



**ACETAMIPRID, IMIDACLOPRID VE SPINOSAD
ETKEN MADDELI İNSEKTİSİTLERİN BAZI
ENTOMOPATOJEN NEMATODLAR ÜZERİNE
ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Vital KWIZERA



T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ACETAMİPRİD, İMİDACLOPRİD VE SPİNASAD ETKEN MADDELİ
İNSEKTİSİTLERİN BAZI ENTOMOPATOJEN NEMATODLAR ÜZERİNE
ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Vital KWIZERA

Prof. Dr. İsmail Alper SUSURLUK

(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

BURSA-2017

Her Hakkı Saklıdır

TEZ ONAYI

Vital KWIZERA tarafından hazırlanan “Acetamiprid, Imidacloprid ve Spinosad Etken Maddeli İsektisitlerin Bazı Entomopatojen Nematodlar Üzerine Etkilerinin Araştırılması.” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman :Prof. Dr. İsmail Alper SUSURLUK

Başkan: Prof. Dr. İsmail Alper SUSURLUK İmza
U.Ü. Ziraat Fakültesi
Bitki Koruma Ana Bilim Dalı

Üye: Doç. Dr. Gül ATANUR İmza
B.T.Ü. Doğa Bilimleri, Mimarlık ve Müh. Fak.
Şehir ve Bölge Planlama Ana Bilim Dalı

Üye: Doç. Dr. Nimet Sema GENÇER İmza
U.Ü. Ziraat Fakültesi
Bitki Koruma Ana Bilim Dalı

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Ali BAYRAM
Enstitü Müdürü
...../...../.....(Tarih)

TEZ ONAYI

Vital KWIZERA tarafından hazırlanan "Acetamiprid, Imidacloprid ve Spinosad Etken Maddeli İnsektisitlerin Bazı Entomopatojen Nematodlar Üzerine Etkilerinin Araştırılması." adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman :Prof. Dr. İsmail Alper SUSURLUK

Başkan: Prof. Dr. İsmail Alper SUSURLUK
U.Ü. Ziraat Fakültesi
Bitki Koruma Anabilim Dalı

İmza



Üye: Doç. Dr. Gül ATANUR
B.T.Ü. Doğa Bilimleri, Mimarlık ve Müh. Fak.
Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı

İmza



Üye: Doç. Dr. Nimet Sema GENÇER
U.Ü. Ziraat Fakültesi
Bitki Koruma Anabilim Dalı

İmza



Yukarıdaki sonucu onaylarım



Prof. Dr. Ali BAYRAM
Enstitü Müdürü

20/06/2017 (Tarih)

U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı,

beyan ederim.

20/06/2017

Vital KWIZERA

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ACETAMIPRID, IMIDACLOPRID VE SPINOSAD ETKEN MADDELİ İNSEKTİSİTLERİN BAZI ENTOMOPATOJEN NEMATODLAR ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Vital KWIZERA

Uludağ Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. İsmail Alper SUSURLUK

Entomopatojen nematodlar (EPN) biyolojik mücadelede zararlı böceklere karşı kullanılan ajanlardan biridir. Zararlı böcekler yaşamlarının bir kısmını toprakta geçirirler. EPN'ler de toprakta yaşarlar ve böceğin larva döneminde etkili olurlar. EPN'ler, Steiner tarafından 1923 yılında ilk kez tanımlanmıştır. O zamandan beri, Entomopatojen Nematoloji alanında birçok gelişme ve yeni bulgular olmuştur. Biyolojik mücadele alanının gelişmesine rağmen, pestisitler hala bitki koruma için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu pestisitlerin, EPN'ler üzerinde yan etkileri vardır. Bu çalışmada, üç EPN (*Steinernema carpocapsae*, *Steinernema feltiae*, *Heterorhabditis bacteriofora*) üzerine üç insektisit (Asetamiprid, Imidakloprid ve Spinosad)'in etkileri değerlendirilmiştir. Deneysel laboratuarda yürütülmüştür. Ölüm sayımları sırasıyla 24, 48 ve 96 saatlerinde yapılmıştır. Bazı neonikotinoidlerin ve EPN'lerin zararlı böcek larvalarına karşı oluşturduğu sinerjiden esinlenerek, bu insektisitlerin EPN'ler üzerindeki doğrudan etkilerini araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; imidaklopridin daha az ölüme neden olduğu, ancak asetamipridde ise yüksek ölüm oranları gösterdiği anlaşılmıştır. Bu sonuçlar, EPN'ler ile imidaklopridin yüksek sinerjizm ve asetamiprid ile düşük sinerjizm meydana getirdiği ortaya koymaktadır. Ayrıca spinosad daha düşük bir ölüm göstermiştir. Arılar gibi tozlayıcı böcekler ve biyotopun diğer faydalı türler üzerindeki etkilerine rağmen, bu insektisitleri zararlı böceklere karşı EPN'lere zarar verme riski olmadan etkili bir şekilde kullanılabileceği anlaşılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: EPN, Steinernema, Heterorhabditis, insektisitler

2017, IX + 51 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

RESEARCH ON THE EFFECTS OF ACETAMIPRID, IMIDACLOPRID AND SPINOSAD ON SOME ENTOMOPATHOGENIC NEMATODES

Vital KWIZERA

Uludağ University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Plant Protection

Supervisor: Prof. Dr. İsmail Alper SUSURLUK

Entomopathogenic nematodes (EPNs) are one biological control way against some insect pests, which pass one stage of their life in the soil. They were identified for the first time in 1923 by Steiner. There have been a lot of developments and new discoveries in the field of Entomopathogenic Nematology. In spite of developments in the field of biological control, pesticides are still widely used for plant protection. These pesticides have side effects on soil biotop such as EPNs. In this study we evaluated the effects of three insecticides (Acetamiprid, Imidacloprid and Spinosad) on three EPNs (*Steinernema carpocapsae*, *Steinernema feltiae*, *Heterorhabditis bacteriophora*). The experiments done in the laboratory. Mortality rate was done at 24, 48 and 96 hours respectively. Inspired by the synergism observed between some neonicotinoids and EPNs against insect pests larvae, it was evaluated the direct effects of those insecticides on EPNs. Our results showed less mortality by imidacloprid and high mortality rates in acetamiprid. These results confirm the high synergism of imidacloprid with EPNs and the low synergism with acetamiprid. It was also observed a lower death by spinosad. Despite their effects on pollinators and other useful organisms of the biotop, these insecticides can be used effectively against insect pests without high risk of harming EPNs.

Key Words: EPN, *Steinernema*, *Heterorhabditis*, insecticides

2017, IX + 51 pages.

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Burundi'nin Rukina Köyünde 1985 tarihinde doğdum. Uzun yıllar çiftçilikle uğraştım ve çobanlık yaptım. Çobanlık yaptığım yıllarda zaman zaman böcekleri de inceliyordum ancak böyle bilimsel çalışmalardan haberim yoktu. Daha sonra Burundi Cumhuriyeti desteğiyle lisans düzeyine kadar okudum. Daha sonra Burundi Cumhuriyeti ile Türkiye Cumhuriyeti arasındaki anlaşma ile Türkiye Burslarına başvurduğum ve hayatımda büyük bir gelişme oldu. Bundan dolayı çok teşekkür ederim. Ayrıca Uludağ Üniversitesi beni kabul ettiği için çok teşekkür ederim. Burada edindiğim bilgileri ülkemize döndükten sonra orada paylaşım katkı sağlayacağım için çok mutluyum.

Yüksek lisans eğitimine devam ettiğim Bitki Koruma Anabilim Dalı Entomoloji Bilim dalında gerek teorik gerekse laboratuvar çalışmalar sırasında birçok bilgi ve tecrübe edindim. Bu konuda bana katkı sağlayan başta danışmanım Prof. Dr. İsmail Alper SUSURLUK olmak üzere Prof. Dr. Orkun Barış KOVANCI, Doç. Dr. Nimet Sema GENÇER, Doç. Dr. Nabi Alper KUMRAL, Arş. Gör. Bilgi PEHLEVAN ve Arş. Gör. Tufan Can ULU, Büşra SADIÇ, Fitopatoloji'deki Prof. Dr. Ümit ARSLAN (bölüm başkanı), Doç. Dr. Himmet TEZCAN, Arş. Gör. Sercan ŞEHİRLİ ve Arş. Gör. Cansu SAYDAM'a çok teşekkür ederim.

Son olarak şimdiye kadar bana destek veren başta aileme ve eşime olmak üzere herkese sonsuza teşekkür ederim.

Vital KWIZERA

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

DDT: Dichlorodiphenyltrichloroethane

EPN: Entomopatojen nematod

IJ: infektif juvenil

OP : organofosfat

g: gram

ug : mikrogram

ml: mililitre

%: yüzde

Hb: *Heterorhabditis bacteriophora*

Sc: *Steinernema carpocapsae*

LC₅₀: Popülasyonun %50'sini öldürmesi beklenen doz

LC₃₀: Popülasyonun %30'sini öldürmesi beklenen doz

LC₂₅: Popülasyonun %25'sini öldürmesi beklenen doz

LC₇₅: Popülasyonun %75'sini öldürmesi beklenen doz

TM: Trade Mark

L: litre

cm²: santimetrekare

°C: santigrad (Celcius) derece

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	II
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	III
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
ÇİZGİLER DİZİNİ.....	IX
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	11
3.1. Materyal.....	11
3.1.1. Araştırma alanı.....	11
3.1.2. Denemelerde kullanılan EPN'ler.....	11
3.1.2.1. <i>Steinernema carpocapsae</i>	11
3.1.2.2. <i>Steinernema feltiae</i>	12
3.1.2.3. <i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	12
3.1.3. Denemelerde kullanılan kimyasallar.....	13
3.1.3.1. Acetamiprid.....	13
3.1.3.2. Imidicloprid.....	14
3.1.3.3. Spinosad.....	15
3.1.4. Denemelerde kullanılan test böceği.....	17
3.2. YÖNTEM.....	17
3.2.1. EPN'ler çoğaltması.....	17
3.2.2. Enfeksiyon yapılması.....	18
3.2.3. İlaçların dozları.....	18
3.2.4. Ölüm sayımı.....	18
3.3. İstatistiksel analizi.....	18
4. BULGULAR.....	19
4.1. Acetamipridin etkisi.....	19
4.1.1. Acetamipridin <i>Steinernema carpocapsae</i> üzerinde etkisi.....	19
4.1.2. Acetamipridin <i>Steinernema feltiae</i> üzerinde etkisi.....	22

4.1.3. Acetamipridin <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> üzerinde etkisi	25
4.2. Imidaclopridin etkisi.....	28
4.2.1. Imidaclopridin <i>Steinernema carpocapsae</i> üzerinde etkisi.....	28
4.2.2. Imidaclopridin <i>Steinernema feltiae</i> üzerinde etkisi	31
4.2.3. Imidaclopridin <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> üzerinde etkisi	33
4.3. Spinosadın etkisi.....	37
4.3.1. Spinosadın <i>Steinernema carpocapsae</i> üzerinde etkisi.....	37
4.3.2. Spinosadın <i>Steinernema feltiae</i> üzerinde etkisi	39
4.3.3. Spinosadın <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> üzerinde etkisi.....	42
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	46
KAYNAKLAR	48
ÖZGEÇMİŞ	51

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Acetamipridin formülü (Thyssen ve Machemer. 1999).....	13
Şekil 3.2. Imidacloprid, Acetamiprid ve diğer nikotinoidler ilişkileri (Thyssen ve Machemer. 1999).	15
Şekil 3.3. Spinosyn A.....	16
Şekil 4.1. Acetamipridin <i>Steinernema carpocapsae</i> üzerinde etkisi – tarla dozu (F = 125,3465; df= 2, 9; P=<0,0001).....	19
Şekil 4.2. Acetamipridin <i>Steinernema carpocapsae</i> üzerinde etkisi – yarım tarla dozu (F= 14,5957; df= 2, 9; P= >0,0015).....	20
Şekil 4.3. Acetamipridin <i>Steinernema carpocapsae</i> üzerinde etkisi – iki katlı tarla dozu (F= 102,3533; df= 2, 9; P=<0,0001).....	20
Şekil 4.4. Acetamipridin <i>Steinernema carpocapsae</i> üzerinde etkisi – dozların etkileri arasında	21
Şekil 4.5. Acetamipridin <i>Steinernema feltiae</i> üzerinde etkisi - Tarla dozu (F= 7,0051; df= 2, 9; P=0,0146).....	22
Şekil 4.6. Acetamipridin <i>Steinernema feltiae</i> üzerinde etkisi - Yarım tarla dozu (F= 2,0919; df= 2, 9; P=>0,1794).....	23
Şekil 4.7. Acetamipridin <i>Steinernema feltiae</i> üzerinde etkisi - İki katlı tarla dozu (F= 8,4516; df= 2, 9; P=>0,0086).....	23
Şekil 4.8. Acetamipridin <i>Steinernema feltiae</i> üzerinde etkisi – Dozlar	24
Şekil 4.9. Acetamipridin <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> üzerinde etkisi - Tarla dozu (F= 139,8482; df= 2,9; P=<0,0001).....	25
Şekil 4.10. Acetamipridin <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> üzerinde etkisi - Yarım tarla dozu (F= 142,9175; df= 2, 9; P=<0,0001)	26
4.11. Acetamipridin <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> üzerinde etkisi - İki katlı tarla dozu (F= 195,3963; df= 2, 9; P=<0,0001)	27
Şekil 4.12. Acetamipridin <i>H. bacteriophora</i> üzerinde etkisi – Dozlar	27
Şekil 4.13. Imidaclopridin <i>Steinernema carpocapsae</i> üzerinde etkisi - Tarla dozu (F= 1,8816; df= 2, 9; P= 0,2076)	28
Şekil 4.14. Imidaclopridin <i>Steinernema carpocapsae</i> üzerinde etkisi - Yarım tarla dozu (F= 3,0545; df= 2, 9; P=0,0972)	29
Şekil 4.15. Imidaclopridin <i>Steinernema carpocapsae</i> üzerinde etkisi - İki katlı tarla dozu (F= 25,3501; df= 2, 9; P= 0,0002)	29
Şekil 4.16. Imidaclopridin <i>Steinernema carpocapsae</i> üzerinde etkisi – Dozlar	30
Şekil 4.17. Imidaclopridin <i>Steinernema feltiae</i> üzerinde etkisi - Tarla dozu (F= 1,5863; df= 2, 9; P= 0,257)	31
Şekil 4.18. Imidaclopridin <i>Steinernema feltiae</i> üzerinde etkisi - Yarım tarla dozu (F= 5,9552; df= 2, 9; P=0,0225)	32
Şekil 4.19. Imidaclopridin <i>Steinernema feltiae</i> üzerinde etkisi - İki katlı tarla dozu (F= 17,1365; df= 2, 9; P=0,0009)	32
Şekil 4.20. Imidaclopridin <i>Steinernema feltiae</i> üzerinde etkisi - Dozlar.	33

