştırılmasını konu alan çalışmalarda çoğunlukla ticari olarak temin edilebilen tanenler (mimoza, kebraho, valeks, sumak, mazı vb.) kullanılmıştır (Bernardis ve Popoff, 2009; Calegari vd., 2014; Jasni vd., 2001; Taşcıoğlu vd., 2012, 2013; Tırak, 2006; Şen ve Hafızoğlu, 2008; Şen,2001; Şen vd., 2002, 2009; Şimşek, 2013; Yamaguchi ve Okuda, 1998). Ülkemizde kızılçam kabuk ekstraktları ile muamele edilen odun veya levha örneklerinin biyolojik dayanım özelliklerinin araştırıldığı çok sayıda çalışma ile karşılaşmıştır (Nemli vd., 2006; Taşcıoğlu vd., 2012, 2013; Tırak, 2006; Şen ve Hafızoğlu, 2008; Şen, 2001; Şen vd., 2002, 2009). Yapılan literatür çalışmasında tanenlerin biyolojik dayanım özellikleri mikroorganizmaya göre çeşitlilik göstermektedir. Bu çalışmada 7 farklı mikroorganizmaya karşı tanenlerin biyolojik dayanım özellikleri araştırılmıştır. Ayrıca suya maruz kaldığında yüksek miktarda yıkanma özelliği sergileyen tanenlerin odunda fiksasyonu konusunda çeşitli yaklaşımlar geliştirilmiştir.

Çalışmada;

1. 5 farklı tanen ekstraktının 7 farklı mikroorganizmaya karşı biyolojik etkinliğinin değerlendirmesini yapmak,
2. Farklı tanen ekstrakt konsantrasyonlarının sarıçam odununun biyolojik dayanımı üzerine etkinliklerinin değerlendirmesini yapmak,

3. Emprenye edilen örneklerden olası bir yıkanmanın mikrobiyal dayanım üzerine etkisini belirlemek,
4. Yıkanma sularında zehirlilik etkinliğini belirlemek,
5. Tanenlerin odundan yıkanmasını geciktirici yaklaşımlar geliştirmek,
6. Orman Ürünleri Endüstrisinde kabuk atıklarından elde edilen tanenlerin kullanım alanlarının genişletilebilmesine katkı sağlamak,
7. Sarıçam gibi az dayanıklı ağaç türü odunlarına ekonomik değer kazandırabilecek teknolojik bilgiler elde etmek,
8. Odun koruma alanında klasik emprenye maddeleri ile bu maddelerin kullanım yeri kısıtlamasına çevre dostu biyolojik kökenli alternatif yeni yaklaşımlar geliştirmek,
9. Tanen ekstraktlarının biyolojik dayanımı iyileştiren bir emprenye maddesi olarak kullanılabilirliğine ilişkin elde edilecek veri tabanı ile literatüre ve yapılması muhtemel diğer bilimsel çalışmalara katkı sağlamak hedeflenmektedir.

## **1.1 Odunun Biyolojik Bozunması**

### **1.1.1 Bakteriler**

Geleneksel sınıflandırmaya göre bitkiler alemine giren bakteriler yaşayan en küçük organizmalardır. Bakteriler geliştikleri ortam şartlarına bağlı olarak aerob (oksijenli) ve anaerob (oksijensiz) olarak iki gruba ayrılırlar. Bakteriler uzun süre ıslak şartlar altında kalan ahşapta hücre çeperini çok az etkilemekte, hücrelerin geçit zarlarında meydana getirdikleri aşındırma etkisi ile hasar oluşturmaktadırlar. Özellikle iğne yapraklı ağaç odunlarında hücrelerin geçit zarlarına arız olanlar torusu degrade ederek ahşabın sıvı absorbe etme kabiliyetini (permabilitesini) arttırmaktadır. Bakteriler odunun direnç özelliklerinde önemli bir azalma meydana getirmezler (Erdin, 2009; Yıldız, 2000).

### **1.1.2 Mantarlar**

Çürüklük mantarları dış ortamda ve iç ortamlarda kullanılan ahşapta enzimler yardımıyla odun hücre çeper bileşenlerini ve ahşabın bütünlüğünü bozarak önemli bozunmalara neden olmaktadır (Yıldız, 2000). Ahşap kuru kaldığı süre boyunca birçok biyolojik zararıya karşı direnç gösteren dayanıklı bir malzeme olmasına rağmen rutubetli şartlarda ve doğal halde kullanıldığında bozunabilmektedir (Erdin, 2009).

Çürütücü mantarlar için kritik faktör ahşaptaki rutubettir (Williams, 2005). Ahşapta rutubetin %20'den fazla olması, yeterli miktarda oksijenin bulunması ve sıcaklığın 15-45°C arasında olması halinde mantarlar için uygun bir yaşam ortamı sağlanmış olur. Açık havada kullanılan ağaç malzeme genellikle bu değerler arasında bulunduğundan mantar zararına maruz kalmaktadır (Yıldız, 2000; Zabel ve Morrell, 1992). Çürütücü mantarlar uygun koşulların oluşması dahilinde birkaç yıl içerisinde ahşabı tamamiyle yok edebilmektedir (Williams, 2005). Ağırlık kayıpları, esmer çürüklük mantarlarında %70, beyaz çürüklük mantarlarında % 96-97, yumuşak çürüklük mantarlarında % 3-60 değerlerine ulaşabilmekte (Zabel ve Morrell, 1992) ve odunda önemli direnç kayıplarına neden olabilmektedir. Esmer çürüklükte direnç kayıplarının %75'i ağırlık kaybının henüz %5 olduğu dönemde meydana gelebilmektedir (Zabel ve Morrell, 1992). Dış ortam koşulları nedeniyle oluşan tüm bu değişiklikler odun bileşenlerini etkilemekte, estetik görünümünü önemli ölçüde bozmakta, odunun fiziksel, mekanik ve biyolojik özelliklerini etkilemekte (Evans vd., 2005; Williams, 2005) ve sonuçta ahşabın servis ömrü kısalmaktadır.

Beyaz çürüklük yapan mantarlar genellikle yapraklı ağaç odunlarını tercih etmekte ve odunsu dokudaki lignin, selüloz, hemiselülozları iki farklı şekilde degrade etmektedirler. Birinci tipte beyaz çürüklük yapan mantarlar hücre çeperinin S<sub>3</sub> tabakasından başlayarak orta lamelle doğru önce ligninin almakta ve orta lameldeki pektini eritmeleri ile hücreler birbirinden ayrılmaktadır. Lignini alınan hücrelerin daha sonraki safhada selülozu uzaklaştırılarak tamamen degradasyona uğratılmaktadır. İkinci tip beyaz çürüklükte odundaki polisakkaritler ligninden önce veya ligninle birlikte tüketilmektedir. Beyaz çürüklükte ahşabın rengi beyazlamakta ya da ağarmaktadır (Erdin, 2009; Yıldız, 2000).

Esmer çürüklükte mantarlar genellikle iğne yapraklı ağaç odunlarını tercih etmekte, enzimatik veya enzimatik olmayan faaliyetleriyle odunsu dokuda karbohidratları, (selülozu ve hemiselülozu) degrade ederek lignin miktarını değiştirmemektedirler. Bu gruptaki mantarlar ahşabın rengini kahverengiye dönüştürmekte, boyuna ve enine yönde küp şeklinde çatlaklı bir görüntüye neden olmaktadır. Kübik çatlaklı yapı kuru iken kolaylıkla ufalanabilmektedir (Erdin, 2009; Yıldız, 2000).

Yumuşak çürüklük mantarları Ascomycetes ve Fungi imperfecti sınıfına girmekte ve odun dokusunu iki şekilde tahrip etmektedir. 1. tip yumuşak çürüklükte hüfler hücre çeperinin S<sub>2</sub> tabakasından selüloz mikrofibrillerine paralel yönde uzanan konik uçlu,

kristal şeklinde helozoni boşluklar açmakta ve pigmentasyon ile ahşapta renklenme meydana getirmektedirler. 2. tip yumuşak çürüklük hücre çeperinin S2 tabakasından başlayarak ilerlemekte ve tüm çeper bileşenleri erozyona uğratılmaktadır. Yumuşak çürüklük mantarları lignini modifiye edebildikleri özellikle hemiselüloz ve selülozu tükettikleri bilinmektedir (Erdin, 2009; Yıldız, 2000).

### 1.1.3 Böcekler

Böcekler yaşayan hayvanların bilinen türlerinin yaklaşık %70'ini içermekte ve bunların bazıları oduna arız olmaktadır. İşlenmiş ahşabın rutubet miktarı böceklerin arız olması bakımından önemlidir. Rutubet ile birlikte ahşaptaki besin miktarı ve böceklerin sıcaklık toleransı önemli olmakla birlikte, sadece birkaç böcek familyasına ait türler hava kurusu haldeki ahşabı tahrip edebilirler. Ülkemizde ve ılıman iklim koşullarında ekonomik kayıplara yol açan 3 böcek türü binalarda önemli tahribatlar yapmaktadır. Bunlar, mobilya böceği, ölüm saati böceği ve ev teke böceğidir. Böceklerin arız olduğu ahşabın permabilitesi artar, direnç özellikleri azalır (Erdin, 2009).

## 1.2 Tanenler

Tanenler birçok bitkinin odun, dal, yaprak, kabuk ve meyvelerinde bulunan fenolik yapıdaki doğal biyopolimerlerdir. Tanenlerin etkinlikleri, tanenin türüne, alındığı orjine, kimyasal bileşimine, bitkinin yetiştirildiği coğrafi bölge ve iklim şartları başta olmak üzere birçok faktöre göre değişiklik gösterebilmektedir. Tanenler açık kahverenginden beyaza kadar değişik renklerde ilginç kokusu ve buruk bir tadı olan amorf toz şeklindedir. Tanenler alkaloid, jelatin ve diğer proteinlerle çökeltme reaksiyonları verebilen doğal fenolik maddelerdir (Khanbabaee ve Ree, 2001). Griffith (1991) tanenleri makromolekül fenolik maddeler olarak tanımlamış, hidrolize ve kondanse tanenler olmak üzere iki ana gruba ayırmıştır.

Hidrolize tanenlerin dünya çapındaki sınırlı üretimlerinden dolayı onlara karşı olan kimyasal ve ekonomik ilgi kondanse tanenlere göre oldukça düşüktür (Pizzi, 1983). Hidrolize tanenler özellikle kestane, Terminalia, Phyllanthus, divi-divi (*Caesalpinia coriaria*), meşe ve sumak ekstraktlarından elde edilen pirogallol, gallik ve ellagik asit gibi basit fenollerden oluşan bileşiklerdir (Gönültaş, 2013). Dünyada her yıl yaklaşık 200.000 ton ticari tanen üretilmektedir ve bu üretimin % 90'dan fazlası kondanse

tanenlerdir (Pizzi, 2006). Kondanse tanenlerin ana bileşenleri kateşinler (flavan-3-oller) ve lökoantosiyanidinler (flavan-3,4-dioller)'dir. Özellikle *Acacia* ve *Quebracho* kabuk ve öz odununda bulunan kondanse tanenler birçok araştırmaya konu olmuştur (Gönültaş, 2013). Bitki polifenollerini yaşamın birçok aşamasında faydalanılan geleneksel bileşikleridir. Günümüzde bu polifonolik bileşiklere ilgi daha çok onun antioksidant olma özelliği nedeniyle. Mimoza, kebraho, sumak, meşe kabuk taneni, çam tanenleri değişik amaçlar için üretilen doğal boyaların bileşimde bulunmaktadır. Özellikle tekstil endüstrisinde tanen içeren doğal boyalara olan ilgi kanserojen kaygılar nedeniyle her geçen gün artmaktadır (Gönültaş, 2013).

Ticari olarak önemli olup yurdumuzda üretimi yapılan önemli sepi maddelerimiz meşe (*Quercus ithaburensis*) palamudu, çameks (çam kabukları; pineks), sumak (*Rhus coriariae*) yaprakları ve meşe (*Quercus infectoria*) mazısıdır. Bunlar arasında özellikle meşe palamudu (valeks), ve kızılçam kabukları yurdumuza has sepi maddeleri arasında kabul edilmektedir. Bitkisel sepi maddelerimiz yurt içinde geniş bir kullanım alanına sahip olmakla birlikte yurt dışına da ihraç edilmektedir (Şen ve Hafızoğlu, 2008).

Ülkemiz 2009 yılı rakamlarına göre 2.950.000 m<sup>3</sup>'lük panel levha üretimi ile dünyanın en büyük 4. levha üretici ülkesidir (Sakarya ve Canlı, 2011). Sonuçlar ahşap levha sektöründe üretim prosesi sonrasında önemli miktarlarda atık kabuğun ortaya çıktığını göstermektedir ve bu kabuklar potansiyel tanen kaynağıdır. Ülkemizde tanenin elde edilebileceği bir diğer atık kaynağı ise orman işletmeleri tarafından ağaçların kesilerek tomruk üretimi sırasında kabuklarının soyulması ile ortaya çıkmaktadır. Atık kabuğun büyük miktarlarda olması söz konusu atığı uygun bir şekilde bertaraf etme ihtiyacını doğurmuştur. Ancak kabuk önemli bir biyokütle kaynağıdır ve doğru ekonomik şartlarda, değişik proseslerle, bir hammadde olarak kullanılarak maksimum düzeyde yararlanılması ve çevre kirlilik etkileri de önlenerek bu biyokütle kaynağının ekonomiye kazandırılması mümkündür (Gönültaş, 2013).



## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

Tanenler bitkilerde, patojen saldırıları engelleme, oksidasyon ve UV degradasyonunu engelleme gibi koruyucu role sahiptir (Grisby vd., 2014). Fenolik yapılarından dolayı fungusit ve insektisit özelliklere sahip olan bitkisel ekstraktların ve tanenlerin çevreye zararlı özellikleri bulunmamaktadır (Şen ve Hafızoğlu, 2008). Antioksidant ve UV absorbe etme özellikleri hidroksilasyon derecesine bağlıdır (Grisby vd., 2014). Kondanse tanenler doğal emprenye maddeleri olarak anti-fungal maddelerdir ve proteinler ile kompleksler oluşturarak mantar enzimlerinin degrade edici etkilerini engellerler (Laks vd., 1988). Ayrıca metal tuzları (çinko, bakır, demir, alüminyum vb.) ile kompleksler oluşturarak yıkanmaya dayanıklı ve biyolojik dayanımı iyileştirilmiş emprenye maddesi formülasyonlarının hazırlanmasını sağlayabilirler (Lotz ve Hollaway, 1988; Scalbert vd., 1998). Bitkisel kökenli doğal ürünlerin (bitki ekstraktlarının, uçucu yağların, vaksların, reçinenin, tanenlerin, öz odun ekstraktiflerinin vb.) odun koruma alanında kullanılabilirliğine ilişkin bir derleme çalışması Singh ve Singh (2012) tarafından yapılmış ve söz konusu doğal ürünlerin kullanılması ile umut verici emprenye maddesi formülasyonlarının hazırlanabileceği belirtilmiştir.

Tanenlerin kullanıldığı levha ürünlerinde biyolojik dayanım üzerine yapılan bazı çalışmalar ve sonuçları şöyledir. Amusant vd. (2009) çevre dostu odun kompozitleri eldesinde lignin ve tanen bazlı reçine kullanarak termit saldırılarına karşı dayanıklı OSB levhalar üretmişlerdir. Kebraho taneni katkılı fenofomaldehit ile üretilen kontrplakların daha iyi mekanik direnç ve biyolojik dayanım özellikleri sergilediği bulunmuş, bu örneklerde formaldehit emisyonu daha düşük çıkmıştır (Charrier vd., 2010). Borik asit kullanımının kontrplağın biyolojik dayanım ve kebraho taneni yapıştırıcısının sertleşme hızına etkisi Efhamisisi vd. (2014) tarafından araştırılmıştır. Kızılçam kabuk ekstraktları ile emprenye edilen yongalevhaların çürüklük dayanımının iyileştirildiği bulunmuştur (Nemli vd., 2006).

Tanenlerin odunla muamele edildiği çalışmalarda; çoğunlukla mantar çürüklük ve termitlere karşı olan biyolojik dayanım araştırılmıştır. Bu amaçla yapılan bazı çalışmalar ve sonuçları şöyledir. Formülasyonunda kebraho colorado taneni bulunan ticari Colatan IPG-F ve Colatan PG-C maddeleri ile emprenye edilen örneklerin beyaz ve esmer çürüklük mantar tahribatına karşı dayanıklı olduğu belirtilmiştir (Bernardis

ve Popoff, 2009). *Mimosa tenuiflora* ekstraktının su ve sodyum sülfid ile hazırlanan çözeltinin termitlere karşı dayanıklı olduğu bulunmuş, sağlanan etkinliğin borik aside eş değer seviye olduğu rapor edilmiştir (Calegari vd., 2014).

Kebraho ve kestane taneni ile emprenye edilen odunun beyaz (*C. versicolor*) ve esmer çürüklük (*G. trabeum*) mantarlarına karşı biyolojik dayanımı iyileşmiş, etkinlik için %4'den fazla konsantrasyonların kullanılması gerektiği belirtilmiştir (Dirol ve Scalbert, 1991). Tanenlerin biyolojik etkinliği, protein ya da polisakkarit gibi birçok polimer ile çözünebilir ya da çözünemez formlar oluşturma kabiliyetine atfedilmiştir. Bu formlar selüloz gibi mantar enzimlerini inaktive edebilir ya da mantar ektoenzimlerin hücre çeperi polisakkaritlerine ulaşabilirliğini azaltırlar (Dirol ve Scalbert, 1991). Laks vd. (1988) loblolly çamı kabuk ekstraktlarının bakır (II) iyonları ile kompleks oluşturduğunu ve önce kabuk ekstraktı ardından  $CuCl_2$  ile muamele edilen örneklerin beyaz çürüklük mantarına karşı pentaklorfenolden daha etkili sonuçlar verdiğini bulmuştur. Benzer bir uygulama *Cocos nucifera* Linn ekstraktları kullanılarak gerçekleştirilmiş ve beyaz çürüklük mantarına karşı tanen + bakır kompleksinin etkili olduğu rapor edilmiştir (Lomeli Ramirez vd., 2012).

Akasya ağacı kabuklarından ekstrakte edilen tanenlerin %5 ve daha yüksek konsantrasyonları odunu kuru odun termitlerinin saldırılarına karşı korumuş, rattan örnekleri için ise %4 konsantrasyon ve yukarısı gerekli görülmüştür (Jasni vd., 2001). Mimoza taneni, kimyasal olarak modifiye edilmiş tanen ve tanen-bakır komplekslerinin odun koruyucu bir madde olarak araştırıldığı bir çalışmada, tanen +  $CuCl_2$  + amonyak çözeltileri ile emprenye edilen örneklerde, önemli miktarda tanen-bakır kompleksinin fikse olduğu ve mantar çürüklüğüne karşı memnuniyet verici sonuçlar elde edildiği Yamaguchi ve Okuda (1998) tarafından rapor edilmiştir. Ladin kozalağı, ladin kabuğu ve çam kozalağından ekstrakte edilen 8 farklı tanen fraksiyonunu, 8 esmer çürüklük mantarı, 3 beyaz çürüklük mantarı ve 4 yumuşak çürüklük mantarının gelişimini engellemiş, saflaştırma ile antifungal özellikler daha da artmıştır (Anttila vd., 2013). Şen (2001) %1, %3, %5, %7 ve %10 konsantrasyonlardaki bitki tanenleri ile emprenye ettikleri odun örneklerinde %4'den fazla konsantrasyonların antifungal ve insektisit özellik gösterdiğini bulmuş, yıkanma testlerinde çalışılan tanenlerin zayıf fiksasyon özellikleri belirtilmiştir. Şen vd. (2002), meşe palamudu, meşe mazısı, sumak yaprakları ve kızılçam kabuklarından elde edilen ekstraktlar ile %1, %3, %5 ve %7 konsantrasyonlarda emprenye edilen sarıçam ve

kayın odunu örneklerinin antifungal özelliklerini araştırmış, %3'e kadar olan konsantrasyonlarda misel gelişimlerinin yavaşladığı, yüksek konsantrasyonlarda ise durduğunu gözlemlemiştir.

Şen vd. (2009) valeks, sumak ve kızılçam ekstraktları ile borik asit, boraks, alüminyum sülfat ve bakır sülfat kombinasyonunun sarıçam ve kayın odunu örneklerinin retensiyon, fiksasyon ve mantar çürüklük dayanımı üzerine etkisini araştırmıştır. Taşcıoğlu vd. (2012), %6 ve %12 konsantrasyonlarda mimoza, kebraho ve kızılçam ekstraktları ile muamele ettiği sarıçam, kayın ve kavak odunu örneklerini termit saldırılarına maruz bırakmış, en iyi etkinliğin %12 konsantrasyonda mimoza ve kebraho ekstraktları ile sağlandığını rapor etmiştir. Taşcıoğlu vd. (2013), 4 farklı konsantrasyonda mimoza, kebraho ve kızılçam ekstrakt çözeltisinin beyaz ve esmer çürüklük mantarlarına karşı etkinliğini araştırdığı çalışmada, mimoza ve kebraho ekstraktlarının %9 ve %12 konsantrasyonda etkili olduğunu, kızılçam ekstraktlarının ise %12 konsantrasyonda dahi etkili olmadığını bulmuştur. Çalışmada %9 ve daha yüksek konsantrasyonlardaki mimoza ve kebraho ekstraktlarının mantarlara karşı alternatif odun koruyucu maddeler olabileceği belirtilmiştir. Şen ve Hafizoğlu (2008), ladin, sarıçam, kayın ve kızılçam odun örneklerini meşe mazısı, meşe palamudu, sumak yaprakları ve kızılçam kabuklarından elde edilen ekstraktlar ile muamele etmiş, ardından örnekleri sera, sebze ve fındık bahçesi olmak üzere üç farklı toprak sahada 18 ay süresince açık hava şartlarına maruz bırakmış ve bu maddelerin odunun doğal dayanıklılığına destek olduğunu gözlemiştir. Tırak (2006), kayın ve sarıçam örneklerini %4 konsantrasyondaki meşe palamudu, derici sumağı ve kızılçam kabuğu ekstraktları ile empenye etmiş, ekstraktların tutunma özelliklerinin artırılması için borik asit, boraks, alüminyum sülfat, bakır sülfat ve yumurta albümini farklı konsantrasyonlarda kullanılmıştır. Deneyler sonucunda fiksator olarak kullanılan %1 ve %3'lük borik asit ve boraksın ekstraktlara ilave edilmesiyle retensiyonlarda az da olsa artış sağlanmış, yıkanma testleri sonucu her iki ağaç türü örneklerinde en az ağırlık kayıplarına mineral maddeler ilaveli valeks çözeltileriyle empenye edilmiş odunlarda rastlanmıştır. Mikolojik testler sonucunda yıkanma miktarları düşük olan borlu mineraller ilaveli ekstraktlarla empenye edilmiş odunlar üzerinde meydana gelen mantar tahribatının kontrol örneklerine göre çok düşük miktarlarda olduğu gözlenmiştir. Tanen-bor-montmorillonite ve tanen-bor-ε-caprolactam çözeltileri ile empenye edilen odunun su alma, boyutsal kararlılık, eğilme ve basınç direnci, sertlik,

yapışma direnci, renk değişkenliği Hu (2013) tarafından araştırılmıştır. Doğal ve sentetik tanen çözeltilerinin odunun boyutsal stabilitesi üzerinde olumlu bir etkisinin olmadığı Machado (1992) tarafından belirtilmiştir.

Meşe, ladin ve kestanenin doğal ve sentetik tanenlerinin ve bir grup emprenye maddesinin kayın odunun daralmayı önleyici etkinlik ve biyolojik etkinlik (*A. niger* ve *P. placenta*) üzerine etkisi araştırılmış, tanenlerin higroskopik olduğu ve oduna fikse olmadığından dolayı kolaylıkla yıkandığı ayrıca toprak blok testinde başarılı olmadığı belirtilmiştir (Militz ve Homan, 1993). Tanen + yağ işlemleri ile muamele edilen örneklerin azalan rutubet miktarı Liibert vd. (2011) tarafından araştırılmış ve bakır bazlı emprenye maddeleri + yağ ile yapılan “Royal işlemleri” adı verilen ikili muamele yönteminde bakır yerine doğal biyosit ve polimerlerin kullanılabilceği belirtilmiştir.

### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1 Ağaç Malzeme

Sarıçam ağaç türü kerestelerinden elde edilen odun örnekleri deneme materyali olarak kullanılmıştır. Sarıçam, ülkemizde ve Avrupa'da yaygın olarak kullanıldığı ve doğal dayanımı az olduğu için tercih edilmiştir. Sarıçam diri odunu, 15 x 5 x 30 (R, T, L) mm boyutlarına getirilmiştir. Budaksız, kusur içermeyen ağaç türü kerestesinin temini ve istenilen test boyutlarına getirilmesi satın alma yoluyla kereste atölyesinden sağlanmıştır. Örnek yüzeylerdeki kıymık vb. pürüzlülüklerin giderilmesi amacıyla tüm yüzeyler 180'lik zımpara ile zımparalanmıştır. Numaralandırılan tüm örnekler %65 bağıl nem ve 20°C'de 2 hafta iklimlendirme dolabında kondisyonlanmış ve denge rutubetine getirilmiştir.

#### 3.2 Emprenye Maddeleri

Çalışmada kullanılacak ülkemiz ve yabancı ülke ticari tanenleri (mazı, sumak, kebraho, mimoza ve valeks) ilgili yerlerden temin edilmiştir. Tanenlerin %5 ve %10 konsantrasyonlarda saf su ile çözeltileri hazırlanmıştır.

Mikrobiyal deneylerinde malt ekstrakt agar ve steril plastik petri kapları kullanılmış olup temini kimyasal madde satan firmalardan sağlanmıştır. Yine çalışmada kullanılacak fiksator amaçlı bakır 2 sülfat ve çinko klorit kimyasal madde satan firmalardan, nano ZnO (20nm) ve nano CeO<sub>2</sub> (10nm) Feza Kimya'dan temin edilmiştir.

Çalışmada çürüklük yapan Basidiomycetes mantarlardan *Trametes versicolor*, *Coniophora puteana*, *Postia placenta* ve *Tyromyces palustris*; renklenme/küflenme yapan Ascomycetes- Fungi imperfecti mantarlardan *Aspergillus niger* ATTC 16434 ve *Penicillium chrysogenum* ATTC 101016, yumuşak çürüklük yapan *Chaetomium globosum* kültürleri kullanılmıştır.

### 3.3 Araştırma Yöntemi

Çalışma 2 kısımda araştırılmıştır. İlk kısımda 5 farklı tanenin (mazi, sumak, kebraho, mimoza ve valeks) %5 ve %10 konsantrasyonlardaki çözeltileri ile emprenye edilen örneklerin yarısı yıkanma testine tabi tutulmuş (yıkanmış örnek), yarısı da yıkanmadan (yikanmamış örnek) bekletilmiştir. Örneklerin biyolojik dayanımı 7 farklı mikroorganizmaya (*T. versicolor*, *C. puteana*, *P. placenta*, *T. palustris*, *A. niger*, *P. chrysogenum*, *C. globosum*) tabi tutulmasıyla belirlenmiştir. Korumayı sağlayan en iyi tanen çeşidi (kebraho) ile tez çalışmasının 2. kısmına geçilmiştir.

Tez çalışmasının 2. kısmında tanenlerin yıkanma problemine çözüm önerisi sağlayabilecek yaklaşımlar üzerinde çalışılmıştır. Bu amaçla örnekler önce %0,5, 1, 2, 3 ve 5 konsantrasyondaki kebraho taneni ile emprenye edilmiş, ardından %0,25, 0,5, 1, 1,5 ve 2,5 konsantrasyondaki bakır 2 sülfat, çinko klorit, nano ZnO ve nano CeO<sub>2</sub> ile emprenye edilmiştir. Yine biyolojik test öncesinde örneklerin yarısı yıkanma testine tabi tutulmuştur. Yıkanmış ve yıkanmamış örnekler esmer çürüklük mantarı olan *C. puteana* ve beyaz çürüklük mantarı olan *T. versicolor* mantarının saldırısına maruz bırakılmış böylece metal bileşiklerin tanen kombinasyonları ile yıkanmanın ne ölçüde antifungal özellikleri azaltılabildiği araştırılmıştır. Ayrıca yıkanma sularının zehirlilik analizi de yapılmıştır. Deneme deseni aşağıda belirtilmiş olup toplam 3200 adet test örneği ile çalışılmıştır (Çizelge 3.1).

**Çizelge 3.1 : Deneme deseni ve testlerde kullanılan örnek sayısı.**

Varyasyonlar/Yapılan testler	Test	Kontrol
1. Kısım *5 çeşit tanen çözeltisi (mazi, sumak, kebraho, mimoza ve valeks) *2 farklı konsantrasyon (%5 ve 10) *2 grup (Yıkanmış ve yıkanmamış) *7 farklı mikroorganizmaya ( <i>T.versicolor</i> , <i>C. puteana</i> , <i>P. placenta</i> , <i>T. palustris</i> , <i>A. niger</i> , <i>P. chrysogenum</i> , <i>C. globosum</i> )	700	700
2. Kısım *1 çeşit tanen çözeltisi (kebraho), 5 farklı konsantrasyon (%0,5, 1, 2, 3 ve 5) *4 fiksator (bakır 2 sülfat, çinko klorit, nano ZnO ve CeO <sub>2</sub> ) *5 farklı fiksator konsantrasyonu (%0,25, 0,5, 1, 1,5 ve 2,5) *2 grup (Yıkanmış ve yıkanmamış) *2 farklı mikroorganizmaya ( <i>T. versicolor</i> , <i>C. puteana</i> )	2500	2500

### 3.3.1 Emprenye işlemi

Örneklerin emprenye işlemi BTÜ Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Odun Koruma Laboratuvarında yapılmıştır. Hava kurusu hale getirilmiş örnekler destile su ile hazırlanan tanen ve fiksator çözeltilerinde ASTM D 1413-76 standardının ön gördüğü şekilde 45 dk 730 mmHg'lık vakum ardından, 60 dk çözelti içinde bırakılarak emprenye edilmişlerdir (Şekil 3.1). Her varyasyon için 10 adet örnek emprenye edilmiştir. Örneklerin emprenye öncesi tartımları yapılarak ( $M_{e0}$ ) kaydedilmiş olup, emprenye sonrası örnekler üzerinde kalan fazla çözelti yavaşça silinerek tekrar tartımları yapılmış ve  $M_{es}$  olarak kaydedilmiştir. Retensiyon miktarları aşağıda belirtilen (3.1) nolu eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır. Ardından örnekler, 20°C ve %65 bağıl nemdeki iklimlendirme dolabında 2 hafta bekletilerek kondisyonlanmıştır. Çalışmanın 2. kısmında örnekler önce kebraho taneni ile emprenye edilmiş, kondisyonlanmış, tam kuru hale getirilmiş ardından fiksator ile emprenye işlemi gerçekleştirilmiştir. Fiksator konsantrasyonları tanen konsantrasyonunun yarısı olarak esas alınmıştır.

$$\text{Ret (kg/m}^3\text{)} = [(G.C)/V].10 \quad (3.1)$$

Eşitlikte;

G:  $M_{es}-M_{e0}$  (Emprenye sonrası ağırlık - emprenye öncesi ağırlık) (g)

C: Çözelti konsantrasyonu (%)

V: Numune hacmini ( $\text{cm}^3$ ) ifade etmektedir.



Şekil 3.1 : Örneklerin emprenye edilmesi.

### 3.3.2 Yıkanma testlerinin yapılması

Emprenye edilen örneklerin yarısı EN 84 (1997) standardına göre yıkanma testine maruz bırakılmıştır. EN 84 test prosedürü, yıkanma etkisi nedeniyle örneklerden olası bir kimyasal madde kaybının örneklerin mantar çürüklüğü dayanımına etkisini test etmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla her varyasyon için 5 adet 15 x 5 x 30 mm boyutundaki mantar çürüklük testi örnekleri 40mbar'lık vakum altında 20 dk boyunca destile su ile emprenye edilmiş, ardından standartta belirtilen şekilde kaplar içindeki su 14 gün boyunca 9 kez olmak üzere yenisiyle değiştirilmiştir (Şekil 3.2). Yıkanma deneyi sonrasında örnekler iki hafta boyunca oda koşullarında kurumaları için bırakılmıştır. 2. gruptaki denemelerde yıkanma suları toplanmış ve yıkanma sularının zehirlilik tespiti için saklanmıştır.



Şekil 3.2 : Biyolojik test öncesi örneklerin yıkanma testine tabi tutulması.

### 3.3.3 Mantar çürüklük testlerinin gerçekleştirilmesi

Mantar çürüklük testlerinin yapılmasında EN 113 (1980) standardı esas alınmıştır. Ancak test standardında belirtilen 15 x 25 x 50 mm'lik örnek boyutları yerine 15 x 5 x 30 mm; kolle kültür şişeleri yerine steril plastik petri kapları kullanılmıştır. Örneklerin mantar çürüklük testi BTÜ Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Mikoloji Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Deney öncesi örnekler 80°C'de değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiş ve tam kuru ağırlıkları (Çö) belirlenmiştir. Çürüklük testi yıkanmış, yıkanmamış test ve kontrol örneklerine 5 tekrarlı olmak üzere malt ekstrakt agar ortamında uygulanmıştır. Çürüklük testlerinde *T. versicolor*, *C. puteana*, *P. placenta*, *T. palustris* ve *C. globosum* kullanılmıştır. 1 lt



saf suya 48 g malt ekstrakt-agar konularak hazırlanan çözeltinin homojen bir şekilde karışması için manyetik karıştırıcıda 5 dakika karıştırılmıştır. Çözeltiyi sterilize etmek için 1 litrelik erlenlerin ağızları alüminyum folyo ile kaplanarak 120°C'deki bir otoklavda 30 dk bekletilmiş ve süre sonunda otoklavdan çıkarılarak UV ışığı altında steril kabinde soğumaya bırakılmışlardır. Agar çözeltisinin dökme kıvamına gelmesiyle her petriye bir miktar agar aktarılmış ve 1 gün boyunca UV kabininde bekletilmişlerdir. Agar çözeltilerinin iyice donması sağlandıktan sonra petrilere steril bir şekilde itina ile mantar miselleri aşılanmıştır. Misellerin petrilere iyice sarması için 20°C ve %65 bağıl nem koşullarındaki iklim dolabında bir hafta bekletilmiştir. Daha sonra örnekler yine otoklavda 120°C'de 20 dakika sterilize edilmişlerdir. Soğuduktan sonra her bir petriye UV kabininde 1 test ve 1 kontrol örneği yerleştirilmiştir (Şekil 3.3). 20°C ve %70 bağıl nemli bir iklimlendirme kabininde 12 hafta boyunca mantar saldırısına bırakılan örneklerin, deney sonrasında da tam kuru ağırlıkları (Çs) belirlenerek ağırlık kayıpları (%) aşağıda belirtilen eşitlik (3.2) yardımıyla hesaplanmış ve biyolojik dayanım özellikleri değerlendirilmiştir.

$$AK = [(Çö - Çs) / Çö] \cdot 100 \quad (3.2)$$

Odun örneklerinin renk ve küf mantarlarına karşı etkinliği ASTM D4445-10 standardına göre belirlenmiştir. *A. niger* ve *P. chrysogenum* mantarları %4 malt ekstrakt agar ortamında 25°C ve %80 bağıl nemde inkübe edilmiştir. Spor süspansiyonu 10mL saf suyun petri içine konması ve kültürün kazınması ardından, *A. niger* için  $1.42 \times 10^7$  oranında seyretilmesi, *P. chrysogenum* için  $1.52 \times 10^7$  oranında seyretilmesi ile hazırlanmıştır. Hazırlanan spor süspansiyonundan 0.25 mL alınarak petri içindeki odun örneklerinin bir kenarına dikkatli bir şekilde bırakılmıştır. Ardından tüm petrilere 25°C ve %80 bağıl nemde 4 hafta boyunca bekletilmiştir (Şekil 3.4).

Her hafta mantar gelişimi takip edilmiş ve 0-5 arasında bir puanlama yapılmıştır. 0 herhangi bir mantar gelişimi olmaması, 5 ise odun örneğinin mantar ile tamamen kaplanması durumunu göstermektedir (0: büyüme yok, 1: 20%, 2: 40%, 3: 60%, 4: 80%, 5: 100% mantar ile tamamen kaplanma). Deney sonunda tüm örneklerin ağırlık kaybı da hesaplanmıştır. Her haftaki gelişim fotoğrafları çekilerek kaydedilmiştir. Haftalık gelişim fotoğrafları Ek A, Ek B, Ek C'de verilmiştir.



a) Sterilize edilen malt extract agar çözeltileri



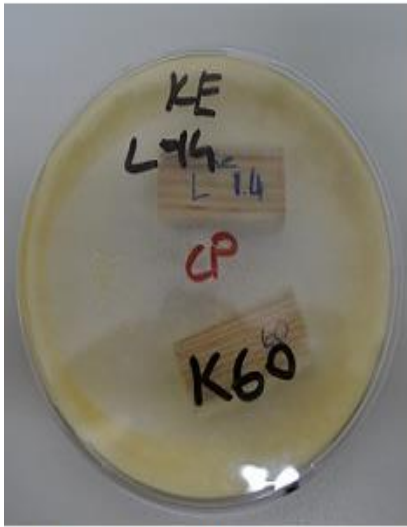
b) Agar çözeltisinin steril petri kaplarına dökülmesi



c) Mantar miseli aşılama



d) İklimlendirme dolabında mantar misellerinin petri kaplarını sarması

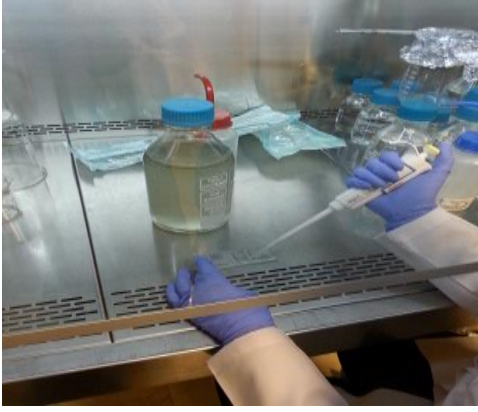


e) Petri kaplarına 1 kontrol 1 test örneğinin yerleştirilmesi



f) Örnek yerleştirilen petrilerin iklimlendirme dolabında bekletilmesi

Şekil 3.3 : EN 113 mantar çürüklük testinin uygulanışı.



a) Spor süspansiyonunun saf suda alınarak petri içine bırakılması



b) Spor süspansiyonundan 0.25 mL seyreltilmesi

**Şekil 3.4 :** Küf mantar testinin uygulanışı.

### 3.3.4 Yıkanma sularının zehirlilik tespiti

Çalışmanın 2. kısmındaki örneklerin yıkanma testinden sonra her konsantrasyonun yıkanma suyu ayrı kaplarda toplanmıştır. Bu sular buzdolapta her türlü bakteri ve diğer etmenlere karşı korunarak deney için hazır tutulmuştur.

Mikoloji laboratuvarlarında gerçekleştirilen bu testte, toplanan sularla her konsantrasyon için 300'er ml çözelti hazırlayacak şekilde %4'lük malt ekstrakt agar katılmıştır. 20 dk sterilizasyon için 120°C'deki bir otoklavda bekletilen bu çözeltiler steril kabine getirilmiştir. *C. puteana* ve *T. versicolor* olmak üzere 2 mantar türü kullanılarak her bir konsantrasyon için 4 tekrar yapılmıştır.

Kontrol örnekleri ise EN 113 çürüklük testinde olduğu gibi aynı oranlarda saf su ile malt ekstrakt agar çözeltisi hazırlanmıştır. Bu çözeltilere mantarlar mümkün mertebe petri kaplarının ortasına konularak aşılama işlemi bitirilmiştir. 20°C ve %70 bağıl nemde klima odasında 2 hafta boyunca zehirlilik testi devam ettirilmiştir. Her bir grup için mantar gelişmeleri ölçülerek deney sonlandırılmıştır.

### 3.3.5 İstatistiksel yöntemler

Veriler SPSS 18.0 istatistik paket programı kullanılarak ve % 95 güven düzeyi esas alınarak analiz edilmiştir. Test örneklerinin arasında, araştırılan odun özelliklerine ilişkili olarak istatistiksel anlamda bir farklılık olup olmadığı çoğul varyans (ÇVA) ile belirlenmiştir. Etkilemenin anlamlı çıkması halinde ortalama değerler "Duncan" homojenlik grupları ile karşılaştırılmıştır.

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1 Retensiyon Değerlerine İlişkin Bulgular ve Tartışma

Mantar çürüklük deneyinde kullanılan sarıçam örneklerinin ortalama retensiyon değerleri ( $R$ ,  $\text{kg/m}^3$ ) ve standart sapma değerleri 1. kısımda yapılan çalışmalar için Çizelge 4.1’ de, 2. kısımda yapılan çalışmalar için Çizelge 4.2’ de verilmiştir.