Şekil 4.21. Imidaclopridin <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> üzerinde etkisi - Tarla dozu (F= 0,7103; df= 2, 9; P=0,5171)	34
Şekil 4.22. Imidaclopridin <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> üzerinde etkisi - Yarım tarla dozu (F= 3,2525; df= 2, 9; P=0,0865).....	34
Şekil 4.23. Imidaclopridin <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> üzerinde etkisi - İki katlı tarla dozu (F= 13,4604; df= 2, 9; P= 0,002).....	35
Şekil 4.24. Imidaclopridin <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> üzerinde etkisi – Dozlar.	36
Şekil 4.25. Spinosadın <i>Steinernema carpocapsae</i> üzerinde etkisi - Tarla dozu (F= 56,8949; df= 2, 9; P= <0,0001).....	37
Şekil 4.26. Spinosadın <i>Steinernema carpocapsae</i> üzerinde etkisi - Yarım tarla dozu (F= 30,7926; df= 2, 9; P=<0,0001).....	38
Şekil 4.27. Spinosadın <i>Steinernema carpocapsae</i> üzerinde etkisi - İki katlı tarla dozu (F= 77,9436; df= 2, 9; P=<0,0001).....	38
Şekil 4.28. Spinosadın <i>Steinernema carpocapsae</i> üzerinde etkisi – Dozlar.....	39
Şekil 4.29. Spinosadın <i>Steinernema feltiae</i> üzerinde etkisi - Tarla dozu.....	40
(F= 15,5035; df= 2, 9; P=0,0012)	40
Şekil 4.30. Spinosadın <i>Steinernema feltiae</i> üzerinde etkisi - Yarım tarla dozu (F= 25,0471; df= 2, 9; P=0,0002).....	40
Şekil 4.31. Spinosadın <i>Steinernema feltiae</i> üzerinde etkisi - İki katlı tarla dozu (F= 115,3615; df= 2, 9; P=<0,0001).....	41
Şekil 4.32. Spinosadın <i>Steinernema feltiae</i> üzerinde etkisi _ Dozlar.	42
Şekil 4.33. Spinosadın <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> üzerinde etkisi - Tarla dozu (F= 61,3164; df= 2, 9; P=<0,0001).....	43
Şekil 4.34. Spinosadın <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> üzerinde etkisi - Yarım tarla dozu (F= 46,6617; dF= 2, 9; P=<0,0001)	43
Şekil 4.35. Spinosadın <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> üzerinde etkisi - İki katlı tarla dozu (F= 265,8849; dF= 2, 9; P=<0,0001).....	44
Şekil 4.36. Spinosadın <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> üzerinde etkisi – Dozlar.....	45

ÇİZGİLER DİZİNİ

Tablo 3.1. 20 ml'e uygulanan miktarlar..... 18



1. GİRİŞ

Böceklerin dünyada yaklaşık 480 milyon yıl önce meydana geldikleri aynı zamanda bitkilerin de ortaya çıktığı bildirilmektedir (David ve Michael 2005). Bazı araştırmacılara göre 200 bin yıl önce insanların da meydana geldiği belirtilmektedir (Darwin 1857; Muehlenbein 2015). Böceklerin insanlardan uzun zaman önce ortaya çıktığı anlaşılmaktadır. Böcekler bitkilerle birlikte gelişmiştir (David ve Michael 2005). İnsan-bitki etkileşiminden çok daha fazla böcek-bitki etkileşimi bulunmaktadır.

Ekolojik olarak böceklerin dünyaya insanlardan daha çok katkısı olduğu bilinmektedir. İnsanlar böceklerin milyonlarca yıl önceden beri kurmuş oldukları doğal dengeyi yok etmektedirler (Capinera 2010). İnsanlar çoğu zaman yeni bitkiler yetiştirmektedir. Bu bitkileri yetiştirirken bunlara zarar veren bazı bakteri, virüs, fungus ve böcekler ortaya çıkmaktadır. Buna karşı insanlar zararlılarla mücadele etmek için pestisitleri icat ettiler. Pestisitler zehirli kimyasallardır (Rachel 1963). Zararlıları yok ederken, doğal dengeyi korumaya yardım eden diğer böcekleri de öldürmektedirler. Bu durumda insan zararlılarla mücadele ederken faydalılara da zarar vermiş ve karmaşıklık ortaya çıkmıştır (Rowe-Davis 2014; Vasil 2008).

Yüzyıllar boyunca insanlar, bitki hastalıklarına ve bitki zararlılarına karşı pestisitleri kullanmışlardır. 1940'larda pestisit sanayi zirveye ulaştı. Hatta bir Nobel Ödülü DDT'nin mucidinde verildi. 1960'lı yıllarda, pestisit endüstrisinin istememesine rağmen, pestisitlerin çevre üzerindeki yan etkileri konusunda kamuoyu bilgilendirildi (Rachel 1963). 1970'lerde bazı bilim adamları, bitki hastalıklarının ve bitki zararlılarının biyolojik mücadelesi üzerine yoğun çaba göstermişler. Daha sonra doğaya kulak vermişler ve iki ana sistemi oluşturdular: "Biyolojik mücadele" ve "Entegre zararlı yönetimi". Bu iki sistemin içinde, biyolojisine göre bitki zararlıları ile mücadele için kullanılan pek çok seçenek bulunmaktadır (Grey ve ark. 2009).

Bitki zararlılarını kontrol etmenin bir yolu da, entomopatojen nematodlar (EPN)'i kullanarak yapılmaktadır. Bu, yaşam döngüsünün bir döneminin toprakta tamamlandığı sadece zararlı böcekler için mümkündür. Zararlıların çoğunda bu dönem larvalardır. Diğerleri için, nematodlar topraktaki yetişkin böceklere de saldırabilirler.

Pestisit temelli böceklerle karşı mücadelede bu tür kimyasalların toprakta doğal olarak yaşayan doğal düşmanlar üzerine etkileri önemsenmelidir. Diğer taraftan, entegre zararlı yönetimi programında pestisitlerin doğal düşmanlar üzerindeki etkilerini değerlendirebiliyoruz. Bazı pestisitlerin EPN'lerle iyi uyduğu, diğer pestisitlerin EPN'leri öldürdüğü veya EPN'lerin etkilerini azalttığı kanıtlanmıştır (Atwa ve ark. 2013). Bu araştırmada bazı insektisitlerin EPN'ler üzerindeki doğrudan etkileri değerlendirmektedir.

Tarımda büyük bir sorun olan ve yaşam döngüsünün bir aşamasını toprakta tamamlayan bitki zararlılarından, Chrysomelidae familyası önemli bir gruptur (Capaniera, 2001). Bu böceklerde uzun süredir kullanılan birçok insektisitlere karşı dayanıklılık oluşmuştur (Aloykin ve ark. 2012). Biyolojik mücadelede ve entegre zararlı yönetiminde, EPN'ler Chrysomelidae popülasyonunu azaltmak için başarıyla kullanılmaktadırlar (Tomalak 2004; Tomalak 2005), aynı zamanda, üreticiler Chrysomelidae'ye ve diğer zararlılara karşı insektisitleri de kullanılmaktadırlar.

Bu araştırmada, iki chrysomelid (*Agelastica alni* ve *Chaetocnema* spp.)'e karşı kullanılan üç insektisit (Acetamiprid, Imidacloprid ve Spinosad)'in aynı zamanda Chrysomelidae familyası türlerine karşı kullanılan üç EPN'ler (*Steinernema carpocapsae*, *Steinernema felitae*, *Heterorhabditis bacteriophora*)'in direkt etkisi değerlendirilecektir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Poinar ve Grewal (2012), Steinernematidae ve Heterorhabditidae familyalarının entomopatojen nematodları sırasıyla *Xenorhabdus* ve *Photorhabdus* cinslerinde bakteri ile simbiyotik olarak ilişkilidir. İnfektif juvenil (IJ), duyarlı bir konukçunun vücut boşluğuna girdiğinde, bakteriler serbest bırakılır ve böceğin ölümü, iki gün içinde meydana gelir, dolayısıyla buna entomopatojen denir. Nematodlar böcek kadavrasında gelişir ve çoğalırlar, simbiyotik bakterilerle beslenirler ve konukçu dokuları bozulurlar. İlk entomopatojen nematod 1923 yılında tanımlanmıştır. O zamandan beri, EPN alanı pek çok ilerleme göstermiş ve birçok yeni EPN türü tanımlamıştır.

Tomalak (2004, 2005); Jacobson ve Martin (2011), yararlı nematod olarak da bilinen EPN'ler, tarımda kullanılmaktadır. Karıncalar, pireler, güveler, böcekler, sinekler ve diğer zararlıları önlemek için faydalıdır. *Photorhabdus* ve *Xenorhabdus* bakterilerini sindirim sisteminden serbest bırakarak bu zararlıları öldürmektedir.

Atwa ve ark. (2013), bazı zirai mücadele ilaçları, karşılıklı etkilenmeleri sınırlı olduğu zaman nematodlarla iyi çalışır; diğer pestisitler nematodları öldürebilir. İlaç etiketleri veya özel durum tabloları kontrol edilmelidir. Bazı kimyasallar bendiocarb, chlorpirifos, etoprop ve isasophos, dimetil benzil, amonium chlorur, phenarimol ve mercurous chlorur, 2,4-D ve trichlopir, phenamiphos gibi EPN'lere zararlıdır.

Zhang ve ark. (1994), entomopatojen nematod *Steinernema carpocapsae* Weiser üzerine 14 organofosfat (OP), 7 karbamat, 4 sentetik piretroid, kartap ve imidaclopridin toksik etkilerini, insektisitler solüsyonlardaki infektif juvenillerin (IJs) ölüm oranını kontrol ederek test edilmişlerdir. Kartap ve iki organofosfat (OP) (profenofos ve pyraclofos) IJ'ler için en zehirli: kartap için % 83.4 ölüm ve 100µg/ml solüsyonlarda 48 saat maruz kaldıktan sonra profenofos ve pyraclofos için sırasıyla %57.1 ve %47.8 etki göstermiştir. Yedi OP'nin (diazinon, dichlorvos, fenthion, malathion, trichlorfon, propetamphos ve protiofos), 100µg/ml'de zayıf toksisite göstermektedir. Test edilen diğer kimyasal maddeler IJ'ye 100µg / ml'de hiçbir toksik etki göstermemiştir. IJ'ler insektisit solüsyonlarında (100 ug / ml) 24 saat inkübe edildi ve daha sonra yeni çıkan

son dönem *Spodoptera litura* larvalarını uygulanmak için kullanılmıştır. OP'ler (acephate, malathion ve temephos hariç), 1 carbamate (methomyl), 2 pyrethroids (permethrin ve ethofenprox) ve kartap görünüşte IJ'lerin bu larvalara karşı bulaşıcılıklarını inhibe etmiştir. Bununla birlikte, insektisit IJ'lerin vücut yüzeyinden yıkandığında sadece kartap ($\geq 10\mu\text{g} / \text{ml}$) ve profenofos ($100\mu\text{g} / \text{ml}$), IJ enfeksiyon olabildiğini olumsuz etkilemiştir.

Jagadeesh ve ark. (2015), Hindistan'da zararlı *Leucopholis koniophora*, larvalarına imidacloprid ve entomopatojen nematod (EPN) uygulamışlardır. *Heterorhabditis indica* ile imidacloprid kombinasyonları ya da imidacloprid tek başına değerlendirilmiştir. Toprakta toplanan beyaz renkli larvalar, imidacloprid, EPN veya her ikisi ile muamele edilmiş tatlı patatesin bulunduğu kaplara yerleştirilmiştir. Tüm nematod-imidacloprid kombinasyonlarında tek başına *H. indica* ve tek başına imidacloprid'e göre ölüm oranı oldukça yüksek bulunmuştur. Imidacloprid ve nematod kombinasyonları, farklı konsantrasyonlarda imidaclopridde ölüm üzerinde güçlü bir sinerjik etki yapmıştır.

Koppenhöffer ve ark. (2000), entomopatojen nematodlar ve chloronicotinyl insektisit, imidacloprid, üçüncü dönem larvaların (Coleoptera: Scarabaeidae) ölüm oranı üzerine sinerjik etkileşime girmektedirler. Bununla birlikte, etkileşim derecesi, *Steinernema glaseri* (Steiner) ve *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar için sinerjik olmak üzere nematod türlerine göre değişir, ancak yalnızca *Steinernema kushidai* Mamiya için katkı maddesi. İmidacloprid ile bu üç entomopatojen nematod arasındaki etkileşimin mekanizması laboratuvar ortamında incelenmiştir. Toprak ve çimenli ampullerde ölüm, öldürme hızı ve nematod oluşumu *S. kushidai* ile imidacloprid'den olumsuz etkilenmiş fakat *S. glaseri* ve *H. bacteriophora* ile olumlu etkilenmiştir. İmidacloprid ve entomopatojen nematodlar arasındaki sinerjik etkileşimlerden sorumlu olan temel faktör, imidacloprid'e bağlı olarak normal sinir fonksiyonunun genel olarak bozulması olup, bu da grubun aktivitesinde belirgin bir azalmaya neden olur. Bu halsizlik enfektif juvenil nematodların konakçı bağlanmasını kolaylaştırır.

Farkhanda (2012), laboratuvar çalışmasında tek başına ve insektisid imidacloprid ile birlikte bulunan entomopatojen nematodlar, *Steinernema carpocapsae* (Sc) ve *Heterorhabditis bacteriophora* (Hb), *Reticulitermes flavipes* (Isoptera: Rhinotermitidae) 'nin işçilerine ve nimflerine karşı değerlendiriliğini belirtmektedir. Etkileşim derecesi, iki nematod türü arasında değişiklik göstermiştir. Sonuçlar, farklı konsantrasyonların, nematod türlerinin, maruz kalma süresinin ve entomopatojen nematodların insektisidler arasındaki etkileşimin termit ölüm oranını etkilediğini ortaya koymuştur. Nematod türlerinin Hb ve Sc'nin tek başına termit ölümü üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı ancak test edilen üç kolonide de çoğu uygulamada %50'den fazla ölüme neden olan imidacloprid ve nematod türleri arasında sinerjizm olduğu anlaşılmıştır.

Koppenhöfer ve Kaya (1998), larvaların kontrolü için insektist imidacloprid ve entomopatojen nematod kombinasyonlarını test ettiklerini belirtmişlerdir. Sera denemelerinde, tarladan toplanan 3üncü dönem larvalar, imidacloprid, entomopatojen nematod *Heterorhabditis bacteriophora* (Poinar) veya her ikisi ile muamele edilmiş çimlerle birlikte çömleklere yerleştirilmiştir. İmidacloprid ve nematod kombinasyonları imidacloprid konsantrasyonlarında 50 ila 200 g / ha arasında değişen ölüm üzerinde güçlü bir sinerjik etki yapmıştır. Bu etki, imidacloprid ve nematodlar aynı anda uygulandığında veya imidacloprid uygulandıktan 14 gün sonra nematodlarla takip edildiğinde gözlenmiştir. Sinerjik etkileşim, sinir hastalığına duyarlı bir bok böceği türü olan *Cyclocephala hirta* LeConte'ye karşı ve daha dirençli bok böceği türü olan *C. pasadenae* Casey'e karşı meydana gelmiştir. *H. bacteriophora* enfektif yavruları imidacloprid solüsyonlarında 24 saat çalkalandıklarında hayatta kalma ve enfekte olma özelliklerinde hiçbir olumsuz etki gözlenmemiştir.