**Çizelge 4.1 :** Birinci kısımda emprenye edilen örneklerin ortalama retensiyon değerleri ( $\text{kg/m}^3$ ).

Konsant.	Mazı	Sumak	Kebraho	Mimoza	Valeks
%5	31,22 (2,93)	34,08 (1,42)	30,33 (3,04)	19,91(1,57)	24,69 (1,82)
%10	59,88 (5,50)	68,10 (3,31)	55,53 (5,64)	32,11(2,75)	46,50 (3,62)

Çizelge 4.1’deki retensiyon değerlerinden görüleceği üzere en yüksek retensiyon değeri sumak taneni ile emprenye edilen örneklerde, en düşük retensiyon değeri mimoza taneni ile emprenyeli örneklerde gözlenmiştir. Kebraho ve mazı taneni ile emprenye edilen örnekler birbirine benzer retensiyon değeri vermişlerdir. Valeks ise mimosadan sonra en düşük retensiyon değerinin elde edildiği tanen olmuştur. Tanenler arasındaki bu farklılık tanenlerin partikül büyüklüğü ve sudaki çözünürlükleri ile ilgili olabilir. Odunun ultramikroskopik yapısının ve ekstrakttaki partikül büyüklüğünün retensiyon değerlerindeki farklılığın nedeni olabileceği Taşcıoğlu vd. (2013) ile Tomak ve Gönültaş (2018) tarafından da belirtilmiştir. Retensiyon değerleri Taşcıoğlu vd. (2013) tarafından gerçekleştirilen bitkisel ekstraktların kullanıldığı çalışma ile uyumluluk göstermektedir. %3-%12 konsantrasyonda mimoza, kebraho ve çam kabuk ekstraktları ile emprenye edilen sarıçam odununda retensiyon değerlerini sırasıyla  $19,6-74,8 \text{ kg/m}^3$ ,  $18,1-72,7 \text{ kg/m}^3$  ve  $16,2-70,7 \text{ kg/m}^3$  arasında bulmuşlardır (Taşcıoğlu vd., 2013). Konsantrasyon arttıkça retensiyon değerleri artmıştır. Çizelge 4.2’de ikinci kısımda emprenye edilen örneklerin ortalama retensiyon değerleri verilmiştir.

**Çizelge 4.2 :** İkinci kısımda emprenye edilen örneklerin ortalama retensiyon değerleri ( $\text{kg/m}^3$ ).

Gruplar	Konsat.	Tanen/Fiksator	Tanen+Fiksator
---------	---------	----------------	----------------

			Tanen	Fiksator
Kebraho	%0,5	1,86 (0,36)	-	-
	%1	3,63 (1,01)	-	-
	%2	6,35 (1,61)	-	-
	%3	9,18 (2,24)	-	-
	%5	16,58 (5,82)	-	-
Bakır II sülfat	%0,25	1,17 (0,29)	1,85 (0,38)	1,03 (0,27)
	%0,5	2,20 (0,73)	3,50 (0,94)	2,01 (0,54)
	%1	3,83 (1,14)	7,88 (1,81)	3,77 (1,35)
	%1,5	6,98 (2,05)	10,47 (2,36)	6,21 (1,18)
	%2,5	11,47 (3,31)	16,14 (3,99)	9,89 (2,30)
Çinko klorit	%0,25	1,28 (0,36)	1,73 (0,33)	1,02 (0,17)
	%0,5	2,66 (0,75)	3,57 (0,87)	2,24 (0,46)
	%1	4,00 (1,02)	6,83 (2,24)	3,74 (1,17)
	%1,5	6,69 (1,75)	10,48 (2,96)	6,15 (1,51)
	%2,5	10,23 (3,44)	17,36 (5,46)	10,59 (2,57)
Çinko oksit	%0,25	0,94 (0,29)	2,02 (0,50)	1,04 (0,25)
	%0,5	1,86 (0,32)	3,26 (0,39)	1,76 (0,18)
	%1	3,56 (0,80)	7,05 (1,35)	3,35 (0,42)
	%1,5	6,12 (1,99)	10,53 (2,97)	5,61 (1,38)
	%2,5	9,32 (2,41)	15,54 (3,66)	7,58 (0,79)
Seryum oksit	%0,25	1,26 (0,31)	1,84 (0,39)	0,90 (0,16)
	%0,5	2,54 (0,49)	3,66 (0,58)	1,77 (0,23)
	%1	4,50 (0,87)	6,91 (1,35)	2,89 (0,60)
	%1,5	7,91 (1,60)	10,31 (2,83)	5,15 (1,06)
	%2,5	9,69 (3,18)	16,78 (4,93)	8,71 (2,03)

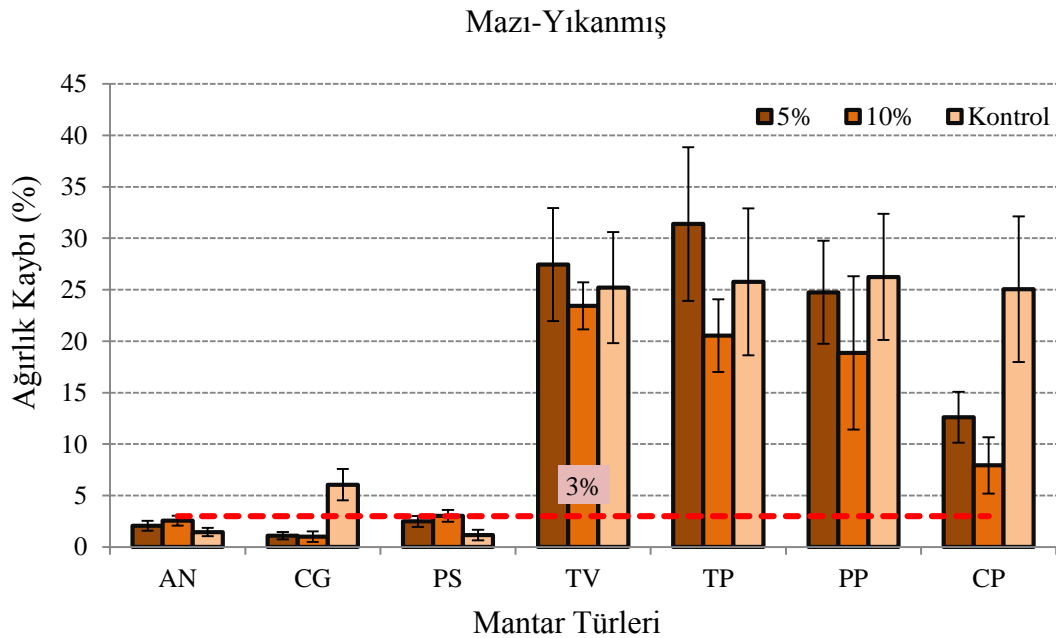
Çizelge 4.2’de kebraho taneni ile empenye edilen tüm grupların retensiyon değerleri birbirine benzer elde edilmiştir. Bu değerler tanenin %0,5-5 konsantrasyonları arasında yaklaşık 1,8-16 kg/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir. Sadece fiksator ile empenye edilen grupta en düşük retensiyon değerleri nano çinko oksit ile empenye edilen grupta gözlenmiştir. Bakır II sülfat, çinko klorit ve nano seryum oksit ile empenye edilen örnekler birbirine yakın retensiyon değerleri vermiştir. Tanen empenyesinin ardından fiksator ile empenye edilen tanen+fiksator grubunda,



başlangıç tanen emprenyesi örneklerin fiksator absorpsiyonunu biraz düşürmüştür. Bu durum odundaki boşlukların tanen ile doldurulması ve ardından fiksatorün odun içinde yeterli bir boşluk bulamayıp girememesi olabilir. Baysal vd. (2006, 2007) ve Yalınkılıç vd. (1999), odunun borlu bileşikler ile ön emprenye işleminin monomer absorpsiyonunu azalttığını ifade etmiştir.

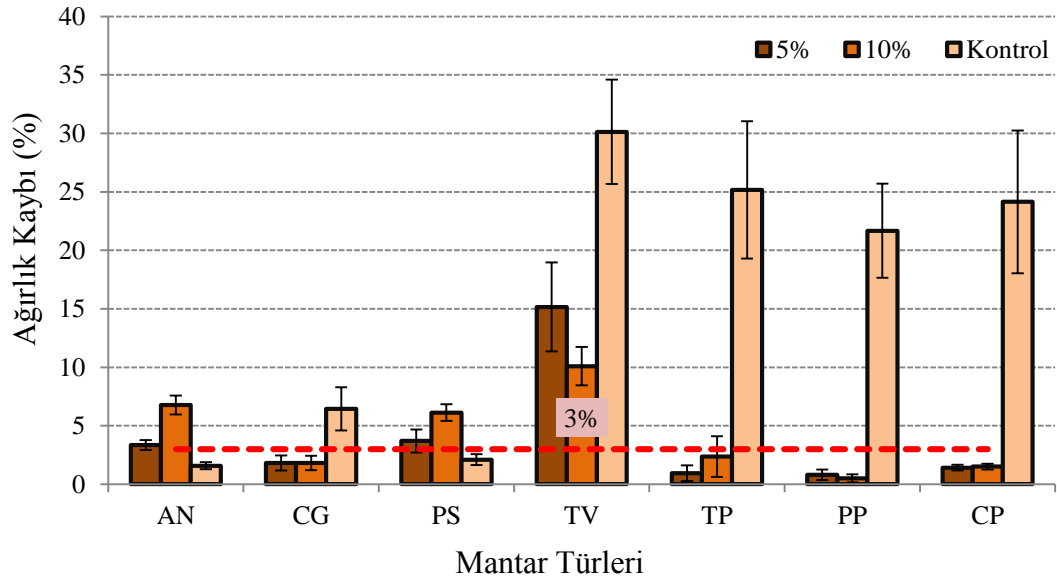
#### 4.2 Ağırlık Kaybı Değerlerine İlişkin Bulgular ve Tartışma

EN 113 testinin geçerliliğinin tespitinde Basidiomycetes sınıfı mantar türleri için 20 adet kontrol örneği mantar aşılansız malt ekstrakt agar ortamında bekletilmiş ve testin geçerliliği bu örnekler ile değerlendirilmiştir. Bütün varyasyonlarda kontrol örneklerindeki ağırlık kayıpları %20'nin üstünde tespit edilmiştir. Deney sonrasında test örneklerinde mantar saldırısı ile oluşan ağırlık kayıpları tez çalışmasının birinci kısmı için Şekil 4.1-4.10'da gösterilmiştir. Örneklerde Ascomycetes-Fungi imperfecti grubundaki mantar gelişiminin puanlaması Şekil 4.11- 4.16'da gösterilmiştir. Deney örneklerinin ağırlık kaybı değerlerine ait istatistik test sonuçları Çizelge 4.3-4.7'de verilmiştir. Şekillerde TV: *T. versicolor*, CP: *C. puteana*, PP: *P. placenta*, TP: *T. palustris*, AN: *A. niger*, PC: *P. chrysogenum*, CG: *C. globosum*'u ifade etmektedir.



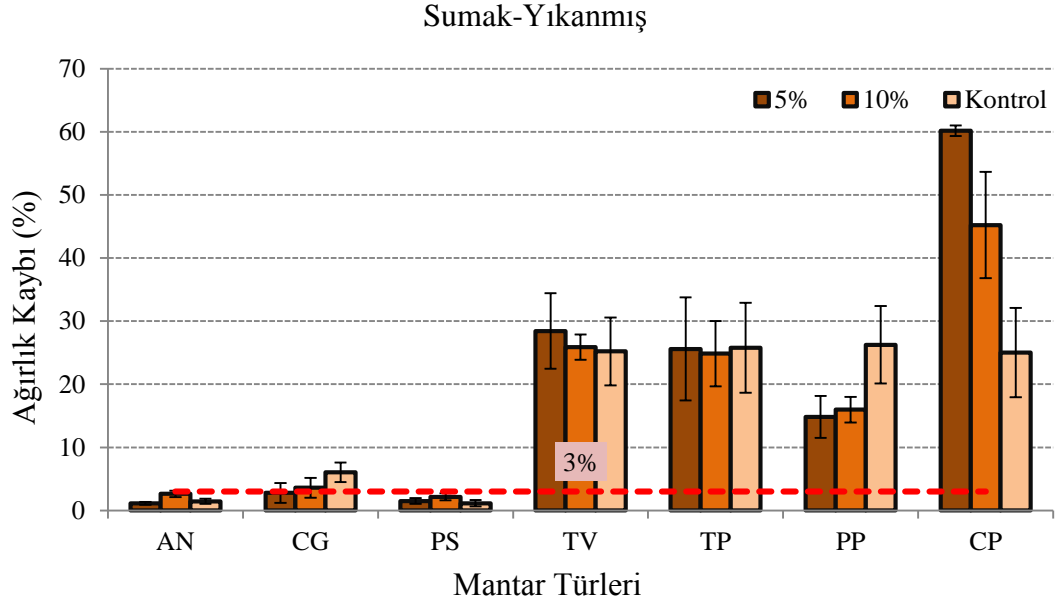
Şekil 4.1 : Mazı ile emprenye edilen yıkanmış örneklerin ağırlık kayıpları (%).

## Mazı-Yıkanmamış

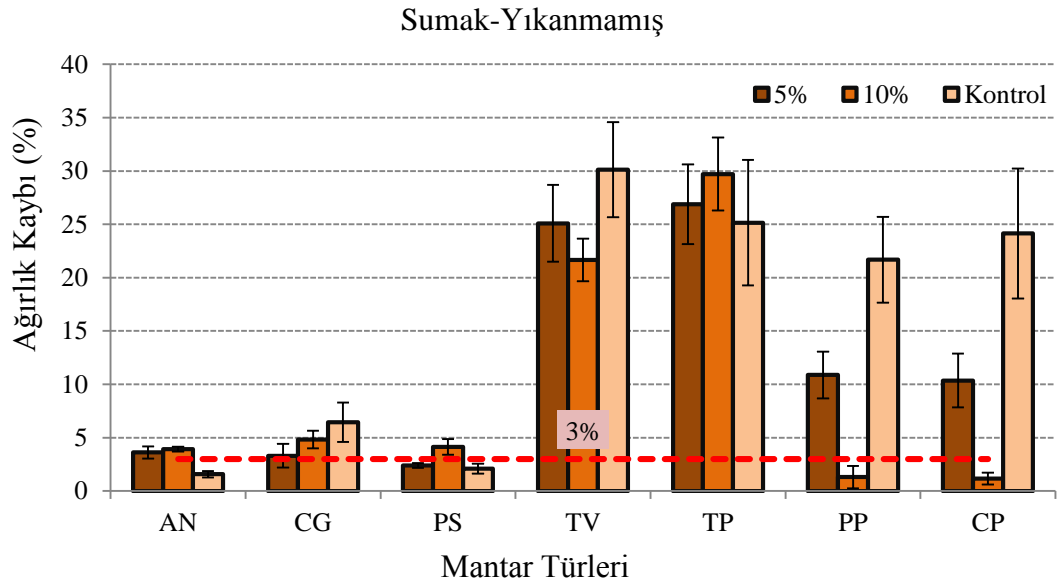


**Şekil 4.2 :** Mazı ile emprenye edilen yıkanmamış örneklerin ağırlık kayıpları (%).

Bir emprenye maddesinin koruyucu etkinliğinden bahsedilebilmesi için %3'den daha az bir ağırlık kaybı değerlerinin olması gerekmektedir (EN 113). Mazı taneni ile emprenye edilen yıkanmamış örnekler TP, PP ve CP saldırılarına karşı oldukça iyi bir biyolojik dayanım sergilemiştir (Ağırlık kayıpları < %3). Bu mantar türlerine karşı %5 ve %10 konsantrasyon seviyeleri benzer bir etkiye sahiptir. Ancak mazı taneni TV mantarına karşı koruyucu etkiye sahip olamamıştır (Şekil 4.2). 4 tür Basidiomycetes mantarına karşı yıkanma deneyi sonrasında örnekler herhangi bir koruyucu etkiye sahip olamamıştır. Burada tanenin odundan yıkandığı ve koruma için yeterli seviyede mazı taneninin odunda kalmadığı düşünülmüştür (Şekil 4.1). Ascomycetes- Fungi imperfecti gruptaki mantarlarda ise önemli bir ağırlık kaybı olması beklenmemesine rağmen AN ve PS mantarlarının yıkanmamış örneklerdeki saldırılarında %3'ü aşan bir ağırlık kaybı tespit edilmiştir. Bu grupta odundaki mazı taneni bu mantarların saldırılarını azaltmak yerine aksine arttırmıştır. Tanen konsantrasyonu arttıkça mantar saldırısı daha fazla olmuştur (Şekil 4.2). Yıkanmış örneklerde ise AN ve PS'nin ağırlık kaybı yıkanmamış örneklere kıyasla daha düşük seviyede bulunmuştur (Ağırlık kayıpları < %3). Bu bulgu da yine odundaki mazı taneninin varlığının AN ve PS saldırılarını teşvik ettiğini göstermiştir (Şekil 4.1). Yumuşak çürüklük mantarı olan CG ise gerek yıkanmış gerekse yıkanmamış örneklerde %3'den daha düşük ağırlık kayıplarına neden olmuştur. Bu mantara karşı mazı konsantrasyonu önemli bir etkiye sahip olamamıştır.



**Şekil 4.3 :** Sumak ile emprenye edilen yıkanmış örneklerin ağırlık kayıpları (%).

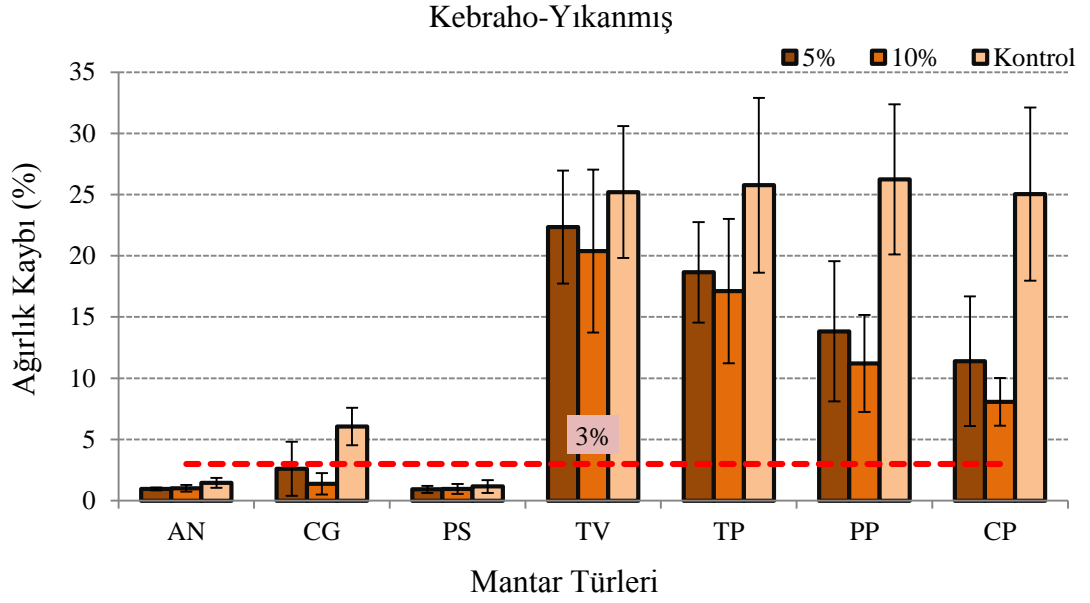


**Şekil 4.4 :** Sumakla emprenye edilen yıkanmamış örneklerin ağırlık kayıpları (%).

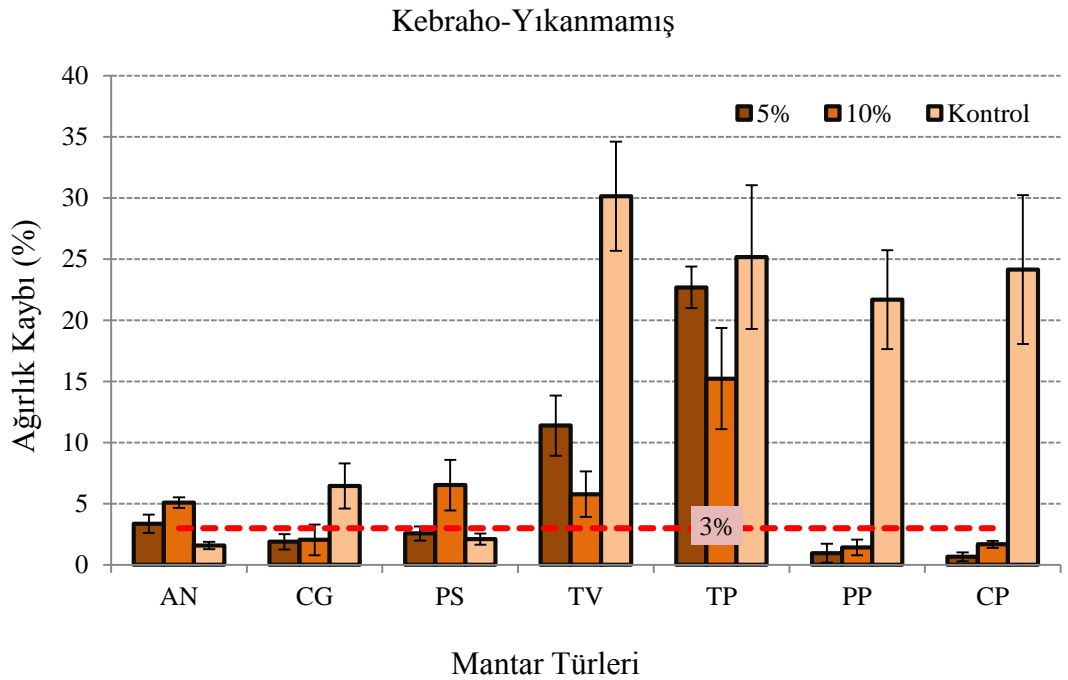
Sumak taneni ile emprenye edilen yıkanmamış örneklerin %10 konsantrasyon seviyesi PP ve CP saldırılarına karşı oldukça iyi bir biyolojik dayanım sergilemiştir (Ağırlık kayıpları < %3). Diğer tüm gruplar TV, TP, PP ve CP'ye karşı dayanıklı bulunamamıştır (Şekil 4.4). 4 tür Basidiomycetes mantarına karşı yıkanma deneyi sonrasında örnekler herhangi bir koruyucu etkiye sahip olamamıştır. Yıkanmış örneklerde sumak tanenin örneklerde mazi taneni gibi odundan yıkandığını göstermiştir (Şekil 4.3). Ascomycetes- Fungi imperfecti gruptaki mantarlarda ise AN ve PS mantarlarının yıkanmamış örneklerdeki saldırılarında %3'ü aşan bir ağırlık



kaybı tespit edilmiştir. Tanen konsantrasyonu arttıkça mantar saldırısı daha fazla olmuştur (Şekil 4.4). Yıkanmış örneklerde ise AN ve PS'nin ağırlık kaybı %3'den daha az bulunmuştur. Bu bulgu odundaki sumak taneninin varlığının AN ve PS saldırılarını teşvik ettiğini göstermiştir (Şekil 4.3). Yumuşak çürüklük mantarı olan CG ise yıkanmış örneklerde %3'den daha düşük ağırlık kayıpları verirken yıkanmamış örneklerde %3'den daha fazla ağırlık kayıplarına neden olmuştur. Bu mantara karşı sumak konsantrasyonu arttıkça ağırlık kayıpları daha fazla olmuştur.



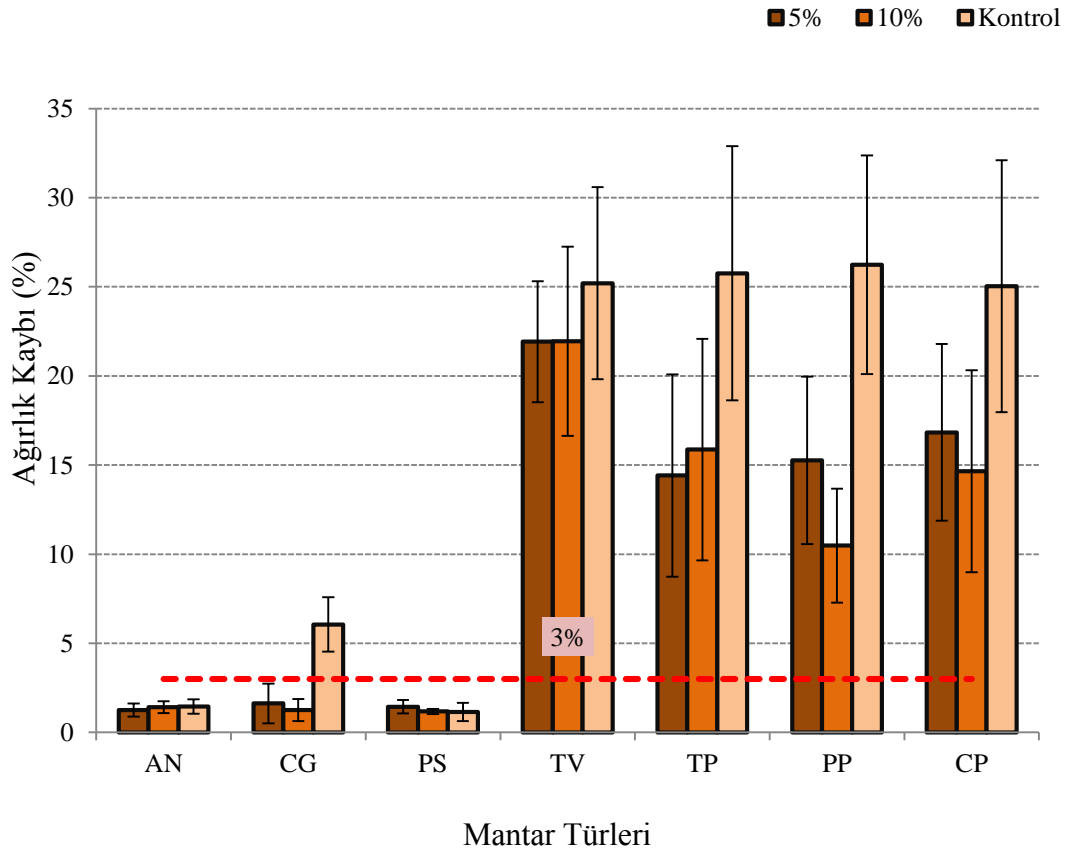
**Şekil 4.5 :** Kebrahoyla emprenye edilen yıkanmış örneklerin ağırlık kayıpları (%).



**Şekil 4.6 :** Kebrahoyla emprenye edilen yıkanmamış örneklerin ağırlık kayıpları (%).

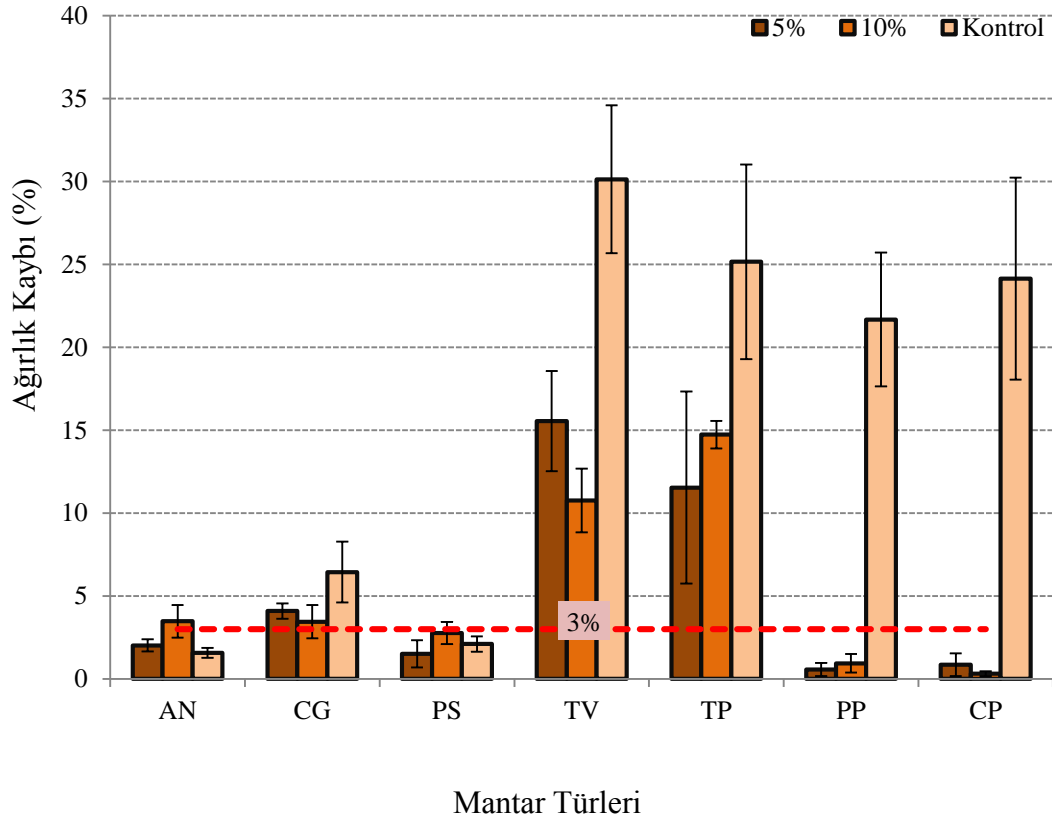
Kebraho taneni ile emprenye edilen yıkanmamış örneklerin %5 ve %10 konsantrasyon seviyesi PP ve CP saldırılarına karşı oldukça iyi bir biyolojik dayanım sergilemiştir (Ağırlık kayıpları < %3). Diğer tüm gruplar TV ve TP'ye karşı dayanıklı bulunamamıştır (Şekil 4.6). 4 tür Basidiomycetes mantarına karşı yıkanma deneyi sonrasında örnekler diğer tanen türleri gibi herhangi bir koruyucu etkiye sahip olamamıştır. Bu bulgu yine kebraho taneninin yıkanma deneylerinde işlem sonrası odundan yıkandığını göstermiştir (Şekil 4.5). Ascomycetes-Fungi imperfecti gruptaki mantarlarda ise AN ve PS mantarlarının yıkanmamış örneklerdeki saldırılarında %3'ü aşan bir ağırlık kaybı tespit edilmiştir. Tanen konsantrasyonu arttıkça mantar saldırısı daha fazla olmuştur (Şekil 4.6). Yıkanmış örneklerde ise AN ve PS'nin ağırlık kaybı %3'den daha az bulunmuştur. Odundaki kebraho taneni AN ve PS saldırılarını teşvik etmiştir (Şekil 4.5). Yumuşak çürüklük mantarı olan CG ise gerek yıkanmış gerekse yıkanmamış örneklerde %3'den daha az ağırlık kayıplarına neden olmuştur. CG karşı kebraho konsantrasyonu arttıkça ağırlık kayıpları daha az olmuştur.

#### Mimoza-Yıkanmış



Şekil 4.7 : Mimoza ile emprenye edilen yıkanmış örneklerin ağırlık kayıpları (%).

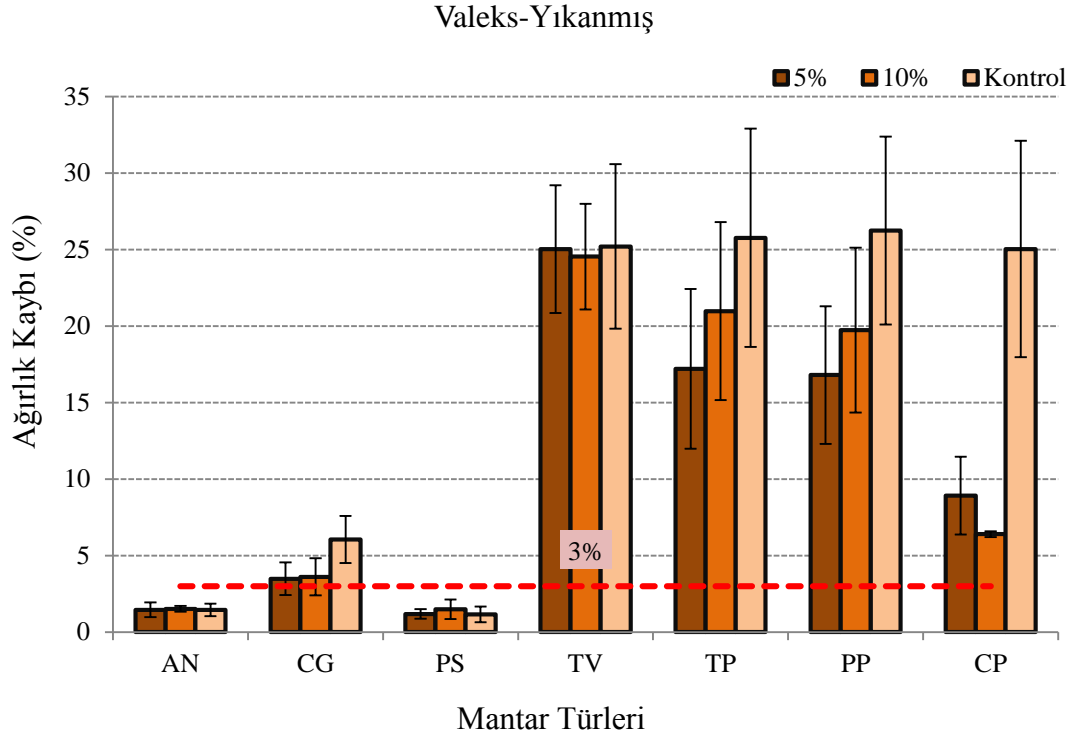
## Mimoza-Yıkanmamış



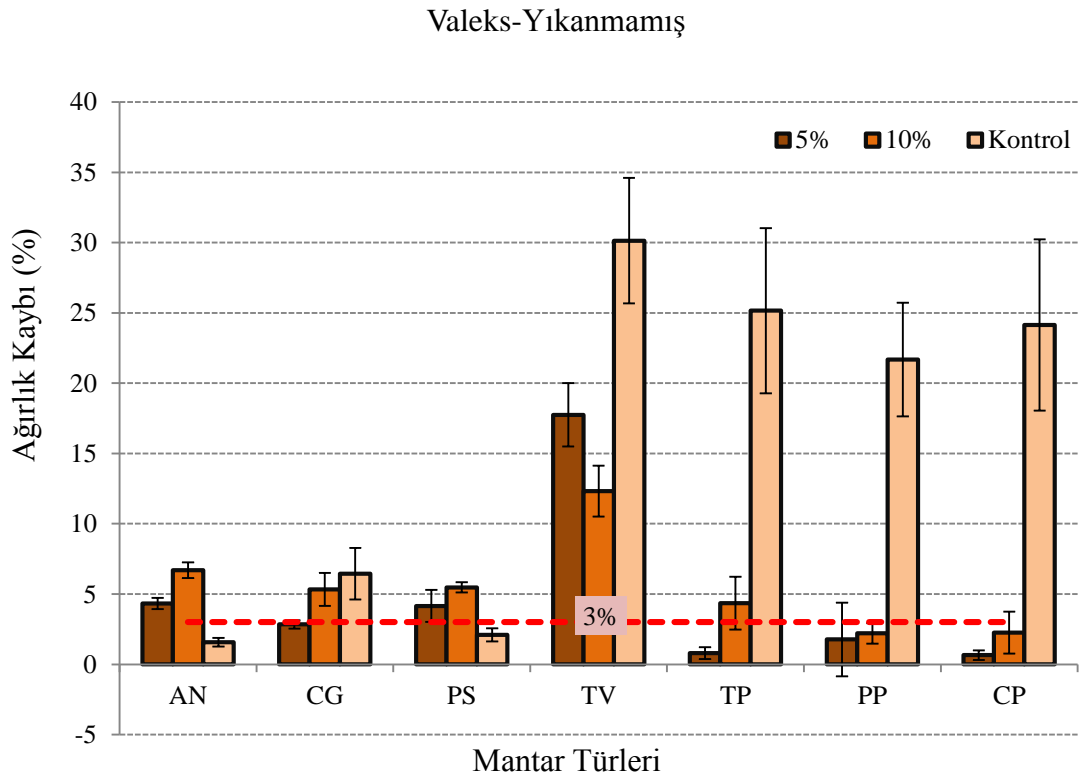
**Şekil 4.8 :** Mimoza ile emprenye edilen yıkanmamış örneklerin ağırlık kayıpları (%).

Mimoza taneni ile emprenye edilen yıkanmamış örneklerin %5 ve %10 konsantrasyon seviyesi PP ve CP saldırılarına karşı oldukça iyi bir biyolojik dayanım sergilemiştir (Ağırlık kayıpları < %3). Diğer tüm gruplar TV ve TP'ye karşı dayanıklı bulunamamıştır (Şekil 4.8). 4 tür Basidiomycetes mantarına karşı yıkanma deneyi sonrasında örnekler diğer tanen türleri gibi herhangi bir koruyucu etkiye sahip olamamış ve mimoza taneni yıkanma deneylerinde odundan yıkanmıştır (Şekil 4.7). Ascomycetes- Fungi imperfecti gruptaki mantarlarda ise AN ve PS mantarlarının yıkanmamış örneklerdeki saldırılarında %3'den daha az bir ağırlık kaybı tespit edilmiştir. Ancak tanen konsantrasyonu arttıkça mantar saldırısı daha fazla olmuştur (Şekil 4.8). Yıkanmış örneklerde ise AN ve PS'nin ağırlık kaybı %3'den daha az bulunmuştur (Şekil 4.7).

Yumuşak çürüklük mantarı olan CG ise yıkanmamış örneklerde %3'den daha fazla bir ağırlık kaybına neden olurken yıkanmış örneklerde %3'den daha düşük ağırlık kaybı vermiştir. Bu da mimoza taneninin CG saldırılarını teşvik ettiğini göstermiştir.



**Şekil 4.9 :** Valeks ile empenye edilen yıkanmış örneklerin ağırlık kayıpları (%).

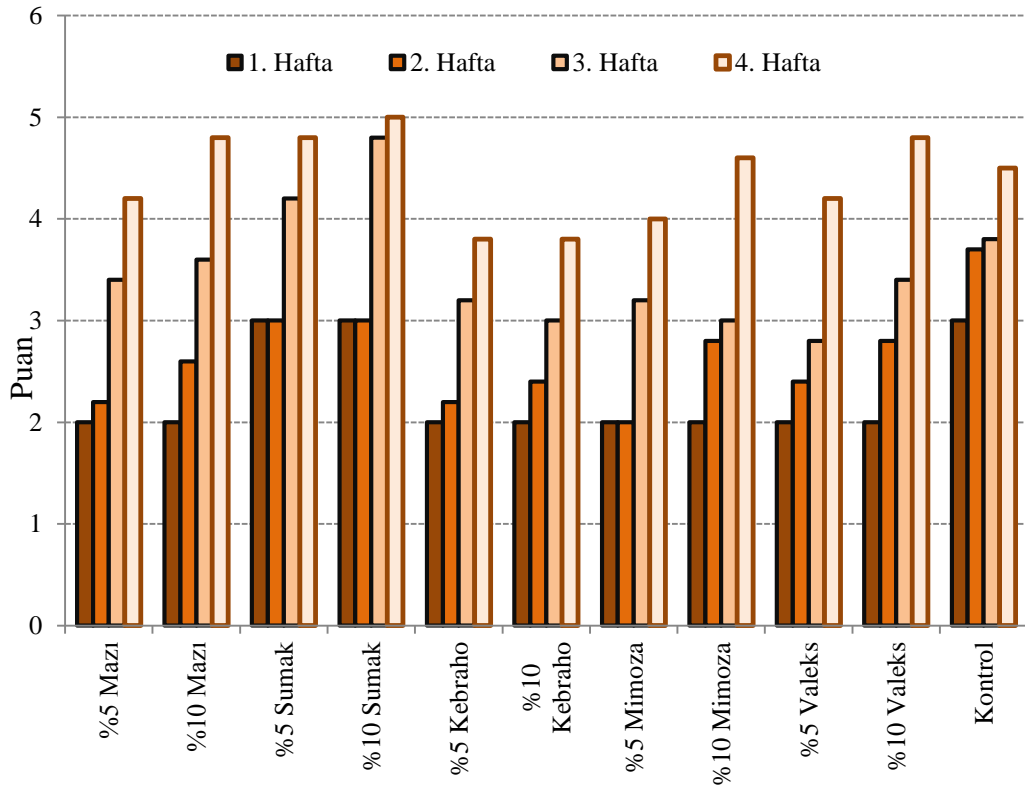


**Şekil 4.10 :** Valeks ile empenye edilen yıkanmamış örneklerin ağırlık kayıpları (%).

Valeks taneni ile empenye edilen yıkanmamış örnekler TP, PP ve CP saldırılarına karşı oldukça iyi bir biyolojik dayanım sergilemiştir (Ağırlık kayıpları < %3).

Bu mantar türlerine karşı konsantrasyon artışı biyolojik dayanımı olumsuz yönde etkilemiştir. Ancak valeks taneni diğer 4 grup tanende olduğu gibi TV mantarına karşı koruyucu etkiye sahip olamamıştır (Şekil 4.10). 4 tür Basidiomycetes mantarına karşı yıkanma deneyi sonrasında örnekler diğer tanenler gibi herhangi bir koruyucu etkiye sahip olamamıştır (Şekil 4.9). Ascomycetes- Fungi imperfecti gruptaki AN ve PS mantarlarının yıkanmamış örneklerdeki saldırılarında %3'ü aşan bir ağırlık kaybı tespit edilmiştir. Tanen konsantrasyonu arttıkça mantar saldırısı daha fazla olmuştur (Şekil 4.10). Yıkanmış örneklerde ise AN ve PS'nin ağırlık kaybı %3'den daha az bulunmuştur (Şekil 4.9). Yumuşak çürüklük mantarı olan CG ise gerek yıkanmış gerekse yıkanmamış örneklerde %3'den daha fazla ağırlık kayıplarına neden olmuştur. Bu mantara karşı valeks konsantrasyon artışı olumsuz etki yapmıştır.

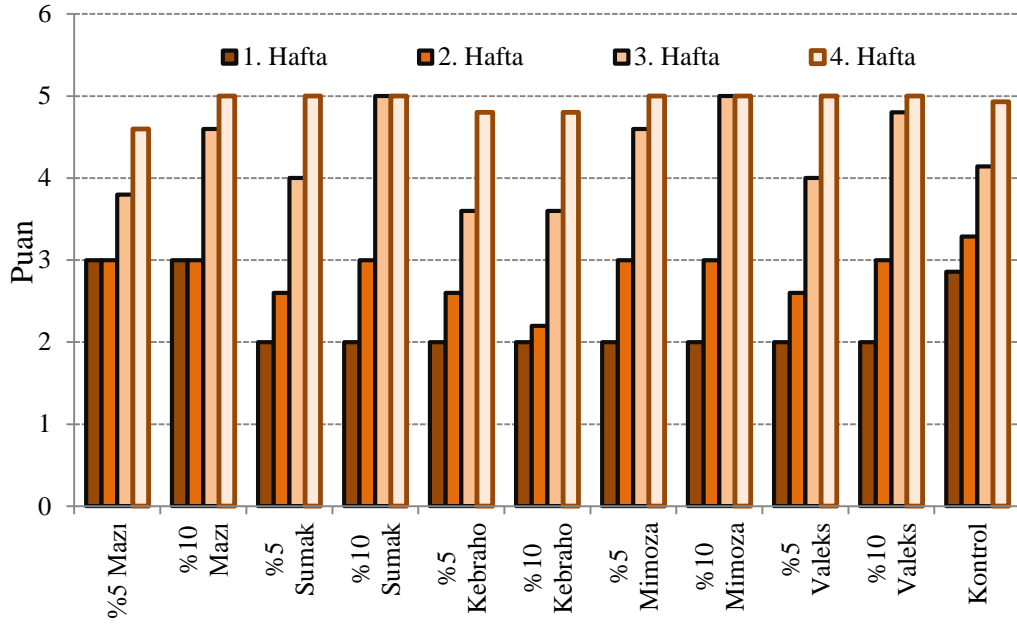
#### A. niger -Yıkanmış



Şekil 4.11 : Yıkanmış örneklerde A. niger gelişiminin puanlaması.

A.niger mantarına maruz bırakılan örneklerin değerlendirilmesinde, yıkanmamış örnekler daha yüksek puan almıştır. Bu durum ağırlık kayıplarına benzer şekilde örneklerde mantar gelişiminin daha fazla bulunduğunu göstermiştir. Yıkanmış örneklerde en az mantar gelişimi kebraho taneninde gözlenmiş olup konsantrasyonlarda önemli bir farklılık bulunmamıştır.

### A. niger -Yıkanmamış

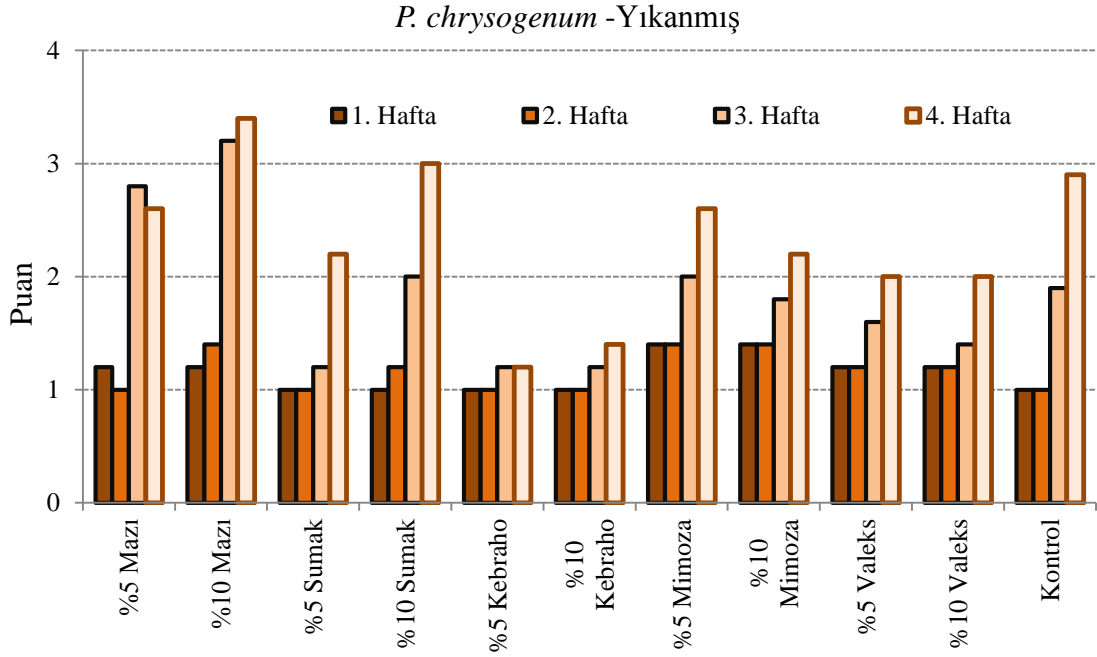


Şekil 4.12 : Yıkanmamış örneklerde *A. niger* gelişiminin puanlaması.

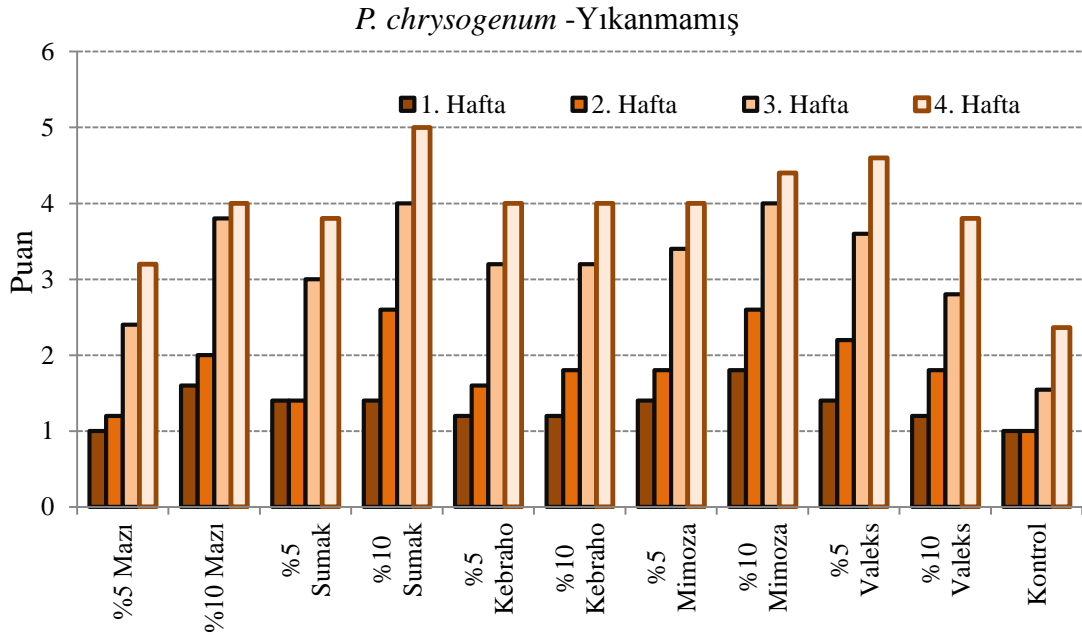
Yıkanmamış örneklerde tanenler arasında dikkat çeken önemli bir farklılık gözlenmemiştir. Test sonunda yıkanmış ve yıkanmamış tanenli deney örnekleri kontrol örneklerine benzer sonuçlar vermiştir (Şekil 4.11-4.12).

*P. chrysogenum* mantar gelişimi *A.niger* mantarına kıyasla daha düşük bulunmuştur. Yine yıkanmamış örneklerde mantar gelişimi yıkanmış örneklere kıyasla daha fazla olmuştur. Yıkanmış örneklerde en az mantar gelişimi kebraho taneninde gözlenmiş olup, yıkanmamış örneklerde tanenler arasında göze çarpan önemli bir farklılık gözlenmemiştir. Test sonunda yıkanmamış örnek grubunda test örneklerinde kontrol örneklerine kıyasla daha fazla mantar gelişimi bulunmuştur. Yıkanmış örneklerde ise kebraho, mimoza ve valeks taneni kontrol örneğine kıyasla daha az mantar gelişimine sahip olmuştur (Şekil 4.13-4.14).

Örneklerde *C. globosum* mantar gelişimi, *P. chrysogenum*'a kıyasla daha fazla olmuştur. Burada diğer 2 tür mantara kıyasla mazı, kebraho ve valeks taneni yıkanmamış örneklerde, yıkanmış örneklere kıyasla daha az gelişim göstermiştir. En az gelişim yıkanmamış %10'luk mazı örneklerinde gözlenmiştir. Yıkanmış örneklerde ise tanen çeşidinin gözle görülebilir önemli bir etkisi olmamıştır, hemen hemen hepsi benzer bir sonuç vermiştir. Yıkanmış örneklerde tanenli örnekler ilk hafta sonunda kontrole kıyasla daha iyi sonuçlar verirken test sonunda mantar gelişimi kontrol örneklerine benzer seviyede olmuştur. Bu farklılık yıkanmamış örneklerde daha net olarak gözlenmiştir (Şekil 4.15-4.16).



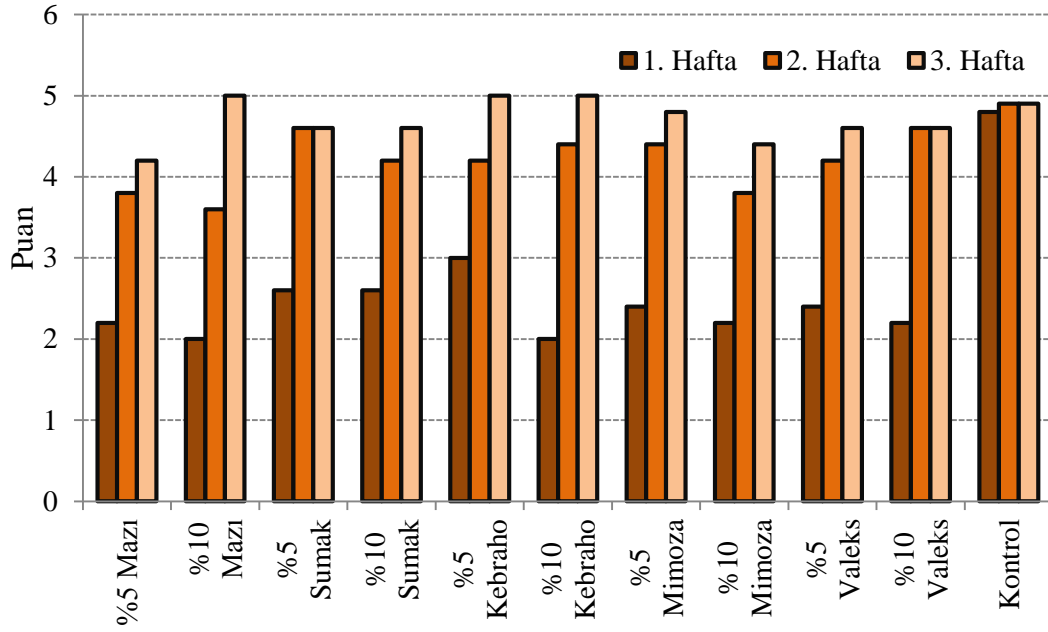
Şekil 4.13 : Yıkanmış örneklerde *P. chrysogenum* gelişiminin puanlaması.



Şekil 4.14 : Yıkanmamış örneklerde *P. chrysogenum* gelişiminin puanlaması.

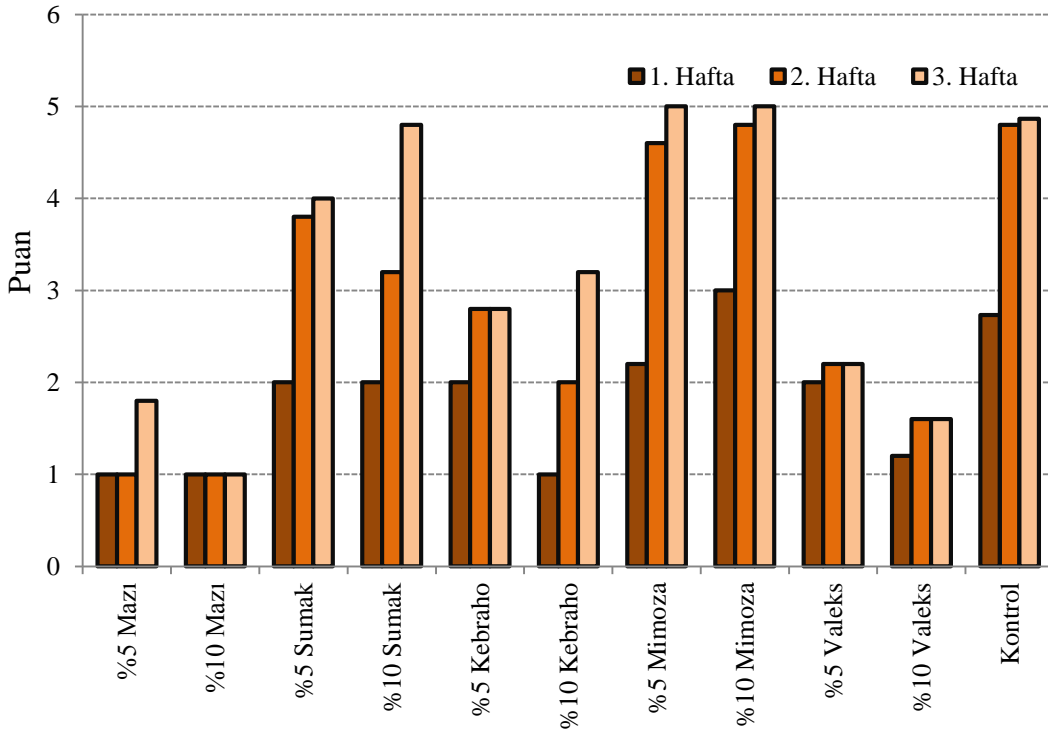
*P. chrysogenum* mantar gelişimine ait resimler hafta hafta olmak üzere Ek A (1-4) arasında gösterilmiştir. *A. niger* mantar gelişiminin haftalık resimleri Ek B (1-4) arasında verilmiştir. *C. globosum* mantarının örneklerde 1-3 hafta arasındaki gelişimi Ek C (1-3)'de verilmiştir. Tüm türlerde süre arttıkça mantar gelişimi daha fazla olmuştur. Tüm mantarların Şekil 4.11-4.16 arasındaki puanlaması mantarların görselleri ile uyumlu bulunmuştur. Puanlama ile ağırlık kayıpları birbiriyle benzer bir ilişki sergilemiştir.

*C. globosum*-Yıkanmış



Şekil 4.15 : Yıkanmış örneklerde *C. globosum* gelişiminin puanlaması.

*C. globosum*-Yıkanmamış



Şekil 4.16 : Yıkanmamış örneklerde *C. globosum* gelişiminin puanlaması.

Ağırlık kaybı değerlerinin çoğul varyans analizi sonucuna göre %95 güven düzeyi ile yapılan çalışmada tanen ve mantar türünün arasında önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.3).



**Çizelge 4.3 : Ağırlık kaybı değerlerinin çoğul varyans analizi sonucu.**

Varyans Kaynağı	Kareler toplamı	df	Kareler ortalaması	F-Hesap	Önem düzeyi
Tanen	2882,110	4	720,527	114,535	0,000
Mantar	23003,311	6	3833,885	609,432	0,000
L/UL	3855,823	1	3855,823	612,919	0,000
Konsantrasyon	86,615	1	86,615	13,768	0,000
Tanen * Mantar	5741,381	24	239,224	38,027	0,000
Tanen * L.UL	363,519	4	90,880	14,446	0,000
Tanen * Konsantrasyon	105,065	4	26,266	4,175	0,002
Mantar * L.UL	8314,622	6	1385,770	220,281	0,000
Mantar * Konsantrasyon	523,486	6	87,248	13,869	0,000
L.UL * Konsantrasyon	30,688	1	30,688	4,878	0,028
Tanen * Mantar * L.UL	4916,596	24	204,858	32,564	0,000
Tanen * Mantar * Konsantrasyon	426,374	24	17,766	2,824	0,000
Tanen * L.UL * Konsantrasyon	50,045	4	12,511	1,989	0,095
Mantar * L.UL * Konsantrasyon	154,789	6	25,798	4,101	0,001
Tanen * Mantar * L.UL * Konsantrasyon	236,259	24	9,844	1,565	0,044
Hata	2761,712	439	6,291		

Çizelge 4.4’de gösterildiği gibi tüm parametreler gözönüne alındığında en fazla ağırlık kaybı sumak taneninde tespit edilmiştir. Valeks ve mazı taneni benzer bir etkiye sahip olup sumak tanenini takip etmiştir. Tanenler arasında 7 farklı mikroorganizma göz önüne alındığında en düşük ağırlık kaybı kebraho ve mimoza taneninde tespit edilmiştir.

Çizelge 4.5’ de en yüksek ağırlık kaybı *T. versicolor* mantarında tespit edilmiştir. Bunu sırasıyla *T. palustris*, *C. puteana* ve *P. placenta* takip etmiştir. *A. niger*, *P. chrysogenum* ve *C. globosum* ise en düşük ağırlık kaybı veren mikroorganizmalar olmuştur.

**Çizelge 4.4 :** Tanen tiplerinin Duncan homojenlik grupları.

Tanen çeşidi	Homojenlik grupları		
	1	2	3
Kebraho	6,05		
Mimoza	6,59		
Valeks		7,37	
Mazı		7,61	
Sumak			13,12

**Çizelge 4.5 :** Mantar çeşitlerinin Duncan homojenlik grupları.

Mantar çeşidi	Homojenlik grupları				
	1	2	3	4	5
<i>C. globosum</i>	2,68				
<i>P. chrysogenum</i>	2,78				
<i>A. niger</i>	2,94				
<i>P. placenta</i>		8,87			
<i>C. puteana</i>			11,23		
<i>T. palustris</i>				16,79	
<i>T.versicolor</i>					19,34

Tezin 2. kısım denemelerinde kullanılacak olan *T.versicolor* ve *C. puteana* mantarlarının ağırlık kayıpları esas alınarak yapılan çoğul varyans analizi ve Duncan homojenlik grupları Çizelge 4.6 ve 4.7’de gösterilmiştir. Ağırlık kaybı değerlerinin çoğul varyans analizi sonucuna göre %95 güven düzeyi ile tanen türleri arasında önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Çizelge 4.7’ de gösterildiği gibi tüm parametreler gözönüne alındığında en fazla ağırlık kaybı sumak taneninde tespit edilmiştir. Valeks, mazı ve mimoza taneni benzer bir etkiye sahip olup sumak tanenini takip etmiştir. Tanenler arasında 2 farklı mikroorganizma göz önüne alındığında en düşük ağırlık kaybı kebraho taneninde tespit edilmiş olup çalışmanın 2. kısmındaki deneylerde bu tanenin kullanılmasına karar verilmiştir.

**Çizelge 4.6 :** *T. versicolor* ve *C. puteana* mantarlarının neden olduğu ağırlık kaybı değerlerinin çoğul varyans analizi sonucu.

Varyans Kaynağı	Kareler toplamı	df	Kareler ortalaması	F-Hesap	Önem düzeyi
Tanen	6230,528	4	1557,632	118,225	0,000
Mantar	3073,022	1	3073,022	233,244	0,000
L/UL	7253,483	1	7253,483	550,542	0,000
Konsantrasyon	469,667	1	469,667	35,648	0,000
Tanen * Mantar	1811,260	4	452,815	34,369	0,000
Tanen * L/UL	1523,437	4	380,859	28,907	0,000
Tanen * Konsantrasyon	190,108	4	47,527	3,607	0,008
Mantar * L/UL	580,913	1	580,913	44,092	0,000
Mantar * Konsantrasyon	0,183	1	0,183	0,014	0,906
L/UL * Konsantrasyon	2,840	1	2,840	0,216	0,643
Tanen * Mantar * L/UL	3356,000	4	839,000	63,680	0,000
Tanen * Mantar * Konsantrasyon	205,688	4	51,422	3,903	0,005
Tanen * L/UL * Konsantrasyon	22,888	4	5,722	0,434	0,784
Mantar * L/UL * Konsantrasyon	130,935	1	130,935	9,938	0,002
Tanen * Mantar * L/UL * Konsantrasyon	3,410	4	0,852	0,065	0,992
Hata	1804,997	137	13,17		

**Çizelge 4.7 :** Tanen tiplerinin *T. versicolor* ve *C. puteana* mantarları açısından Duncan homojenlik grupları.

Tanen çeşidi	Homojenlik grupları		
	1	2	3
Kebraho	10,47		
Mimoza		12,64	
Valeks		12,92	
Mazı		13,85	
Sumak			28,95

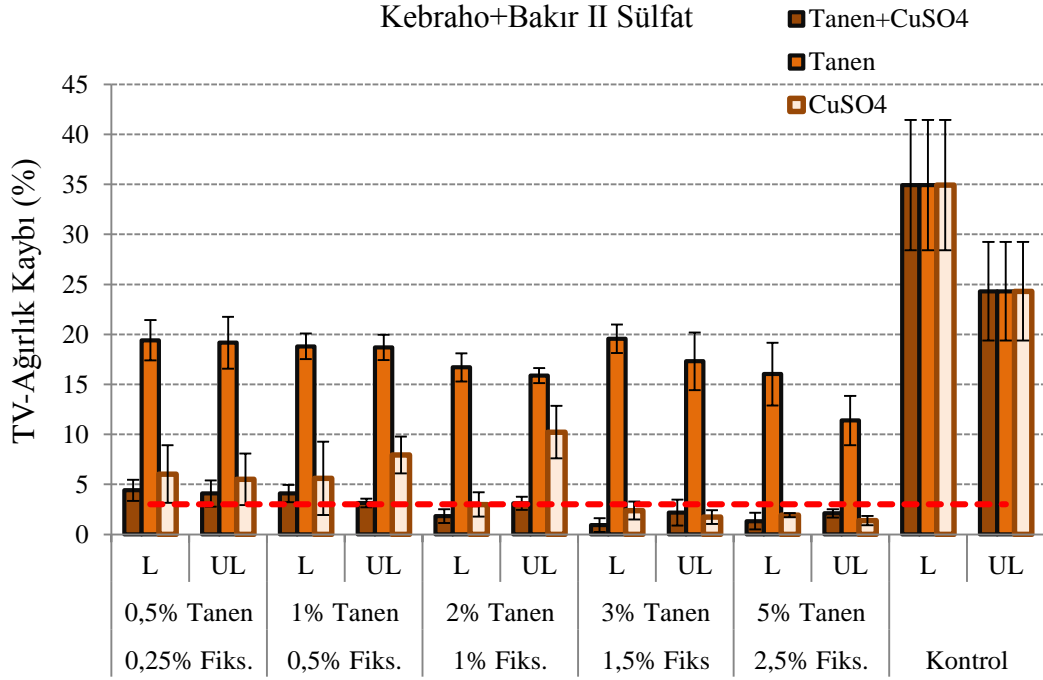
Çalışmanın birinci kısmında elde edilen sonuçlar özetlenecek olursa;

Tanen çözeltilerinin yıkanmamış örneklerde esmer çürüklük mantar saldırılarını (sumak, kebraho ve mimoza taneninde *T. palustris* hariç) engelleyebildiği (<3 ağırlık kaybı) ancak beyaz çürüklük mantarı *T. versicolor* mantarının saldırılarını engelleyemediği (>3 ağırlık kaybı) tespit edilmiştir. Bitkisel ekstraktların fenolik yapıları esmer çürüklük mantarları tarafından zor tahrip edilir (Tomak ve Gonultaş, 2018; Zabel ve Morell, 1992). Tanenlerin biyolojik etkinliği, protein ya da polisakkarit gibi birçok polimer ile çözünebilir ya da çözünemez formlar oluşturma kabiliyetine atfedilmiştir. Bu formlar selüloz gibi mantar enzimlerini inaktive edebilir ya da mantar enzimlerinin hücre çeperi polisakkaritlerine ulaşabilirliğini azaltırlar (Dinol ve Scalbert, 1991). Halbuki beyaz çürüklük mantarları ekstraktiflerin (Dorado vd., 2001), toplam fenol ve kondanse tanenlerin (Makkar vd., 1994), doğal ve sentetik polifenollerin (Reinprecht vd., 2010) bertaraf edilmesinde etkilidir ve biyolojik atıkların biyoremediasyonunda kullanılırlar.

Tanenlerin odundan büyük ölçüde yıkandığı ve odunda koruma sağlayacak seviyede tanen kalmadığı gözlenmiştir. Koyu renkli yıkanma suları neredeyse tüm deney boyunca devam etmiştir. Yıkanma problemi diğer araştırmacıların bulguları ile uyumludur (Militz ve Homan, 1993; Tomak ve Gonultaş, 2018; Şen, 2001).

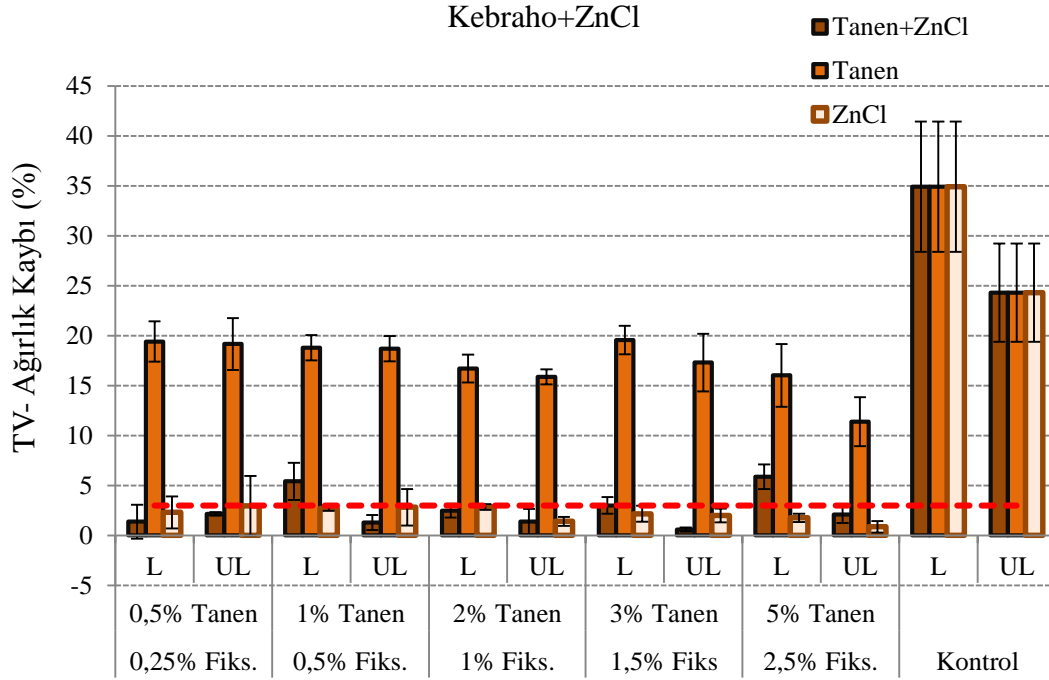
Mimoza taneni hariç tüm tanenlerin *P. chrysogenum* ve *A. niger* saldırılarını teşvik ettiği bulunmuştur. *C. globosum* saldırılarına karşı mazi ve kebraho taneni etkili olmuş, diğer tanenler bu mantarın gelişmesini teşvik etmiştir. Tanenlerin performansındaki farklılıklar tanen çözeltilerinin kimyasal bileşimlerindeki farklılıklardan kaynaklanabilmektedir. *Aspergillus niger* pektinaz, ksilaz ve arabinaz gibi hemiselülozları degrade eden enzimlere sahiptir (Salem vd., 2016). *Aspergillus spp*'in hidrolitik enzimleri selüloz hidrolizine neden olur. *Penicillium* türleri de selülozu degrade eden enzimlere sahiptir. Bazı *Penicillium* türleri pektin ve ksilanı da degrade eder (Mansour vd., 2015). *Aspergillus* ve *Penicillium* gibi türlerin tanen degrade edici yapıları nedeniyle tanenli atıklarda geliştiği gözlenmiştir, bu durum *Aspergillus* ve *Penicillium* türlerinin polifenollerin biyodegradasyonunda kullanılmasına olanak sağlamaktadır (Bhat vd., 1998).

Çalışmanın 2. kısmında fiksasyona yönelik yapılan denemelerde elde edilen ağırlık kayıpları Şekil 4.17-4.24' de gösterilmiştir.



**Şekil 4.17** : Kebraho+bakır II sülfat ile emprenye edilen örneklerde *T. versicolor* saldırısı ile oluşan ağırlık kayıpları (%).

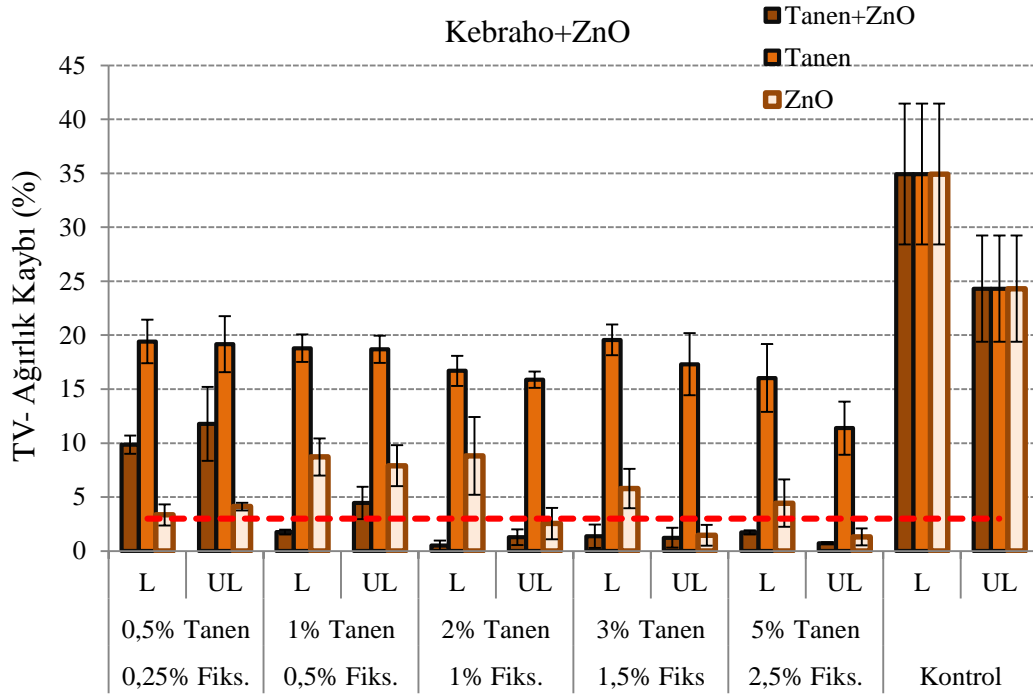
Sadece tanen ile emprenye edilen örneklerde hiçbir grupta başarı sağlanamamıştır. Tanenin bakır II sülfat ile birlikte kullanılması durumunda %1,5 ve 2,5 bakır II sülfat konsantrasyonları hem yıkanmış hem de yıkanmamış örneklerde *T. versicolor*'a karşı başarılı sonuçlar vermiştir (Ağırlık kaybı < %3). %1 bakır sülfat konsantrasyonu ile %2 tanen kombinasyonlu örneklerde yıkanmamış örneklerde %3'den fazla bir ağırlık kaybı bulunurken yıkanmış örneklerde %3'den daha düşük bir ağırlık kaybı elde edilmiştir. Ancak bu gruplarda sadece bakır II sülfat ile emprenye edilen örneklerde de başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Tüm gruplar incelendiğinde tanen+bakır II sülfat kombinasyonları, sadece bakır II sülfat ve sadece tanen ile emprenye edilen örneklere kıyasla daha düşük ağırlık kayıpları vermiştir. Dolayısı ile bir sinerjik etkiden bahsetmek mümkündür (Şekil 4.17). Sadece çinko klorür ile emprenye edilen tüm örneklerde *T. versicolor*'a karşı oldukça iyi bir biyolojik dayanım sağlanmıştır. Tanen ve çinko klorürün birlikte emprenye edildiği yıkanmış örneklerde %1 tanen+%0,5 çinko klorür ve %5 tanen+%2,5 çinko klorür grupları %3'den daha fazla ağırlık kaybı vermiştir. Diğer tüm gruplarda iyi bir biyolojik dayanım sağlanmıştır. Çinko klorür+taneni örneklerde çinko klorürün etkisi bakır II sülfat gibi belirgin değildir. Bu gruplarda biyolojik etkinlik tanenden öte çinko klorürün varlığı nedeniyle olabilir. Kombine edilen örnekler sadece tanen ile emprenyeli örneklere kıyasla oldukça iyi bir biyolojik dayanım özelliği sergilemişlerdir (Şekil 4.18).



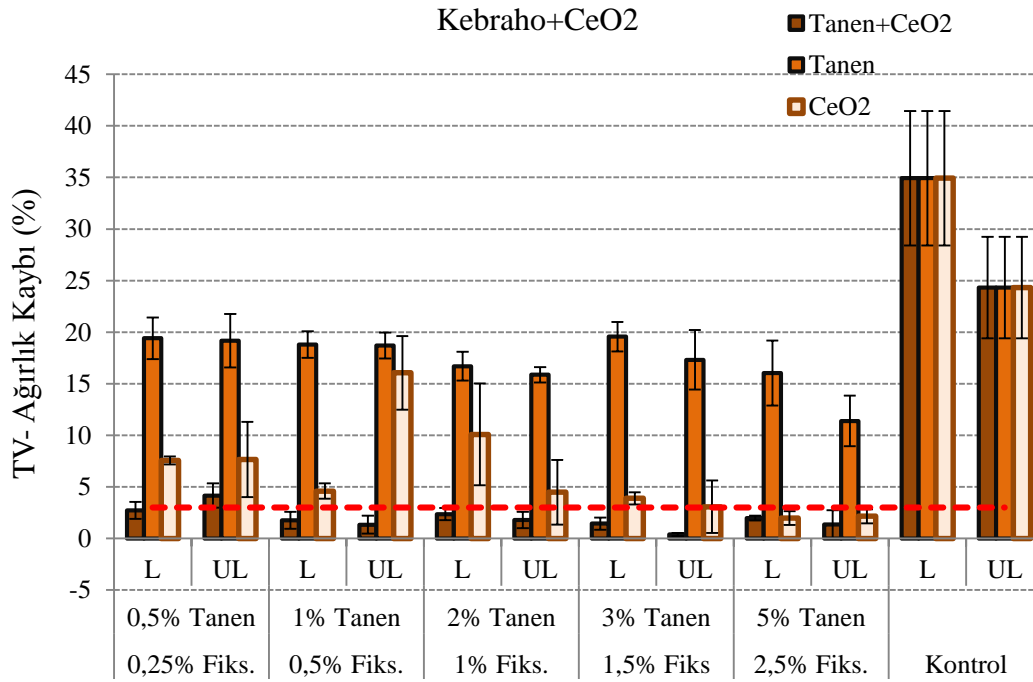
**Şekil 4.18 :** Kebraho+çinko klorür ile emprenye edilen örneklerde *T. versicolor* saldırısı ile oluşan ağırlık kayıpları (%).

Sadece çinko oksit ile emprenye edilen yıkanmamış örneklerde *T. versicolor*'a karşı %1, 1,5 ve 2,5 konsantrasyon seviyelerinde koruma sağlanabilmiştir. Ancak yıkanmış örneklerde %3'den daha fazla ağırlık kaybı olmuştur. Yıkanma deneyi sonrasında çinko oksidin odundan yıkandığı ve yeterli bir koruma sağlanamadığı düşünülmüştür. Oysa tanen ile kombine edilen yıkanmış örneklerde %0,25 çinko oksit konsantrasyonu hariç diğer tüm konsantrasyon seviyelerinde oldukça iyi bir biyolojik dayanım sağlanmıştır. Bu grup içinde çinko oksit ile tanenin sinerjik etkisi çok net olarak gözlenmiştir. Yıkanmış ve yıkanmamış örnekler birlikte değerlendirildiğinde en düşük konsantrasyon ile en iyi koruma %2 tanen+%1 ZnO kombinasyonunda sağlanmıştır (Şekil 4.19).

Sadece seryum oksit ile emprenye edilen örneklerde *T. versicolor*'a karşı %2,5 konsantrasyon seviyelerinde koruma sağlanabilmiştir. Diğer gruplarda %3'den daha fazla ağırlık kaybı olmuştur. Yıkanma deneyinin etkisi seryum oksitte çok belirgin olmamıştır. Oysa tanen ile kombine edilen örneklerde %0,25 seryum oksit konsantrasyonu hariç diğer tüm konsantrasyon seviyelerinde yıkanmış örnekler de dahil oldukça iyi bir biyolojik dayanım sağlanmıştır. Bu grup içinde çinko oksit gibi seryum oksit ile tanenin sinerjik etkisi çok net olarak gözlenmiştir. Yıkanmış ve yıkanmamış örnekler birlikte değerlendirildiğinde en düşük konsantrasyon ile en iyi koruma %1 tanen+%0,5 CeO<sub>2</sub> kombinasyonunda sağlanmıştır (Şekil 4.20).



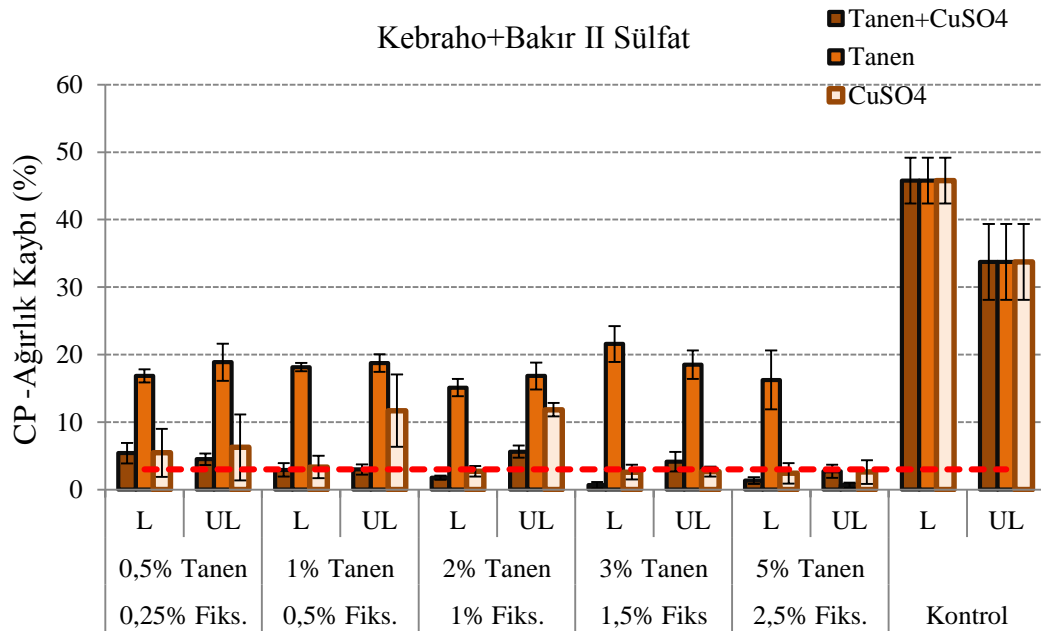
**Şekil 4.19 :** Kebraho+çinko oksit ile empenye edilen örneklerde *T. versicolor* saldırısı ile oluşan ağırlık kayıpları (%).



**Şekil 4.20 :** Kebraho+seryum oksit ile empenye edilen örneklerde *T. versicolor* saldırısı ile oluşan ağırlık kayıpları (%).

*C. puteana* saldırısı sonrasında sadece tanen ile empenye edilen örneklerde %5 konsantrasyon seviyesindeki örneklerin yıkanmamış grubu hariç diğer hiçbir grupta başarı sağlanamıştır. Bu da araştırılan konsantrasyonlar bakımından *C. puteana*'ya karşı koruma sağlanması için minimum %5'lik bir kebraho taneni gerektiğini net olarak göstermiştir.

Sadece bakır II sülfat kullanılması durumunda yıkanmış ve yıkanmamış örneklerde *C. puteana*'ya karşı iyi bir dayanım %1,5 ve 2,5 konsantrasyon seviyesinde elde edilmiştir. %0,5 ve 1 konsantrasyon seviyelerinde empenye edilen yıkanmamış örneklerdeki ağırlık kaybı yıkanmış örneklerden fazla olmuştur. Bu durumda odunda bakır II sülfat bulunması *C. puteana* mantar saldırılarını teşvik etmiştir. Tanenin bakır II sülfat ile birlikte kullanılması durumunda %0,25 bakır II sülfat konsantrasyonu hariç diğer gruplarında yıkanmış örneklerde *C. puteana*'ya karşı başarılı sonuçlar alınmıştır (Ağırlık kaybı < %3). Kombine edilen örneklerde yıkanmış örnekler, yıkanmamış örneklerden daha düşük ağırlık kaybı vermiştir. Tüm gruplar incelendiğinde tanen+bakır II sülfat kombinasyonları, sadece bakır II sülfat ve sadece tanen ile empenye edilen örneklere kıyasla daha düşük ağırlık kayıpları vermiştir. Dolayısı ile bir sinerjik etkiden bahsetmek mümkündür. Hem yıkanmış hem de yıkanmamış örneklerde iyi bir biyolojik dayanım için gerek duyulan en düşük konsantrasyon seviyesi %1 tanen+% 0,5 bakır II sülfattır (Şekil 4.21).