Sheykhejad ve ark. (2014), gül testere sineği, *Arge ochropus* (Gmelin), Kuzey İran'da gül ve yabani gül çalıları gibi süs bitkisinin en önemli zararlılarından biri olduğunu belirtmektedirler. Laboratuvarında beşinci dönem larvaların kontrol ajanları olarak insektisitler imidacloprid ile entomopatojen nematod *Heterorhabditis bacteriophora* ve *Steinernema carpocapsae* arasındaki etkileşimleri araştırmışlardır. Larvaların *S. carpocapsae*'ye (LC₅₀: 21 enfektif juvenil per larva) ve *H. bacteriophora* 'ya (LC₅₀: 32) duyarlı olduğu anlaşılmıştır. İki imidacloprid kombinasyonu (LC₃₀ ve LC₅₀) ve her bir

nematod türünden dört oran (LC₂₅-LC₇₅) test edildiğini, en yüksek *H. bacteriophora* oranına sahip olanlar haricinde daha düşük imidacloprid oranı ile kombinasyonlar, her iki tek tek ajan uygulamasına göre daha yüksek ölüme neden olmuştur. Yüksek imidacloprid oranı ile kombinasyon halinde, *H. bacteriophora* ile sadece bir kombinasyon ve *S. carpocapsae* ile iki kombinasyon, her iki tek tek ajan uygulamasına göre daha yüksek ölüme neden olmuştur. Etkileşimler daha düşük imidacloprid oranında genel olarak daha güçlüdür ve *S. carpocapsae* için (*H. bacteriophora* (ikisinde sinerjik, altıda katkı maddesi) olmak üzere, yedi kombinasyonda sinerjik, birinde katkı) daha güçlüdür. Sinerjistik imidacloprid-*S. carpocapsae* kombinasyonları, *A. ochropus* larva kontrolünde, imidacloprid'e duyarlı diğer zararlıları da kontrol edecek yararlı bir uygulama olabilir.

Wu ve ark. (2014), Beta-cypermethrin (2.00,0.40,0.20 ve 0.10 µg/ml) ve imidacloprid (25.00,5.00,2.50 ve 1.25 µg/ml), nematodların hayatta kalması üzerinde herhangi bir etki yapmadığını tespit ettiklerini belirtmektedirler. 8.00 µg/ml chlorpyrifos emülsiyonlaştırıcı konsantrenin her üç nematoddaki konsantrasyonunun ölüm oranı, kontrolünkinden önemli ölçüde daha yüksek çıkmış ve farklı konsantrasyonlarda chlorpyrifos emülsiyon konsantresi ile işleme tabi tutulduğunda, üç nematod türünün ölümü önemli derecede farklı çıkmıştır. 3 gün sonra, *Bradysia odoriphaga* (Diptera: Sciaridae) 'nın düşük konsantrasyonlu chlorpyrifos (8.00 µg/ml), imidacloprid (25.00 µg/ml) ve beta-cypermethrin (2.00 µg/ml) kombinasyonu ile SF-SN tek başına herhangi bir pestisit ile muamele edildiğinde elde edilen orandan daha yüksek çıkmış; ölüm oranı sırasıyla %34.20, %21.18 ve %54.99'dır. SF-SN-böcek öldürücü kombinasyonu ile muamele edilen *B. odoriphaga*'nın ölümü, diğer kombinasyon ile uygulama yapılanlara göre daha yüksek bulunmuştur. SF-SN'nin üç farklı insektisit ile kombinasyonu, *B. odoriphaga*'nın kontrol edilmesinde etkili bir yol olarak görülmektedir.

Negrisoni ve ark (2010), güz tırtılı, *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), Brezilya'daki mısır ürünlerinin başlıca zararlıları arasında bulunmaktadır. Entomopatojen nematodlar (EPN), bu zararlıyı kontrol etmek için kullanılabilir, sprey

karışımında diğer farklı entomopatojen ajanlar veya zirai mücadele ürünleriyle birlikte uygulanabilir. Bu nedenle, çalışmanın amacı, *S. frugiperda* kontrolünde kullanılan farklı insektisitlerle EPN'lerin laboratuvar koşullarında uyumluluğunu değerlendirmektir. Üç tür EPN (*Heterorhabditis indica*, *Steinernema carpocapsae* ve *Steinernema glaseri*) ve mısır ekinlerinde *S. frugiperda*'nın kontrolüne kayıtlı 18 insektisit test edilmiştir. İnsektisitlerin EPN'lerle uyumluluğu, insektisit formülasyonların solüsyonuna batırıldıktan 48 saat sonra IJ'ler ölümü ve enfekte durumları gözlemlenerek değerlendirilmiştir. Test edilen tüm insektisitleri arasında Lorsban™ (chlorpirifos), Decis™ (deltamethrin), Match™ (lufenuron), Deltaphos™ (deltramethrin + triazofos), Dimilin™ (diflubenzuron), Stallion™ (gamacyhalothrin), Karate Zeon™ laboratuvar koşullarında test edilen üç nematod türü ile uyumlu (sınıf 1), Serot (TM) (Spinosad), Vexter™ (klorpirifos), Galgotrin™ (sipermetrin), Certero™ (triflumuron) ve Talcord™ (permetrin) uyumludur.

Negrisonli ve ark. (2010), Brezilya'da mısırlarda ana böcek zararlısı *Spodoptera frugiperda*'dır (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). Entomopatojen nematodlar bu zararlıyı kontrol etmek için kullanılabilir ve çeşitli insektisitlerle birlikte uygulanabilir. Bu nedenle, bu çalışmanın amacı EPN'lerin ve insektisitlerin mısırlarda *S. frugiperda*'nın kontrolüne yönelik etkinliklerini değerlendirmektir. Laboratuvarda yapılan denemelerde mısırdaki *S. frugiperda*'yı kontrol etmek için 18 kayıtlı böcek ilacı ile birlikte üç tür EPN test edilmiştir (*Heterorhabditis indica*, *Steinernema carpocapsae* ve *Steinernema glaseri*). Salgınlarda insektisit ve EPN'ler arasındaki bağlantının *S. frugiperda* larvası üzerindeki etkinliği, böceklerin üçüncü dönem larvalarına karşı, uygulamalardan 2 ve 4 gün sonra değerlendirilmiştir. Mısır kabuğu üzerinde chlorpirifos (0.31/ha) ve lufenuron (0.15 L / ha) ile karıştırılmış *H. indica* ve *S. carpocapsae*'nin (250 IJs / cm²) bulunduğu uygulama ile iki yıl üst üste deneyler gerçekleştirildi. Lufenuron, chlorpirifos ve cypermetrin ile *S. carpocapsae* arasındaki etkileşim olduğu gibi, iki gün maruz bırakıldıktan sonra chlorpirifos ile *H. indica* arasındaki etkileşim sinerjistik olduğu bulundu; cypermetrin, spinosad, metoksifenozid ve deltamethrin + triazofos ile etkileşim ilave edildi. Buna karşılık, klorpirifos (Vexter™ ve Lorsban™) ve *S. glaseri* ile lufenuron arasındaki sinerjistik etkileşim bulunmuştur. Bu konuda, en iyi sonuç, sırasıyla, iki değerlendirmede yıl boyunca, % 62.5 ve %57.5 larva ölümüyle, *H. indica*'nın lufenuronla (0.15/ ha) karışımı çıkmıştır.

Paulo ve ark. (2014), entomopatojen nematodların (EPN'ler) zararlıların biyolojik mücadelesi için kullanılabilen etmenler olduğunu belirtmektedir. Çalışmanın amacı, *Tuta absoluta*'ya karşı domateste en çok kullanılan insektisitler ve zararlıyı kontrol etme potansiyeline sahip iki tür EPN'li ürünler denemede kullanılmıştır. Test edilen ürünler, Certero® (triflumuron), Decis® (deltamethrin), Previcur® (dimetilamino-propil), Ampligo® (lambdafihalotrin + Chlorantranilprole), Premio® (klorantranilprole), Engeo Pleno® (thiametoxam + lambda-cyhalothrin) tüm nematod türleri ile uyumlu bulunmuştur.

Atwa ve ark. (2013), faydalı nematodların agro-ekosistemlerde entegre zararlı yönetimi (IPM) içinde yer alabildiklerini belirtmektedirler. Kimyasal insektisitlerin (11 farklı pestisit) *Steinernema* sp. (Sc), ve *Heterorhabditis bacteriophora* (Hb) üzerindeki etkileri laboratuvar koşullarında belirlenmiştir. Genellikle, *Steinernema* ırkı *Heterorhabditis* ırkına göre farklı insektisitlerde yapılan denemelerde daha dayanıklı olmuştur. Sc nematod ırkı infektif larvaları Captan, Methomyl, Mancozeb, Benomyl, Trimiltox forte ve Diafenthiuron ile uygulama yapıldığında canlılığı %90'dan fazla olmuş, Chlorfluazuron uygulamasında ise %5'in altına düşmüştür. Bunun aksine, *Heterorhabditis* ırkının canlı kalma oranı *Steinernema* ırkına göre daha az olmuştur. Sc ve Hb üreme oranları arasında farklı kimyasal insektisit uygulamalarında önemli farklılıklar olduğu görülmüştür. Sc ırkının tüm uygulamalarında Hb ırkından daha yüksek üreme olmuştur. Genel olarak, türler arasındaki konsantrasyonlarda (500 IJs ve 1000 IJs), farklı kimyasalların etkisi veya etki süreleri (48 ve 96 saat) ile üreme oranları açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Cuthbertson ve ark. (2003), entomopatojen nematod olan *Steinernema feltiae* IJ kimyasal insektisitlerle birleştirilerek beyaz sinek, *Bemisia tabaci*'nin ikinci dönem nimfleri kontrol edilmiştir. *Galleria mellonella* larvalarına nematodun bulaşma etkisi üzerine dört insektisit (imidacloprid, buprofezin, teflubenzuron ve nicotin) kum tüpünde 24 saat doğrudan maruz bırakılarak test edilmiştir. Teflubenzuron, nematodlar üzerinde en az olumsuz etkiye sahipken, imidacloprid, buprofezin ve nicotin, nematod bulaşıcılığını önemli ölçüde azaltmıştır. Böcek ilacı kalıntılarının domates ve verbena yapraklarında *B. tabaci* larvalarına karşı nematod bulaşıcılığı üzerindeki etkisi, buprofezin, teflubenzuron ve nicotin için araştırılmıştır (imidacloprid, sistemik bir

böcek ilacıdır ve yapraklarda herhangi bir kalıntı oluşmaz). Domates veya verbena bitkilerinin yapraklarına uygulanan nematodların enfektivitesi ile karşılaştırıldığında *B. tabaci*'de kontrolde belirgin bir azalma kaydedilmemiştir. Imidacloprid ile kombinasyon halinde olan nematodlar, her iki ana bitki üzerinde ayrı ayrı muamele edilenlere kıyasla *B. tabaci* larvaları ölüm oranını belirgin şekilde arttırmaktadır. *B. tabaci*'nin kontrolü için *S. feltiae* ve bu kimyasal maddelerin entegre zararlı yönetimi programına entegrasyonu tartışılmıştır.

Yan Xun ve ark. (2012), insektisitlerin entomopatojen nematodlarla kombine edilmesi birçok zararlı böceklerin kimyasal kontrolüne etkili bir alternatif oluşturabilir. Bu laboratuvar çalışmasının amacı, Çin'deki sebzelerde zararlı kontrolünde yaygın olarak kullanılan belli insektisitlerin, *Steinernema carpocapsae* ile enfeksiyonlu larvalarda etkilerini değerlendirmektir. İnsektisit azadirachtin, klorpyrifos, cypermetrin, fipronil, imidacloprid, malathion, thiametoxam ve klorantraniliprol-thiametoxamın nematodun canlılığı ve enfektivitesi üzerinde olumsuz etkisi görülmemiştir. Aksine, bisultap, emamectin benzoate, phoxim ve rotenon, *S. carpocapsae* için zararlı olduğunu ortaya koymuştur.

Koppenhöfer ve ark. (2003), beş scarabeid larvasına karşı daha önce yapılmış sera ve saha araştırmalarında, neonicotinoid insektisid imidacloprid beş entomopatojen nematod türü ile sinerjik bir şekilde etkileşime girdiğini belirtmektedir. İki diğer neonikotinoid, thiametoxamin ve acetamiprid, scarabaeid larvalarında nematodlarla daha zayıf bir etkileşim göstermiştir. Böylelikle nematodların ve böcek kontrolünün kalıcılığını arttırmaktadır. Nematodların imidacloprid ile kombine uygulanması genel olarak scarabaeid böceği kadavrasındaki döl yüzdesi veya kadavra başına çıkan nematod yavrularının yüzdesi üzerinde olumsuz bir etkisi olmadığı görülmüştür. Ölümde sinerjik bir artış olan deneylerde, kombinasyon uygulamalarında toplam döl sayısı, sadece nematod uygulamalarına göre dört kat daha yüksek çıkmıştır. Benzer şekilde, topraktaki kombinasyon uygulamasında nematod popülasyonları, uygulama sonrası 28. günde nematod uygulamalarına göre 13.2 kat daha fazladır. Kombine imidacloprid-nematod uygulamalarının, nematod yavrularının patojenite veya enfektivitesini etkilemediği görülmüştür. Thiametoxamin nematodlarla birleştirilmesi, uygulamaların çoğunda

nematod üretimi üzerinde hiçbir olumsuz etkisi olmadığı anlaşılmıştır. Bununla birlikte, thiametoxam ve nematodların kükürt yetersizliği üzerindeki zayıf etkileşimi nedeniyle, uygulama başına nematod nesli toplam sayısı genellikle sadece nematodlarla karşılaştırıldığında artış göstermemiştir. Imidacloprid ve nematodların gösterilen tank karışımı uyumluluğu başarıyı arttırmaktadır. Kombinasyon uygulaması sonrasında nematod çoğalması üzerine imidaclopridin pozitif etkisi, sonraki nesil nematodlarla larvaların enfeksiyona maruz kalma ihtimalini artırabilir ve böylece biyolojik mücadele potansiyelini artırabilir.

Navarro ve ark. (2014), Arizona'da, dinotefuran, indoxacarb ve imidacloprid, yaygın olarak kullanılan üç insektisit etkisi, *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) kullanılarak (Arizona) yerleşik EPN'ler, *Heterorhabditis sonorensis* (Caborca suşu) ve *Steinernema riobrave* (SR-5 suşu) üzerinde böcek konakçı olarak değerlendirilmişlerdir. Spesifik olarak, bunların EPN canlılığı ve uygunluğu (virulans ve üreme) üzerindeki etkilerini değerlendirmiştir. Üç uygulama zamanlaması düşünülmüştür: i) Önce EPN uygulanmış, 24 saat sonra insektisit uygulanmış, ii) önce insektisit uygulanmış, 24 saat sonra EPN uygulanmış ve iii) EPN ve insektisitler eşzamanlı olarak uygulanmıştır. Bulgularımız, *S. riobrave* ve *H. sonorensis*'in enfektif juvenil (IJ) canlılığı seçilen insektisitlerin uygulanmasından önemli ölçüde etkilenmediğini göstermiştir. Indoxacarb'ın, *S. riobrave* yaşam döngüsü üzerinde bu nematodun virülansında sinerjik bir etki gösteren, ancak IJ'ler üretimini iki kat azaltarak belirsiz bir etkisi olmuştur. *H. sonorensis* ve indoksacarb aynı anda uygulandığında IJ'ler üretimi için benzer sonuçlar gözlenmiştir. Tüm imidacloprid kombinasyonları, *S. riobrave* virülansına karşı antagonistik etki göstermiş fakat *H. sonorensis*'in virülansına göre katkı maddesi idi. Dinotefuran, her iki EPN türü için de değerlendirilen tüm kombinasyonlarda ve zamanlamalarda ek bir etkiye sahiptir. İndoksacarb'ın test edilen EPN türlerinin döllerinde olumsuz etkisi, bu insektisit topraktaki IJ'lerin geri dönüşümü üzerinde bir etkisi olabileceğini düşündürmektedir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma alanı

Araştırma, 2017 yılında Ocak - Nisan ayları arasında Bursa'da Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Nematoloji Laboratuvarında yürütülmüştür.