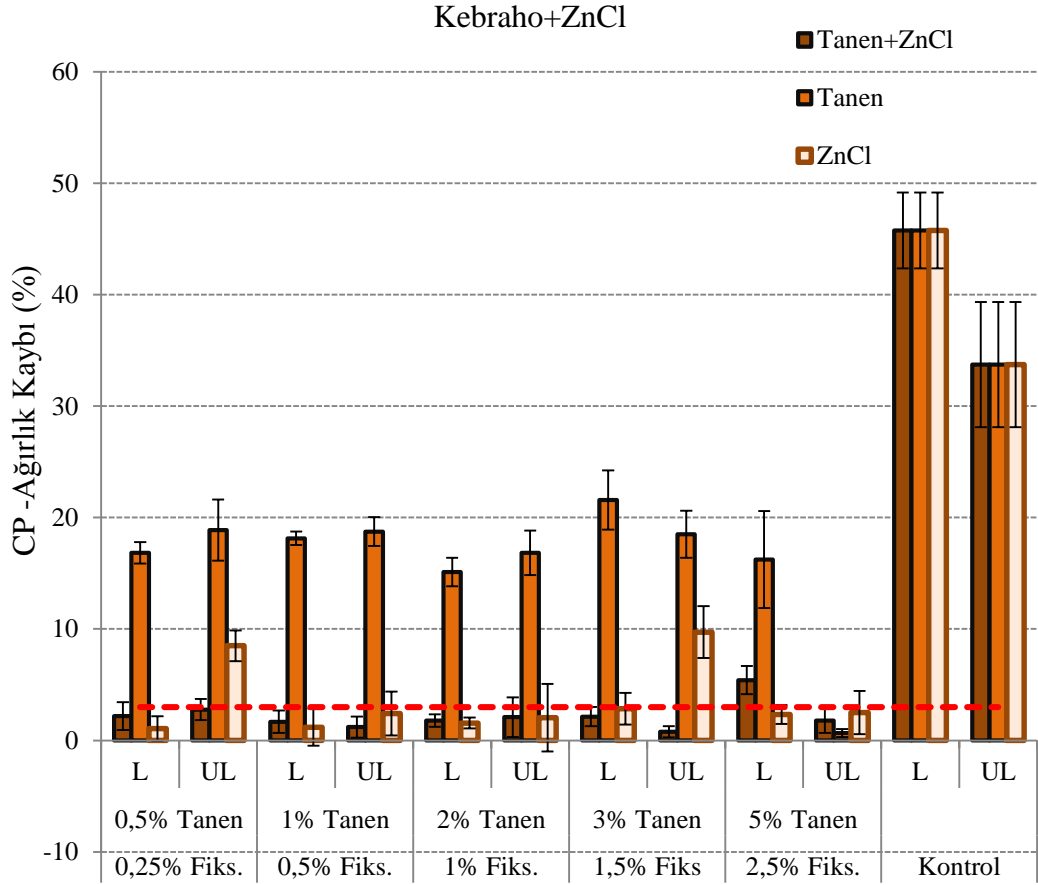


**Şekil 4.21** : Kebraho+bakır II sülfat ile empenye edilen örneklerde *C. puteana* saldırısı ile oluşan ağırlık kayıpları (%).

Sadece çinko klorür ile empenye edilen %0,25 ve 1,5 konsantrasyon seviyesindeki yıkanmamış örnekler hariç diğer tüm örneklerde *C. puteana*'a karşı oldukça iyi bir biyolojik dayanım sağlanmıştır. Tanen ve çinko klorürün birlikte empenye edildiği yıkanmış %5 tanen+%2,5 çinko klorür örnekleri hariç tüm gruplar %3'den daha az ağırlık kaybı vermiş ve iyi bir biyolojik dayanım sağlanmıştır. *T. versicolor* mantarında olduğu gibi çinko klorür+ tanen'li örneklerde çinko klorürün etkisi bakır



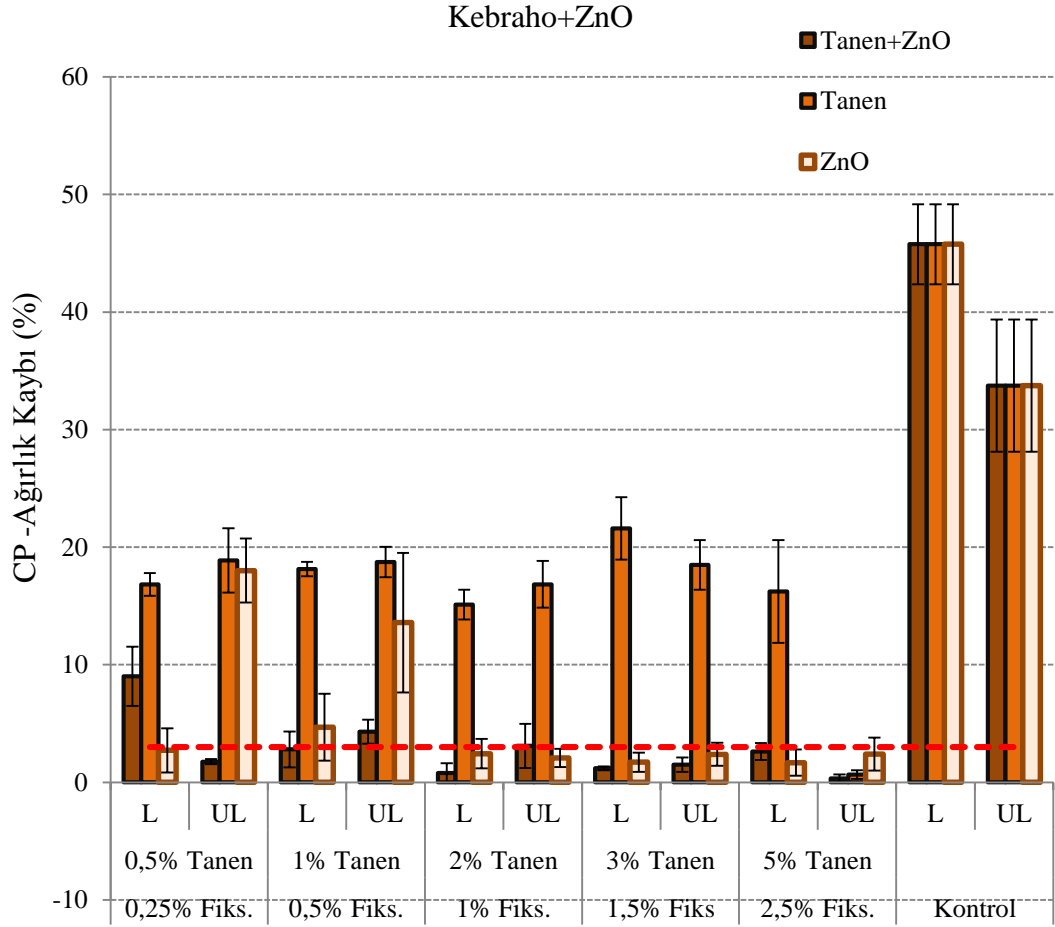
II sülfat gibi belirgin değildir. Bu gruplarda biyolojik etkinlik tanenden öte çinko klorürden kaynaklanmış olabilir. Ancak kombine edilen örnekler sadece tanen ile emprenyeli örneklerle kıyasla oldukça iyi bir biyolojik dayanım özelliği sergilemişlerdir (Şekil 4.22).



**Şekil 4.22 :** Kebraho+çinko klorür ile emprenye edilen örneklerde *C. puteana* saldırısı ile oluşan ağırlık kayıpları (%).

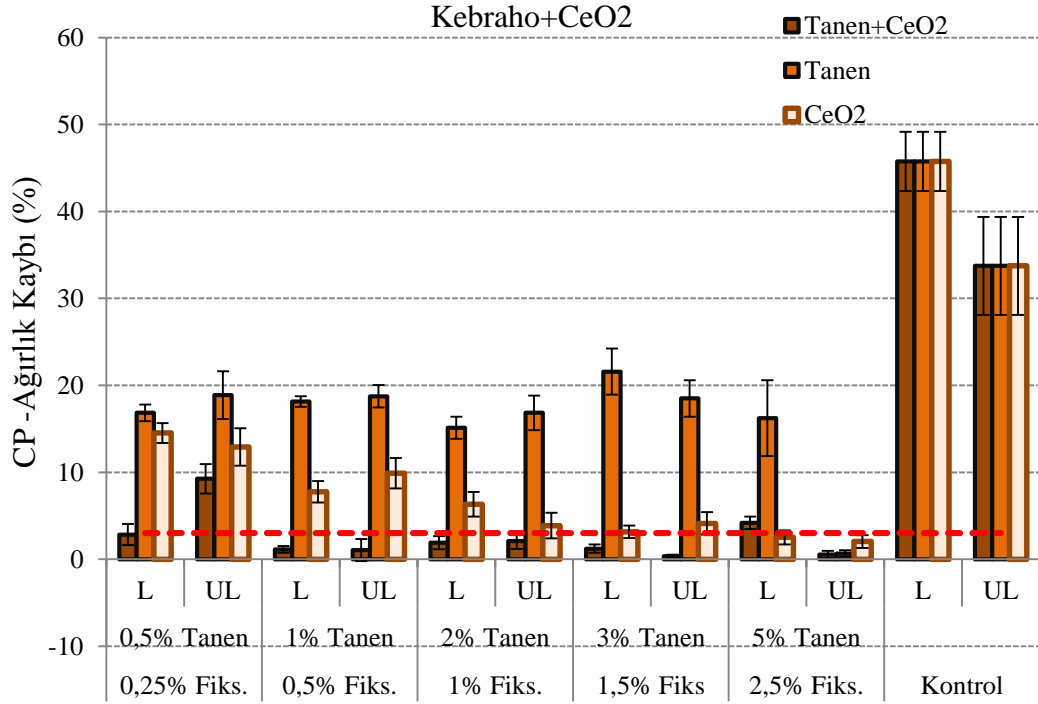
Sadece çinko oksit ile emprenye edilen yıkanmış ve yıkanmamış örneklerin 2 grubu da göz önüne alındığında *C. puteana*'ya karşı %1, 1,5 ve 2,5 konsantrasyon seviyelerinde koruma sağlanabilmiştir. Diğer 2 konsantrasyon seviyesinde yıkanmış örnekler yıkanmamış örneklerden daha düşük bir ağırlık kaybı vermiştir ama belirlenen ağırlık kayıpları %3'den fazla olmuştur. Tanen ile kombinasyonda, sinerjik etki %1, 1,5 ve 2,5 konsantrasyon seviyesindeki ZnO için belirgin değildir ancak %0,25 ve %0,5 konsantrasyon seviyelerinde daha net olarak gözlenmiştir. Düşük konsantrasyon seviyelerinde tanen+ZnO kombinasyonu sadece ZnO'ya kıyasla daha düşük ağırlık kaybı vermiştir. Tanen ile kombinasyonlarda %0,5 ZnO'lu yıkanmış ve %0,25 ZnO'lu yıkanmamış örneklerde EN 113'e göre iyi bir biyolojik dayanım elde

edilmiştir. Tanenin ZnO ile kombinasyonunda *T. versicolor*'a karşı çok iyi bir sinerjik etki sağlanırken aynı etki *C. puteana* için sınırlı olmuştur (Şekil 4.23).



**Şekil 4.23:** Kebraho+çinko oksit ile empenye edilen örneklerde *C. puteana* saldırısı ile oluşan ağırlık kayıpları (%).

Sadece seryum oksit ile empenye edilen örneklerde *C. puteana*'ya karşı %1,5 ve 2,5 konsantrasyon seviyelerinde koruma sağlanabilmiştir. Diğer gruplarda %3'den daha fazla ağırlık kaybı olmuştur. Yıkama deneyinin etkisi seryum oksitte daha belirgin olmuştur. Yıkanan örnekler daha fazla ağırlık kaybetmiştir. Oysa tanen ile kombine edilen örneklerde %0,25 seryum oksit konsantrasyonu hariç diğer tüm konsantrasyon seviyelerinde hem yıkamış hem de yıkamamış örneklerde oldukça iyi bir biyolojik dayanım sağlanmıştır. *C. puteana* mantarına maruz bırakılan örnek grupları içinde seryum oksit ile tanenin sinerjik etkisi çok net olarak gözlenmiştir. Yıkamış ve yıkamamış örnekler birlikte değerlendirildiğinde en düşük konsantrasyon ile en iyi koruma %1 tanen+%0,5 CeO<sub>2</sub> kombinasyonunda sağlanmıştır. Aynı sonuç *T. versicolor* mantarında da elde edilmiştir (Şekil 4.24).



**Şekil 4.24 :** Kebraho+seryum oksit ile empenye edilen örneklerde *C. puteana* saldırısı ile oluşan ağırlık kayıpları (%).

Çalışmanın ikinci kısmında elde edilen sonuçlar özetlenecek olursa;

Tanen çözeltilerinin %0,5 ile %5 arasındaki konsantrasyonları beyaz çürüklük mantarı *T. versicolor*'a karşı başarısız olurken, *C. puteana*'ya karşı sadece %5'lik konsantrasyonu başarılı olmuştur. Ancak örnekler yıkandıktan sonra *C. puteana*'ya karşı da bir biyolojik dayanım sağlanamamıştır.

*T. versicolor* mantarına karşı tanen+fiksator kullanılan gruplarda hem yıkanmış hem de yıkanmamış örneklerin 2 grubu da göz önüne alındığında en iyi sinerjik etki nano çinko ve seryum oksitte sağlanmıştır. Nano çinko oksit kullanılması durumunda iyi bir biyolojik etkinlik için minimum konsantrasyon seviyesi %2 tanen + %1'lik çinko oksit; nano seryum oksit kullanılması durumunda minimum konsantrasyon seviyesi %1 tanen + %0,5'lik seryum oksit olarak belirlenmiştir. Tanenlerin bakır II sülfat ile sinerjik etkisi nano metal oksitler gibi çok keskin olmamıştır. Çinko klorürle kombinasyonlarda ise, sağlanan biyolojik etkinliğin temeli çinko klorürün kendisi olmuştur. Nano çinko ve seryum oksitle elde edilen başarılı sonuç, nano metal oksitlerin diğer kimyasallara kıyasla çok daha küçük boyutta olmasına, böylelikle odun içerisine daha iyi nüfuz etmesi ve tanen ile daha fazla reaksiyona girmiş olmasına bağlı olabilir. Nanometallerin sahip oldukları karakteristik özellikler (büyüklük, toz-sıvı formu, konsantrasyon vb.) odun koruma uygulamalarında performansı önemli

ölçüde etkilemektedir (Akhtari ve Arefkhani, 2010; Blanchard ve Blanchet, 2011). 1-100nm büyüklüğündeki nano metaller kimyasalın odundaki penetrasyonunu önemli ölçüde arttırabilir. Eğer partikül büyüklüğü odundaki pencere tipi geçit çapından (<10,000nm) ve kenarlı geçitlerden (400–600nm) daha küçük ise, penetrasyonun homojen bir dağılım içinde olması beklenir (Akhtari ve Arefkhani, 2010). Nano parçacıklar yüksek dispersiyon stabilitesine sahip olup nanometal hazırlamalarında düşük vizkoziteye sahiptirler. Bütün bu özelliklerin bir araya gelmesiyle odunu homojen bir şekilde koruyabilmektedirler (Akhtari ve Arefkhani, 2010). Nano parçacık kullanımı empenyesi güç ağaç türlerinin empenye edilebilirliğini arttırabilir ve mühendislik ürünü kompozit malzemelerde yıkanma özelliği az olan ürün eldesini sağlayabilir (Kartal vd., 2009).

*C. puteana* mantarına karşı tanen+fiksator kullanılan gruplarda hem yıkanmış hem de yıkanmamış örneklerin 2 grubu da göz önüne alındığında en iyi sinerjik etki bakır II sülfat ile nano seryum oksitte sağlanmıştır. Bakır II sülfat kullanılması durumunda iyi bir biyolojik etkinlik için minimum konsantrasyon seviyesi %1 tanen + %0,5'lik bakır sülfat; nano seryum oksit kullanılması durumunda minimum konsantrasyon seviyesi %1 tanen + %0,5'lik seryum oksit olarak belirlenmiştir. Tanenin nano çinko oksit ile sinerjik etkisi *T. versicolor* mantarındaki gibi net olmamıştır. Yine çinko klorürle kombinasyonlarda ise, sağlanan biyolojik etkinliğin temeli çinko klorürün kendisi olmuştur.

### **4.3 Yıkanma Sularının Zehirlilik Testine İlişkin Bulgular ve Tartışma**

Yıkanma testinde toplanan sudaki mantar gelişimi, yıkanan kimyasal madde ve tanen miktarı ile ilgili bir bilgi vermesi amacıyla araştırılmıştır. Çizelge 4.8 ve Çizelge 4.9'da petri kabında misellerin gelişimi (cm) ölçülmüş ve elde veriler özetlenmiştir. *T. versicolor* mantarının yıkanma sularındaki gelişimi Ek D (1-3)'de, *C. puteana*'nın gelişimi ise Ek E (1-3)'de gösterilmiştir. Çizelge ve resimlerden görüleceği üzere yıkanma sularının tüm gruplarında 2. hafta sonunda mantar miselleri kontrol örnekleri gibi gelişim göstermiş ve petri kabının her yerini miseller sarmıştır. 1. hafta sonunda ise yıkanma sularında mantar gelişmesi birkaç grup hariç kontrol örneklerine benzer bulunmuştur. *T. versicolor* mantarında kebraho+bakır II sülfat ve kebraho+çinko klorit olan yıkanma sularında en az gelişim gözlenmiştir. *C. puteana* mantarında ise çinko oksit, çinko klorit, seryum oksit, kebraho+çinko klorit ve kebraho+seryum oksit olan

gruplarda misel gelişimi daha yavaş olmuştur. Mantar misellerinin yıkanma sularında gelişmesi, kimyasal madde yıkanmasının azlığını ifade etmekle birlikte bu durum *T. versicolor* mantarında geçerli olmayabilir. Nitekim tezin 1. kısmında da görüldüğü üzere *T. versicolor* mantarı tanen ve tanenli atıklarda gelişim gösteren bir tür olmuştur.

**Çizelge 4.8 : Yıkanma sularında mantarların gelişimi (cm).**

Gruplar	Konsantrasyon	<i>T. versicolor</i>		<i>C. puteana</i>	
		1.hafta	2.hafta	1.hafta	2.hafta
Kebraho	%0,5	5,3 (0,3)	9,0 (0,0)	5,6 (0,8)	9,0 (0,0)
	%1	5,8 (0,9)	9,0 (0,0)	<b>4,9 (0,5)</b>	9,0 (0,0)
	%2	5,5 (0,0)	9,0 (0,0)	5,8 (1,2)	9,0 (0,0)
	%3	5,8 (0,5)	9,0 (0,0)	5,5 (0,4)	9,0 (0,0)
	%5	6,0 (0,4)	9,0 (0,0)	6,0 (0,4)	9,0 (0,0)
Bakır II sülfat	%0,25	6,0 (0,0)	9,0 (0,0)	8,0 (0,0)	9,0 (0,0)
	%0,5	7,0 (0,7)	9,0 (0,0)	5,6 (0,5)	9,0 (0,0)
	%1	5,8 (0,3)	9,0 (0,0)	4,6 (0,5)	9,0 (0,0)
	%1,5	5,3 (0,3)	9,0 (0,0)	5,3 (0,3)	9,0 (0,0)
	%2,5	5,9 (0,3)	9,0 (0,0)	7,8 (1,0)	9,0 (0,0)
Çinko klorit	%0,25	6,6 (0,5)	9,0 (0,0)	5,5 (0,4)	9,0 (0,0)
	%0,5	<b>4,6 (0,3)</b>	9,0 (0,0)	<b>4,9 (0,5)</b>	9,0 (0,0)
	%1	5,8 (0,5)	9,0 (0,0)	6,3 (0,6)	9,0 (0,0)
	%1,5	6,1 (0,5)	9,0 (0,0)	<b>4,5 (0,7)</b>	9,0 (0,0)
	%2,5	6,6 (0,5)	9,0 (0,0)	5,1 (1,2)	9,0 (0,0)
Çinko oksit	%0,25	6,9 (0,3)	9,0 (0,0)	5,8 (0,5)	9,0 (0,0)
	%0,5	7,0 (0,4)	9,0 (0,0)	5,8 (0,6)	9,0 (0,0)
	%1	5,6 (0,5)	9,0 (0,0)	<b>4,5 (0,7)</b>	9,0 (0,0)
	%1,5	5,1 (0,5)	9,0 (0,0)	<b>4,8 (0,6)</b>	9,0 (0,0)
	%2,5	5,8 (0,3)	9,0 (0,0)	<b>4,4 (0,5)</b>	9,0 (0,0)
Seryum oksit	%0,25	5,4 (0,8)	9,0 (0,0)	5,5 (0,7)	9,0 (0,0)
	%0,5	5,8 (0,3)	9,0 (0,0)	<b>4,8 (0,5)</b>	9,0 (0,0)
	%1	5,6 (0,5)	9,0 (0,0)	6,1 (0,5)	9,0 (0,0)
	%1,5	5,3 (0,3)	9,0 (0,0)	5,5 (0,0)	9,0 (0,0)
	%2,5	5,4 (0,3)	9,0 (0,0)	<b>4,9 (0,3)</b>	9,0 (0,0)

**Çizelge 4.9 : Yıkanma sularında mantarların gelişimi (cm).**

Gruplar	Konsantrasyon	<i>T. versicolor</i>		<i>C. puteana</i>	
		1.hafta	2.hafta	1.hafta	2.hafta
Kebraho	%0,25	5,3 (0,3)	9,0 (0,0)	6,8 (0,3)	9,0(0,0)
+Bakır II sülfat	%0,5	<b>4,3 (0,3)</b>	9,0 (0,0)	5,5 (0,8)	9,0(0,0)
	%1	<b>4,8 (0,4)</b>	9,0 (0,0)	5,3 (0,3)	9,0(0,0)
	%1,5	8,5 (0,7)	9,0 (0,0)	5,4 (0,5)	9,0(0,0)
	%2,5	<b>3,6 (2,1)</b>	9,0 (0,0)	6,4 (0,6)	9,0(0,0)
Kebraho	%0,25	5,6 (0,3)	9,0 (0,0)	<b>4,5 (0,7)</b>	9,0(0,0)
+Çinko	%0,5	6,9 (0,5)	9,0 (0,0)	5,5 (0,6)	9,0(0,0)
klorit	%1	<b>4,6 (1,4)</b>	9,0 (0,0)	6,8 (1,0)	9,0(0,0)
	%1,5	<b>3,1 (0,6)</b>	9,0 (0,0)	<b>4,4 (0,6)</b>	9,0(0,0)
	%2,5	6,9 (0,5)	9,0 (0,0)	5,3 (0,3)	9,0(0,0)
Kebraho	%0,25	<b>3,6 (0,3)</b>	9,0 (0,0)	5,8 (0,5)	9,0(0,0)
+Çinko	%0,5	5,0 (0,4)	9,0 (0,0)	5,6 (0,3)	9,0(0,0)
oksit	%1	6,0 (0,4)	9,0 (0,0)	5,1 (0,8)	9,0(0,0)
	%1,5	5,5 (0,4)	9,0 (0,0)	6,0 (0,0)	9,0(0,0)
	%2,5	5,4 (0,5)	9,0 (0,0)	5,0 (1,7)	9,0(0,0)
Kebraho	%0,25	5,8 (0,6)	9,0 (0,0)	<b>4,4 (0,5)</b>	9,0(0,0)
+Seryum	%0,5	5,5 (0,4)	9,0 (0,0)	5,0 (0,4)	9,0(0,0)
oksit	%1	5,0 (0,4)	9,0 (0,0)	5,5 (1,3)	9,0(0,0)
	%1,5	5,6 (0,5)	9,0 (0,0)	5,1 (0,8)	9,0(0,0)
	%2,5	6,0 (0,4)	9,0 (0,0)	<b>4,9 (0,5)</b>	9,0(0,0)
Kontrol		6,1 (0,6)	9,0 (0,0)	6,8 (0,7)	9,0(0,0)

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmanın birinci kısmında tanen çözeltilerinin yıkanmamış örneklerde esmer çürüklük mantar saldırılarını (sumak, kebraho ve mimoza taneninde *T. palustris* hariç) engelleyebildiği ancak beyaz çürüklük mantarı *T. versicolor* mantarının saldırılarını engelleyemediği tespit edilmiştir. Bu durumda mantarların degradasyon mekanizması etkili olmuştur.

Yıkanma deneylerinde tanenlerin odundan büyük ölçüde yıkandığı ve odunda koruma sağlayacak seviyede tanen kalmadığı gözlenmiştir. Mimoza taneni hariç tüm tanenlerin *P. chrysogenum* ve *A. niger* saldırılarını teşvik ettiği bulunmuştur. *C. globosum* saldırılarına karşı mazı ve kebraho taneni etkili olmuş, diğer tanenler bu mantarın gelişmesini teşvik etmiştir. Yedi farklı mikroorganizmaya karşı en etkili tanen kebraho taneni olarak bulunmuş ve en fazla ağırlık kaybı veren mikroorganizma ise *T. versicolor* olarak tespit edilmiştir. Tanenlerin türlerindeki performans farklılığı, tanenlerin kimyasal bileşimi ve içerdiği karbonhidrat gibi safsızlıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tanenlerin performansındaki farklılıklar tanen çözeltilerinin kimyasal bileşimlerindeki farklılıklardan ve mantarların degradasyon mekanizmalarından kaynaklanabilmektedir. Bu kısımdaki sonuçlar ekstraktiflerin veya tanenlerin odunu tüm mikroorganizmalara karşı korumadığı, aksine bazı mikroorganizmaların saldırılarını teşvik ettiği net olarak göstermiştir.

Çalışmanın ikinci kısmında kebraho taneninin %0,5 ile %5 arasındaki konsantrasyonları beyaz çürüklük mantarı *T. versicolor*'a karşı başarısız olurken, *C. puteana*'ya karşı sadece %5'lik konsantrasyonu başarılı olmuştur. Ancak örnekler yıkandıktan sonra *C. puteana*'ya karşı da bir biyolojik dayanım sağlanamamıştır. *T. versicolor* mantarına karşı tanen+fiksator kullanılan gruplarda hem yıkanmış hem de yıkanmamış örneklerin 2 grubu da göz önüne alındığında en iyi sinerjik etki nano çinko ve seryum oksitte; *C. puteana* mantarına karşı ise en iyi sinerjik etki bakır II sülfat ile nano seryum oksitte sağlanmıştır. Söz konusu metallerin tanen ile kombinasyonunda düşük konsantrasyon seviyelerinde yıkanma da azaltılmış ve oldukça başarılı sonuçlar alınmıştır.

Özellikle yüksek oranda fenolik içeren kabuk ekstraktlarının odun koruma amaçlı kullanımı bir potansiyel taşımaktadır. Tüm dünyada gittikçe artan ve çözülmesi için

cididi para ve işgücü harcanan atık problemine, kabuk atıklarının odun koruma alanında değerlendirilmesi ile bir çözüm önerisi sağlanabilir. Böylece, çevreye dost doğal bir emprenye maddesinin geliştirilmesinde üretim enerjisi ve masrafları azaltılmış olacaktır.

Tanen ekstraktlarının nano metal oksitler ve bakır II sülfat ile birlikte kullanılması tanenin odundan yıkanmasını ve odunun çürümesini azaltarak sinerjik bir etki sağlayabilir ve odunun dış koşullara karşı dayanım özellikleri arttırılabilir. Yapılacak ileri çalışmalar ile yıkanan tanen miktarının gravimetrik olarak tespiti ile yıkanmanın seyri belirlenebilir ve yıkanma problemine ne ölçüde bir iyileşme sağladığı tespit edilebilir. Ekstraktların HPLC analizleri ile anti fungal özellikler arasında daha ayrıntılı bilgiler elde edilebilir.





## KAYNAKLAR

- Ahmed, B.M.**, (2000). *The Effects of Boron-Treated Timbers Against Coptotermes Species in Australia*, PhD Thesis, School of Forestry, Institute of Land and Food Resource The University of Melbourne, Melbourne, Victoria, Australia.
- Akhtari M., Arefkhani M.**, (2010). Application of Nanotechnology in Wood Preservation, Paper prepared for the *41st Annual Meeting*, Biarritz, France, IRG/WP10-30542.
- Almusant, N., Arnould, O., Pizzi, A., Depres, A., Mansouris, R.H., Bardet, S.**, (2009). Baudssé, Biological Properties of an OSB Eco-product Manufactured from Mixture of Durable and Nondurable Species and Natural Resins, *European Journal of Wood Products*, 67, 439-447.
- Anşin, R. ve Özkan, Z.C.**, (1993). *Tohumlu Bitkiler*. Trabzon, KTÜ Orman Fakültesi
- Antilla, A-K., Pirtillä, A.M.**, (2013). Häggman, H., Harju, A., Venäläinen, M., Happala, A., Holmbom, B., Julkunen-Tiitto, R., Condensed Conifer Tannins as Antifungal Agents in Liquid Culture, *Holzforschung*, 67(7), 825–832.
- ASTM-D, 1413-76**, (1976). Standard Test Method of Testing Wood Preservatives by Laboratory Soilblock Cultures, Annual Book of ASTM Standards, Philadelphia, 452-460.
- Baysal, E., Sönmez, A., Çolak, M. ve Toker, H.**, (2006). Amount of Leachant and Water Absorbition Levels of Wood Treated with Borates and Water Repellents, *Bioresource Technology*, 97, 2271-2279.
- Baysal, E., Yalınkılıç, M., K., Altınok, M., Sönmez, A., Peker, H. ve Çolak, M.**, (2007). Some Physical, Biological, Mechanical and Fire Properties of Wood Polymer Composite (WPC) Pretreated with Boric Acid and Borax Mixture, *Construction and Building Materials*, 21, 9, 1879-1885.
- Bellotti, N., Del Amo B., (2012). Romagnoli, R.**, Tara tannin a natural product with antifouling coating application, *Progress in Organic Coatings* 74(3), 411-417.
- Bernardis, A.C., Popoff, O.**, (2009). Durability of Pinus Elliotti Wood Impregnated with Quebracho Colorado (Schinopsis Balansae) Bio-Protectives Extracts and CCA, Maderas. *Ciencia y Tecnologia*, 11(2), 107-115.
- Bhat, T.K., Singh, B., Sharma, O.P.**, (1998). Microbial degradation of tannins—a current perspective. *Biodegradation*, 9(5), 343-357.
- Blanchard V., Blanchet P.**, (2011). Color stability for wood products during use: Effects of inorganic nanoparticles, *BioResources*, 6(2), 1219-29.
- Bozkurt, A., Göker, Y., Erdin, N.**, (1993). *Emprenye Tekniği*. İstanbul, İstanbul Üniversitesi.
- Bozkurt, A., Y. ve Göker, Y.**, (1996). *Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi*. İstanbul, İstanbul Üniversitesi.
- Bozkurt, A., Y. ve Erdin, N.**, (1997). *Ağaç Teknolojisi Ders Kitabı*. İstanbul, İstanbul Üniversitesi.
- Bozkurt, A., Y. ve Erdin, N.**, (2000). *Odun Anatomisi*. İstanbul, İstanbul Üniversitesi.

**Calegari, L., Lopes, P.J.G., Santana, G.M., Stangerlin, D.M., De Oliviera, E., Gatto, D.A.,** (2014). Eficiência de Extrato Tânico Combinado ou não com Ácido Boronico na Proteção da Madeira de *Ceiba pentandra* Contra Cupim Xilofago, *Floresta*, 44, 43-52.

**Charrier, F., Moubarik., Allal, A., Pizzi, A., Charrier, B.,** (2010). Fungal Decay resistance and Mechanical Properties of Plywood Panels Made from Maritime Pine (*Pinus Pinaster*) and Bonded with Cornstrach-Quebracho Tannin-Phenol Formaldehyde Adhezive, *Paper prepared for the 41st Annual Meeting*, Biarritz, France, IRG/WP10-40490.

**Dikmelik, Y.,** (2013). *Deri teknolojisi*, Hurriyet Matbaacılık, Sepici Kültür Hizmeti Yayınları-4, İzmir.

**Dirol, D., Scalbert, A.,** (1991). Improvemet of Wood Decay Resistance by Tannin Impregnation, *Paper prepared for the 22nd Annual Meeting*, Kyoto, Japan, IRG/WP, Mayıs 20-24.

**Dorado J, Van Beek TA, Claassen FW, Sierra-Alvarez R.,** (2001). Degradation of lipophilic wood extractive constituents in *Pinus sylvestris* by the white-rot *Bjerkandera* sp. and *Trametes versicolor*. *Wood Science and Technology* 35, 117-125.

**Dündar, T.,** (2005). *Sarıçamda Değişik Silvikültürel Müdahalelerin Odunun Teknolojik Özellikleri Üzerine Etkisi*, (Doktora Tezi). İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

**Efhamissi, D., Thevenon, M.-F., Hamzeh, Y., Pizzi, A., Karimi, A., Pourtahmasi, K.,** (2014). The Effects of Boric Acid Addition on Hardening Rate of Quebracho Tannin Adhesive and Biological resistance of Poplar Plywood, Conference: Journées scientifiques du GDR3544 Sciences du Bois – Nancy 12 au 14.

**EN 113,** (1980). Wood preservatives. Test method for determining the protective effectiveness against wood destroying Basidiomycetes, Determination of the toxic values.

**EN 84,** (1997). Wood preservatives. Accelerated ageing of treated wood prior to biological testing. Leaching procedure.

**EPA** (2006). US EPA – Pesticides: Reregistration – Chromated Copper Arsenate (CCA). Erişim tarihi 25 Ocak 2010, <http://www.epa.gov/oppad001/reregistration/cca/>

**Erdin, N.,** (2009). *Ahşap Konservasyonu*. İstanbul, İstanbul Üniversitesi.

**Evans, P., Chowdhury, J.M., Mathews, B., Schmalzl, K., Ayer, S., Kiguchi, M., Kataoka, Y.,** (2005). *Weathering and surface protection of wood, Handbook of environmental degradation of materials*, Kutz, M. (Editor), 277-293, William Andrew Inc., New York.

**Gezer, E.D.,** (2003). *Kullanım süresinin tamamlanmış emprenyeli ağaç malzemelerin yeniden değerlendirilmesi olanaklarının araştırılması*, (Doktora Tez), Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

**Gönültaş, O.,** (2013). *Doğu Ladini (Picea orientalis) ve Meşe (Quercus spp.) Kabukları Tanenin Biotutkal Üretiminde Kullanılması*, (Doktora Tezi), İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

**Griffiths, D.W.,** (1991). Toxic substances in crop plants, J. P. F. D’Mello, D. M. Duffus and J. H. Duffus (editörler), 180, The Royal Society of Chemistry, Cambridge.

- Grisby, W., Bridson, J.H., Schrade, C.,** (2014). Modifying Biodegradable Plastics with Additives Based on Condensed Tannin Esters, *Journal of Applied Polymer Science*, 132 (11) 132,41626.
- Hu, J.,** (2013). Physical, Mechanical and Chemical Investigations of Advanced Tannin-Boron Formulations, Scientific Report of Short Term Scientific Mission, COST-STSM-ECOST-STSM-FP1006-251113-037279.
- Humar, M., Kalan, P., Pohleven, F. ve Sentjurc, M.,** (2005). Influence of Carboxylic Acids on Fixation of Copper in Wood Impregnated with Copper Amine Based Preservatives, *Wood Science and Technology*, 39(8), 685-693.
- Jasni, R., Pari, H., Kosasih, G., Sutrisno, K.,** (2001). *The potential use of tannin as a preservative for wood and rattan*, Proceedings of the Fifth International Conference on the Development of Wood Science, Wood Technology and Forestry, ICWSF, Ljubljana, Slovenija, ( ss 61-67 ), 5-7 September.
- Kartal, S., N., Yoshimura, T. ve Imamura, Y.,** (2004). Decay and Termite Resistance of Boron-Treated and Chemically Modified Wood by in Situ Co-Polymerization of Allyl Glycidyl Ether (AGE) with Methyl Methacrylate (MMA), *International Biodeterioration and Biodegradation*, 53, 111-117.
- Kartal S.N., Green III F., Clausen C.A.,** (2009). Do the unique properties of nanometals affect leachability or efficacy against fungi and termites, *International Biodeterioration & Biodegradation*, 63(4), 490-5.
- Khanbabaee, K.,** (2001). Ree, T.V., Tannins: classification and definition, *Natural Product Reports*, 18, 641–649.
- Koski, A.,** (2008). *Applicability of Crude Tall Oil for Wood Protection*, (Ph.D Thesis), Faculty of Technology, Department of Process and Environmental Engineering, University of Oulu, Oulu, Finland.
- Krisper, P., V. Tišler, V. Skubic, I. Rupnik, S. Kobal,** (1992). The use of Tannin from Chestnut (*Castanea Vesca*), *Plant Polyphenols*, Volume 59 of the series Basic Life Sciences, pp 1013-1019.
- Laks, P.E., McKaig, P.A.,** (1988). Flavonoid Biocides: Wood Preservatives Based on condensed Tannins, *Holzforschung*, 42, 299-306.
- Liibert, L., Treu, A., Meier, P.,** (2011). The Fixation of New Alternative Wood Protections Systems by Means of Oil Treatment, *Materials Science*, 17(4), 1392-1320.
- Lomeli Ramirez, M.G., Ochoa Ruiz, H.G., Arzate, F.N., Cerpa Gallegos, M.A., Enriquez, S.G.,** (2012). Evaluation of fungi Toxic Activity of Tannins and a Tannin-Copper Complex from the Mesocarp of *Cocos Nucifera* Linn, *Wood and Fiber Science*, 44(4), 357-364.
- Lotz, W.R., Hollaway, D.F.,** (1988). *United States Patent*, Patent number: 4,732,817,U.S, Wood Preservation.
- Machado, J.S.,** (1992). Impregnation of Timber Tannin as a Mean of Improvng its Dimensional Stability, *International Research Group on Wood Preservation*, 3695-92.
- Makkar HPS, Singh B, Kamra DN.,** (1994). Biodegradation of tannins in oak (*Quercus incana*) leaves by *Sporotrichum pulverulentum*. *Letters in Applied Microbiology* 18, 39–41.

- Mansour, M.M., Salem, M.Z.M., Khamis, M.H., Ali, H.M.,** (2015). Natural durability of *Citharexylum spinosum* and *Morus alba* woods against three mold fungi. *BioResources*, 10(3), 5330-5344.
- Militz, H., Homan, W.J.,** (1993). The Use of Natural and Synthetical Tannis to Improve the Dimensional Stability and Durability of Beechwood (*Fagus Sylvatica*), *International Research Group on Wood Preservation* Orlando, USA, 93-30016.
- Nemli, G., Gezer, E.D., Yildiz, S., Temiz, A., Aydin, A.,** (2006). Evaluation of the Mechanical, Physical Properties and Decay Resistance of Particleboard Made from Particles Impregnated with *Pinus Brutia* Bark Extractives, *Bioresour. Technol.*, 97, 2059–2064.
- Nuopponen, M.,** (2005). *FTIR and UV Raman Spectroscopic Studies on Thermal Modification of Scots Pine Wood and its Extractable Compounds*, (Ph.D Thesis), Helsinki University of Technology, Espoo, Finland.
- Örs, Y. ve Keskin, H.,** (2001). *Ağaç Malzeme Bilgisi*, İstanbul, İstanbul Üniversitesi
- Pizzi, A.,** (1983). *Wood adhesives chemistry and technolog*, Fransa: Nancy I Epinal Üniversitesi
- Pizzi, A.,** (2006). Recent developments in eco-efficient bio-based adhesives for wood bonding: opportunities and issues, *J. Adhesion Sci. Technol.*, 20(8), 829-846.
- Reinprecht L, Svoradová M, Réh R, Marchal R, Charrier B.,** (2010). Decay resistance of laminated veneer lumbers from European oaks. *Wood Research* 55(4), 79-90.
- Rowell, R.M.,** (2005). Moisture Properties, *Wood Chemistry and Wood Composites*, Taylor and Francis, CRC Pres, Boca Raton, Florida.
- Sakarya, S., Canlı, Ş.,** (2011). Levha Sanayi Raporu, Orta Anadolu Ağaç Mamülleri ve Orman Ürünleri İhracatçıları Birliği Yayınları, Ankara.
- Salem, M.Z., Zidan, Y.E., Mansour, M.M., El Hadidi, N.M., Elgat, W.A.A.,** (2016). Antifungal activities of two essential oils used in the treatment of three commercial woods deteriorated by five common mold fungi, *International Biodeterioration and Biodegradation*, 106, 88-96.
- Scalbert, A., Cahill, D., Dirol, D., Navarrete, M.-A., De Troya, M.-T., Van Leemput, M.,** (1998). A tannin/copper preservation treatment for wood, *Holzforschung*, 52(2), 133-138.
- Singh, T., Singh, A.P.** (2012). A Review on Natural Products as Wood Protectant, *Wood Sci. Technol.*, 46, 851-870.
- Şen, S.,** (2001). *Determination of Wood Preservative Activities of Plant Phenolics*, Ph. D. Thesis, Zonguldak Karaelmas University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Forestry Industrial Engineering, Bartın.
- Şen, S., Hafızoğlu, H., Dıġrak, M.,** (2002). Bazı Bitkisel Ekstraktların Fungisit Olarak Odun Koruyucu Etkilerinin Araştırılması, *KSU Fen ve Mühendislik Dergisi*, 5(1), 99-110.
- Şen, S., Taşcıoğlu, C., Tırak, K.,** (2009). Fixation, leachability, and decay resistance of wood treated with some commercial extracts and wood preservative salts, *International Biodeterioration & Biodegradation*, 63, 135–141.

- Şen, S., Hafizoğlu, H.,** (2008). Bazı Bitkisel Ekstraktların Toprakla Temasta Odun Koruyucu Etkinliklerinin Belirlenmesi, *Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi*, 4, 69-82.
- Şen, S., Yalçın, M.,** (2011). Meşe Palamudu (*Quercus ithaburensis* Decne subsp *macrolepis*) Atıklarının *Pleurotus ostreatus* Üretiminde Kullanımı, *Ekoloji*, 20, 78, 60-65.
- Şimşek, U.B.,** (2013). *Bitkisel ve kimyasal koruyucularla emprenye edilen sarıçam odununun bazı fiziksel ve biyolojik özellikleri*, (Yüksek Lisans Tezi), Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Taşcıoğlu, C., Yalçın, M., De Troya, T., Sivrikaya, H.,** (2012). Termiticidal Properties of Some Wood and Bark Extracts Uses as Wood Preservatives, *Bioresources*, 7(3), 2960-2969.
- Taşcıoğlu, C., Yalçın, M., Sen, S., Akçay, C.,** (2013). Antifungal Properties of Some Wood Plant Extracts Used as Wood Preservatives, *International Biodeterioration & Biodegradation*, 85, 23-28.
- Tırak, K.,** (2006). *Doğal olarak odun koruyucu özelliklere sahip bitkisel ekstarktların ve Tanenlerin tutunma Özelliklerinin Arttırılması*, (Yüksek Lisans Tezi), Abant İzzet Baysal üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bolu.
- Tomak ED, Gonultas O.,** (2018). The wood preservative potentials of valonia, chestnut, tara and sulphited oak tannins. *Journal of Wood Chemistry and Technology* 38, 183-197.
- Van Acker, J., Stevens, M., Carey, J., Sierra-Alvarez, R., Miltz, H., Le Bayon, I., Kleist, G. ve Peek, R., D.,** (2003). Biological Durability of Wood in Relation to End-Use, Part 1. Towards A European Standard for Laboratory Testing of the Biological Durability of Wood, *Holz als Roh-und Werkstoff*, 61, 35-45.
- Williams, R.S.,** (2005). *Weathering of wood, Handbook of wood chemistry and wood composites*, Rowell, R. (Editor), 139-185, CRC Press, Florida.
- Yalınkılıç, M., K., Imamura, Y., Takahashi, M. ve Yalınkılıç, A., C.,** (1999). In Situ Polymerization of Vinyl Monomers During Compressive Deformation of Wood Treated with Boric Acid to Delay Boron Leaching, *Forest Products Journal*, 49, 2, 43-51.
- Yalınkılıç, M., K., Imamura, Y., Takahashi, M., Demirci, Z. ve Yalınkılıç, A.C.,** (1999). Biological, Mechanical, and Thermal Properties of Compressed Wood Polymer Composite (CWPC) Pretreated with Boric Acid, *Wood and Fiber Science*, 31(2), 151-163.
- Yamaguchi, H., Okuda, K.-I.,** (1998). Chemically Modified Tannin and Tannin-Copper Complexes as Wood Preservatives, *Holzforschung*, 52(6), 596-602.
- Yıldız, Ü.C.,** (2000). *Odun Zararlıları Ders Notları (Basılmamış)*, KTÜ, Orman Fakültesi, Trabzon.
- Yıldız, Ü.C.,** (2005). *Odun Koruma Ders Notları (Basılmamış)*, KTÜ, Orman Fakültesi, Trabzon.
- Zabel, R.A., Morrell, J.J.,** (1992). *Wood microbiology: decay and its prevention*, UK:Academic Press. Inc.



## **EKLER**

**EK A:** *P. chrysogenum* mantarının örneklerde gelişimi

**EK B:** *A. niger* mantarının örneklerde gelişimi

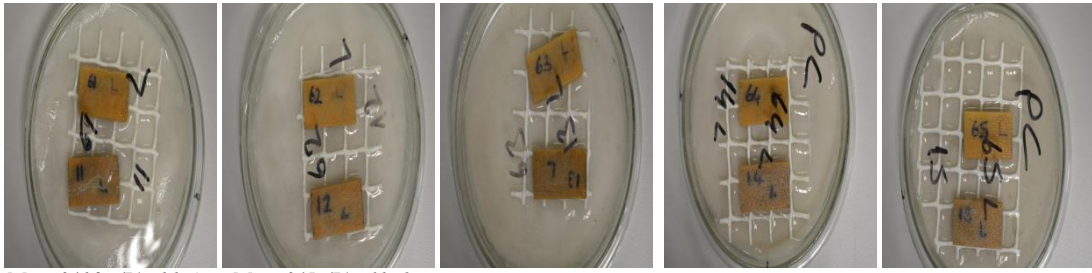
**EK C:** *C. globosum* mantarının örneklerde gelişimi

**EK D:** *T. versicolor* mantarının yıkanma sularındaki gelişimi

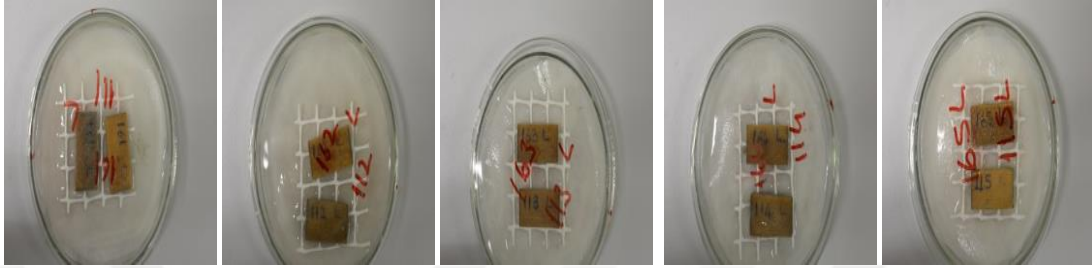
**EK E:** *C. puteana* mantarının yıkanma sularındaki gelişimi



## EK A



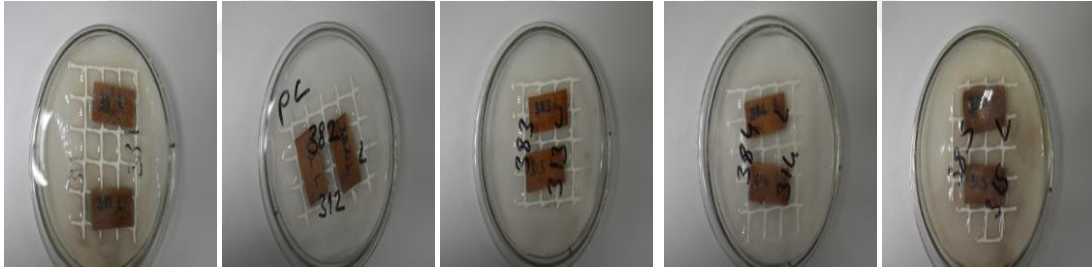
Mazi %10 (L) 11-15, Mazi %5 (L) 61-65



Sumak %10 (L) 111-115, Sumak %5 (L) 161-165



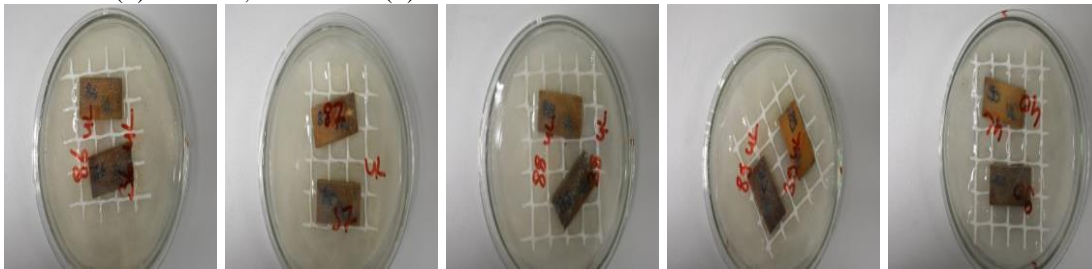
Kebraho %10 (L) 211-215, Kebraho %5 (L) 261-265



Mimoza %5 (L) 311-315, Mimoza %10 (L) 381-385



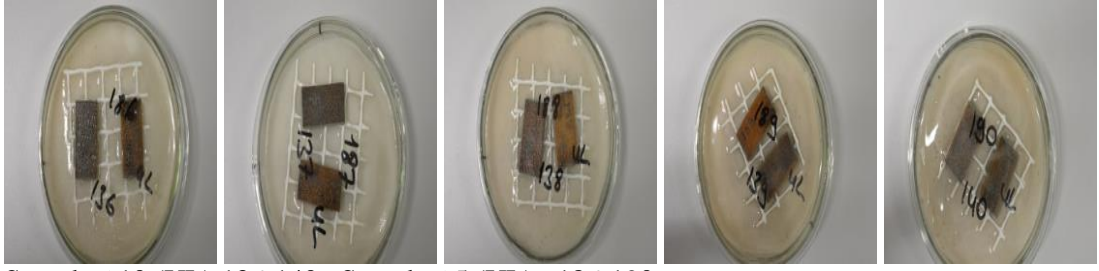
Valeks %5 (L) 451-455, Valeks %10 (L) 521-525



Mazi %10 (UL) 36-40, Mazi %10 (UL) 86-90

Şekil A. 1 : *P. chrysogenum* mantarının örneklerde 1. haftadaki gelişimi.

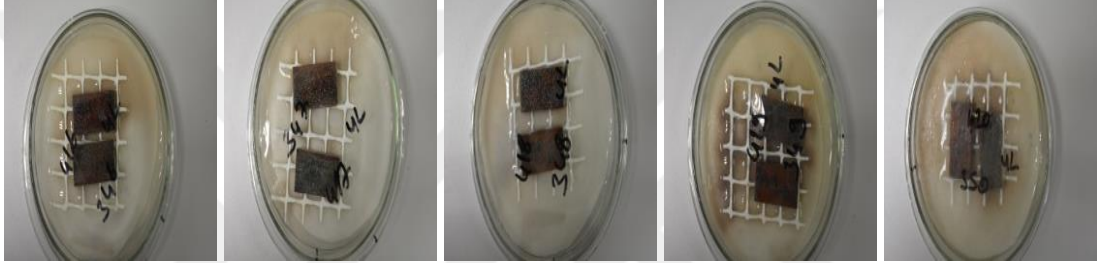




Sumak %10 (UL) 136-140 Sumak %5 (UL) 186-190



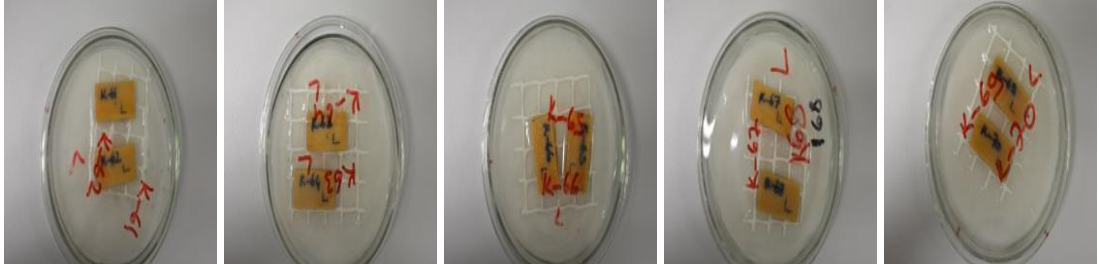
Kebraho %10(UL) 236 -240 Kebraho%5(UL) 286 – 290



Mimoza %5 (UL) 345 -350 Mimoza %10 (UL) 416-420



Valeks %5 (UL) 556 - 560 Valeks %10 (UL) 486 – 490

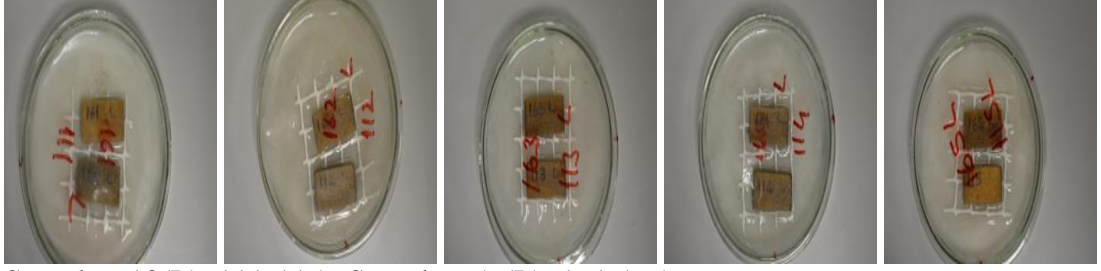


Kontrol (L) K61-K70

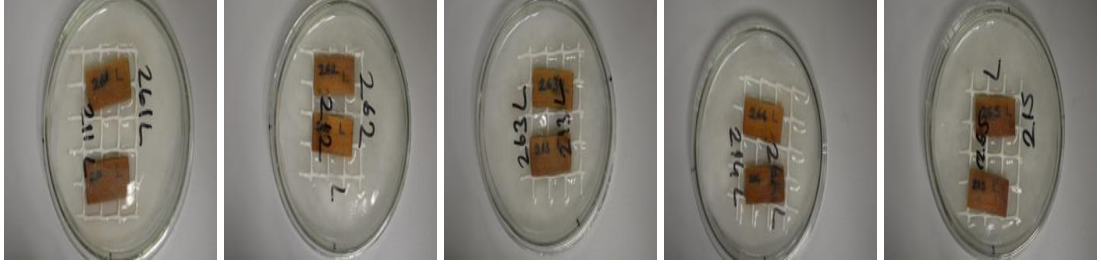


Kontrol (UL) K160-169

**Şekil A. 1 (devam) :** *P. chrysogenum* mantarının örneklerde 1. haftadaki gelişimi.



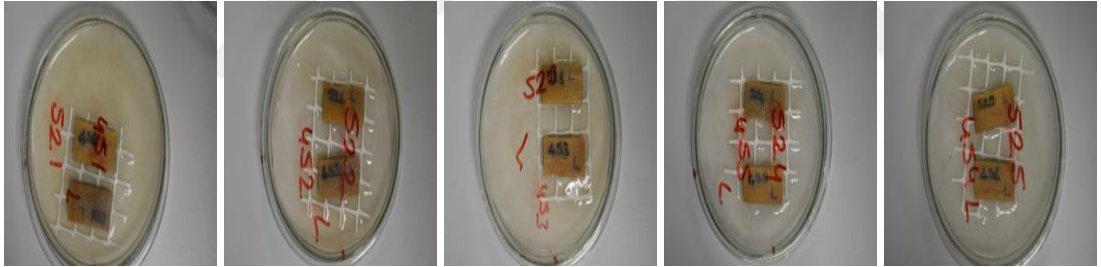
Sumak %10(L) 111-115 Sumak %5 (L) 161-165



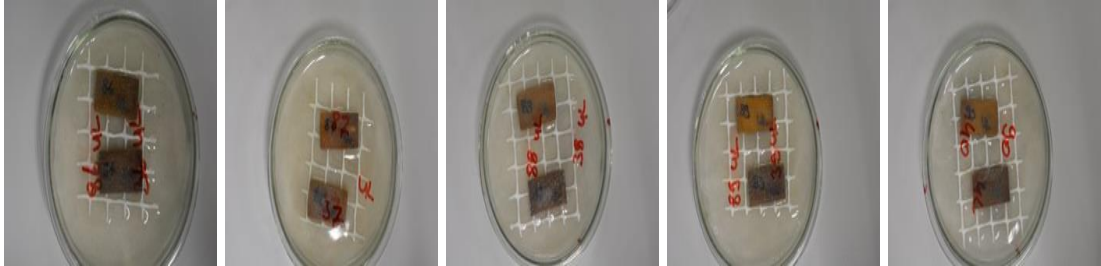
Kebroha %10 (L) 211-215 Kebroha %5 (L) 261-265



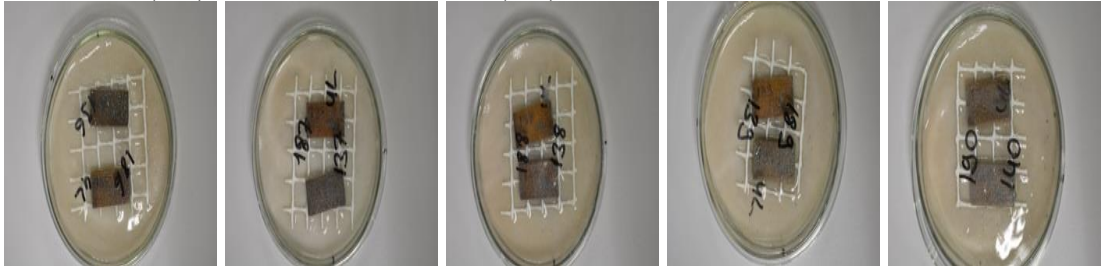
Mimoza %5 (L) 311-315 Mimoza %10 (L) 381-385



Valeks %5 (L) 451-455 Valeks %10 (L) 521-525



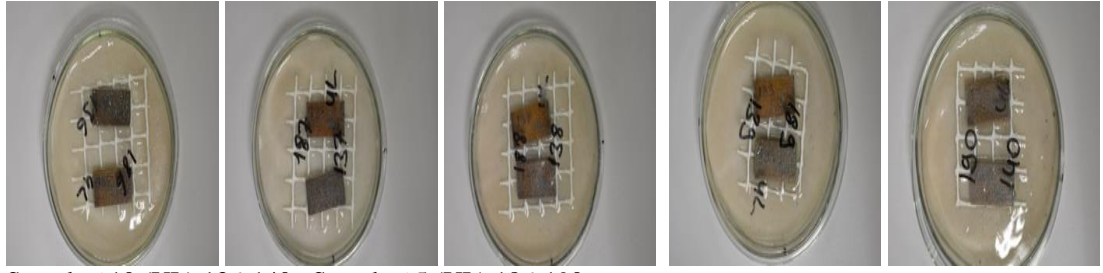
Mazı %10 (UL) 36-40 Mazı %10 (UL) 86-90



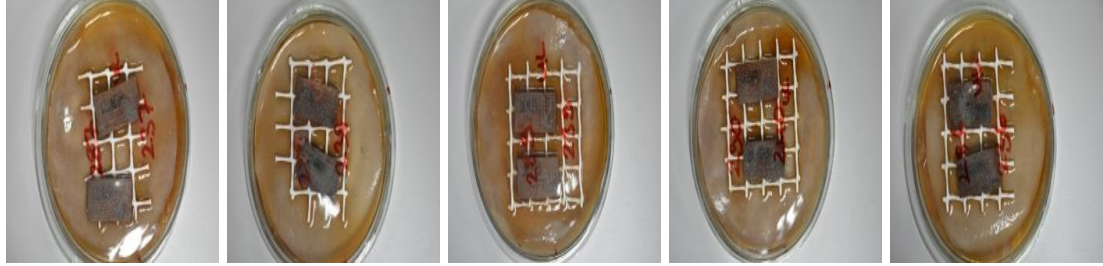
Sumak %10 (UL) 136-140 Sumak %5 (UL) 186-190

Şekil A. 2 : *P. chrysogenum* mantarının örneklerde 2. haftadaki gelişimi.





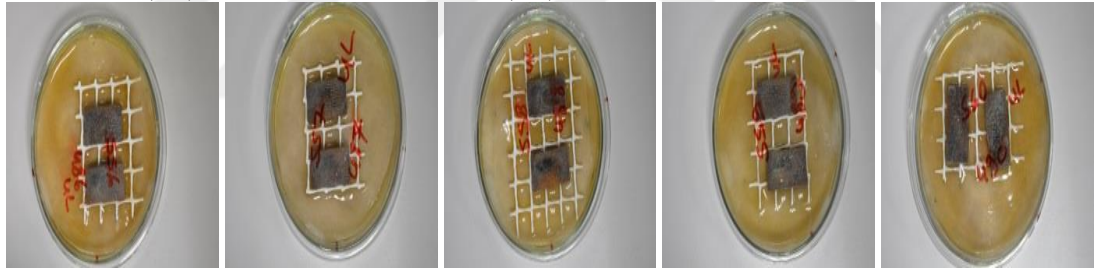
Sumak %10 (UL) 136-140 Sumak %5 (UL) 186-190



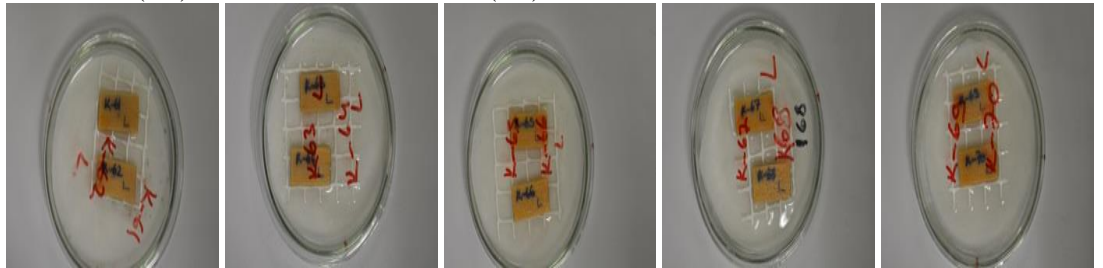
Kebraho %10 (UL) 236-240 Kebraho %5 (UL) 286-290



Mimoza %5 (UL) 341 - 350 Mimoza %10 (UL) 416-420



Valeks %5 (UL) 556 - 560 Valeks %10 (UL) 486 - 490



Kontrol (L) K61-K70

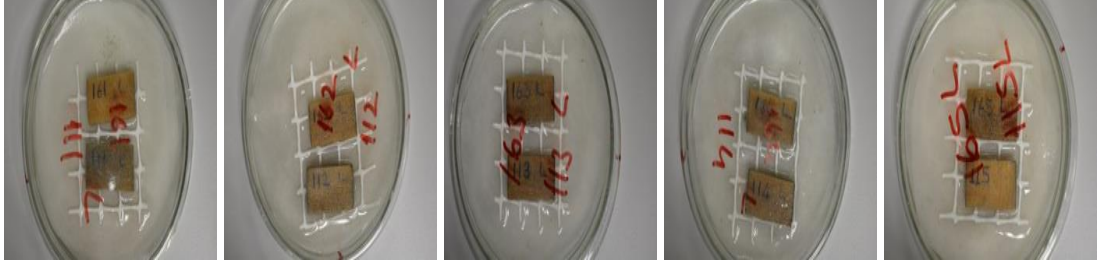


Kontrol (UL) K160-169

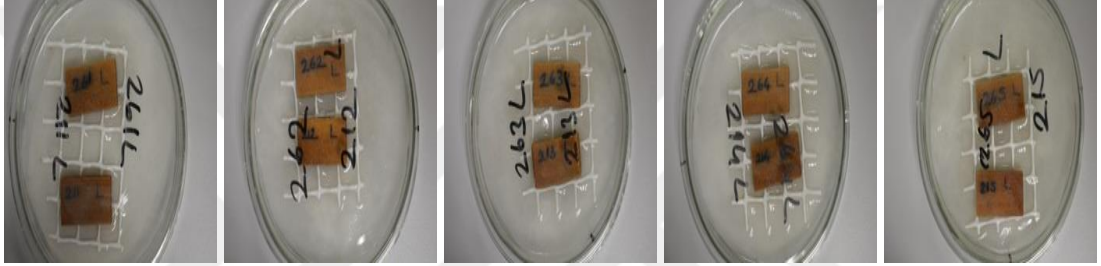
**Şekil A. 2 (devam) :** *P. chrysogenum* mantarının örneklerde 2. haftadaki gelişimi.



Mazi %10 (L) 11-15 Mazi %5 (L) 61-65



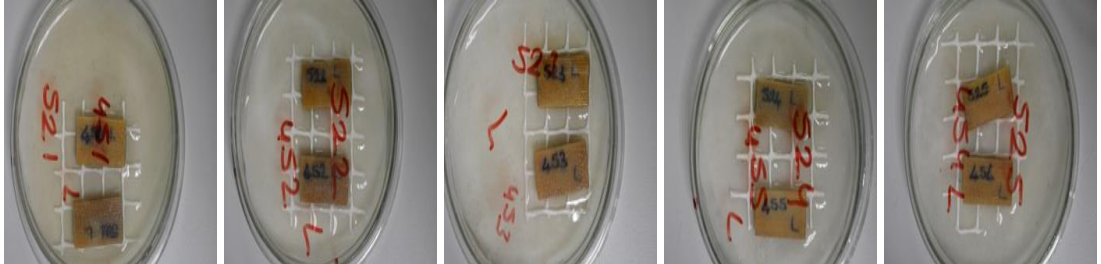
Sumak %10 (L) 111-115 Sumak %5 (L) 161-165



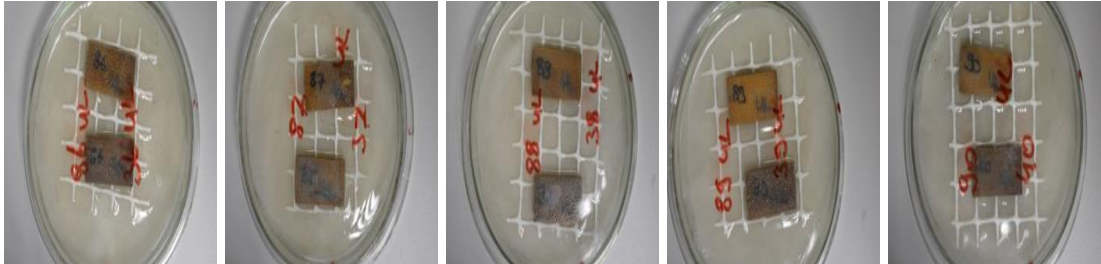
Kebroha %10 (L) 211-215 Kebroha %5 (L) 261-265



Mimoza %5 (L) 311-315 Mimoza %10 (L) 381-385



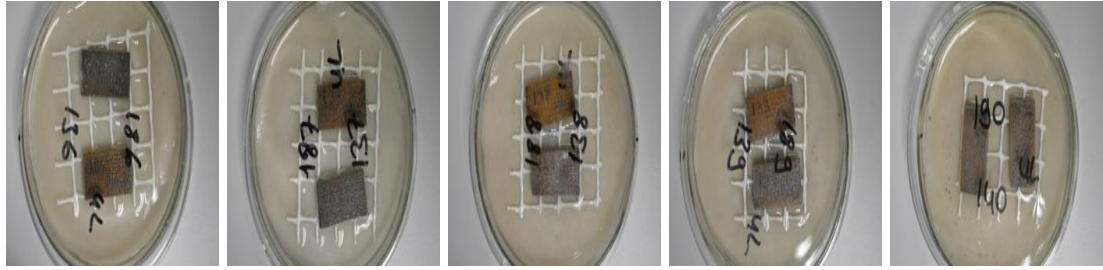
Valeks %5 (L) 451-455 Valeks %10 (L) 521-25



Mazi %10 (UL) 36-40 Mazi %10 (UL) 86-90

Şekil A. 3 : *P. chrysogenum* mantarının örneklerde 3. haftadaki gelişimi.

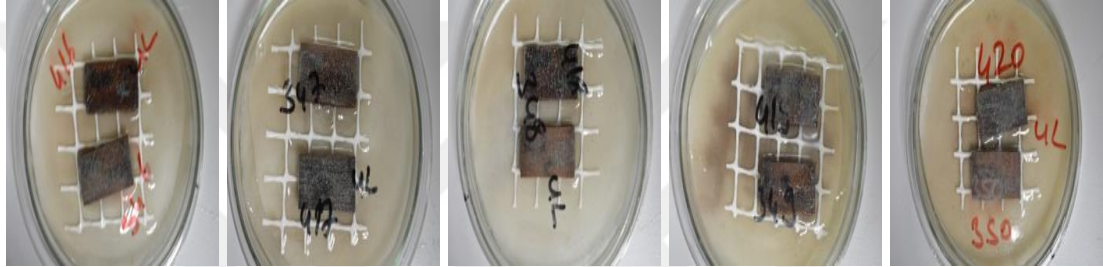




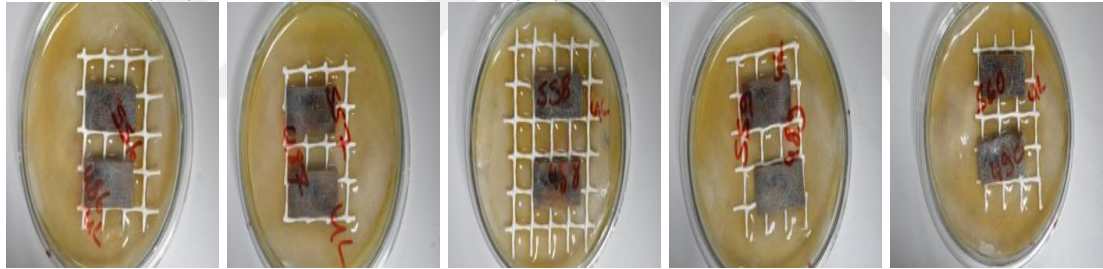
Sumak %10 (UL) 136-140 Sumak %5 (UL) 186-190



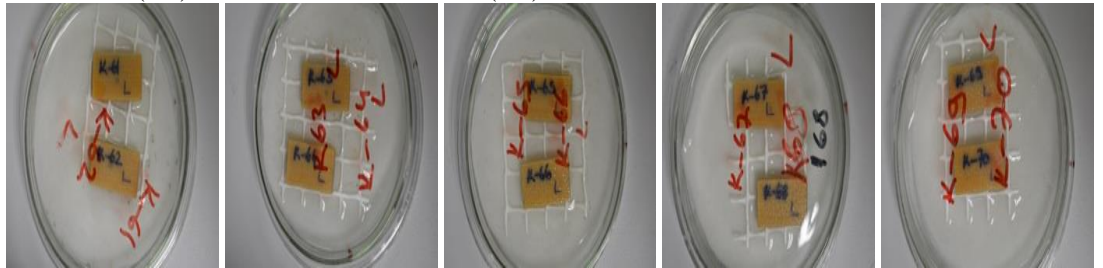
Kebraho %10 (UL) 236 -240 Kebraho%5 (UL) 286 – 290



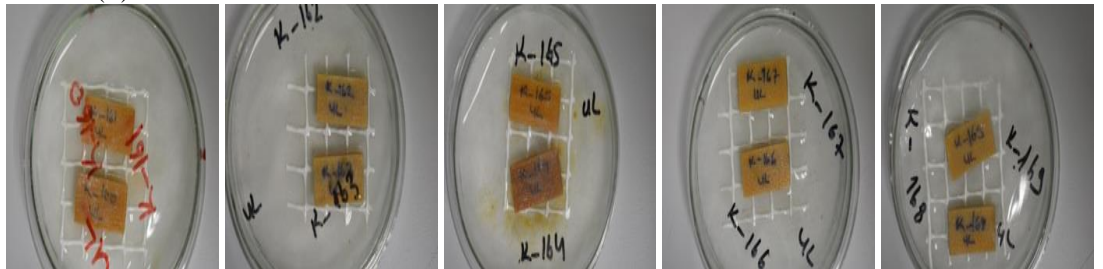
Mimoza %5 (UL) 341 - 350 Mimoza %10 (UL) 416-420



Valeks %5 (UL) 556 - 560 Valeks %10 (UL) 486 – 490

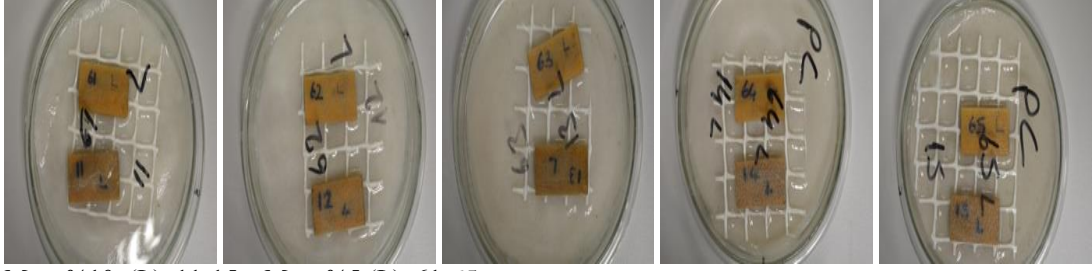


Kontrol (L) K61-K70

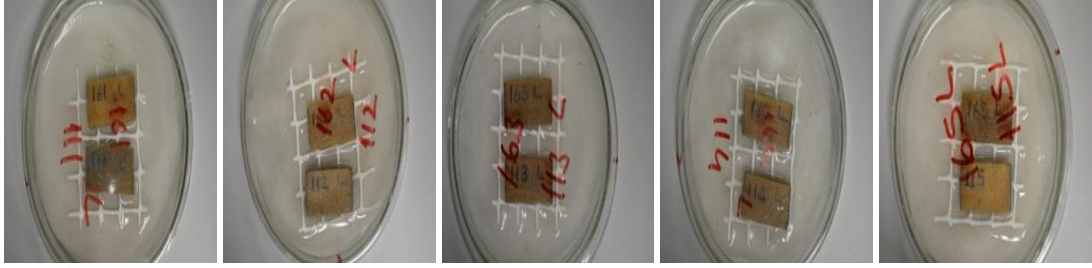


Kontrol (UL) K160-169

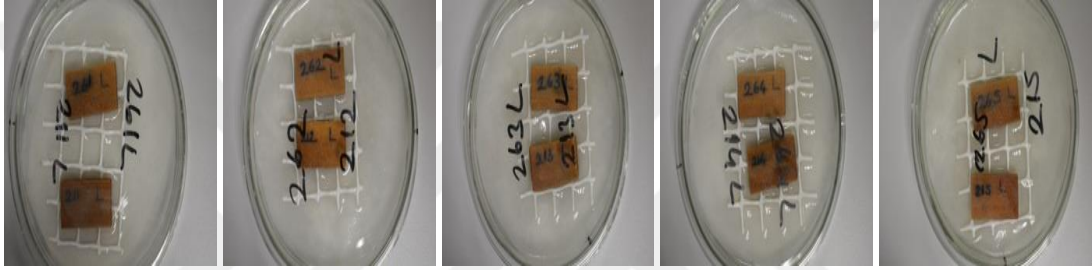
**Şekil A. 3 (devam) :** *P. chrysogenum* mantarının örneklerde 3. haftadaki gelişimi.



Mazi %10 (L) 11-15 Mazi %5 (L) 61-65



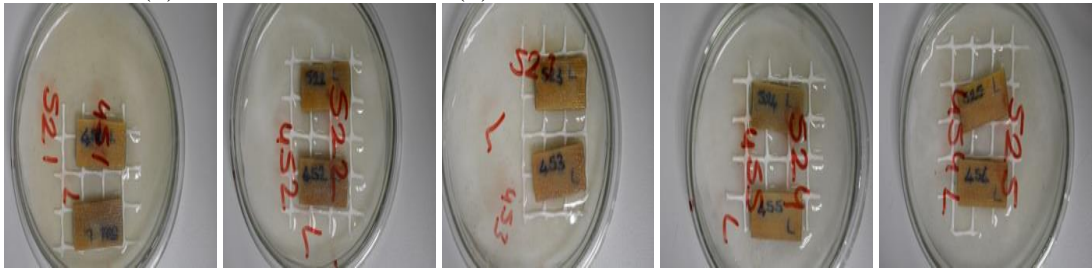
Sumak %10 (L) 111-115 Sumak %5 (L) 161-165



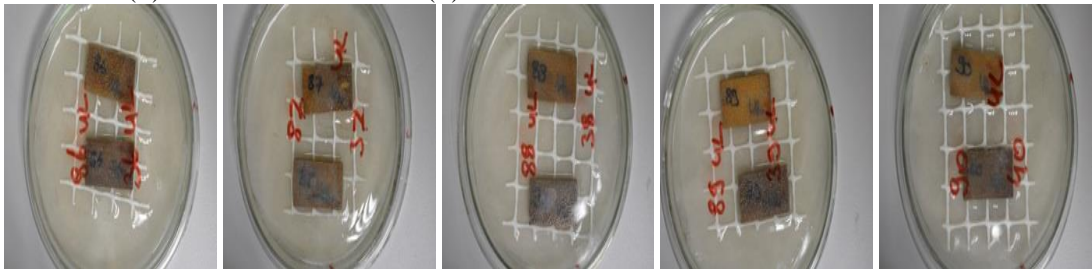
Kebroha %10 (L) 211-215 Kebroha %5 (L) 261-265



Mimoza %5 (L) 311-315 Mimoza %10 (L) 381-385



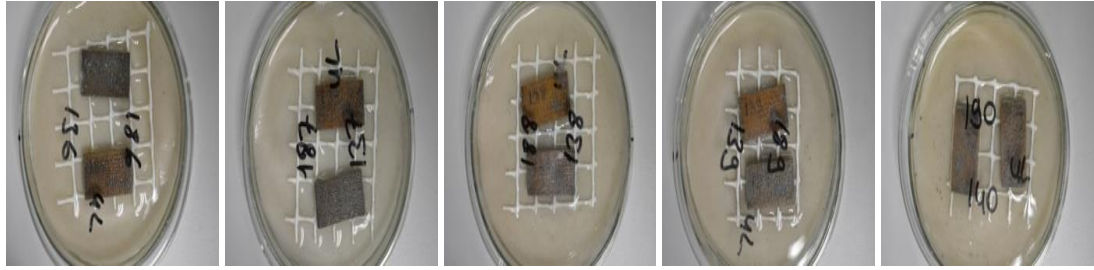
Valeks %5 (L) 451-455 Valeks %10 (L) 521-525



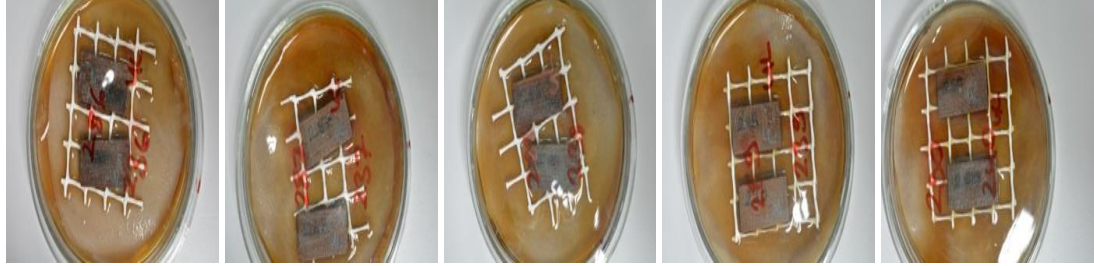
Mazi %10 (UL) 36-40 Mazi %10 (UL) 86-90

Şekil A. 4 : *P. chrysogenum* mantarının örneklerde 4. haftadaki gelişimi.

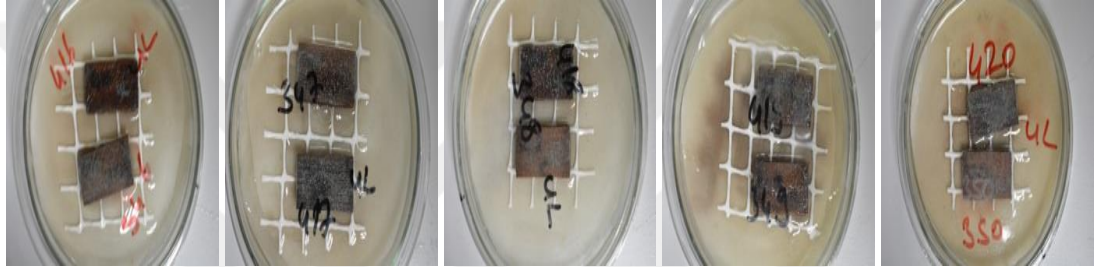




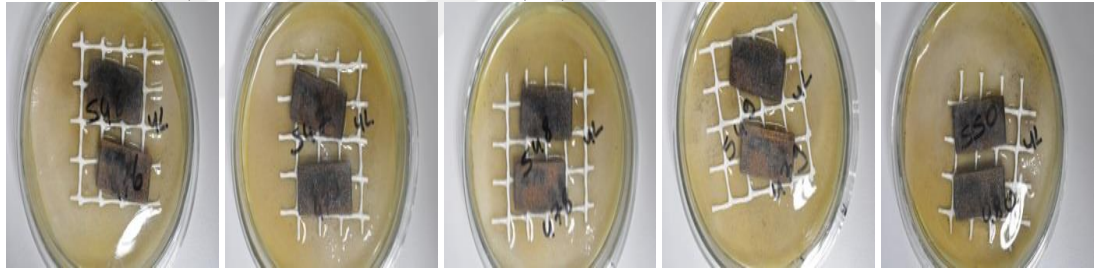
Sumak %10 (UL) 136-140 Sumak %5 (UL) 186-190



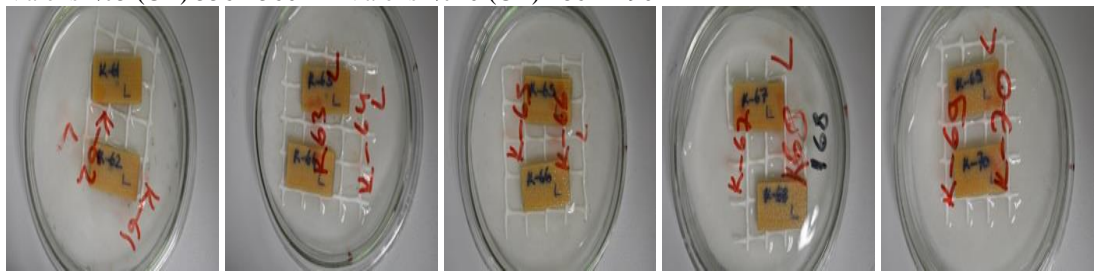
Kebraho %10 (UL) 236-240 Kebraho %5 (UL) 286-290



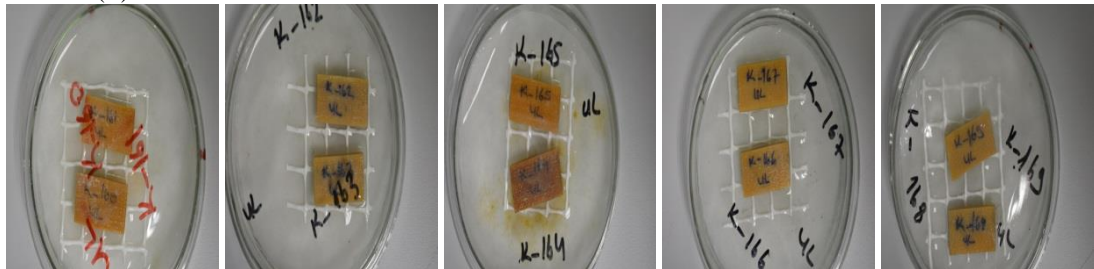
Mimoza %5 (UL) 341-350 Mimoza %10 (UL) 416-420



Valeks %5 (UL) 556-560 Valeks %10 (UL) 486-490



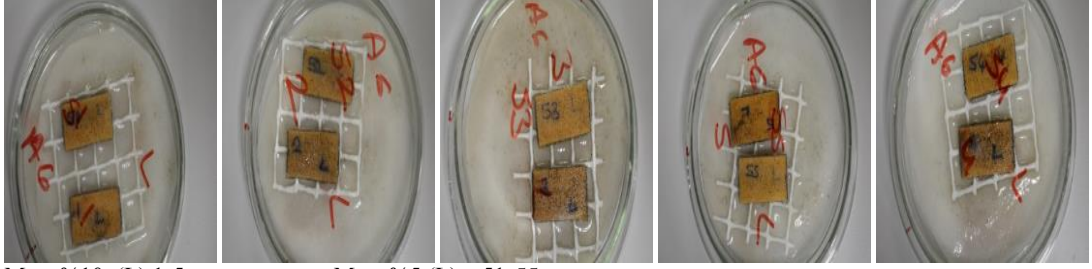
Kontrol (L) K61-K70



Kontrol (UL) K160-169

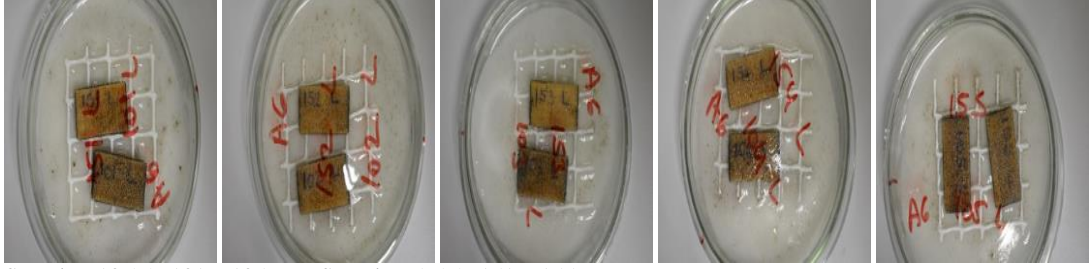
**Şekil A. 4 (devam) :** *P. chrysogenum* mantarının örneklerde 4. haftadaki gelişimi.