3.1.2. Denemelerde kullanılan EPN'ler

Steinernematidae ve Heterorhabditidae familyalarının entomopatojen nematodları (EPN'ler) böceklerin ölümcül patojenleridir. Bu patojenler, böceklerin doğal popülasyonlarının düzenlenmesine katkıda bulunurlar Bu roldeki başarıları, konukçu arayan bir nematod ile zararlı böcek patojenik bakteri arasındaki eşsiz ortaklığa bağlıdır.

3.1.2.1. *Steinernema carpocapsae*

Animalia

Nematoda

Secernentea

Rhabditida

Rhabditoidea

Steinernematidae

Steinernema

Steinernema carpocapsae (Weiser, 1955)

3.1.2.2. *Steinernema feltiae*

Animalia

Nematoda

Secernentea

Rhabditida

Rhabditoidea

Steinernematidae

Steinernema

Steinernema feltiae (Filipjev, 1934)

3.1.2.3. *Heterorhabditis bacteriophora*

Eukaryota

Opisthokonta

Metazoa

Eumetazoa

Bilateria

Protostomia

Ecdysozoa

Nematoda

Chromadorea

Rhabditida

Rhabditoidea

Heterorhabditidae

Heterorhabditis

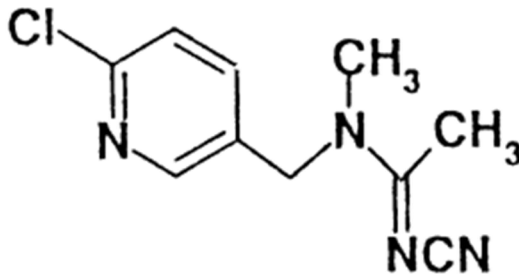
Heterorhabditis bacteriophora (Poinar, 1976).

3.1.3. Denemelerde kullanılan kimyasallar

Bu araştırmada üç insektisit uygulanmıştır, bunlar; Acetamiprid, Imidicloprid ve Spinosad'dır.

3.1.3.1. Acetamiprid

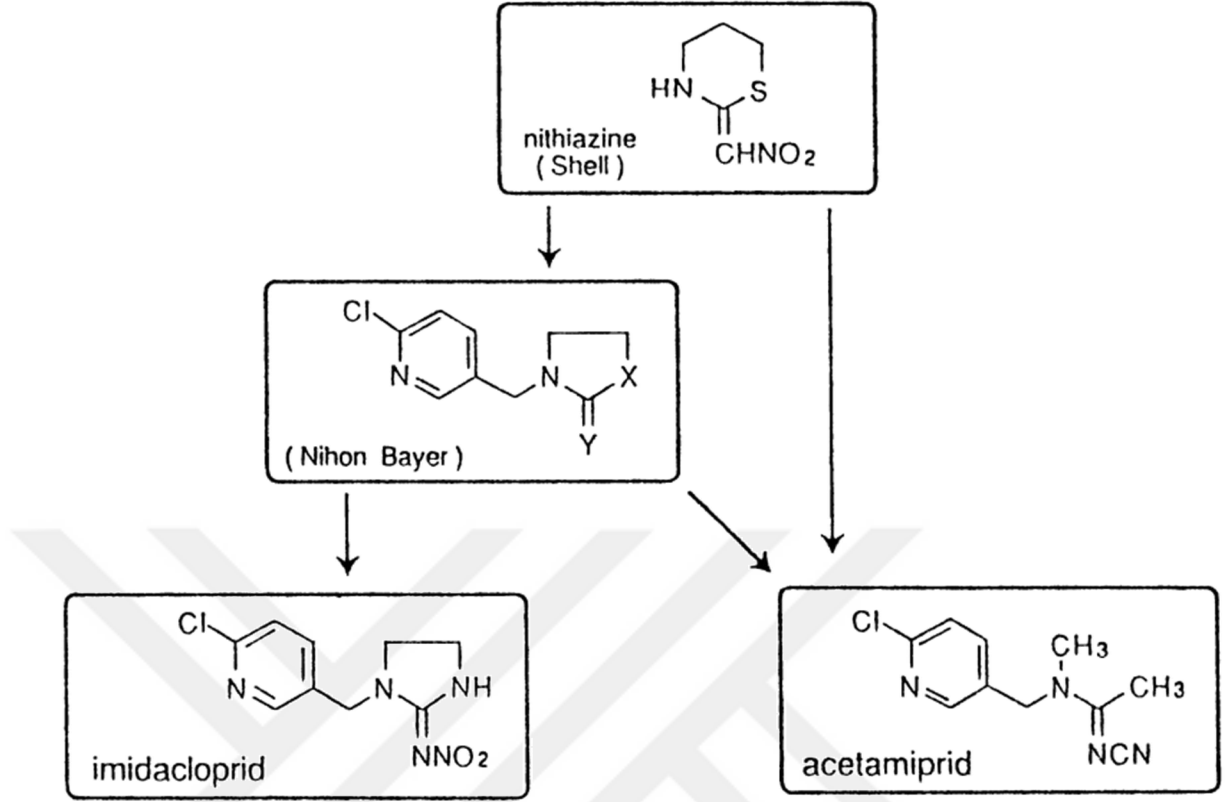
Tomio ve ark. (1999), Acetamiprid ($C_{10}H_{11}ClN_4$; 222.676 g/mol), (E)-N¹-[(6-chloro-3-pyridyl)methyl]-N²-cyano-N¹-methylacetamide, bir insektisittir, 1989 yılında Nippon Soda Co., Ltd tarafından icat edilmiştir ve 1995 yılında Japonya'da ilk defa kaydedilmiştir. Acetamiprid, sentetik bir organik bileşikten oluşan kokusuz, neonikotinoid bir insektisittir. Neonikotinoid böcek ilaçları böceklerin felce neden olan sinir sistemini hedef alır. Neonikotinoid böcek ilaçları 1980'lerde keşfedildi ve tüm dünyada kullanılmaktadır. Acetamiprid genellikle bitkileri yaprak bitleri gibi emici böceklere karşı korumak için kullanılır, ancak aynı zamanda yatak böcekleri ile mücadele için ev böcek kontrolünde yaygınlaşmıştır. Yapraklı sebzelerden meyve ağaçlarından süs bitkisine kadar uzanan bitkilerde kullanılabilen geniş spektrumlu bir böcek ilacıdır. Acetamiprid, diğer neonikotinoidlerin yanı sıra Hemiptera ve Thysanoptera'ya karşı mükemmel aktiviteler gösterir; Lepidoptera'ya karşı da mükemmel bir etki gösterir ve böcek ilacı, sebze, meyve ağaçları, çay ağacı vb. Zararlıları kontrol etmek için kullanılabilir.



şekil 3.1. Acetamipridin formülü (Thyssen ve Machemer. 1999).

3.1.3.2. Imidacloprid

Thyssen ve Machemer (1999), imidacloprid, sistemik, kloro-nikotinil insektisittir. Imidacloprid, tütün içerisinde doğal olarak bulunan güçlü bir nörotoksin olan nikotinin özelliklerini taklit edecek şekilde tasarlanmış bir maddedir. Kimyasal böcek sinir sisteminde uyarı iletimi ile müdahale ederek çalışır. Spesifik olarak, böceklerde sıcakkanlı hayvanlara kıyasla daha bol miktarda nöronal yolağın (nikotinerjik) tıkanmaya neden olur (kimyasalın sıcakkanlı hayvanlara göre böceklere daha fazla toksik hale getirilmesi). Bu tıkanıklık önemli bir nörotransmitter olan asetilkolin birikimine neden olup, böceklerin felce uğramasına ve sonunda ölümüne neden olur. Temas durumunda ve midedeyle etkili olur. Bedensel, sinek, hamamböceği ve termit kontrolü için yaygın olarak kullanılır. Sinekler, yaprak bitleri, incir böcekleri, beyaz sinekler, çim böcekleri, toprak böcekleri ve bazı böcekler gibi emici böceklerin kontrolü için toprak, tohum ve yaprak kullanır. Çoğunlukla pirinç, tahıl, mısır, patates, sebze, şeker pancarı, meyve, pamuk, şerbetçiotu ve çim üzerinde kullanılır ve özellikle tohum veya toprak tedavisi olarak kullanıldığında sistemiktir. Imidacloprid, nikotinoid böcek ilaçlarının kimyasal sınıfının, pazara ulaşan, ilk aktif maddesi.

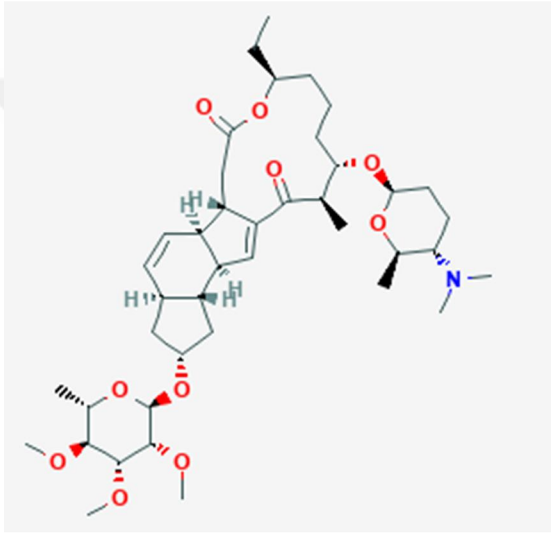


Şekil 3.2. Imidacloprid, Acetamiprid ve diğer nikotinoidler ilişkileri (Thyssen ve Machemer, 1999).

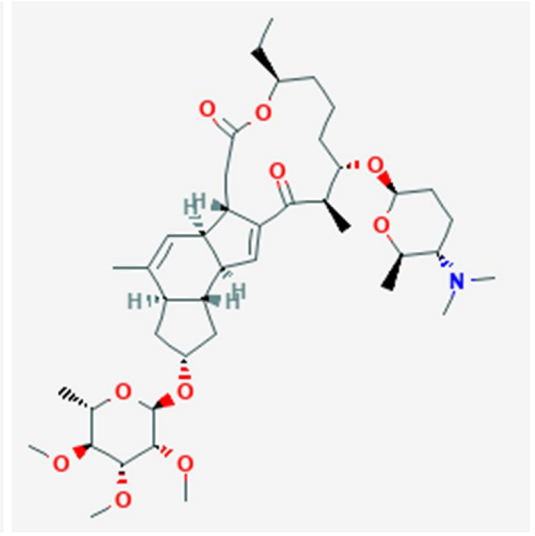
3.1.3.3. Spinosad

Mayes ve ark. (2003), spinosad, sentetik bir böcek ilacının etkinliğini gösteren aktinomisit bakterisi türlerinden *Saccharopolyspora spinosa*'dan elde edilen doğal bir böcek öldürücüsüdür. Spinosad, spinosyn A ve spinosyn D'nin aktif içerikleri, toprak mikropları tarafından üretilen karmaşık organik bileşiklerdir. Spinosad, geniş spektrumlu bir pestisit ancak sıvı haldeyken yutulduğunda veya temas ederse etkindir, bu nedenle en yararlı türler üzerinde çok az kalıcı etkisi vardır. Her iki spinosyn, nemli aerobik topraklarda kolaylıkla bozunur ve oldukça hızlı olan (yarılanma ömrü 0.3-0.5 gün) alan çözünmesi, fotoliz veya bir fotoliz ile ilişkilendirilebilir. Metabolizma ve fotolizin kombinasyonu. Spinosad böceklerde nikotinik asetilkolin reseptörlerinin genel aktivasyonu ile uyumlu fakat bilinen insektisid bileşikleri arasında yeni olan bir mekanizma ile nörolojik etkilere neden olur. Spinosad, Lepidoptera larvalarının yanı

sıra bazı Diptera, Coleoptera, Thysanoptera ve Hymenoptera için yüksek seviyede etkinliğe sahiptir, ancak diğer böceklere yönelik hiçbir aktivite göstermez ve memelilere ve diğer vahşi hayvanlara düşük toksisiteye sahiptir. Her ne kadar spinosad en yararlı böceklere karşı düşük toksisiteye sahip olsa da, ilk akut laboratuvar testleri, spinosad'ın polinatörler için özünde toksik olduğunu gösterdi. Spinosad hem temas hem de yemeylemi boyunca öldürür, ancak böcekler bunu yutarsa daha etkilidir. Küçük larvalar bitki yüzeylerine beslenirken ve yüzeyleri tamamen kapladığında uygulanması gerekiyor.



Şekil 3.3. Spinosyn A



Şekil 3.4. Spinosyn D.

3.1.4. Denemelerde kullanılan test böceği

Animalia

Arthropoda

Hexapoda

Insecta

Lepidoptera

Pyraloidea

Pyralidae

Galleria (Greater Wax Moth)

Galleria mellonella

3.2. YÖNTEM

Bu süreçte önce entomopatojen nematodlar çoğaltılmıştır. Bunun için *Galleria mellonella* larvaları nematodlarla bulaştırılmıştır. Bu denemede kullanılan *Galleria mellonella* ve nematot türleri, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Nematoloji Laboratuvarında bulunan mevcut stoktan elde edilmiştir. Kullanılan insektisitler de Nematoloji Laboratuvarı tarafından sipariş edilmiştir.

3.2.1. EPN'ler çoğaltması

EPN'lerin çoğaltmasında 24 kuyulu hücre kültürü kapları kullanılmıştır. Her kuyuya bir larva konmuş ve üzerine %10 nemli kum ilave edilmiştir. Kum doldurduktan sonra 2 µl'li IJ nematodları verilmiştir. Daha sonra 27°C'de inkübatörde tutulmuştur. Enfekte olan larvalar 48 saat sonra çıkarılarak daha büyük kuyulara konmuştur. Kuyular oda sıcaklığında bırakılmış, 10 gün sonra yeni IJ'ler elde edilmiştir.

3.2.2. Enfeksiyon yapılması

EPN'lerin çoğaltmasında kullandığımız 24 kuyulu hücre kültürü kaplarını burada da kullanılmıştır. Her kuyuya 70-100 IJ mikropipetle konmuş ve bunun üzerinde ilaç uygulanmıştır. Her ilaç için 4 tekerrür kullanılmıştır. Bunların yanında 4 kontrollü tekerrür uygulanmıştır.

3.2.3. İlaçların dozları

Her ilacın üç dozu (tarla dozu, yarım tarla dozu ve iki katlı tarla dozu) uygulanmıştır. Tarla dozu normalde 100 litrede uygulanmaktadır. Bu uygulamada 20 ml'ye göre hesaplanmıştır (Tablo 3.1). Her kuyuda 1ml (1000µl) uygulanmıştır. Kontrol kuyularına sade su kullanılmıştır.

Tablo 3.1. 20 ml'e uygulanan miktarlar.

ilaç	Yarım tarla dozu	Tarla dozu	İki katlı tarla dozu
Acetamiprid (mg)	0,6	1,2	2,4
Imidacloprid (µl)	1,5	3	6
Spinosad (µl)	1	2	4

3.2.4. Ölüm sayımı

Sayımlar 24, 48 ve 96. saatlerde yapılmıştır. Canlı IJ'ler hareketliler. Ölü IJ'ler ise hareketsiz ve düzdür. Ölü-canlı ayırımında iki saat kullanılmıştır. Her kuyudaki IJ'ler sayıldıktan sonra sonuçlar not edilmiştir.

3.3. İstatistiksel analizi

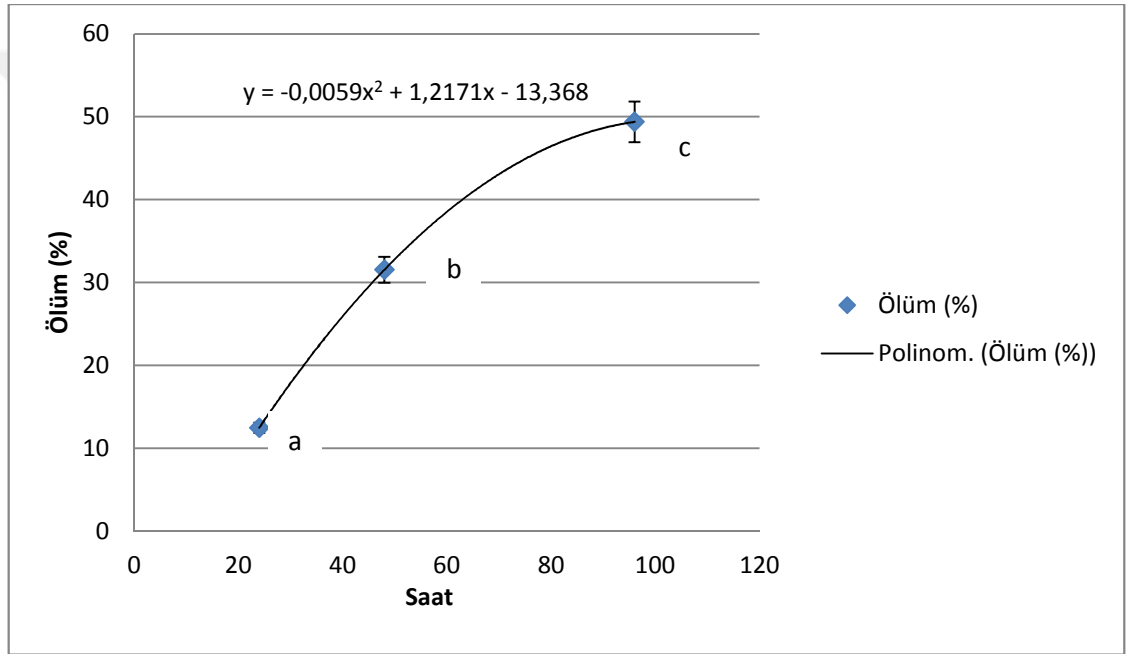
Türlerin, ilaç etkisi denemelerinde sonucunda elde edilen ölüm oranların birbirleri ve kendileri ile karşılaştırılmasında ANOVA testi kullanılmıştır. ANOVA testi ile korelasyon analizleri JMP® 7.0 programında yapılmıştır.

4. BULGULAR

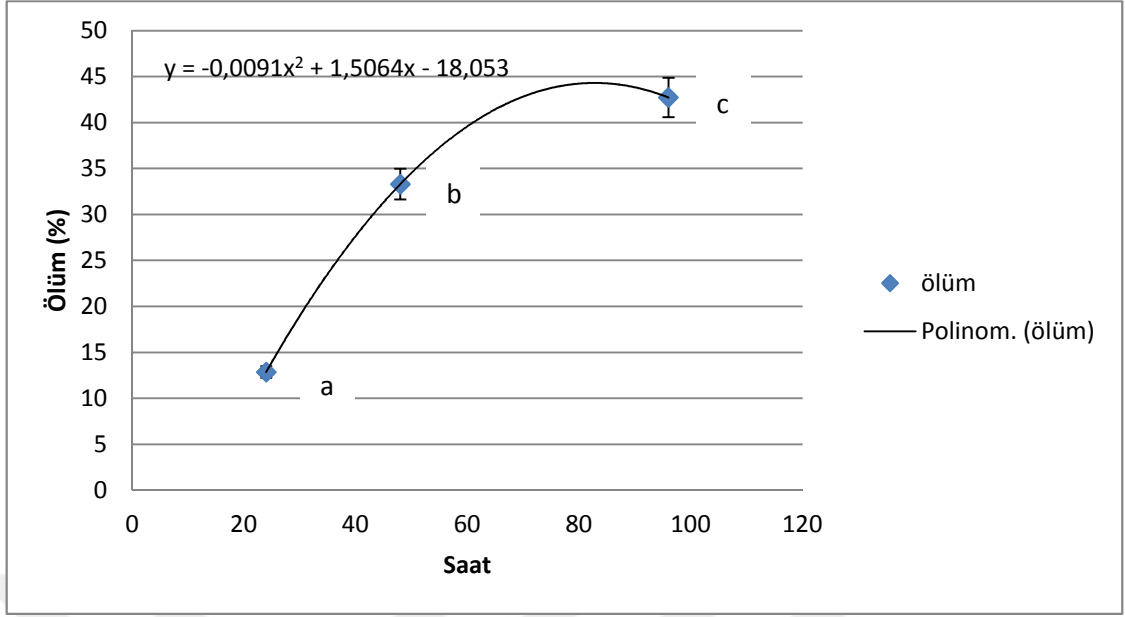
4.1. Acetamidridin etkisi

4.1.1. Acetamidridin *Steinernema carpocapsae* üzerinde etkisi

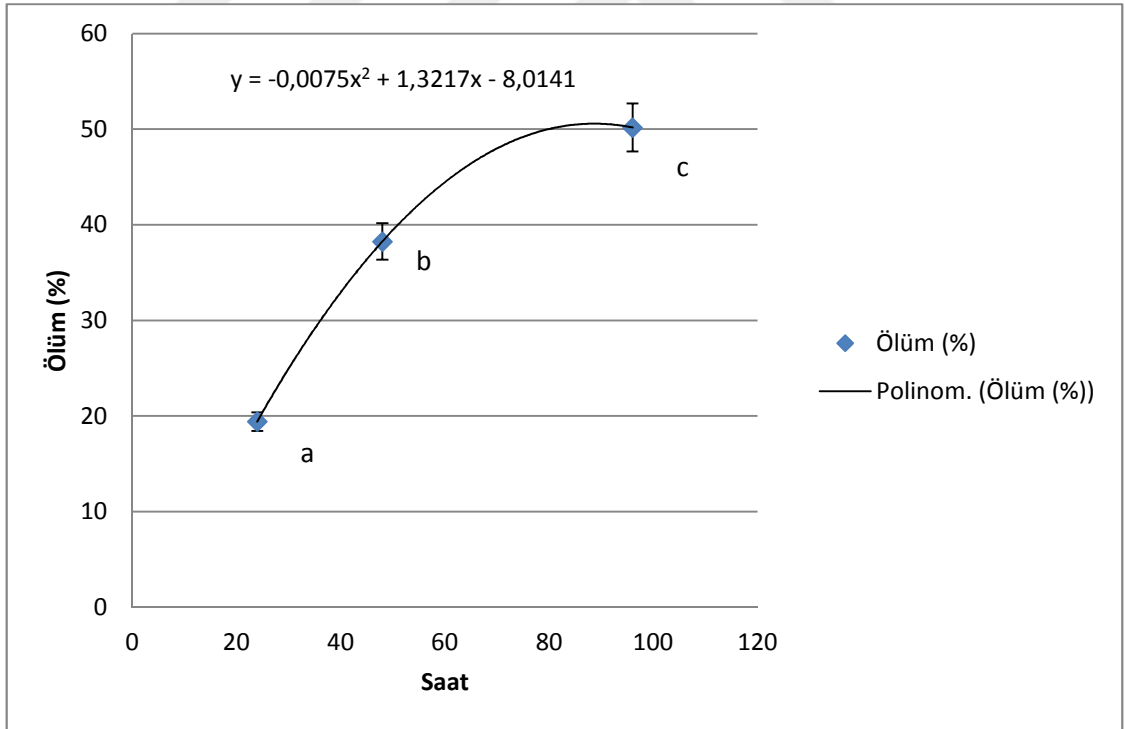
Yapılan denemelerde elde edilen sonuçlara göre zaman arttıkça (24, 48 ve 96 saat) tüm dozlarda ölüm oranı artmaktadır (Şekil 4.1, Şekil 4.2, Şekil 4.3). En düşük ölüm oranı yarım tarla dozu ve en yüksek ölüm oranı iki katlı tarla dozu olarak bulunmuştur. Her dozda zamana bağlı farklılık gözlenmiştir.



Şekil 4.1. Acetamidridin *Steinernema carpocapsae* üzerinde etkisi – tarla dozu (F = 125,3465; df= 2, 9; P=<0,0001).

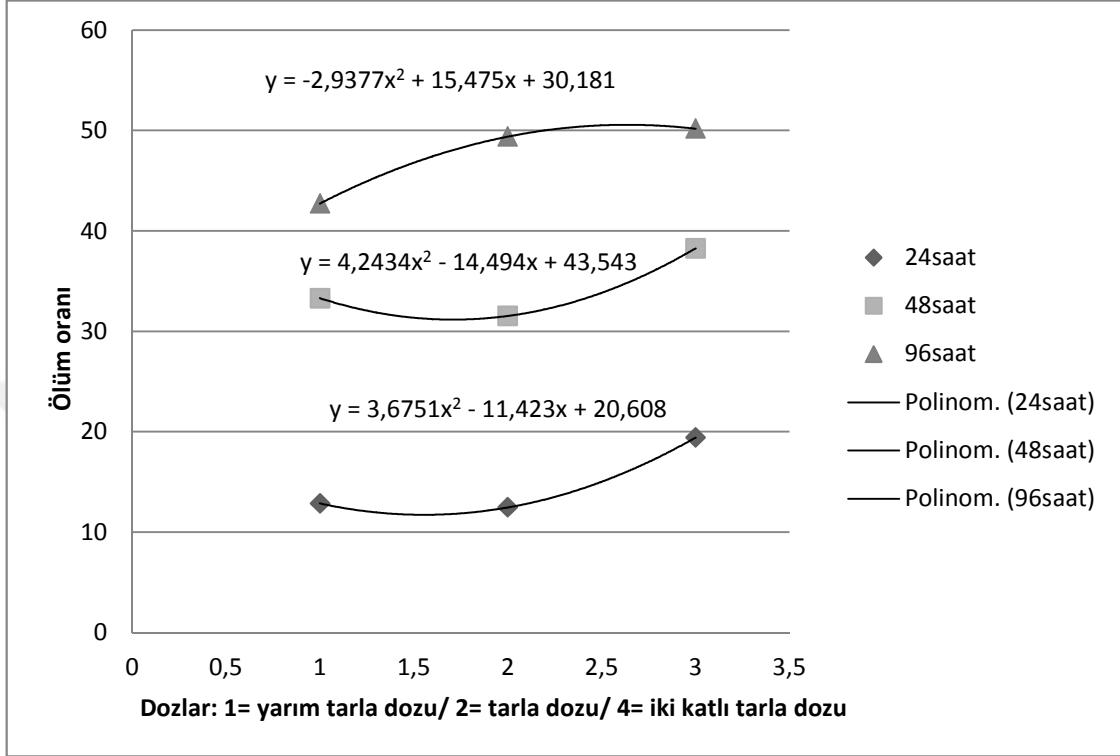


Şekil 4.2. Acetamidridin *Steinerinema carpocapsae* üzerinde etkisi – yarım tarla dozu (F= 14,5957; df= 2, 9; P= >0,0015).



Şekil 4.3. Acetamidridin *Steinerinema carpocapsae* üzerinde etkisi – iki katlı tarla dozu (F= 102,3533; df= 2, 9; P=<0,0001).

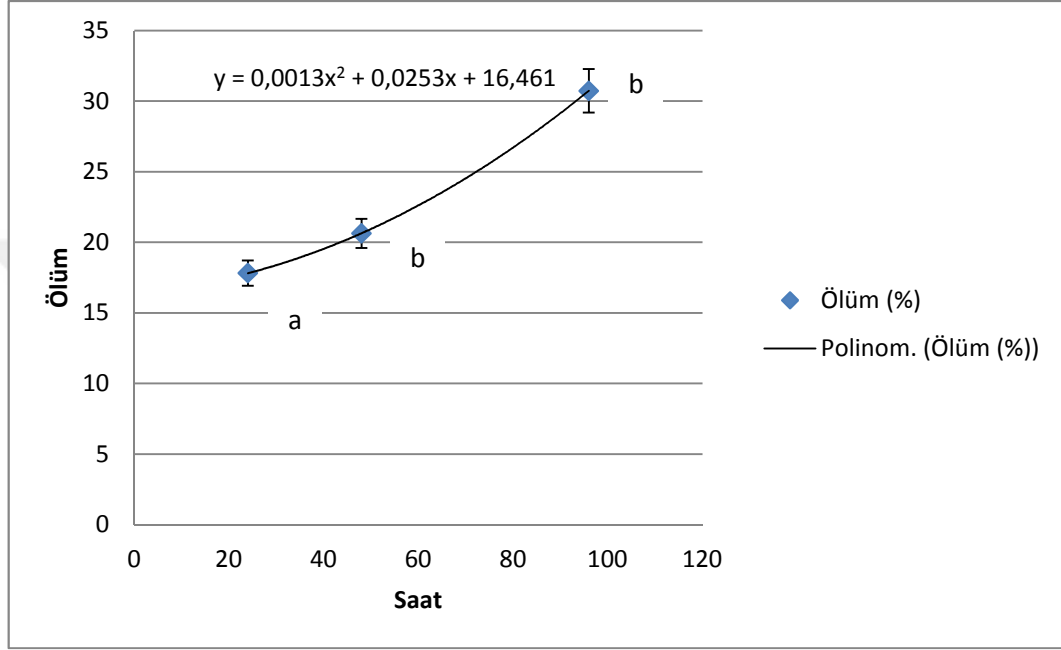
Saat sabit olsa, kullanılmış olan dozlar arasında da farklılık bulunmuştur. Doğrusal bir artma bulunamamıştır (şekil 4.4). 24 ve 48 saatlerinde pozitif bir polinomial artış bulunmuştur. 96 saatinde ise negatif artış hızı bulunmuştur.