**EK B**



Mazi %10 (L) 1-5

Mazi %5 (L) 51-55



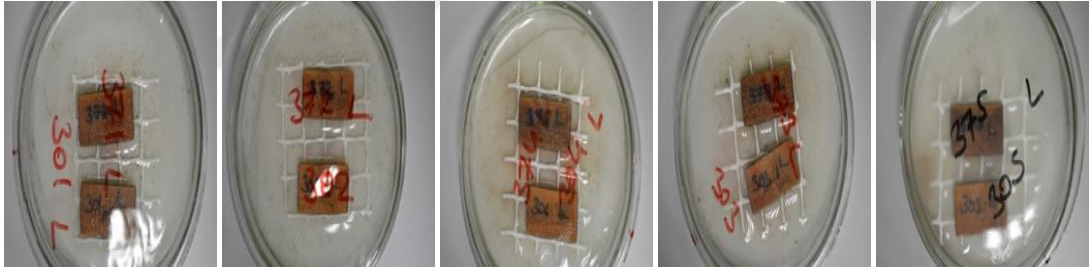
Sumak %10 (L) 101 - 105

Sumak %5 (L) 151 - 155



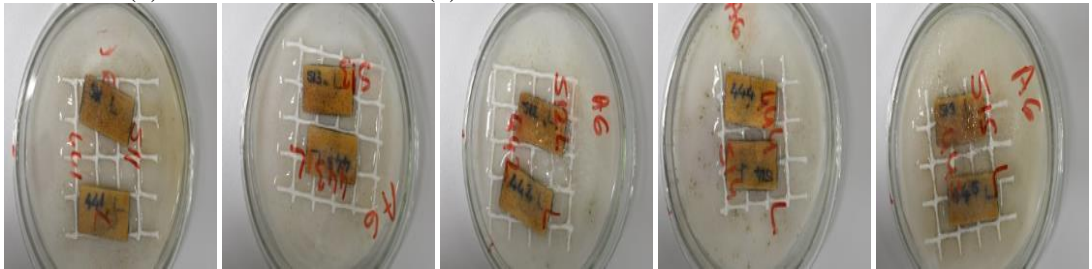
Kebroha %10 (L) 201 - 205

Kebroha %5 (L) 251 - 255



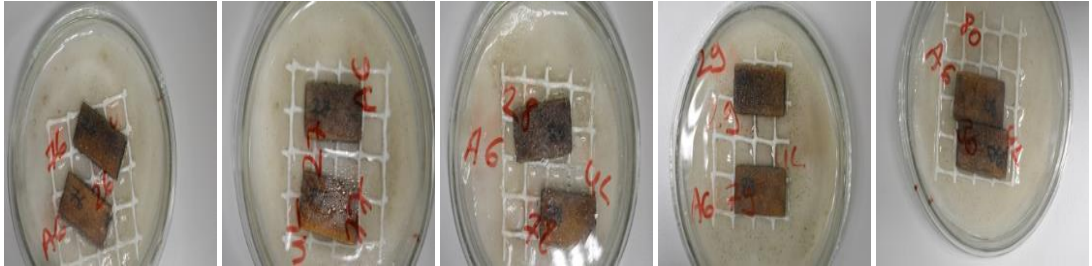
Mimoza %5 (L) 301 - 305

Mimoza %10 (L) 371 - 375



Valeks %5 (L) 441 - 450

Valeks %10 (L) 511 - 515

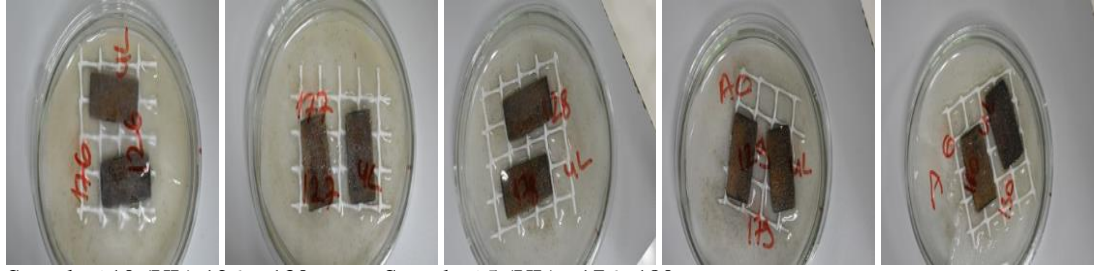


Mazi %10 (UL) 26 - 30

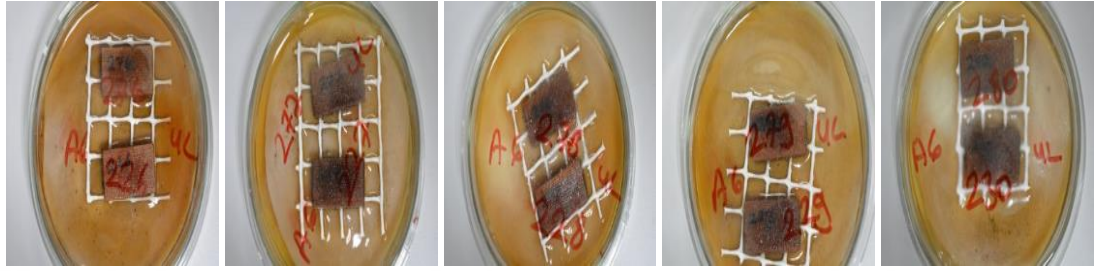
Mazi %5 (UL) 76 - 80

**Şekil B. 1 : A. niger mantarının örneklerde 1. hafta sonu gelişimi**

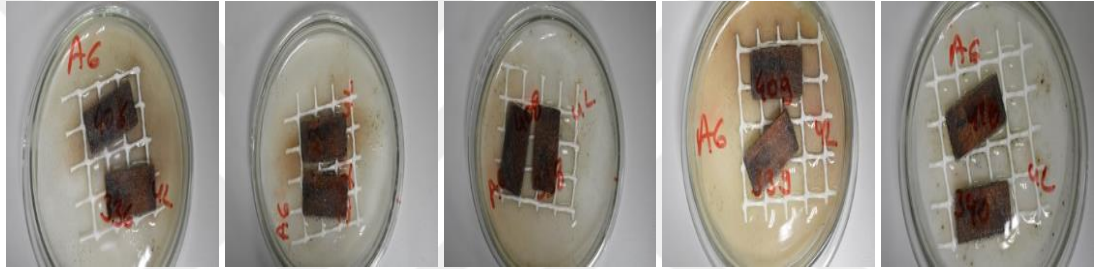




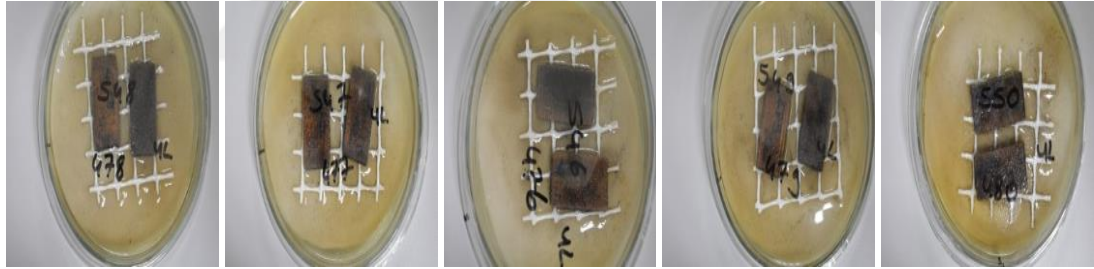
Sumak %10 (UL) 126 – 130      Sumak %5 (UL) 176 -180



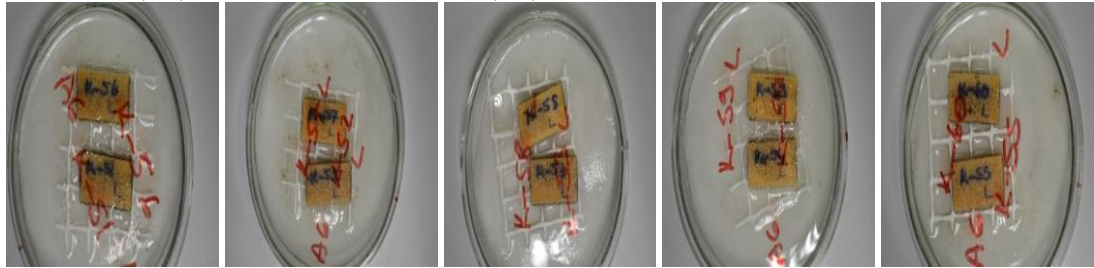
Kebraho %10(UL) 226 – 230      Kebraho %5 (UL) 276 -280



Mimoza %5 (UL) 336 – 340      Mimoza %10 (UL) 406- 410



Valeks %5 (UL) 476 - 480      Valeks %10 (UL) 546 - 550

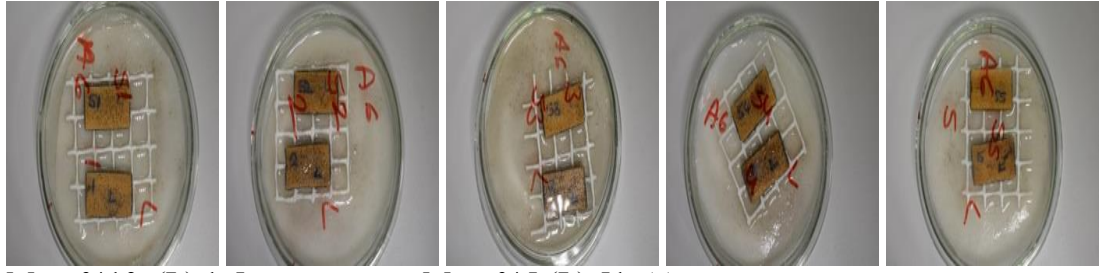


Kontrol (L) K51 – K60



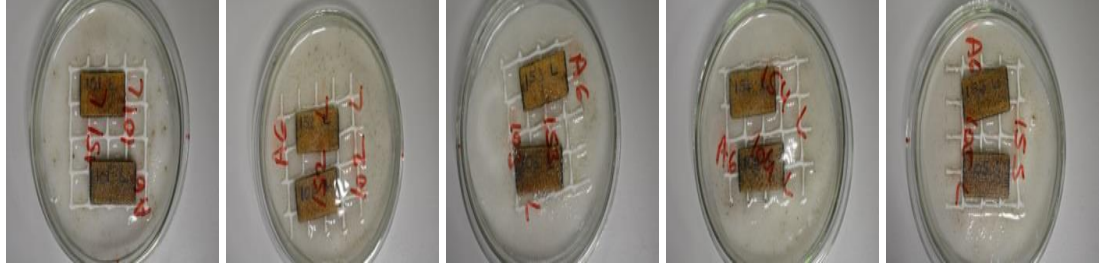
Kontrol (UL) K 146 – K 155

**Şekil B. 1 (devam) : A. niger mantarının örneklerde 1. hafta sonu gelişimi**



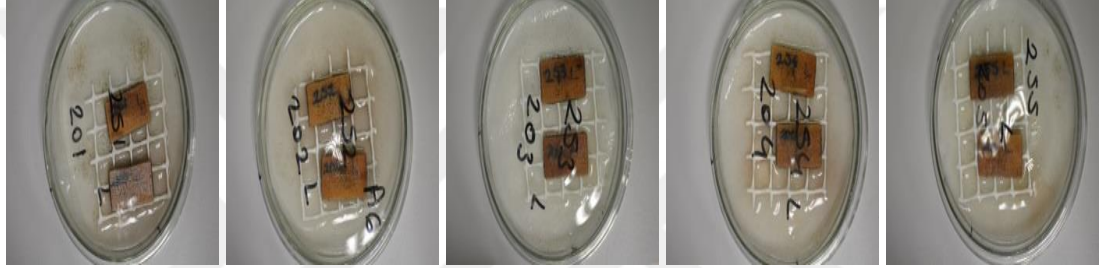
Mazı %10 (L) 1-5

Mazı %5 (L) 51-55



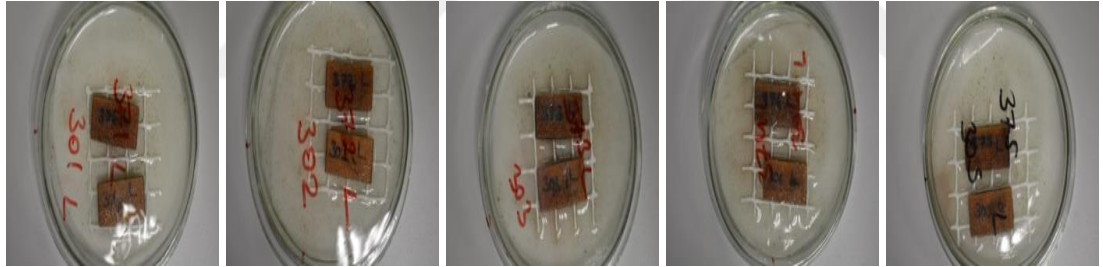
Sumak %10 (L) 101 - 105

Sumak %5 (L) 151 - 155



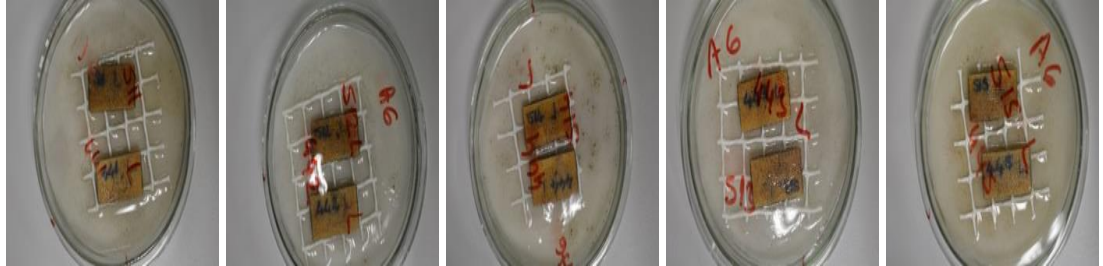
Kebroha %10 (L) 201 - 205

Kebroha %5 (L) 251 - 255



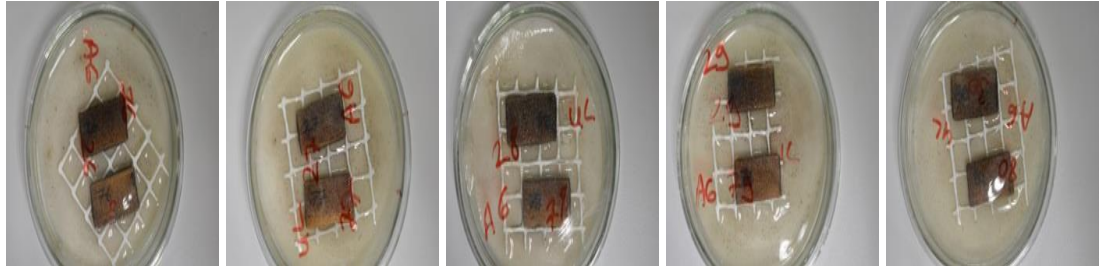
Mimoza %5 (L) 301 - 305

Mimoza %10 (L) 371 - 375



Valeks %5 (L) 441 - 450

Valeks %10 (L) 511 - 515

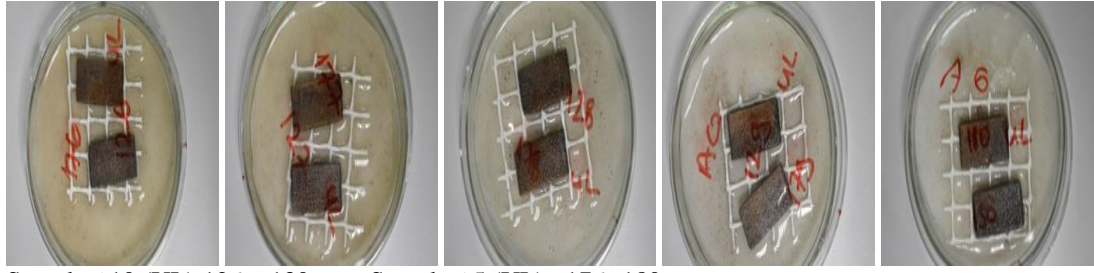


Mazı %10 (UL) 26 - 30

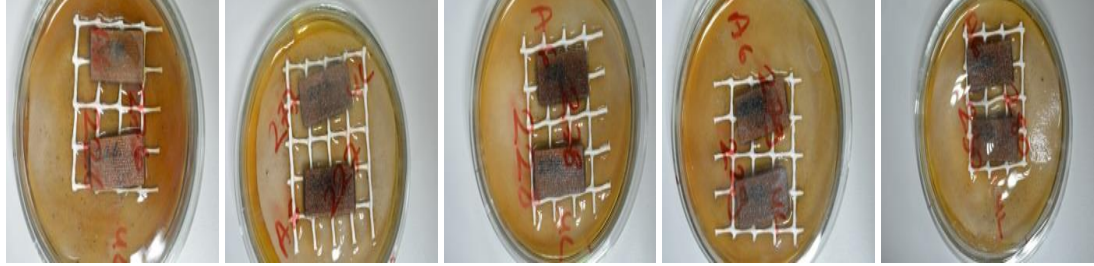
Mazı %5 (UL) 76 - 80

Şekil B. 2 : *A. niger* mantarının örneklerde 2. hafta sonu gelişimi.





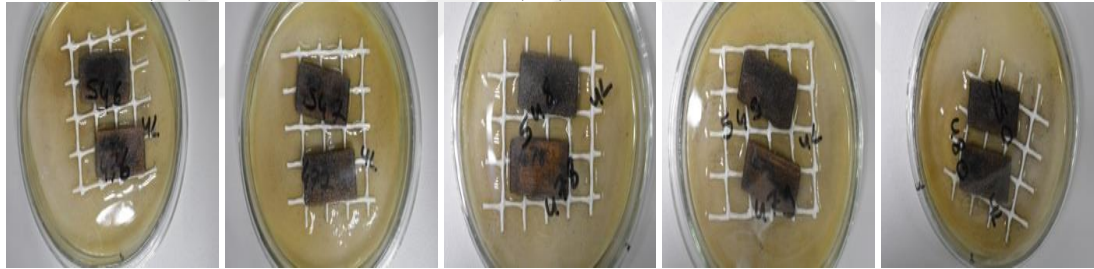
Sumak %10 (UL) 126 – 130      Sumak %5 (UL) 176 -180



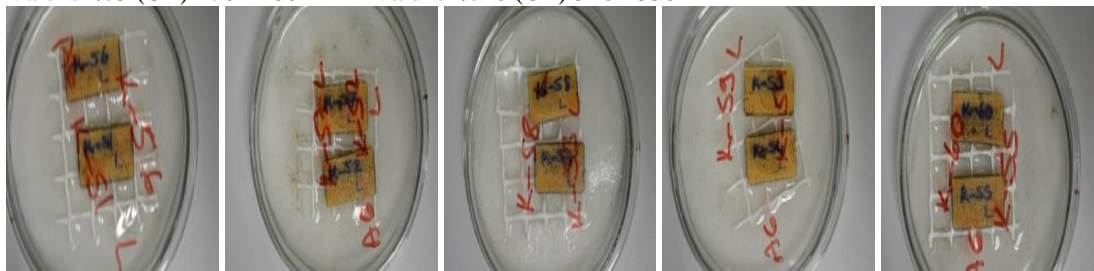
Kebraho %10 (UL) 226 – 230      Kebraho %5 (UL) 276 -280



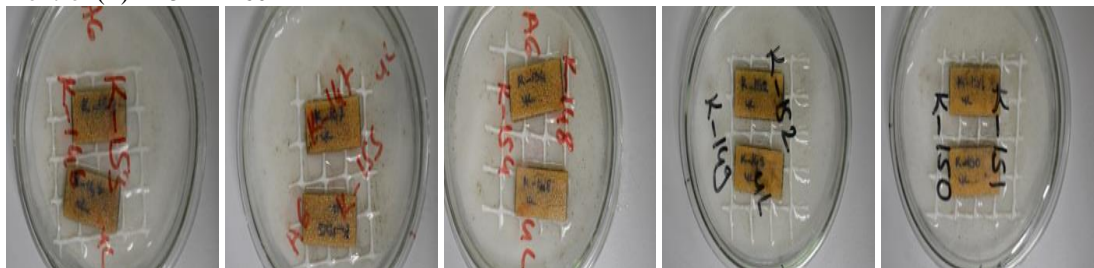
Mimoza %5 (UL) 336 – 340      Mimoza %10 (UL) 406- 410



Valeks %5 (UL) 476 - 480      Valeks %10 (UL) 546 - 550

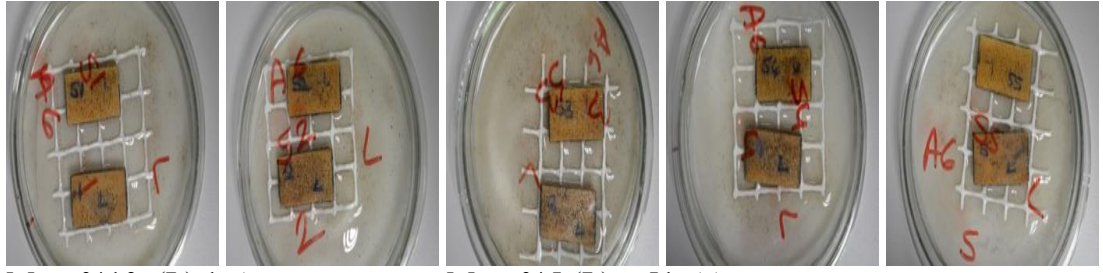


Kontrol (L) K51 – K60



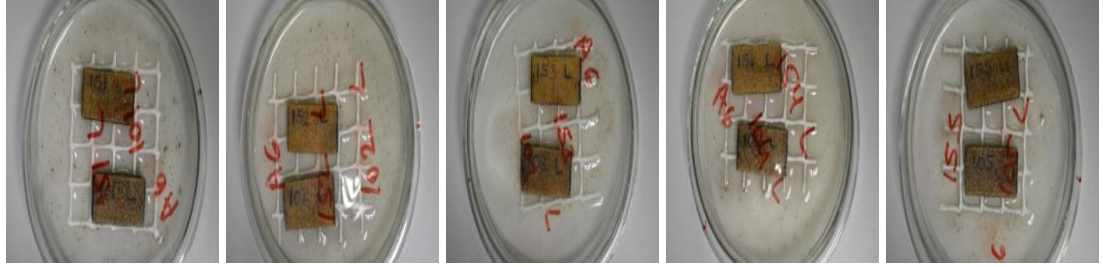
Kontrol (UL) K 146 – K 155

**Şekil B. 2 (devam) :** *A. niger* mantarının örneklerde 2. hafta sonu gelişimi.



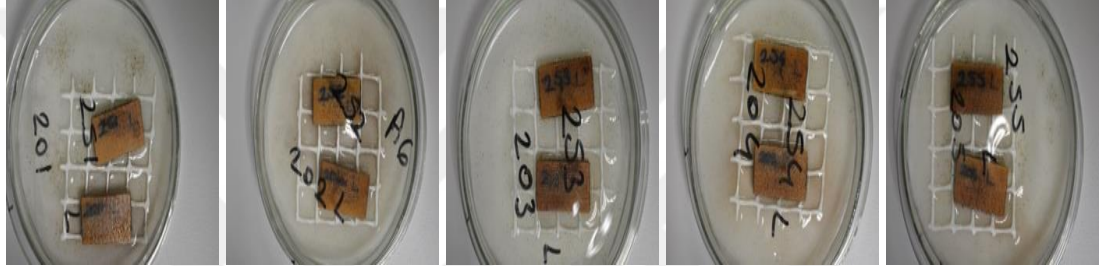
Mazi %10 (L) 1-5

Mazi %5 (L) 51-55



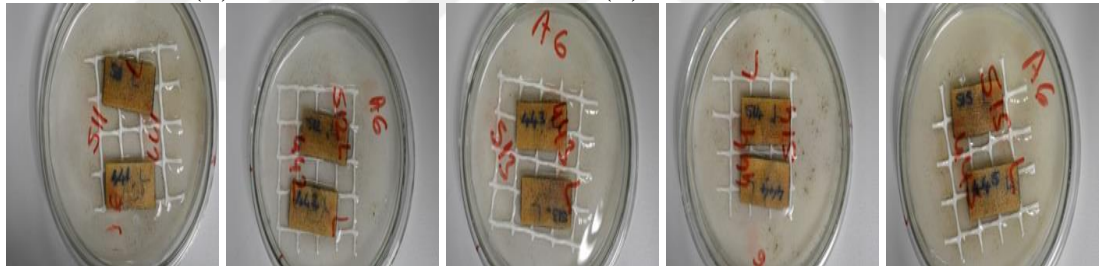
Sumak %10 (L) 101 – 105

Sumak %5 (L) 151 – 155



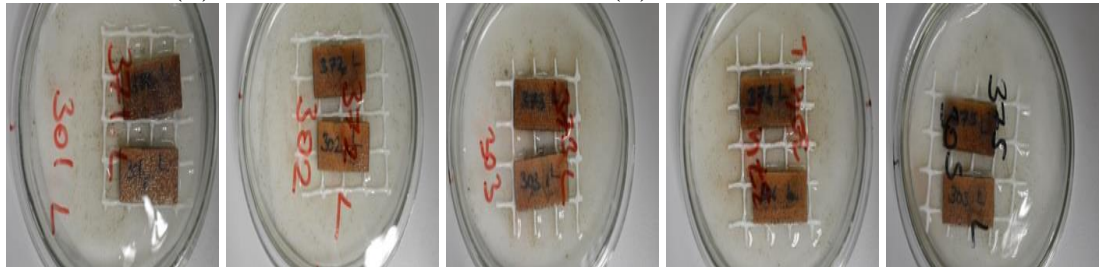
Kebroha %10 (L) 201 – 205

Kebroha %5 (L) 251 - 255



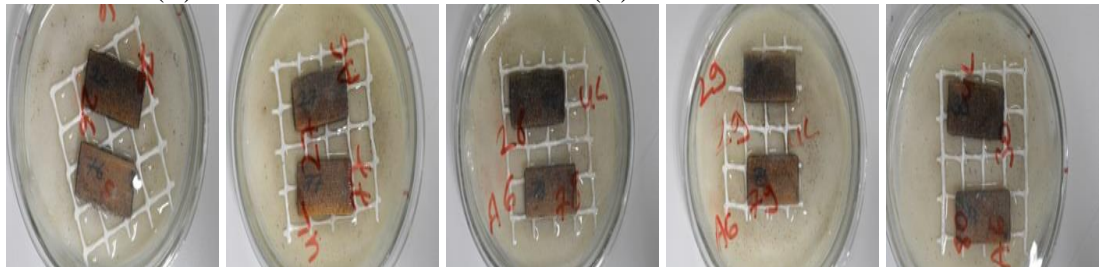
Mimoza %5 (L) 301 – 305

Mimoza %10 (L) 371 - 375



Valeks %5 (L) 441 – 450

Valeks %10 (L) 511 - 515

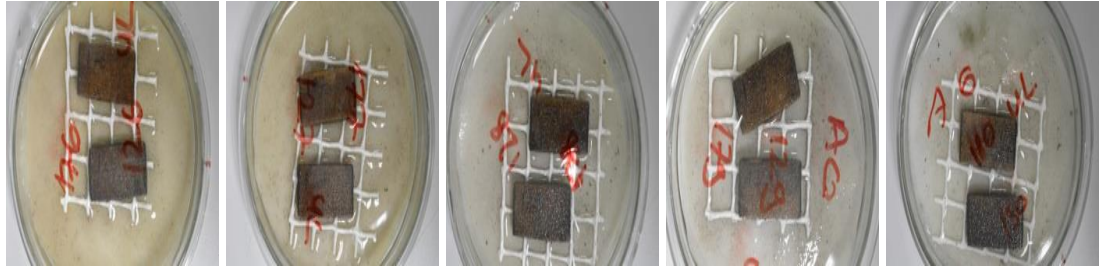


Mazi %10 (UL) 26 – 30

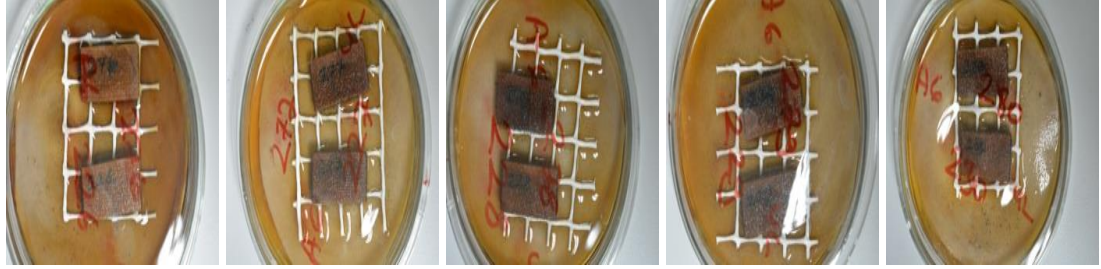
Mazi %5 (UL) 76 – 80

Şekil B. 3 : *A. niger* mantarının örneklerde 3. hafta sonu gelişimi.

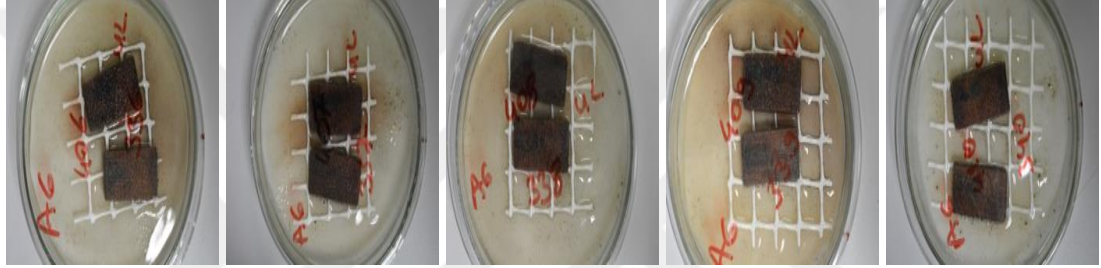




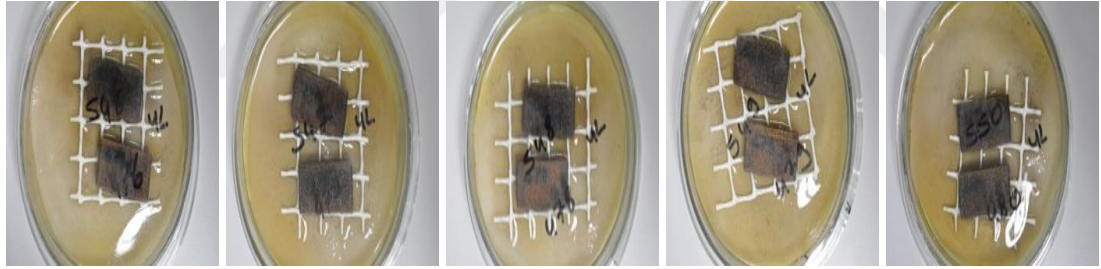
Sumak %10 (UL) 126 – 130      Sumak %5 (UL) 176 -180



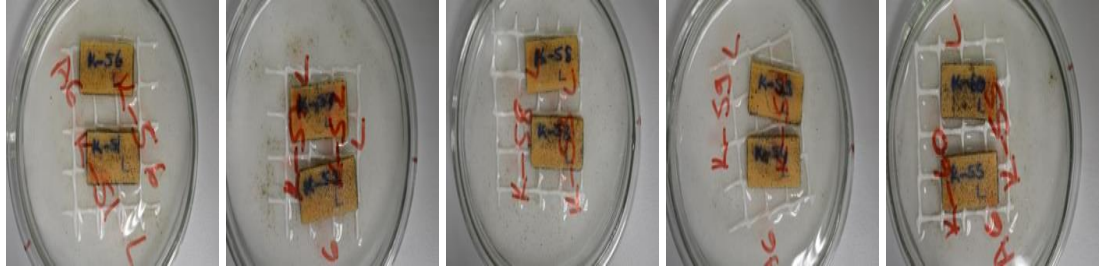
Kebraho %10 (UL) 226 – 230      Kebraho %5 (UL) 276 -280



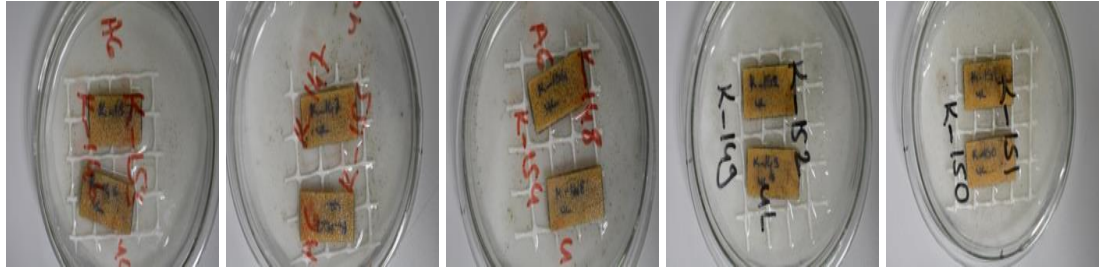
Mimoza %5 (UL) 336 – 340      Mimoza %10 (UL) 406- 410



Valeks %5 (UL) 476 - 480      Valeks %10 (UL) 546 - 550



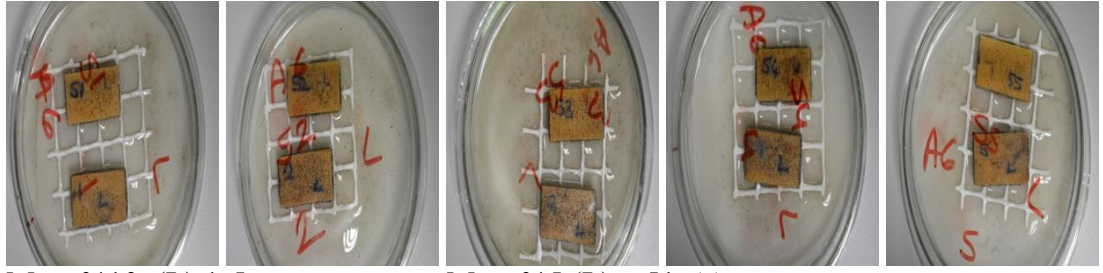
Kontrol (L) K51 – K60



Kontrol (UL) K 146 – K 155

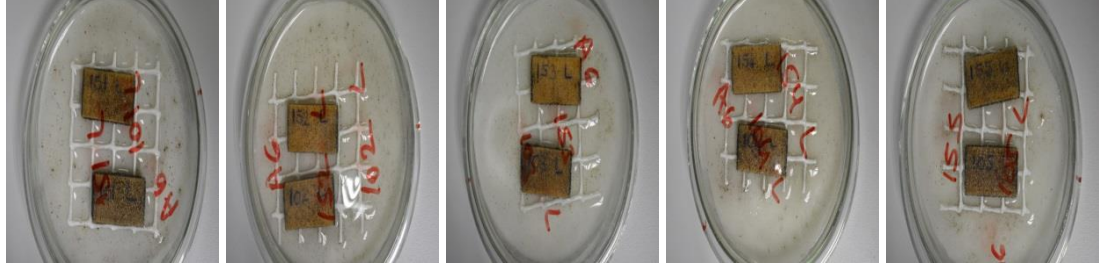
**Şekil B. 3 (devam) :** *A. niger* mantarının örneklerde 3. hafta sonu gelişimi.





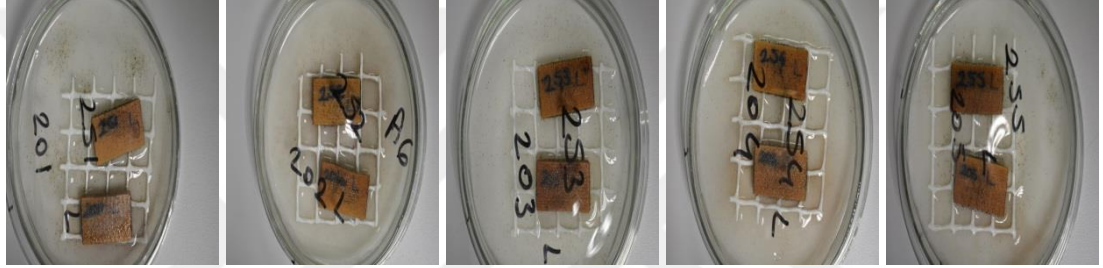
Mazi %10 (L) 1-5

Mazi %5 (L) 51-55



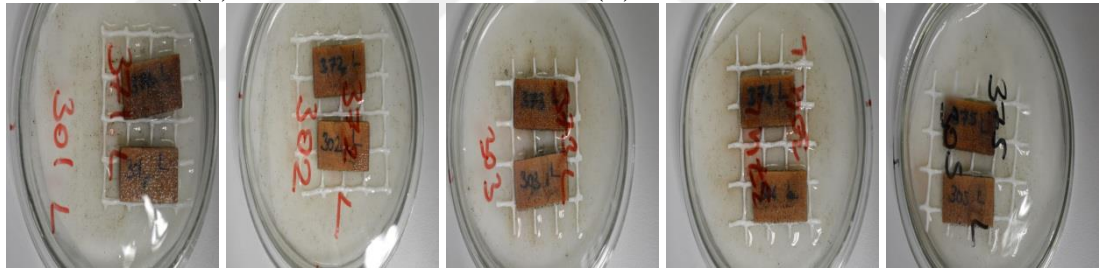
Sumak %10 (L) 101 – 105

Sumak %5 (L) 151 – 155



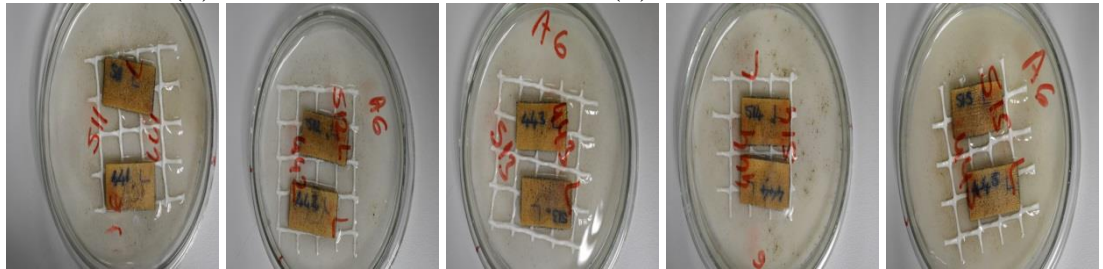
Kebroha %10 (L) 201 – 205

Kebroha %5 (L) 251 - 255



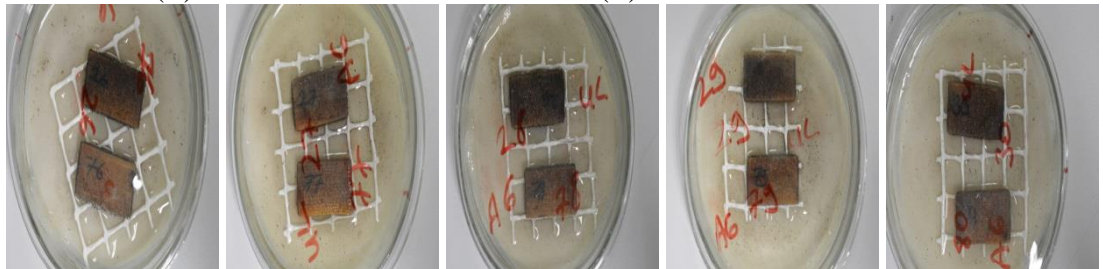
Mimoza %5 (L) 301 – 305

Mimoza %10 (L) 371 - 375



Valeks %5 (L) 441 – 450

Valeks %10 (L) 511 - 515

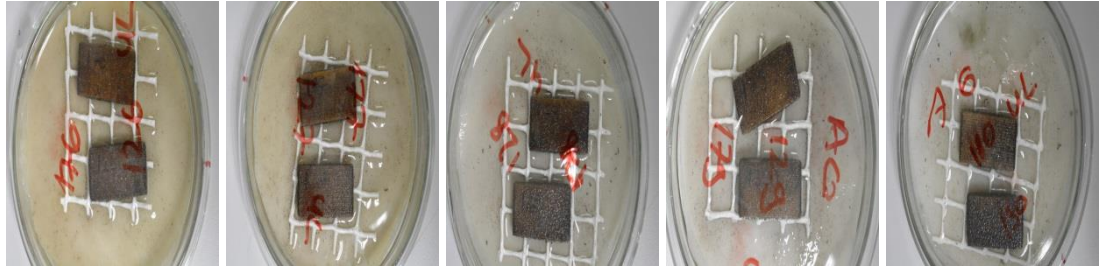


Mazi %10 (UL) 26 – 30

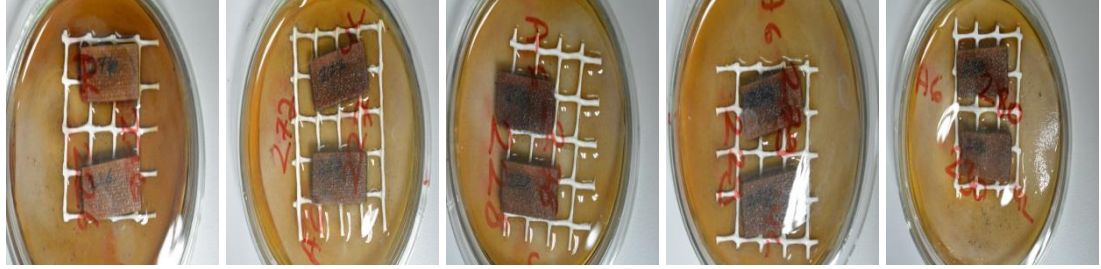
Mazi %5 (UL) 76 – 80

Şekil B. 4 : *A. niger* mantarının örneklerde 4. hafta sonu gelişimi.

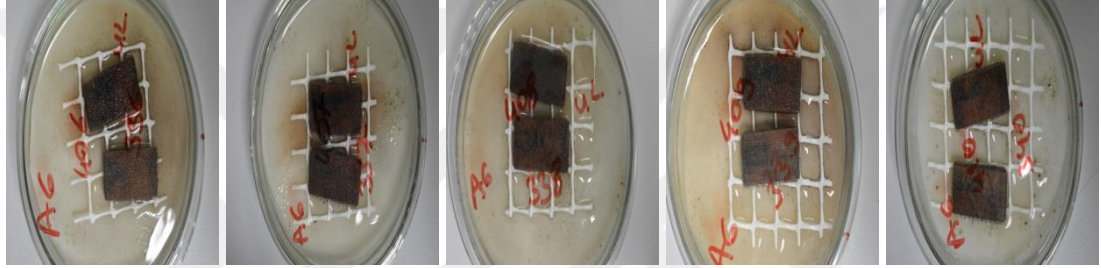




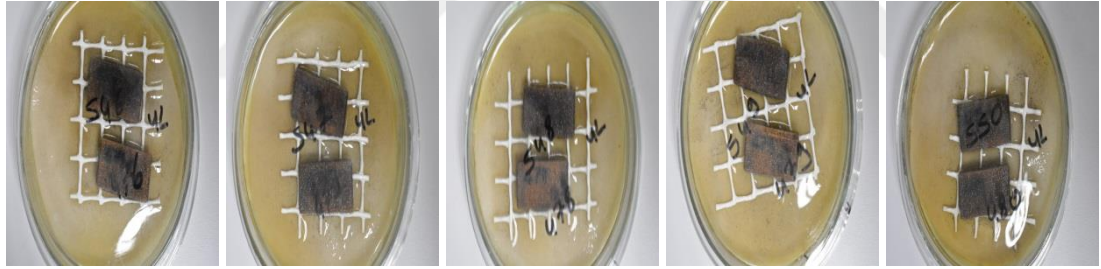
Sumak %10 (UL) 126 – 130      Sumak %5 (UL) 176 -180



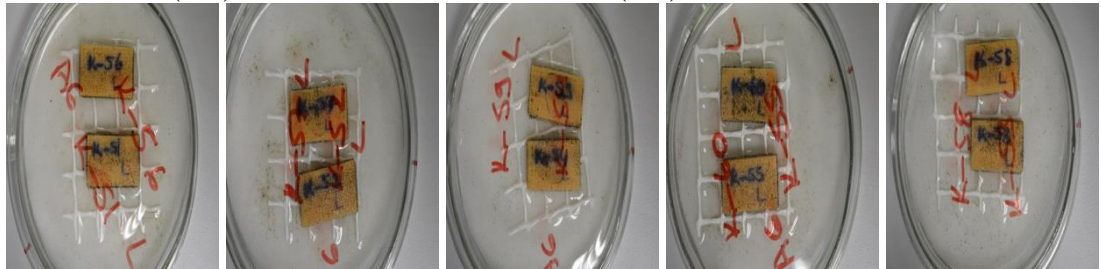
Kebraho %10 (UL) 226 – 230      Kebraho %5 (UL) 276 -280



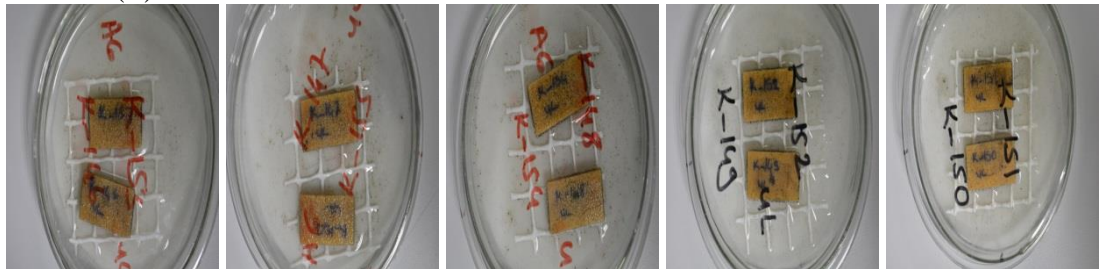
Mimoza %5 (UL) 336 – 340      Mimoza %10 (UL) 406- 410



Valeks %5 (UL) 476 - 480      Valeks %10 (UL) 546 - 550



Kontrol (L) K51 – K60

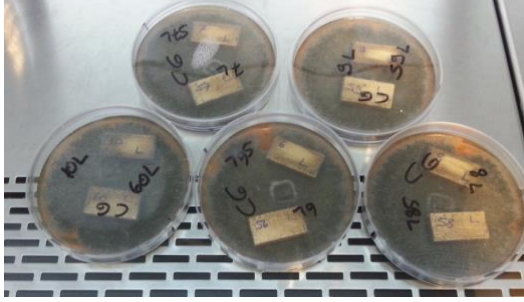


Kontrol (UL) K 146 – K 155

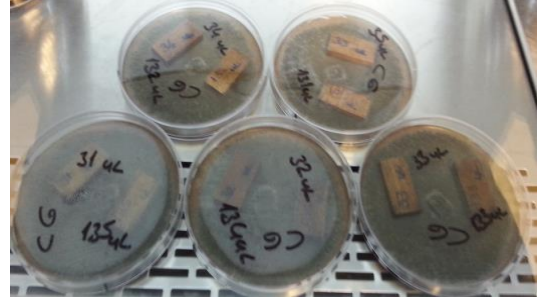
**Şekil B. 4 (devam) :** *A. niger* mantarının örneklerde 4. hafta sonu gelişimi.



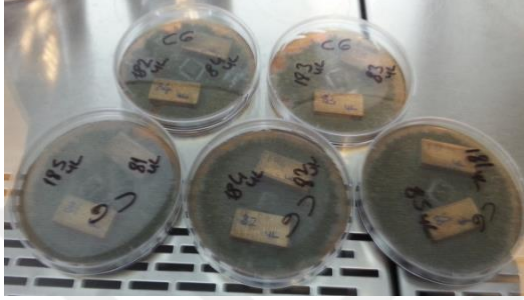
## EK C



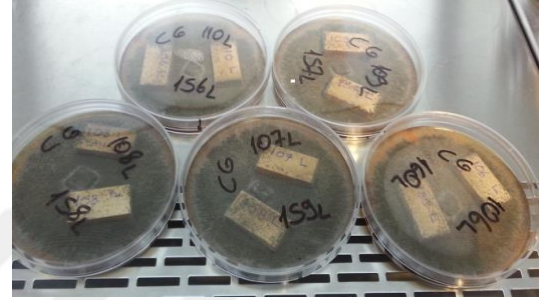
Mazı %10 (L) 6-10  
Mazı %5 (L) 56-60



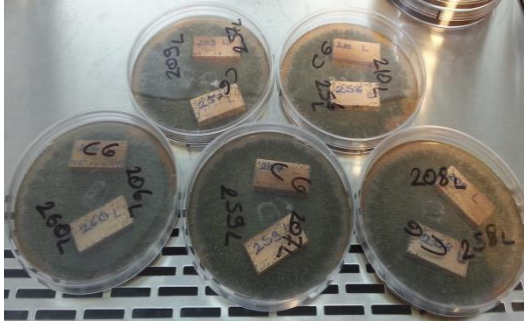
Mazı %10 (UL) 31-35  
Sumak %10 (UL) 136-140



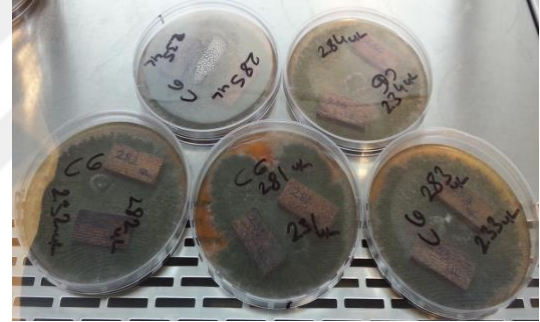
Sumak %5 (UL) 181-185  
Mazı %5 (UL) 81-85



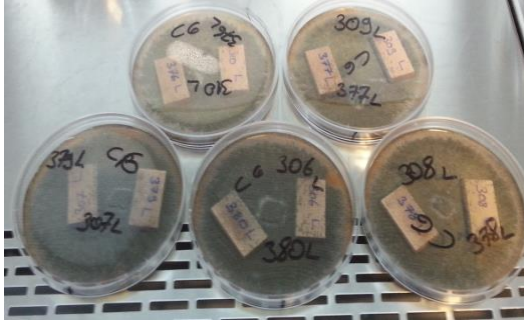
Sumak %10 (L) 106-110  
Sumak %5 (L) 156-160



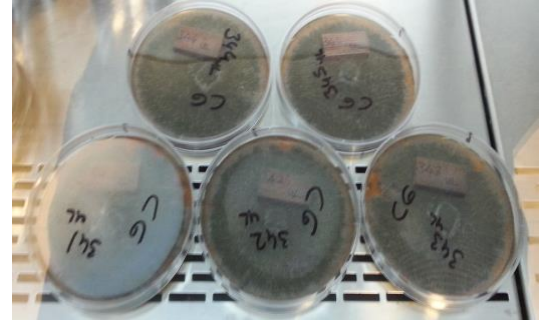
Kebroha %10 (L) 206-210  
Kebroha %5 (L) 256-260



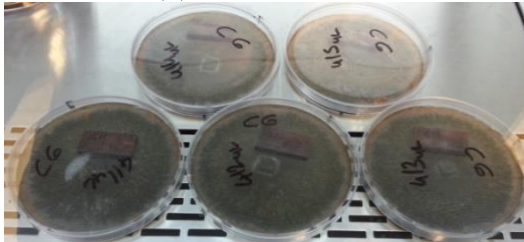
Kebroha %10 (UL) 231-235  
Kebroha %5 (UL) 281-285



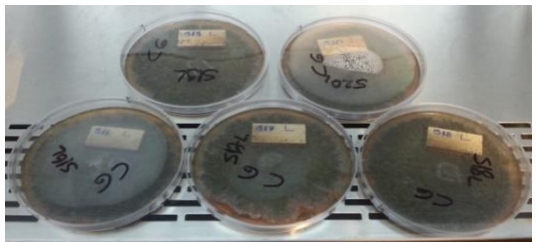
Mimoza %5 (L) 306-310  
Mimoza %10 (L) 376-380



Mimoza %5 (UL) 341-345



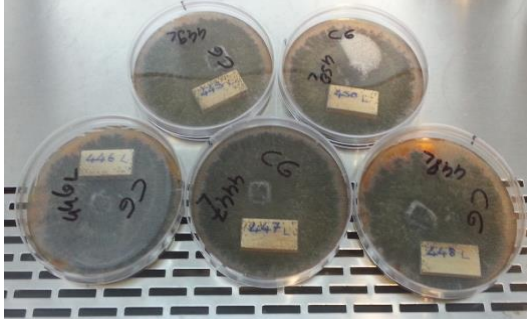
Mimoza %10 (UL) 411-415



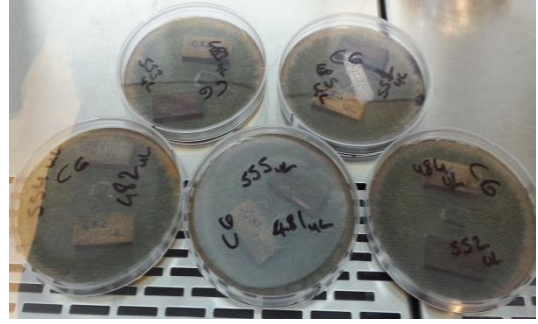
Valeks %10 (L) 516-520

Şekil C. 1 : *C. globosum* mantarının örneklerde 1. hafta sonu gelişimi.

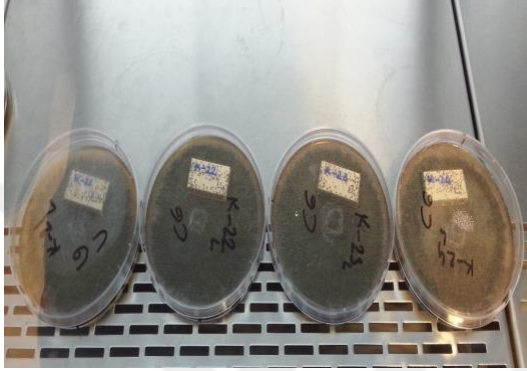




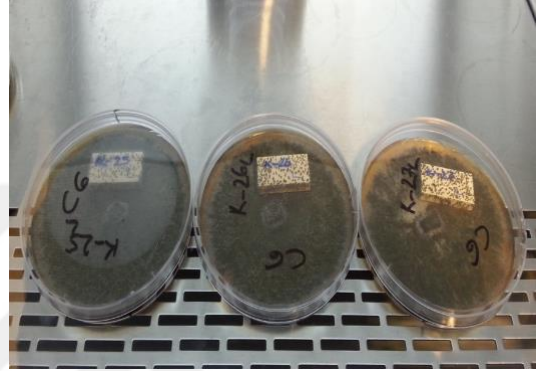
Valeks %5 (L) 446-450



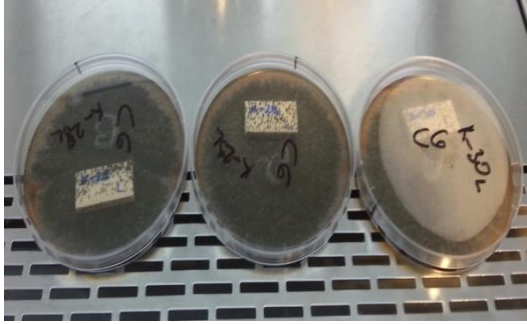
Valeks %5 (UL) 481-485  
Valeks %10 (UL) 551-555



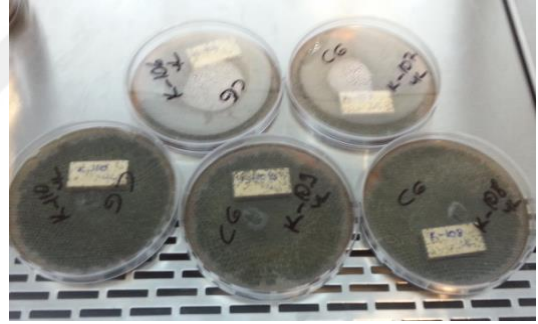
Kontrol (L) K 21 -24



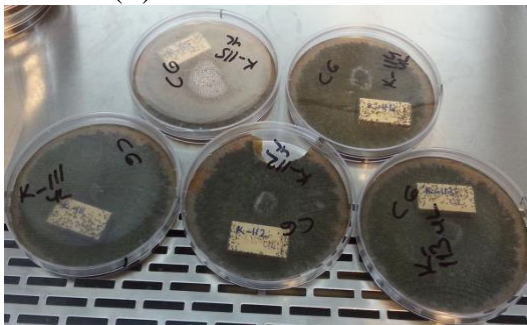
Kontrol (L) K 25-27



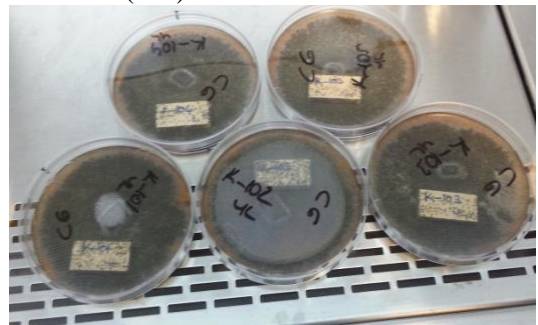
Kontrol (L) K 28 -30



Kontrol (UL) K 106-110



Kontrol (UL) K 111-115



Kontrol (UL) K 101-105

Şekil C. 1 (devam) : *C. globosum* mantarının örneklerde 1. hafta sonu gelişimi.



Mazi %10 (L) 6-10 Mazi %5 (L) 56-60



Sumak %10(L) 106-110 Sumak %5 (L) 156-160



Mazi %10 (UL) 31-35 Sumak %10 (UL) 136-140



Sumak %5 (UL) 181-185 Mazi %5 (UL) 81-85



Kebroha %10 (L) 206-210 Kebroha %5 (L) 256-260



Kebroha %10 (UL) 231-235 Kebroha %5 (UL) 281-285



Mimoza %5 (L) 306-310 Mimoza %10 (L) 376-380



Mimoza %5 (UL) 341-345



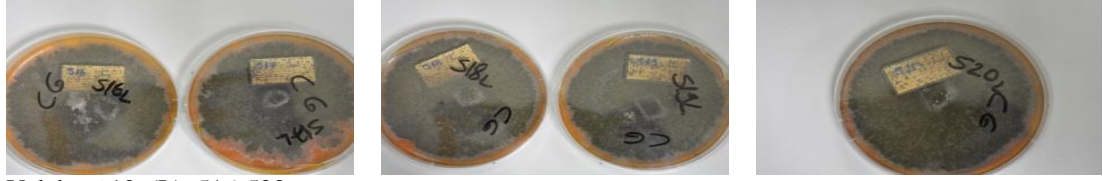
Mimoza %10 (UL) 411-415

Şekil C. 2 : *C. globosum* mantarının örneklerde 2. hafta sonu gelişimi.





Valeks %5 (L) 446-450



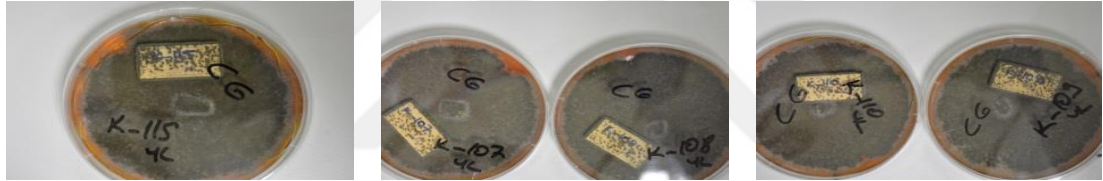
Valeks %10 (L) 516-520



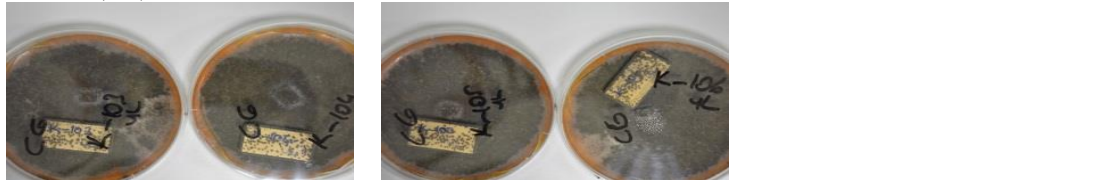
Valeks %5 (UL) 481-485 Valeks %10 (UL) 551-555



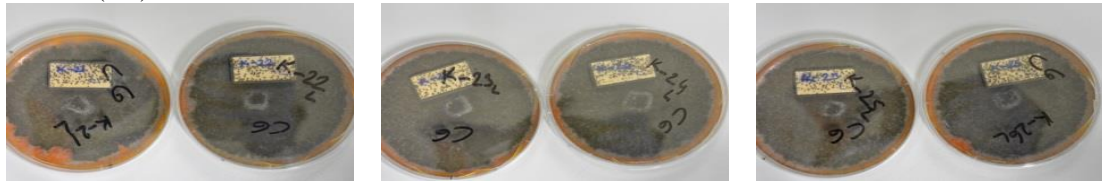
Kontrol (UL) K101, K102, K111-114



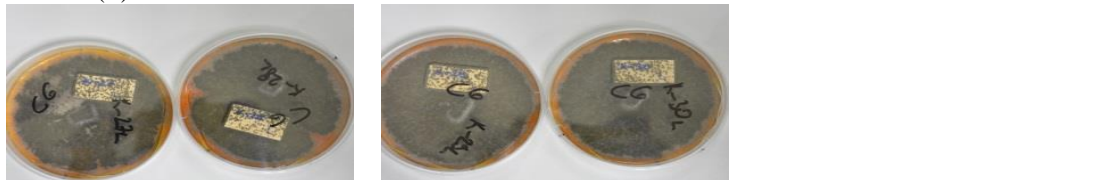
Kontrol (UL) K115, K107-110



Kontrol (UL) K103-106

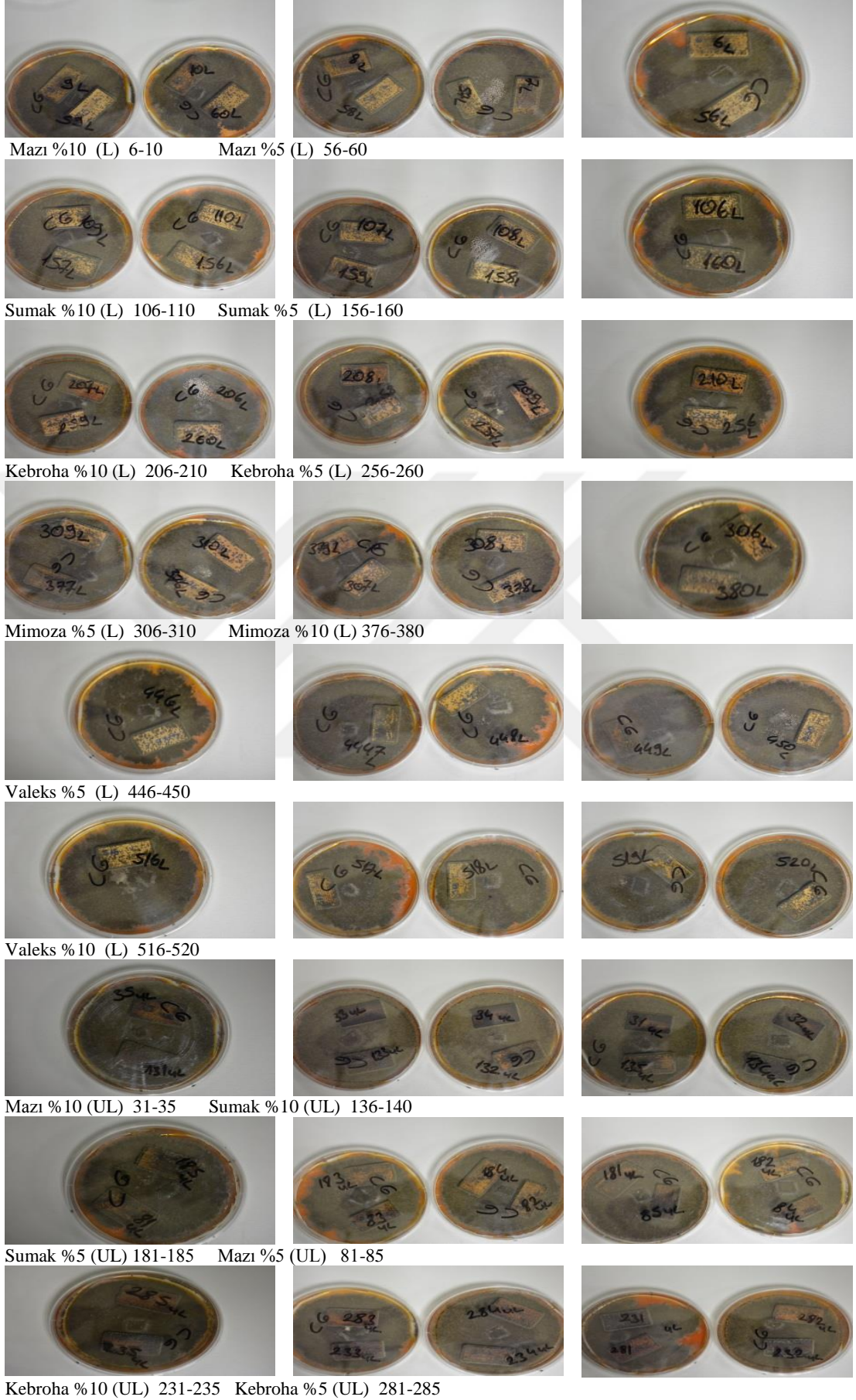


Kontrol (L) K21-26



Kontrol (L) K27-30

**Şekil C. 2 (devam) :** *C. globosum* mantarının örneklerde 2. hafta sonu gelişimi.



**Şekil C. 3 :** *C. globosum* mantarının örneklerde 3. hafta sonu gelişimi.





Mimoza %5 (UL) 341-345



Mimoza %10 (UL) 411-415



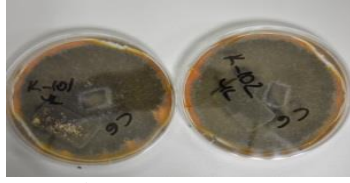
Valeks %5 (UL) 481-485



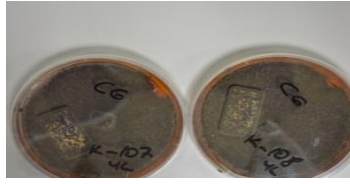
Kontrol (L) K21 - K26



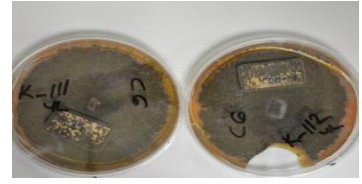
Kontrol (L) K27 - K30



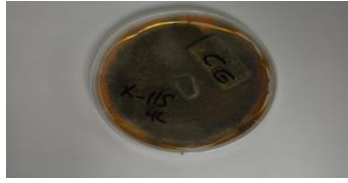
Kontrol (UL) K101 - K106



Kontrol (UL) K107 - K112

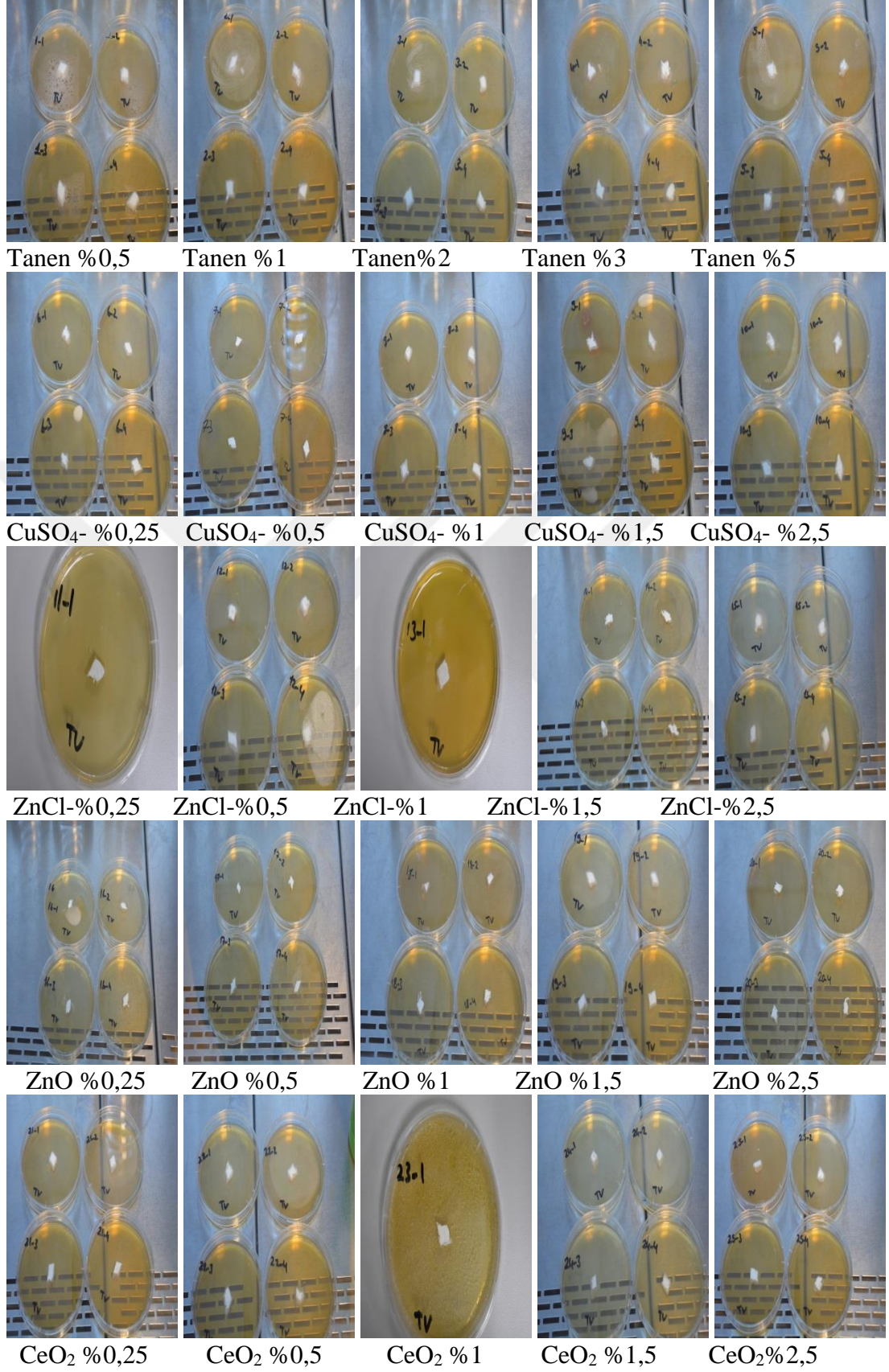


Kontrol (UL) K113 - K115



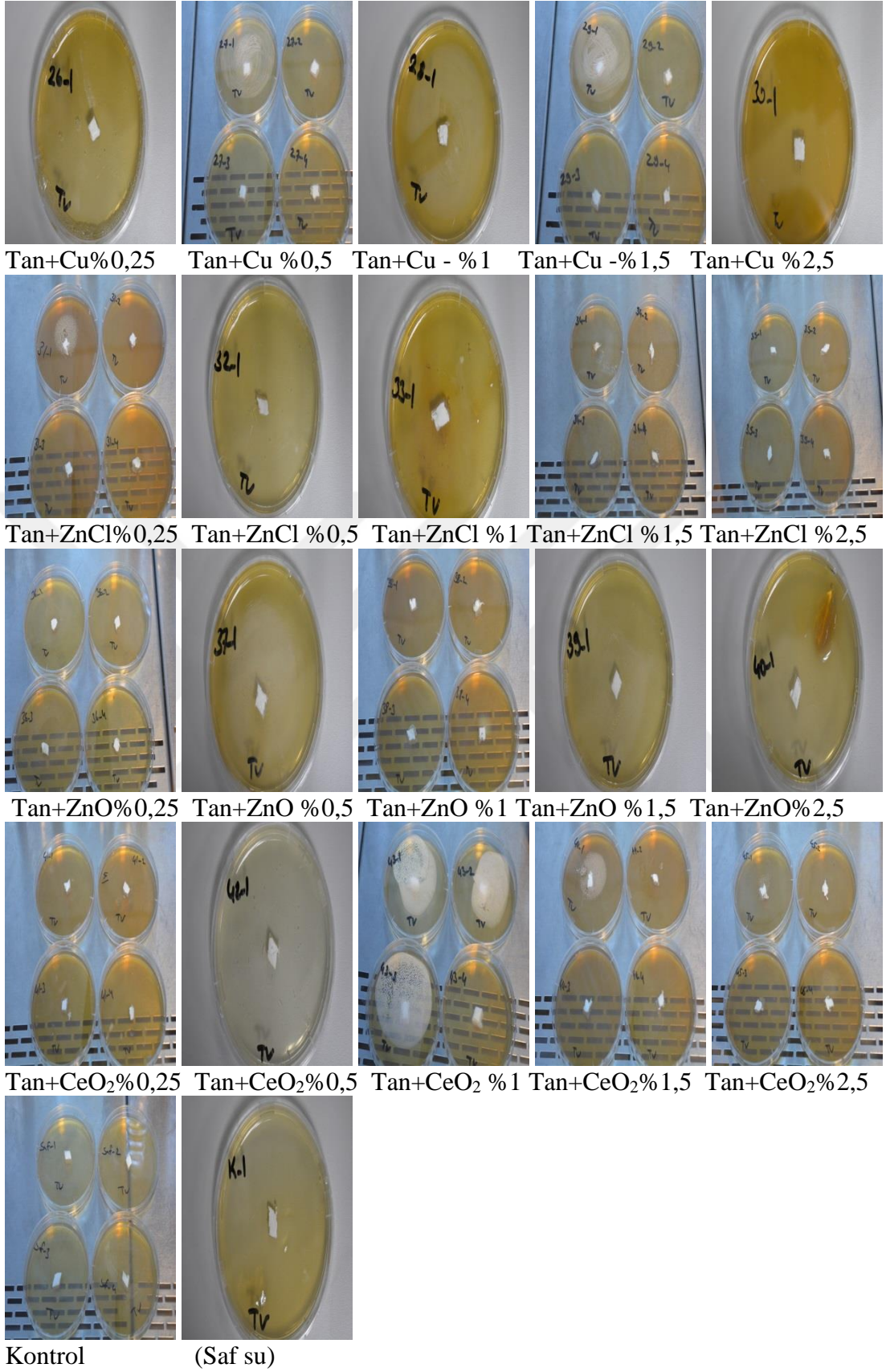
Şekil C. 3 (devam) : *C. globosum* mantarının örneklerde 3. hafta sonu gelişimi.

**EK D**

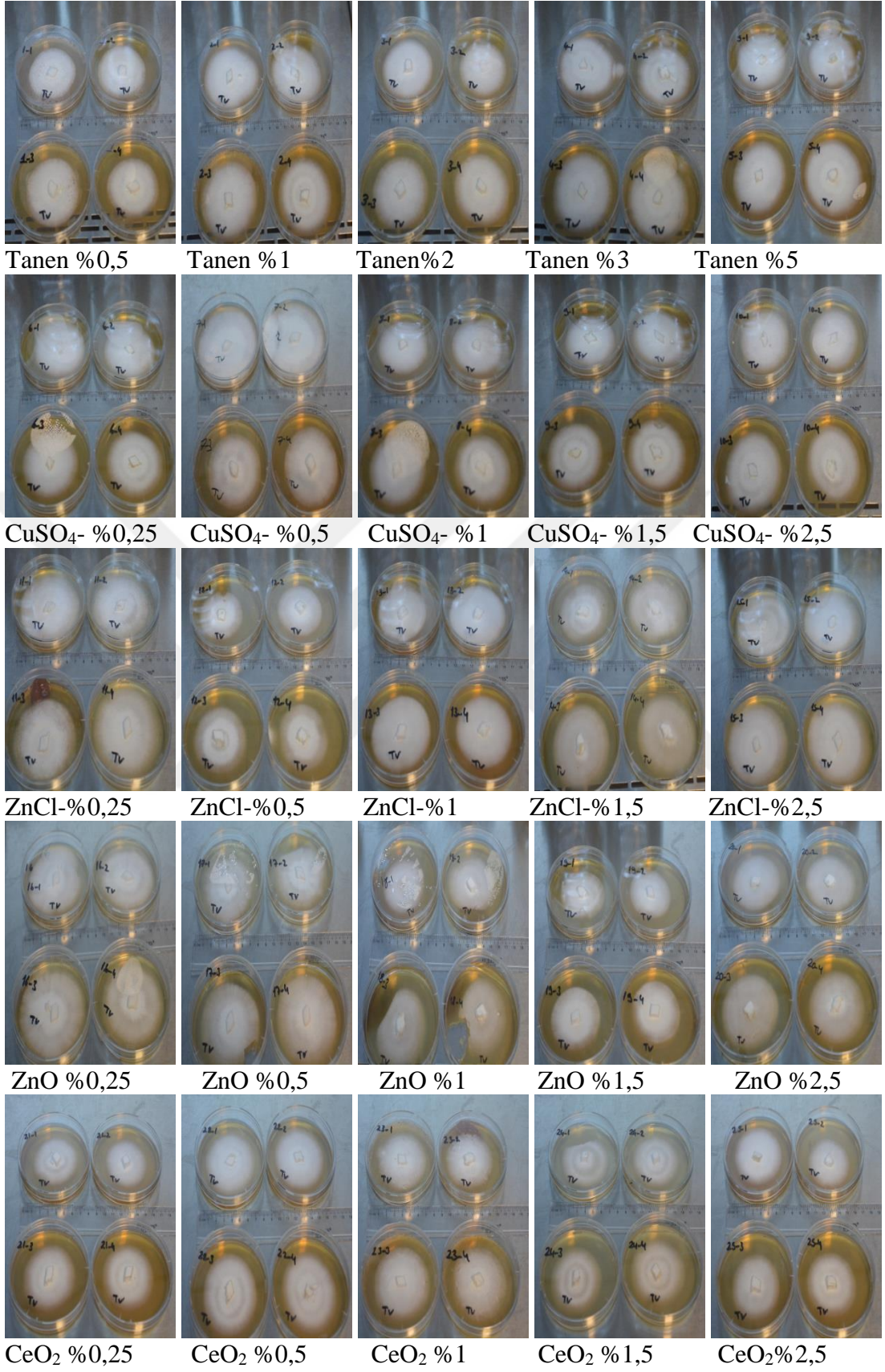


**Şekil D. 1 :** *T. versicolor* mantarının yıkanma sularındaki başlangıç hali.



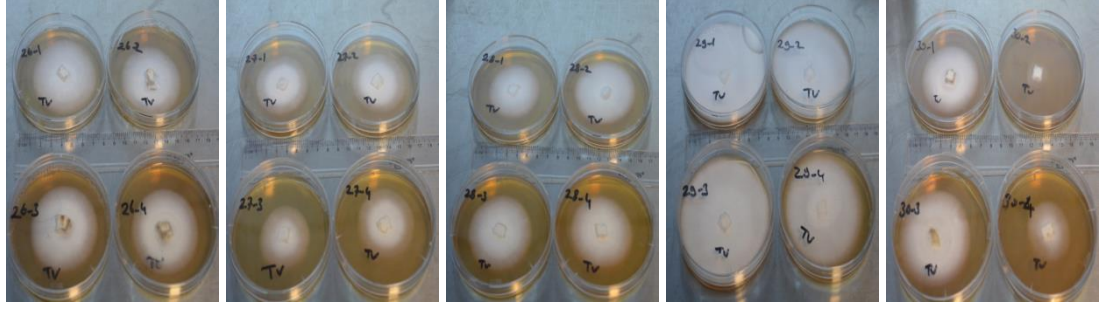


**Şekil D. 1 (devam) :** *T. versicolor* mantarının yıkanma sularındaki başlangıç hali.

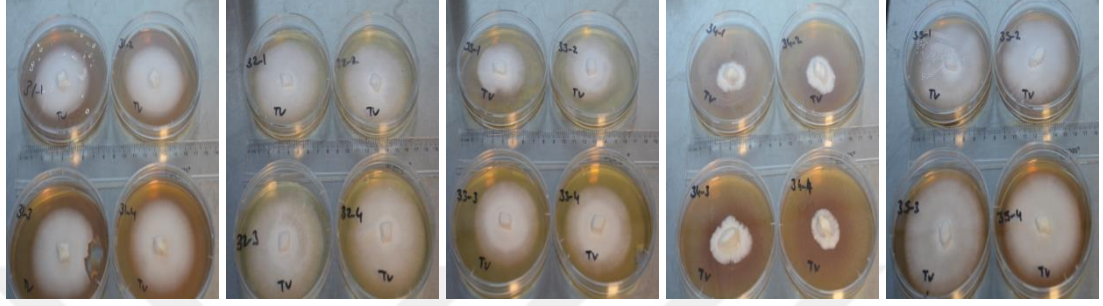


**Şekil D. 2 :** *T. versicolor* mantarının yıkanma sularındaki 1 hafta sonundaki gelişimi.

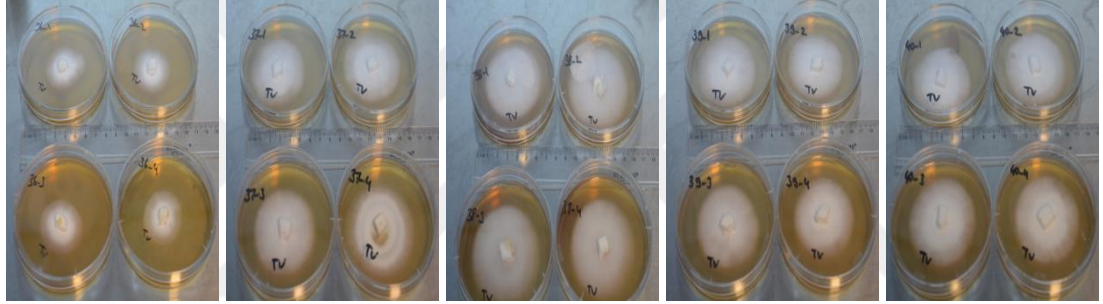




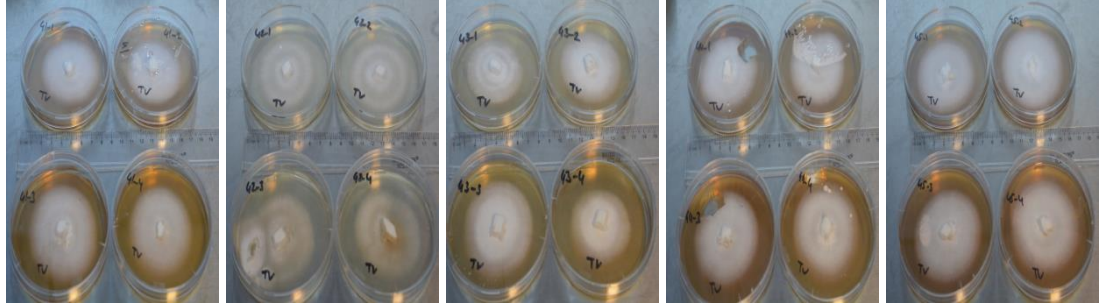
Tan+Cu%0,25 Tan+Cu %0,5 Tan+Cu - % 1 Tan+Cu -% 1,5 Tan+Cu %2,5