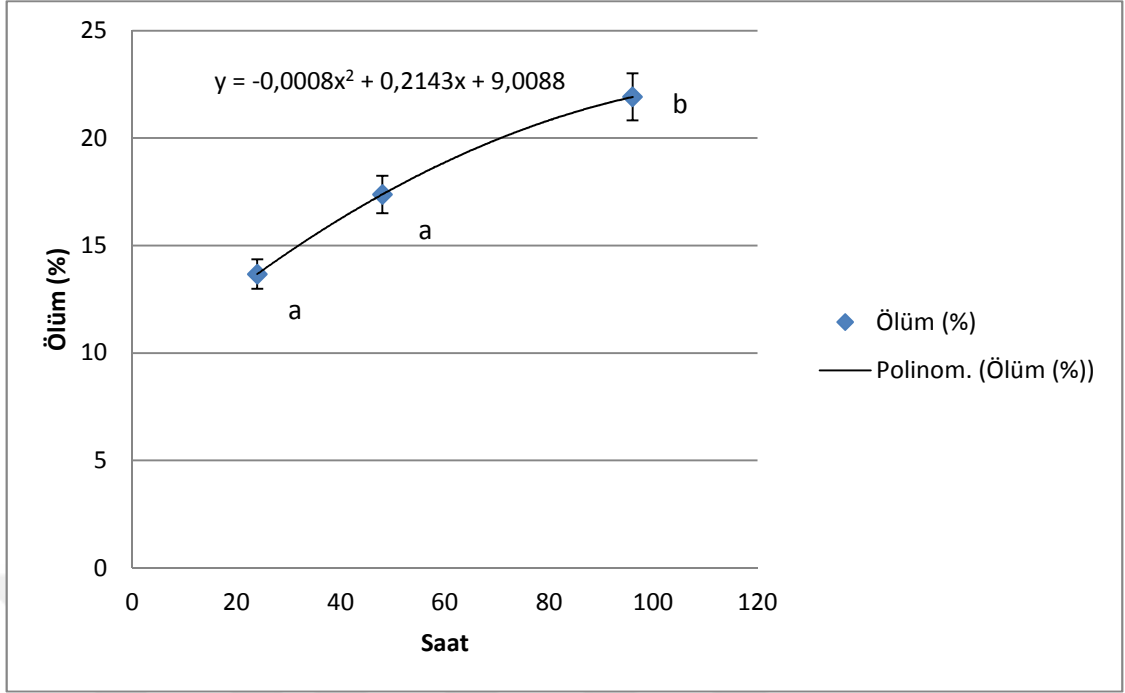
Şekil 4.4. Acetamidridin *Steinernema carpocapsae* üzerinde etkisi – dozların etkileri arasında

4.1.2. Acetamipridin *Steinernema feltiae* üzerinde etkisi

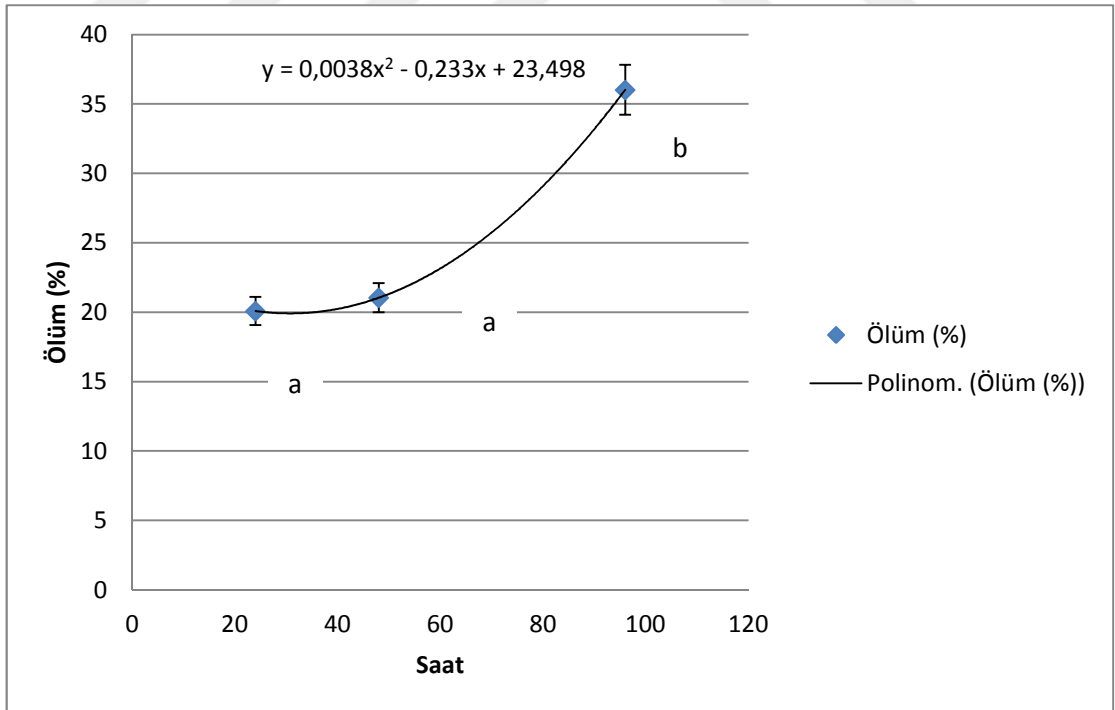
Acetamipridin *Steinernema feltiae* üzerinde yapılan denemelerde elde edilen sonuçlara göre zaman arttıkça (24, 48 ve 96 saat) tüm dozlarda ölüm oranı artmaktadır (Şekil 4.5, Şekil 4.6, Şekil 4.7). En düşük ölüm oranı yarım tarla dozu ve en yüksek ölüm oranı iki katlı tarla dozu olarak bulunmuştur. 24 ve 48 saatlerinde farklılık bulunmamıştır.



Şekil 4.5. Acetamipridin *Steinernema feltiae* üzerinde etkisi - Tarla dozu (F= 7,0051; df= 2, 9; P=0,0146).

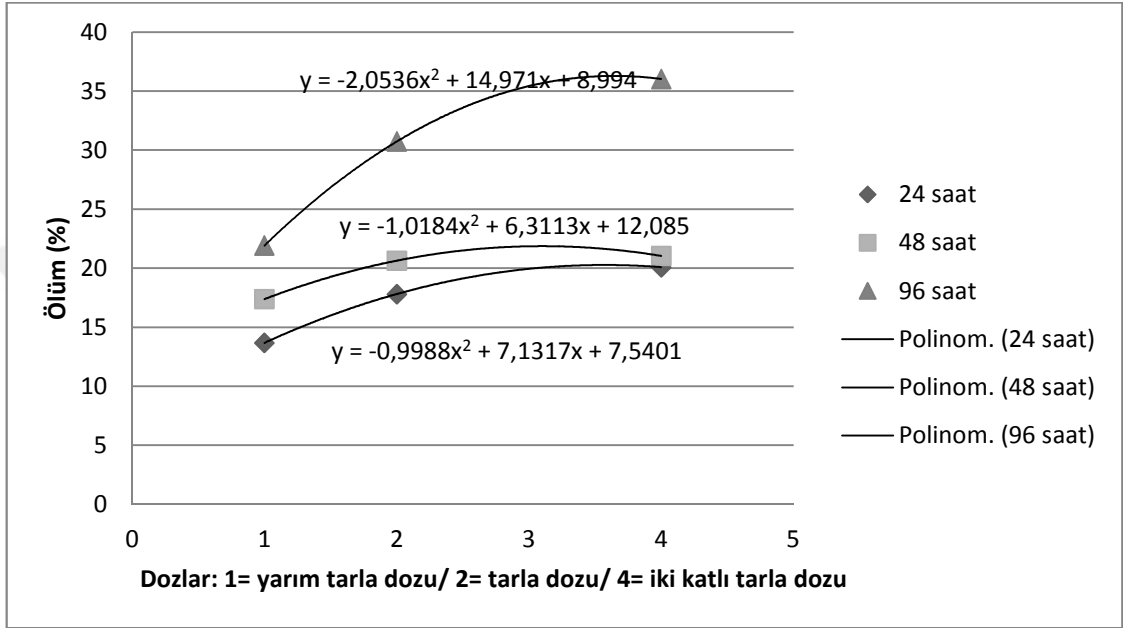


Şekil 4.6. Acetamipridin *Steinernema feltiae* üzerinde etkisi - Yarım tarla dozu (F= 2,0919; df= 2, 9; P=>0,1794).



Şekil 4.7. Acetamipridin *Steinernema feltiae* üzerinde etkisi - İki katlı tarla dozu (F= 8,4516; df= 2, 9; P=>0,0086)

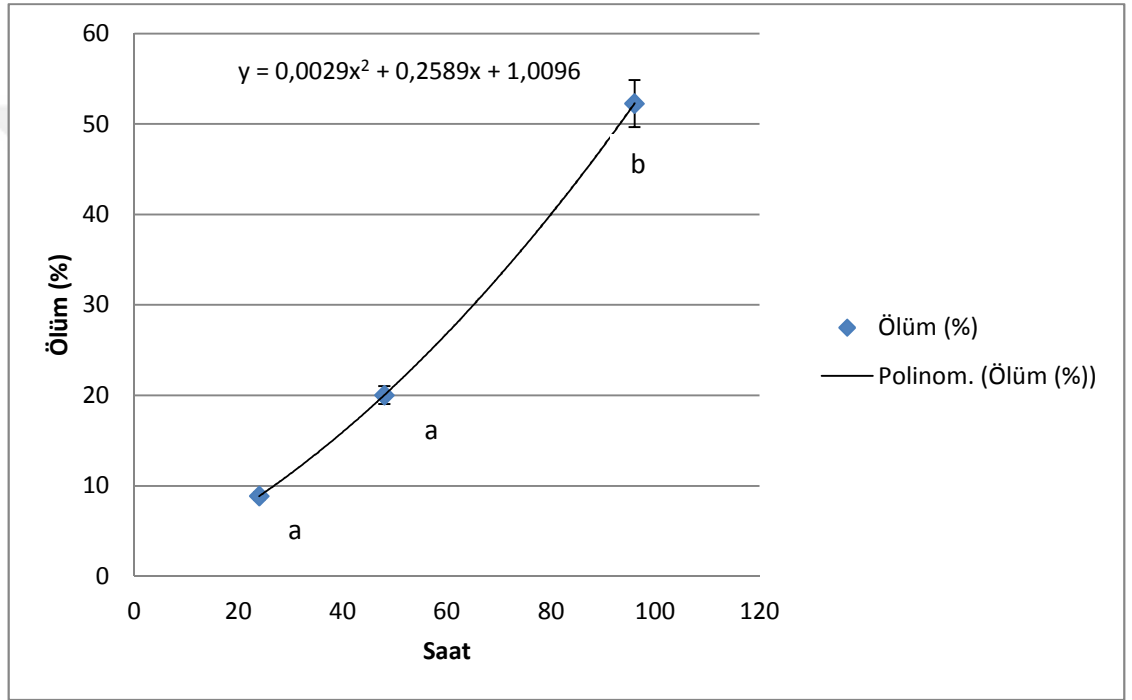
Saat sabit olursa, kullanılmış olan dozlar arası çok farklılık bulunmamıştır; 24 ve 48 saatlerdeki eğilim çizgileri birbirine yakın olduğu bulunmuştur. Doğrusal bir artış bulunamamıştır (şekil 4.8). 96 saatinde ise eğilim çizgisi polinomial ve biraz hızlı bulunmuştur.



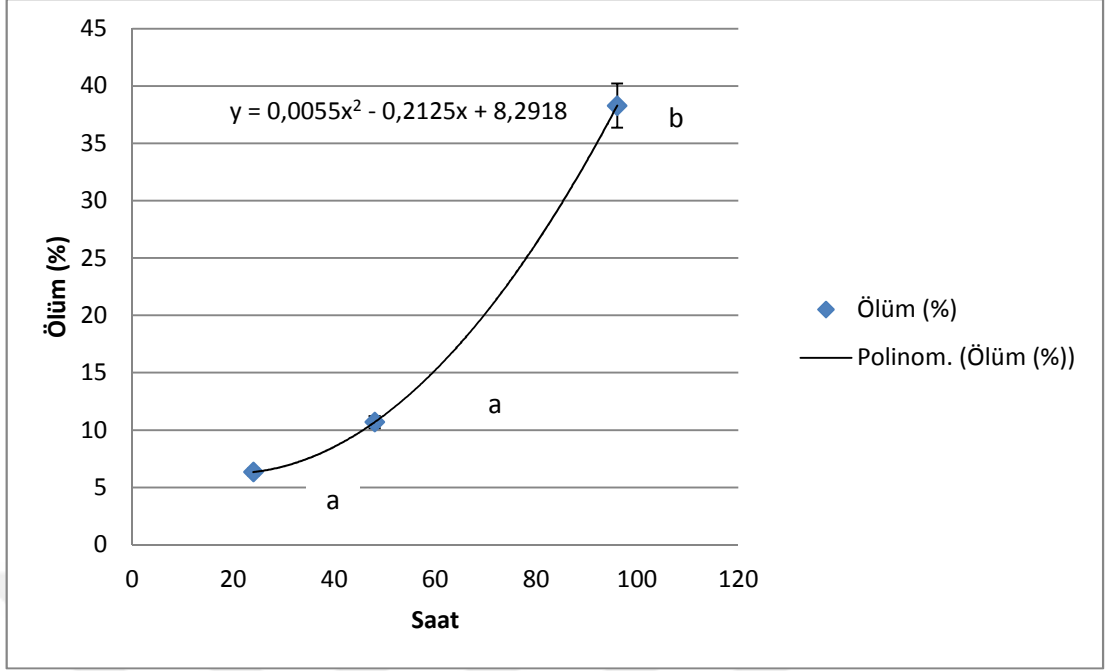
Şekil 4.8. Acetamipridin *Steinerinema feltiae* üzerinde etkisi – Dozlar

4.1.3. Acetamipridin *Heterorhabditis bacteriophora* üzerinde etkisi

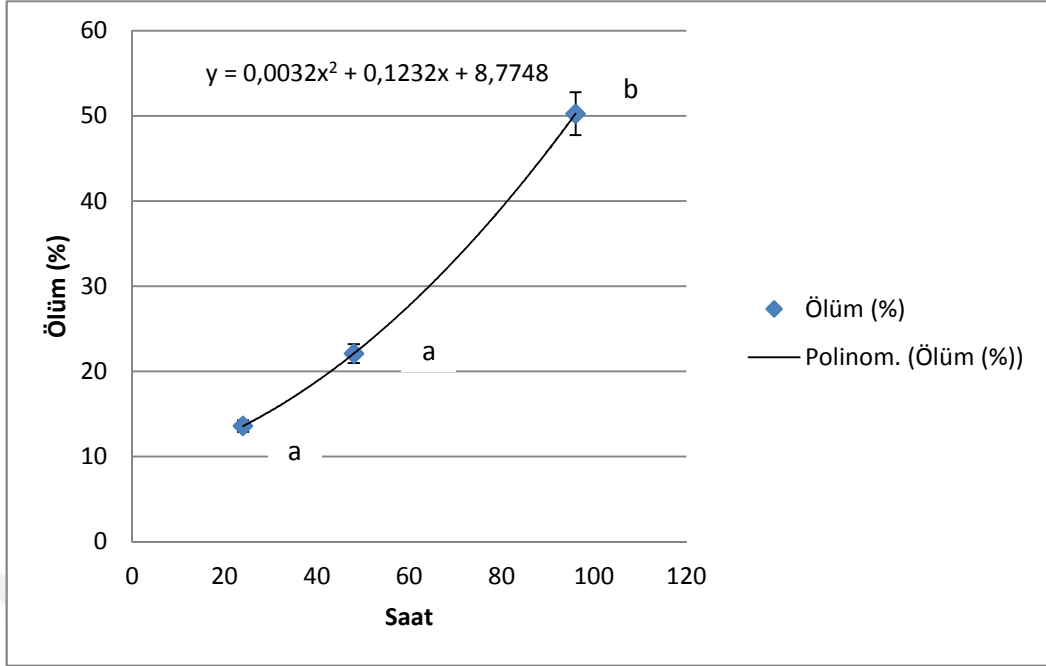
Acetamipridin *Heterorhabditis bacteriophora* üzerinde yapılan denemelerde elde edilen sonuçlara göre zaman arttıkça (24, 48 ve 96 saat) tüm dozlarda ölüm oranı artmaktadır (Şekil 4.9, Şekil 4.10, Şekil 4.11). En düşük ölüm oranı yarım tarla dozu ve en yüksek ölüm oranı iki katlı tarla dozu olarak bulunmuştur. 24 ve 48 saatlerinde farklılık bulunmamıştır.



Şekil 4.9. Acetamipridin *Heterorhabditis bacteriophora* üzerinde etkisi - Tarla dozu (F= 139,8482; df= 2,9; P=<0,0001)

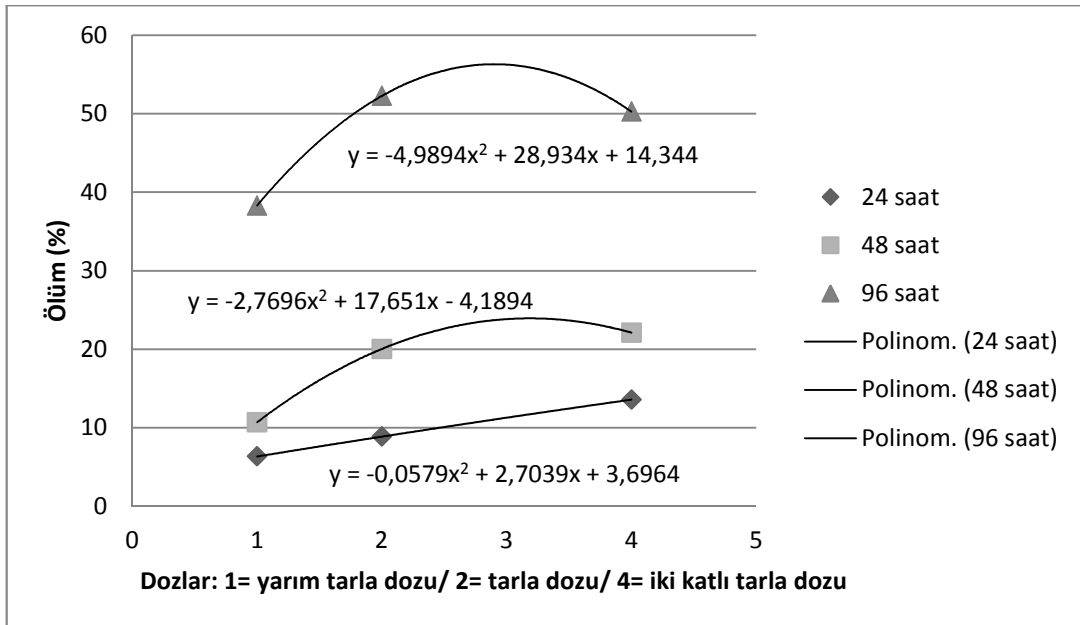


Şekil 4.10. Acetamipridin *Heterorhabditis bacteriophora* üzerinde etkisi - Yarım tarla dozu (F= 142,9175; df= 2, 9; P=<0,0001)



4.11. Acetamipridin *Heterorhabditis bacteriophora* üzerinde etkisi - İki katlı tarla dozu (F= 195,3963; df= 2, 9; P=<0,0001)

Saat sabit olursa, kullanılmış olan dozlar arası çok farklılık bulunmamıştır; 24, 48 ve 96 saatlerdeki eğilim çizgileri birbirine yakın bulunmuştur. Doğrusal bir artış bulunmamıştır (şekil 4.12).

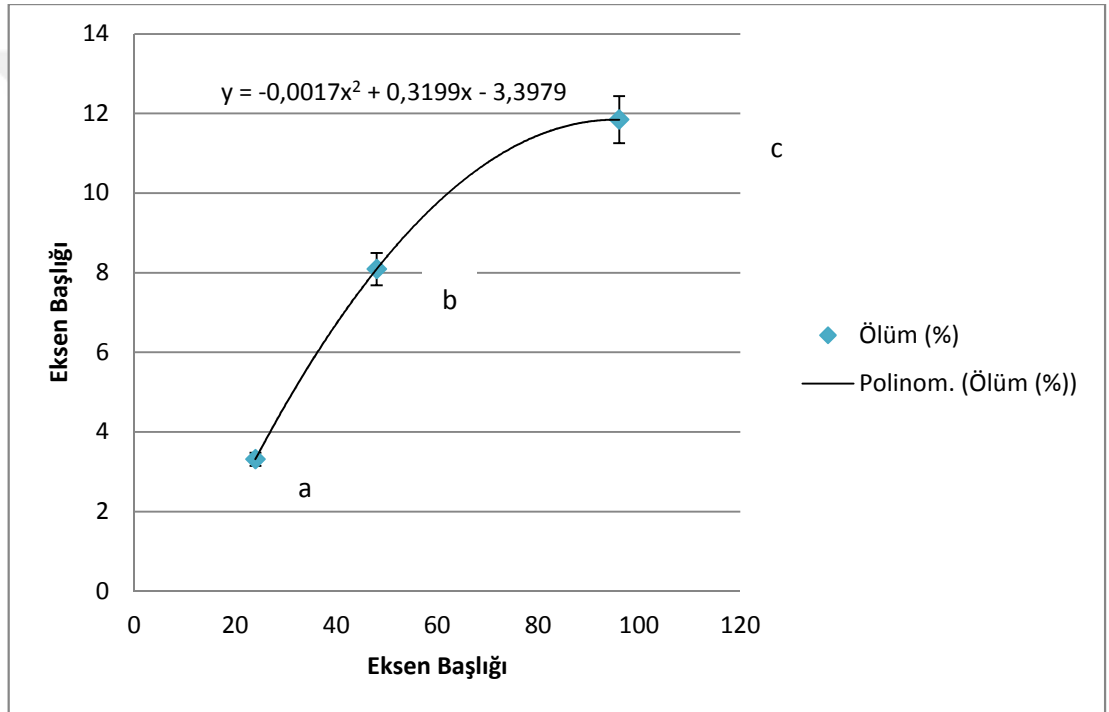


Şekil 4.12. Acetamipridin *H. bacteriophora* üzerinde etkisi – Dozlar

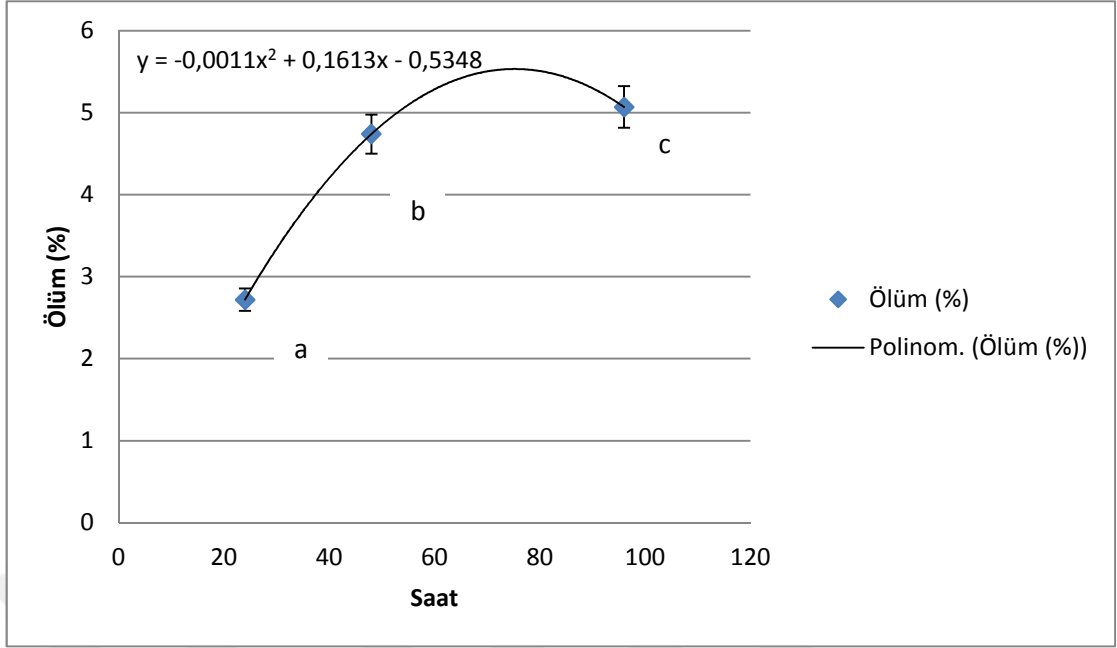
4.2. Imidaclopridin etkisi

4.2.1. Imidaclopridin *Steinernema carpocapsae* üzerinde etkisi

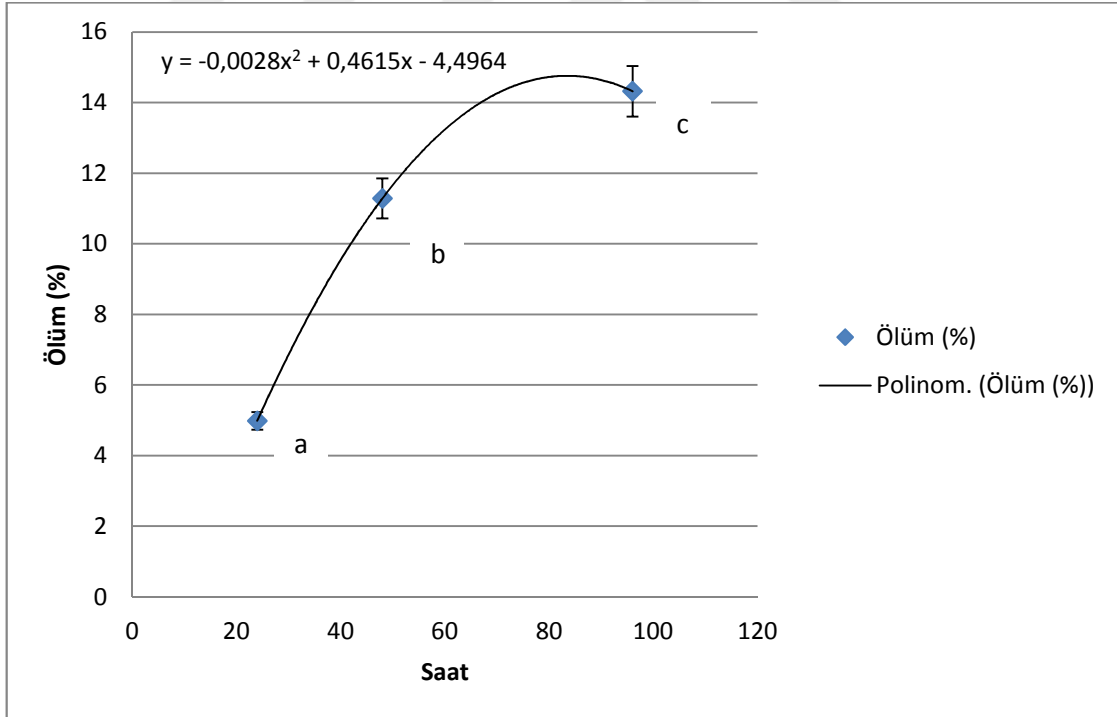
Imidaclopridin *Steinernema carpocapsae* üzerinde yapılan denemelerde elde edilen sonuçlara göre zaman arttıkça (24, 48 ve 96 saat) tüm dozlarda ölüm oranı artmaktadır (Şekil 4.13, Şekil 4.14, Şekil 4.15). En düşük ölüm oranı yarım tarla dozu ve en yüksek ölüm oranı iki katlı tarla dozu olarak bulunmuştur. Saatler arasında farklılık bulunmuştur.



Şekil 4.13. Imidaclopridin *Steinernema carpocapsae* üzerinde etkisi - Tarla dozu (F= 1,8816; df= 2, 9; P= 0,2076)

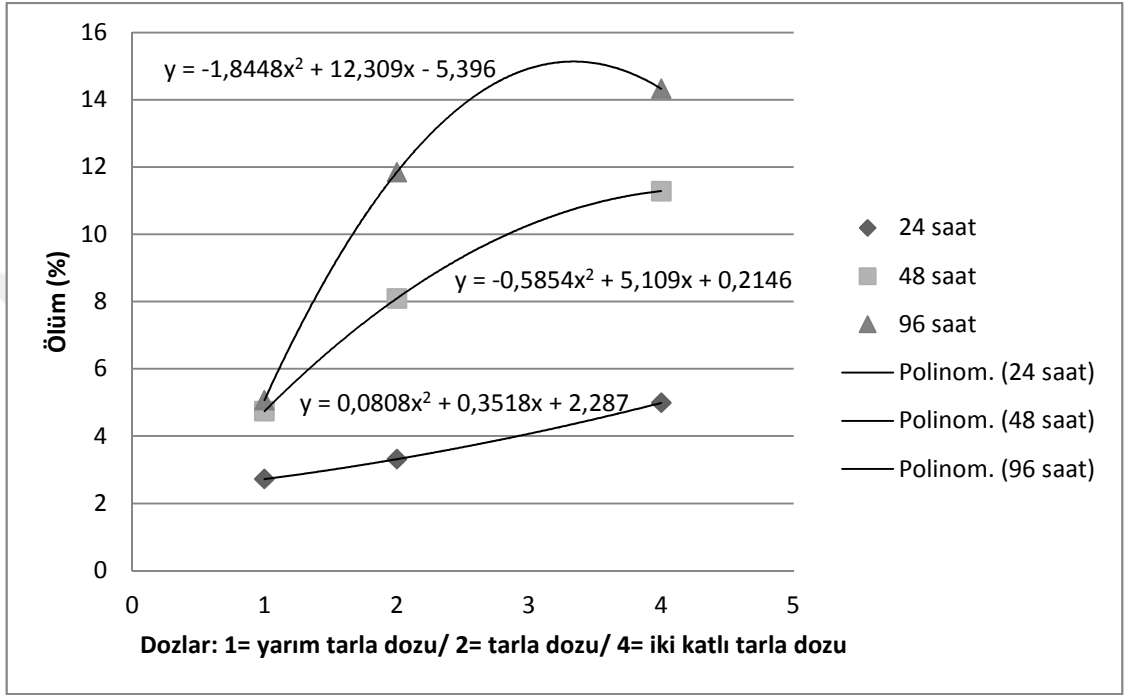


Şekil 4.14. İmidaclopridin *Steinernema carpocapsae* üzerinde etkisi - Yarım tarla dozu (F= 3,0545; df= 2, 9; P=0,0972)



Şekil 4.15. İmidaclopridin *Steinernema carpocapsae* üzerinde etkisi - İki katlı tarla dozu (F= 25,3501; df= 2, 9; P= 0,0002)

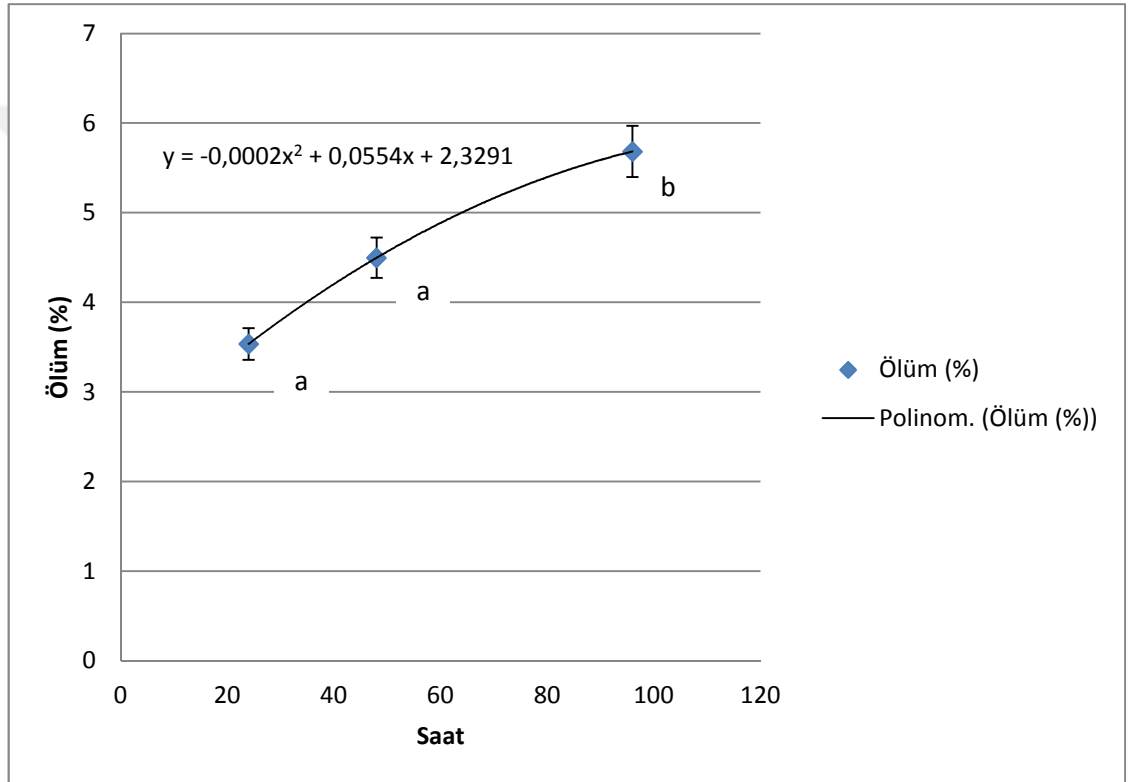
Aynı saatte ve dozlar farklı, kullanılmış olan dozlar arası farklılık bulunmuştur; 24, 48 ve 96 saatlerdeki eğilim çizgileri birbirinden farklı bulunmuştur. 24 saatte hızı zayıf, 48 ve 96 saatlerinde artış biraz hızlı ve negatif olarak bulunmuştur. Doğrusal bir artış bulunmamıştır (şekil 4.16).