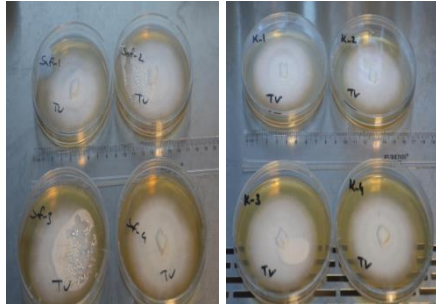
Tan+ZnCl%0,25 Tan+ZnCl %0,5 Tan+ZnCl % 1 Tan+ZnCl % 1,5 Tan+ZnCl %2,5



Tan+ZnO%0,25 Tan+ZnO %0,5 Tan+ZnO % 1 Tan+ZnO % 1,5 Tan+ZnO%2,5

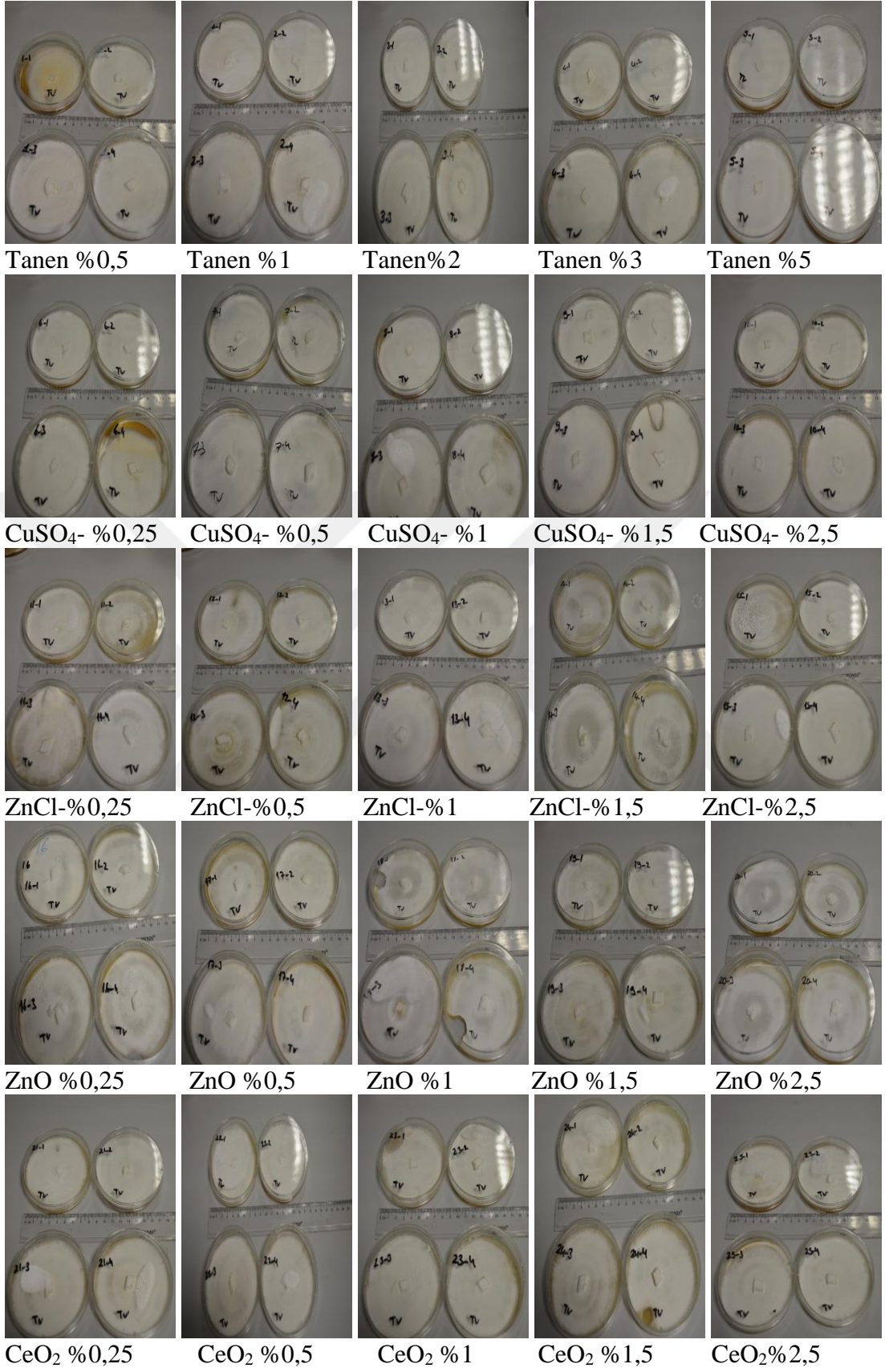


Tan+CeO<sub>2</sub>%0,25 Tan+CeO<sub>2</sub>%0,5 Tan+CeO<sub>2</sub> % 1 Tan+CeO<sub>2</sub>% 1,5 Tan+CeO<sub>2</sub>%2,5



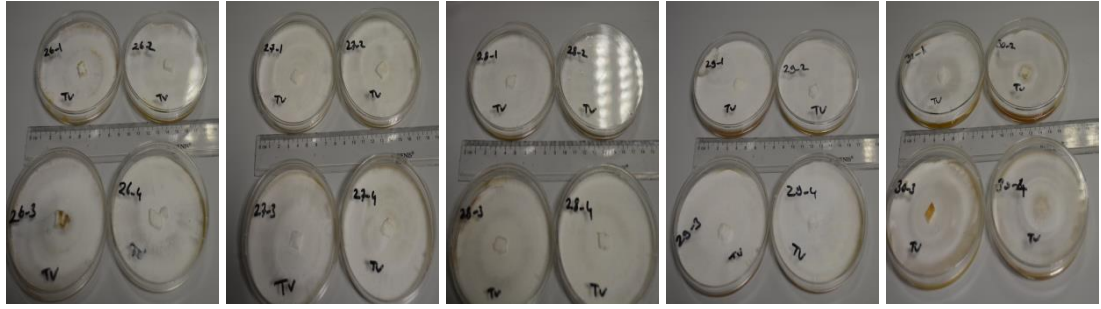
Kontrol (Saf su)

**Şekil D. 2 (devam) :** *T. versicolor* mantarının yıkanma sularındaki 1 hafta sonundaki gelişimi.

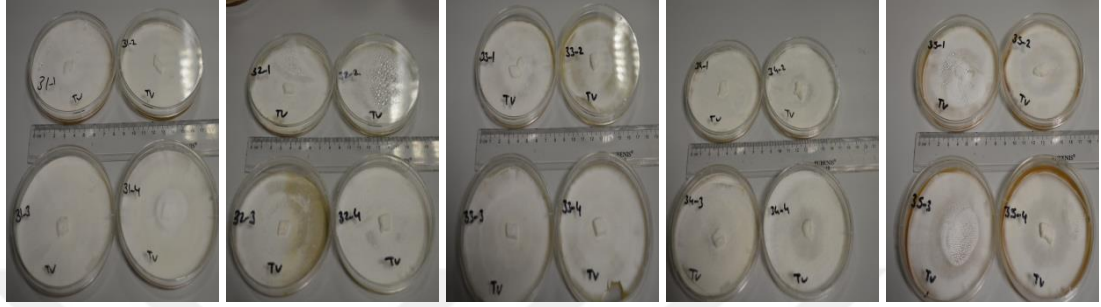


Şekil D. 3 : *T. versicolor* mantarının yıkanma sularındaki 2 hafta sonundaki gelişimi.

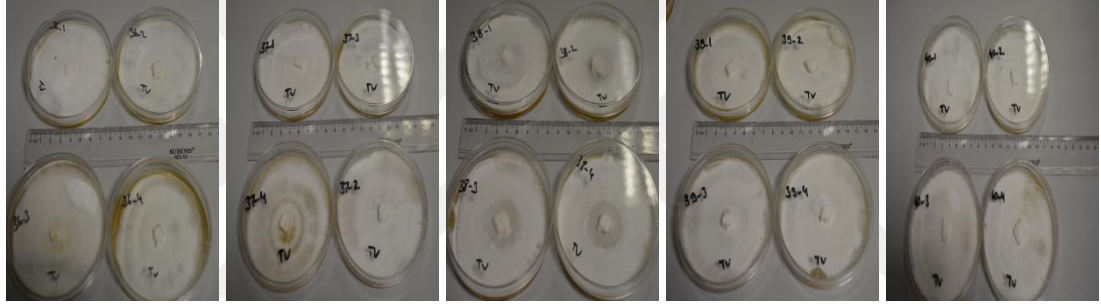




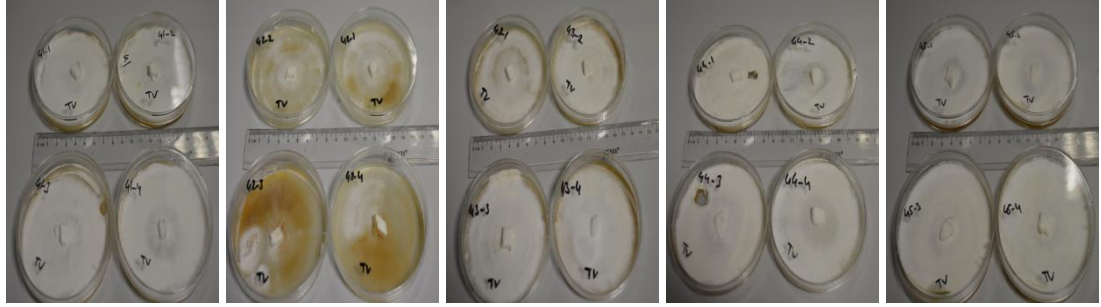
Tan+Cu%0,25 Tan+Cu %0,5 Tan+Cu - %1 Tan+Cu - %1,5 Tan+Cu %2,5



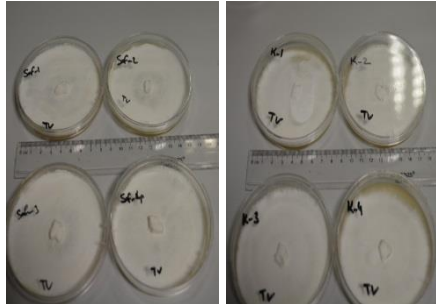
Tan+ZnCl%0,25 Tan+ZnCl %0,5 Tan+ZnCl %1 Tan+ZnCl %1,5 Tan+ZnCl %2,5



Tan+ZnO%0,25 Tan+ZnO %0,5 Tan+ZnO %1 Tan+ZnO %1,5 Tan+ZnO%2,5



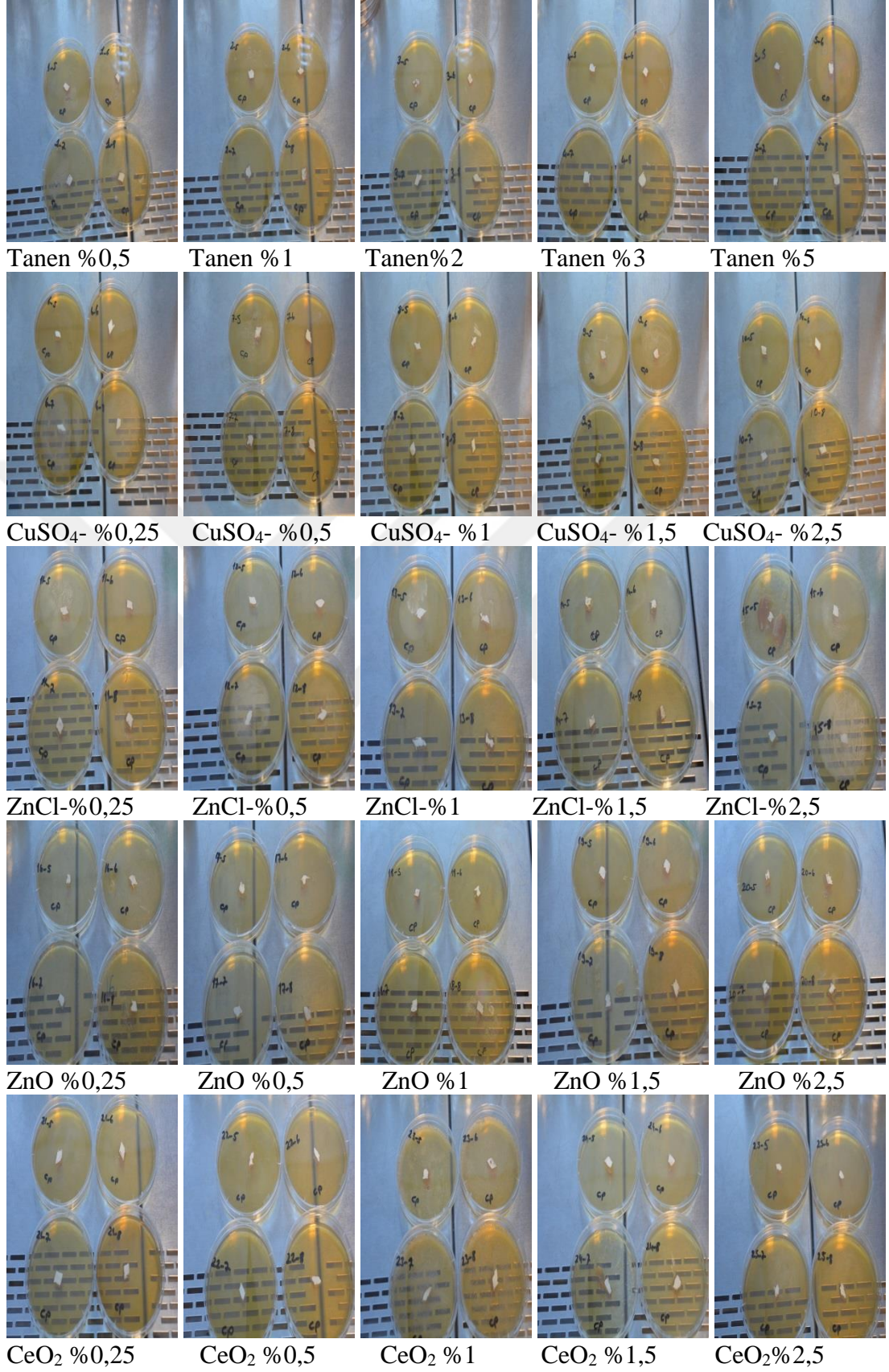
Tan+CeO<sub>2</sub>%0,25 Tan+CeO<sub>2</sub>%0,5 Tan+CeO<sub>2</sub> %1 Tan+CeO<sub>2</sub>%1,5 Tan+CeO<sub>2</sub>%2,5



Kontrol (Saf su)

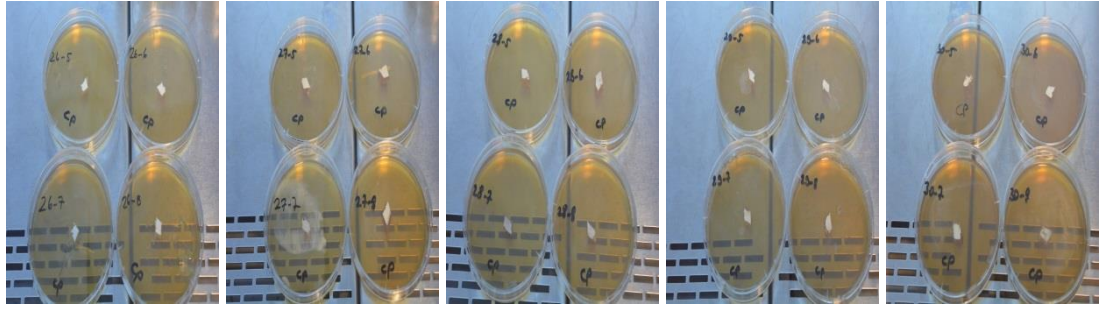
**Şekil D. 3 (devam) :** *T. versicolor* mantarının yikanma sularındaki 2 hafta sonundaki gelişimi.

**EKE**

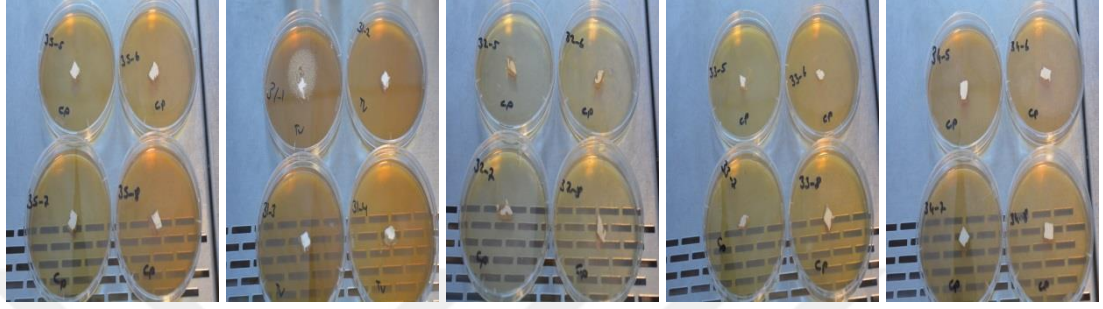


**Şekil E. 1 : *C. puteana* mantarının yıkanma sularındaki başlangıç hali.**

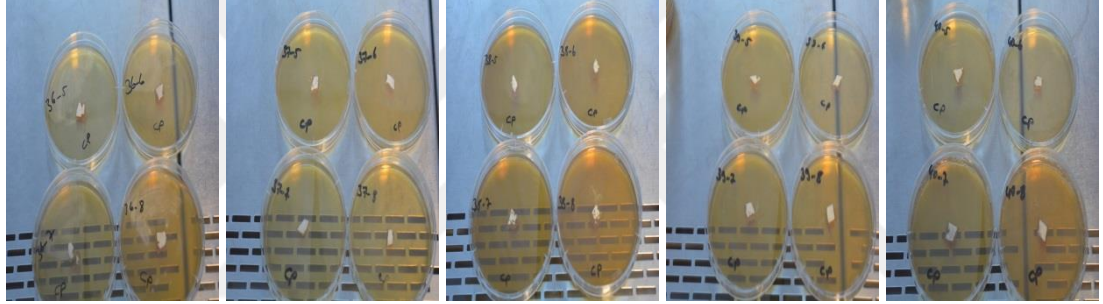




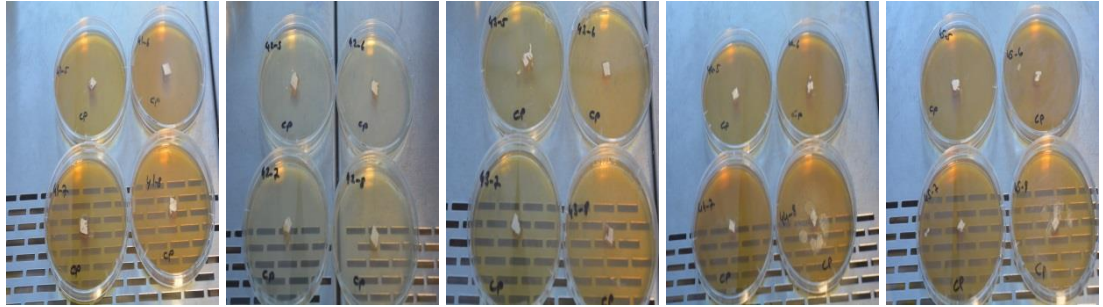
Tan+Cu%0,25 Tan+Cu %0,5 Tan+Cu - %1 Tan+Cu -% 1,5 Tan+Cu %2,5



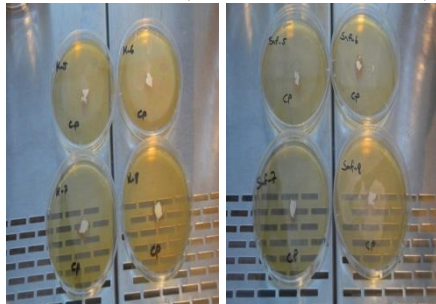
Tan+ZnCl%0,25 Tan+ZnCl %0,5 Tan+ZnCl %1 Tan+ZnCl %1,5 Tan+ZnCl %2,5



Tan+ZnO%0,25 Tan+ZnO %0,5 Tan+ZnO %1 Tan+ZnO %1,5 Tan+ZnO%2,5

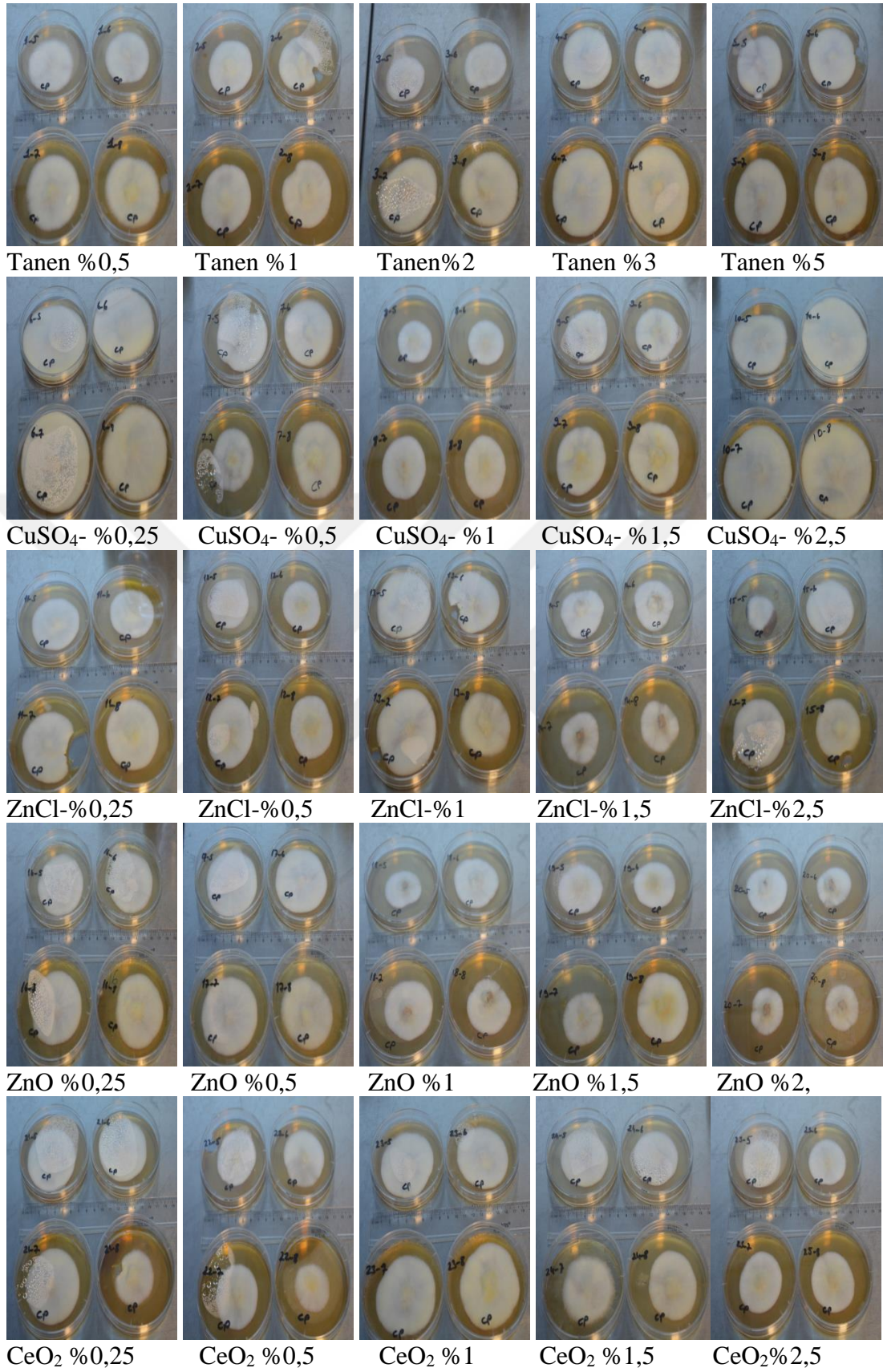


Tan+CeO<sub>2</sub>%0,25 Tan+CeO<sub>2</sub>%0,5 Tan+CeO<sub>2</sub> %1 Tan+CeO<sub>2</sub>%1,5 Tan+CeO<sub>2</sub>%2,5



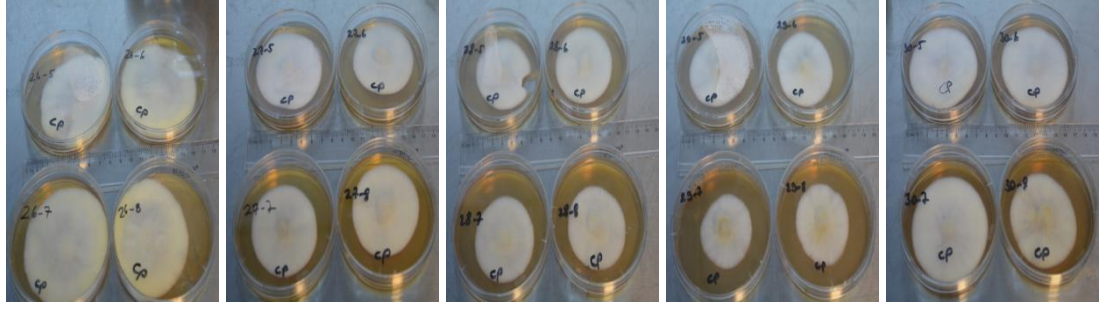
Kontrol (Saf su)

Şekil E. 1 (devam) : *C. puteana* mantarının yıkanma sularındaki başlangıç hali.

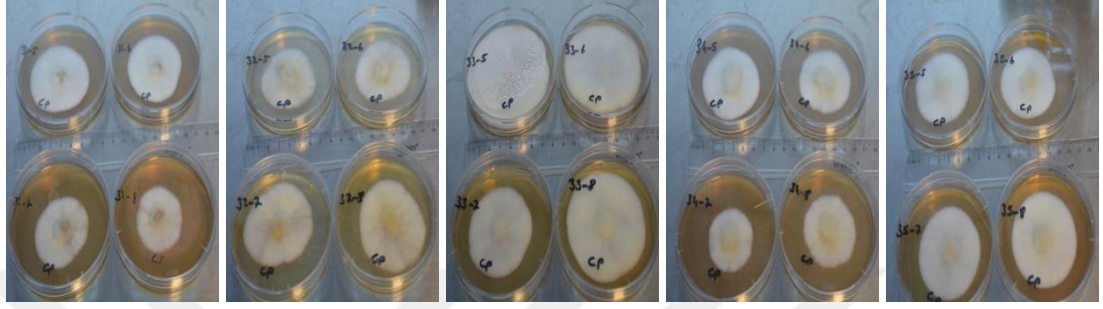


Şekil E. 2 : *C. puteana* mantarının yıkanma sularındaki 1 hafta sonunda gelişimi.

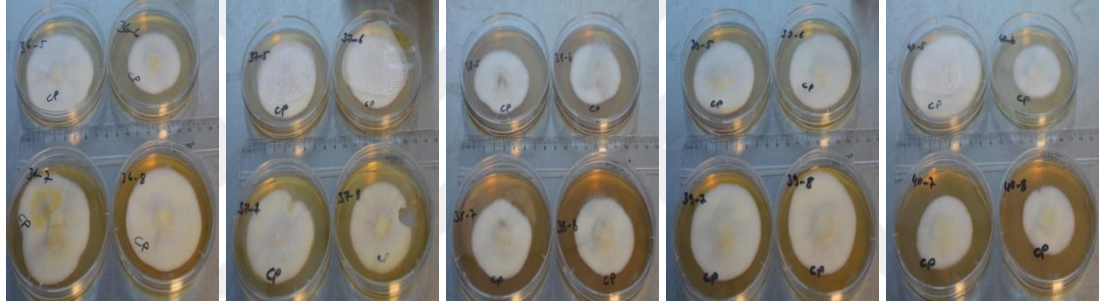




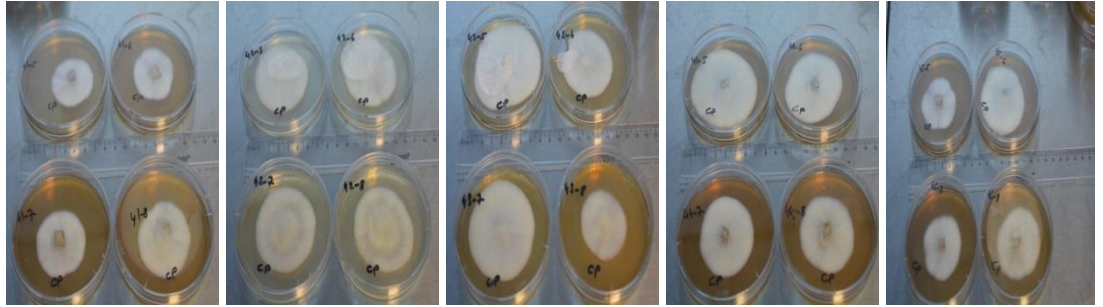
Tan+Cu%0,25 Tan+Cu %0,5 Tan+Cu - %1 Tan+Cu - %1,5 Tan+Cu %2,5



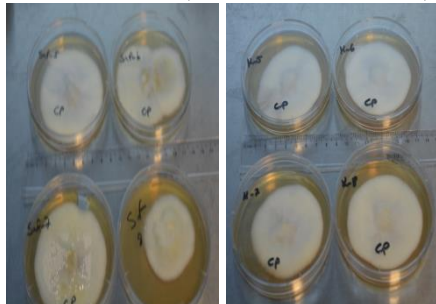
Tan+ZnCl%0,25 Tan+ZnCl %0,5 Tan+ZnCl %1 Tan+ZnCl %1,5 Tan+ZnCl %2,5



Tan+ZnO%0,25 Tan+ZnO %0,5 Tan+ZnO %1 Tan+ZnO %1,5 Tan+ZnO%2,5

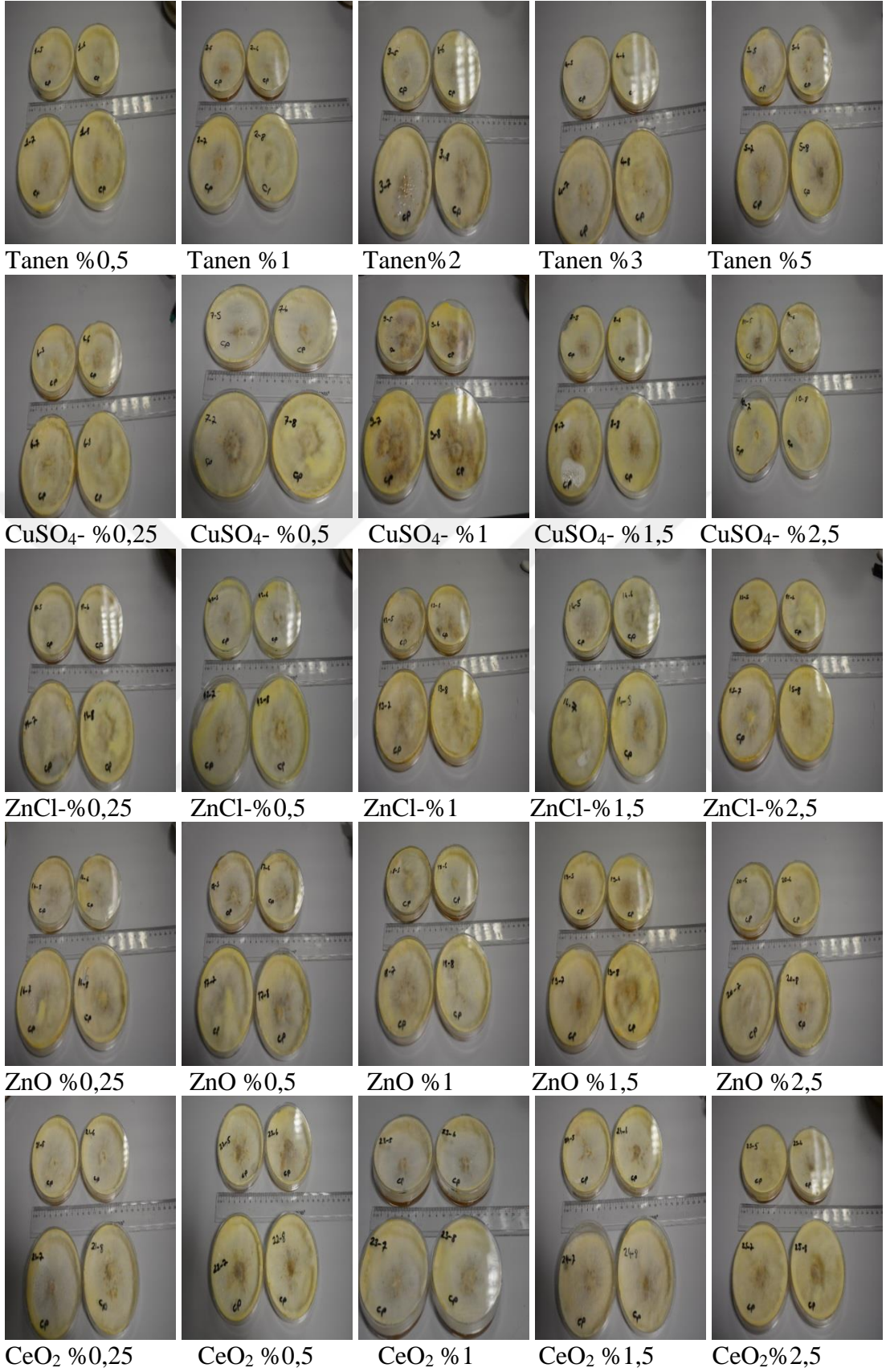


Tan+CeO<sub>2</sub>%0,25 Tan+CeO<sub>2</sub>%0,5 Tan+CeO<sub>2</sub> %1 Tan+CeO<sub>2</sub>%1,5 Tan+CeO<sub>2</sub>%2,5



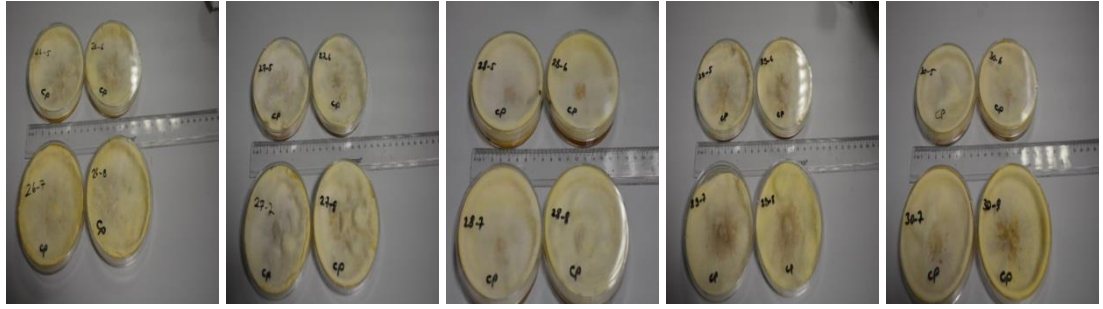
Kontrol (Saf su)

**Şekil E. 2 (devam) :** *C. puteana* mantarının yıkanma sularındaki 1 hafta sonundaki gelişimi.

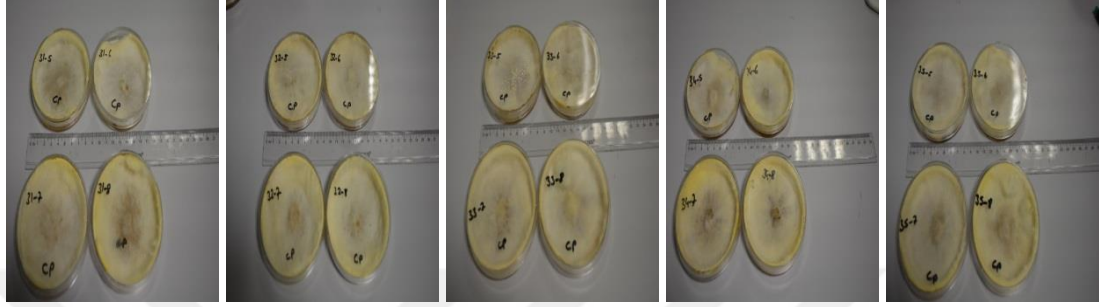


Şekil E. 3 : *C. puteana* mantarının yıkanma sularındaki 2 hafta sonunda gelişimi.

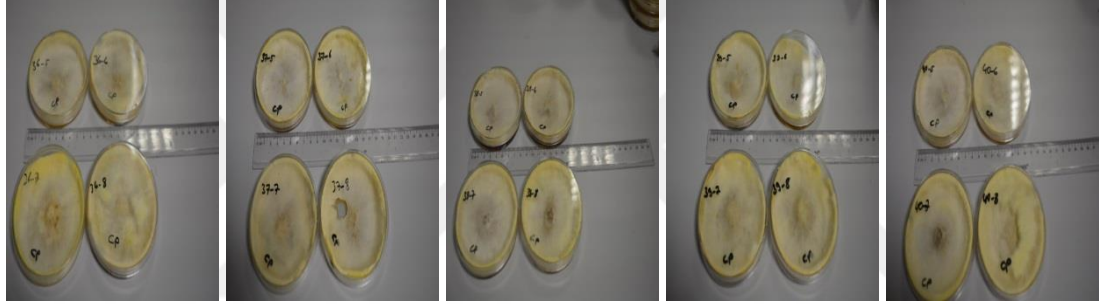




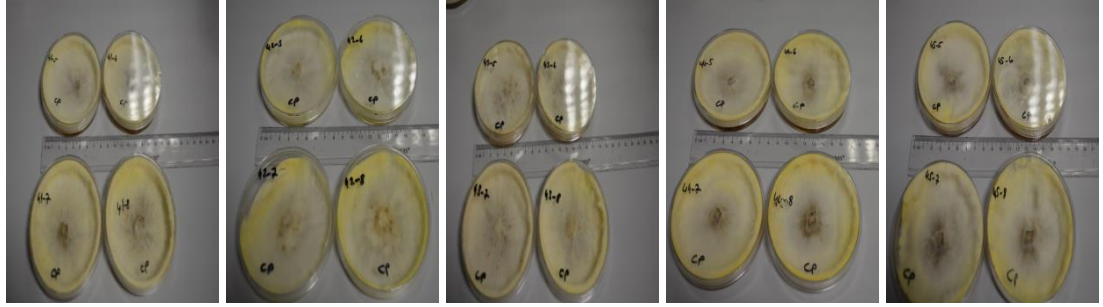
Tan+Cu%0,25 Tan+Cu %0,5 Tan+Cu - %1 Tan+Cu - %1,5 Tan+Cu %2,5



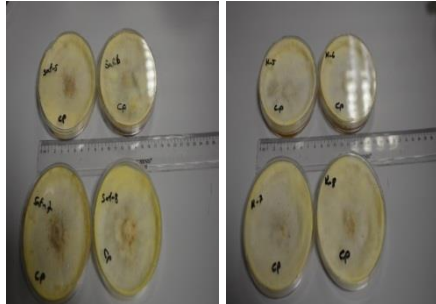
Tan+ZnCl%0,25 Tan+ZnCl %0,5 Tan+ZnCl %1 Tan+ZnCl %1,5 Tan+ZnCl %2,5



Tan+ZnO%0,25 Tan+ZnO %0,5 Tan+ZnO %1 Tan+ZnO %1,5 Tan+ZnO%2,5



Tan+CeO<sub>2</sub>%0,25 Tan+CeO<sub>2</sub>%0,5 Tan+CeO<sub>2</sub> %1 Tan+CeO<sub>2</sub>%1,5 Tan+CeO<sub>2</sub>%2,5



Kontrol

(Saf su)

**Şekil E. 3 (devam)** : *C. puteana* mantarının yıkanma sularındaki 2 hafta sonundaki gelişimi.

## ÖZGEÇMİŞ



**Ad-Soyad** : Ayşegül GÜNAYDIN

**Doğum Tarihi ve Yeri** : 10.08.1982 AŞKALE

**E-posta** :

aysegulgunaydin6125@gmail.com

**ÖĞRENİM DURUMU** :

- **Lisans** : 2007, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği

### MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- 2008-2012 İstanbul, mobilya sektöründe üretim planlama mühendisliği yaptım.
- 2018-2019 Bursa, Ofis mobilyaları satış temsilciliği yaptım.
- Mayıs- Ağustos 2019 Bursa Mustafa Kemalpaşa Orman İşletme Şefliğinde danışman mühendis olarak görev yaptım.
- C sınıfı iş güvenliği uzmanıyım.