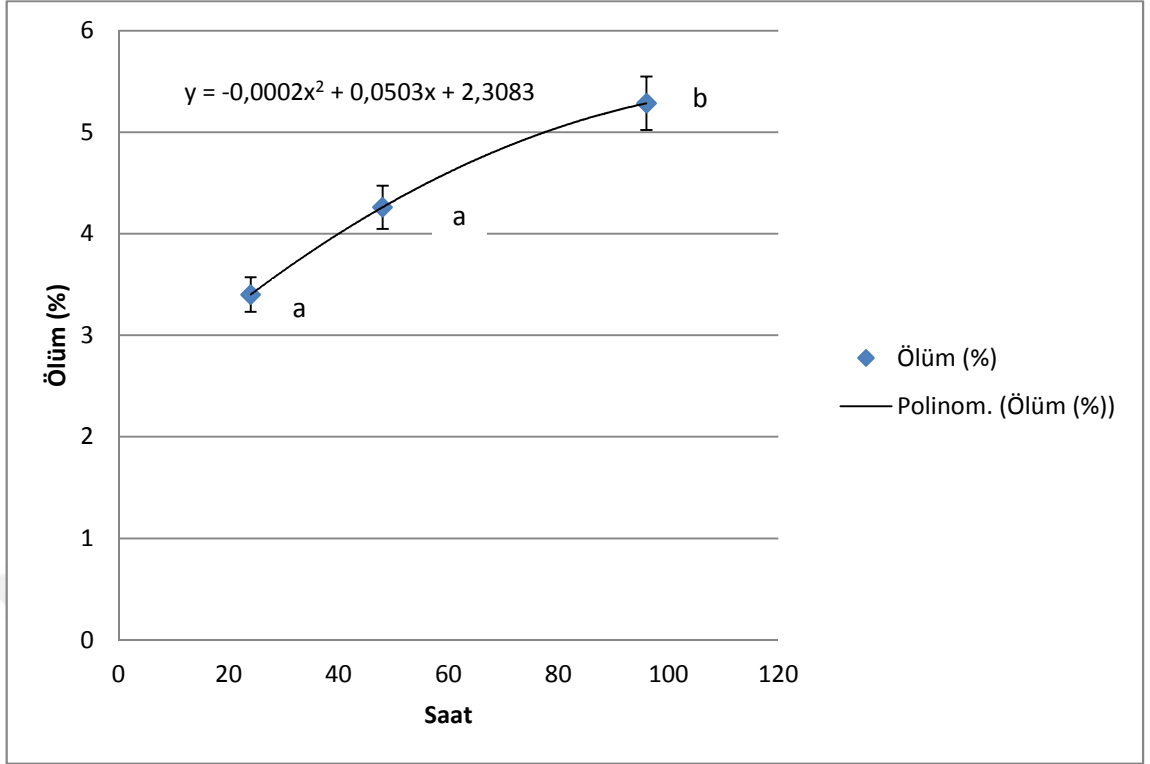
Şekil 4.16. Imidaclopridin *Steinernema carpocapsae* üzerinde etkisi – Dozlar

4.2.2. Imidaclopridin *Steinernema feltiae* üzerinde etkisi

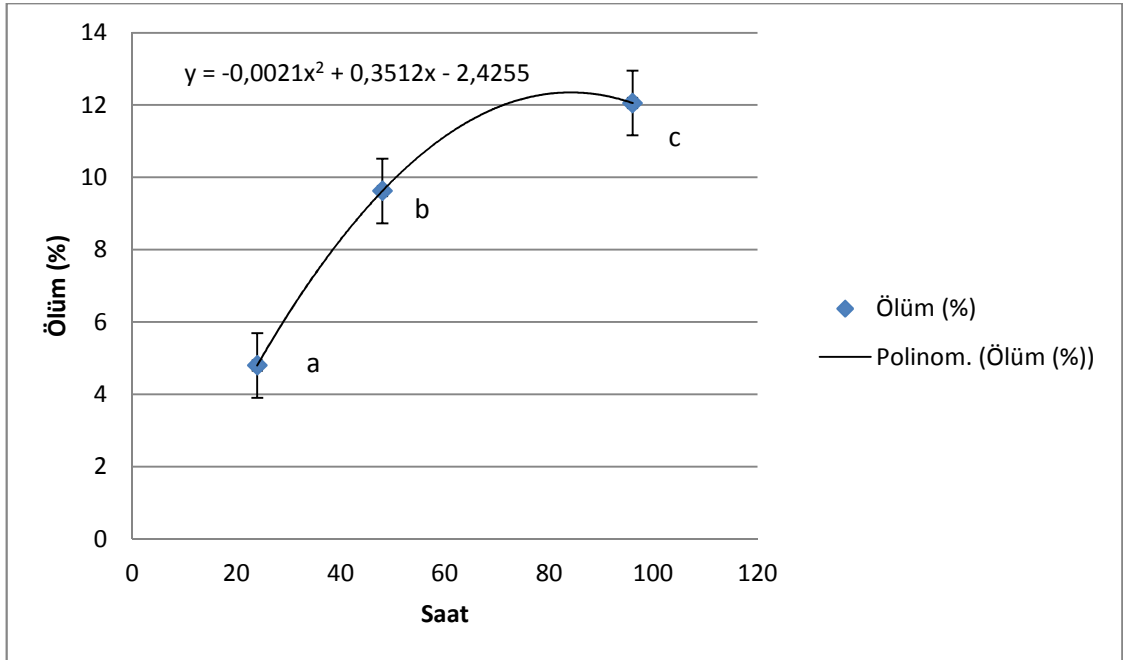
Imidaclopridin *Steinernema feltiae* üzerinde yapılan denemelerde elde edilen sonuçlara göre zaman arttıkça (24, 48 ve 96 saat) tüm dozlarda ölüm oranı artmaktadır (Şekil 4.17, Şekil 4.18, Şekil 4.19). En düşük ölüm oranı yarım tarla dozu ve en yüksek ölüm oranı iki katlı tarla dozu olarak bulunmaktadır. Tarla ve yarım tarla dozlarında 24 ve 48 saatleri arasında farklılık bulunmamıştır.



Şekil 4.17. Imidaclopridin *Steinernema feltiae* üzerinde etkisi - Tarla dozu (F= 1,5863; df= 2, 9; P= 0,257)

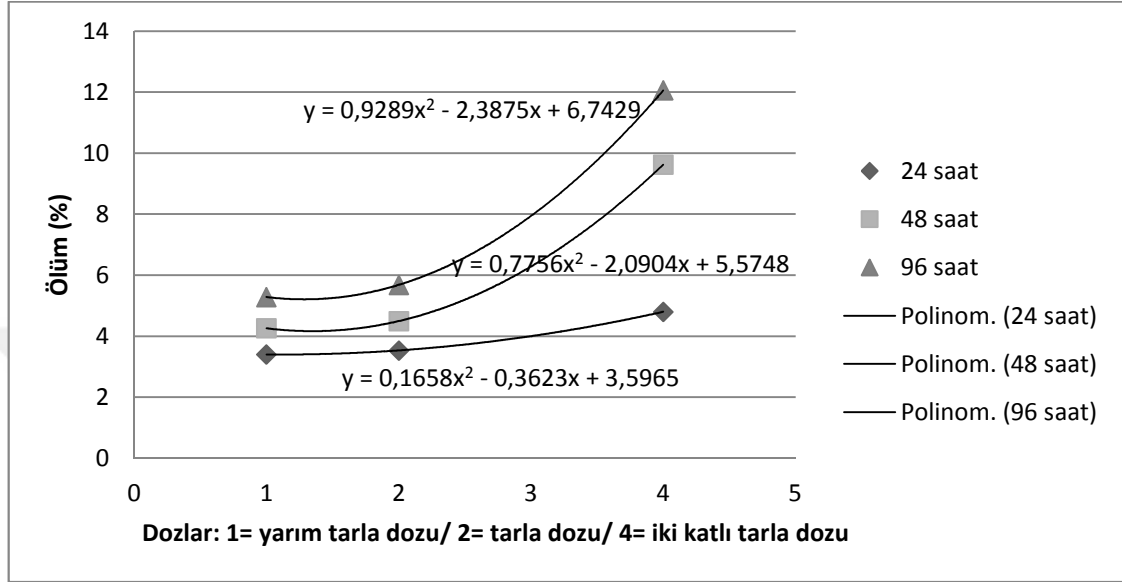


Şekil 4.18. Imidaclopridin *Steinernema feltiae* üzerinde etkisi - Yarım tarla dozu (F=5,9552; df= 2, 9; P=0,0225)



Şekil 4.19. Imidaclopridin *Steinernema feltiae* üzerinde etkisi - İki katlı tarla dozu (F=17,1365; df= 2, 9; P=0,0009)

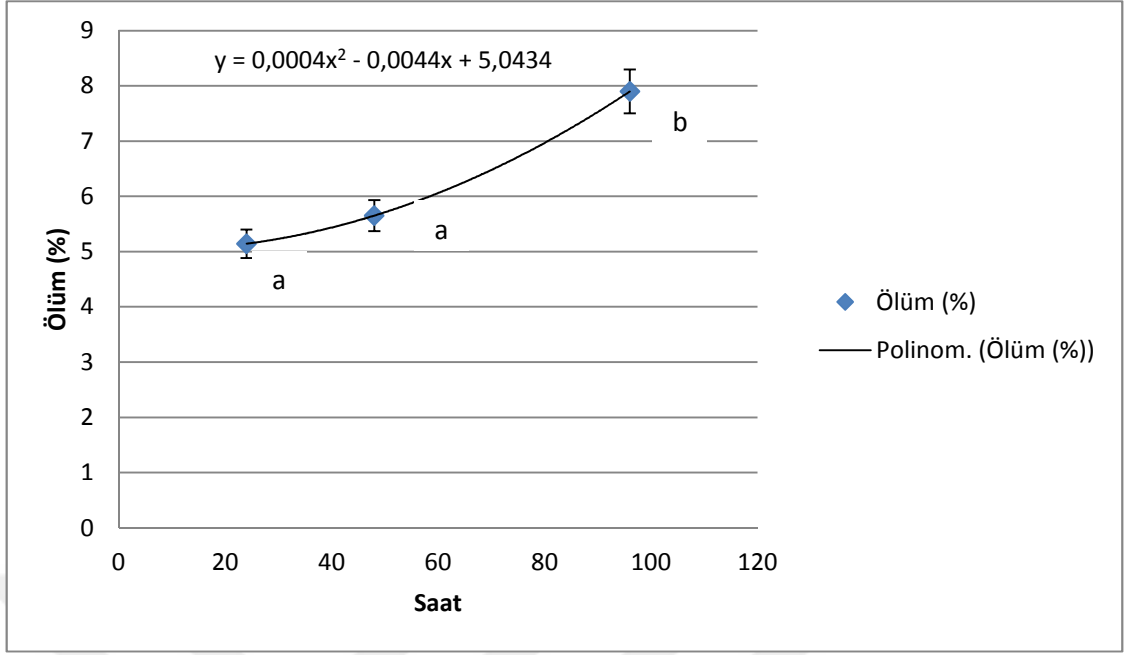
Aynı saatte ve dozlar farklı, kullanılmış olan dozlar arası farklılık bulunmuştur; 24, 48 ve 96 saatlerindeki eğilim çizgileri birbirinden farklı olarak bulunmuştur. 24 saatte hızı zayıf, 48 ve 96 saatlerinde artış biraz hızlı ve pozitif bulunmuştur. Doğrusal bir artış bulunmamıştır (şekil 4.20).



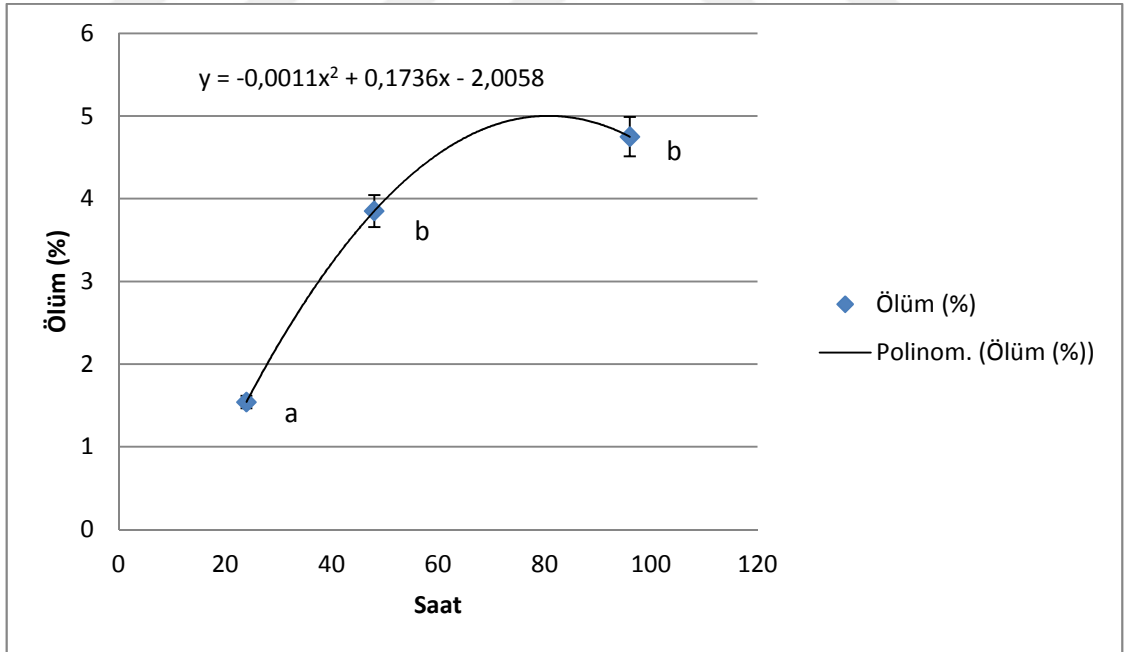
Şekil 4.20. Imidaclopridin *Steinernema feltiae* üzerinde etkisi - Dozlar.

4.2.3. Imidaclopridin *Heterorhabditis bacteriophora* üzerinde etkisi

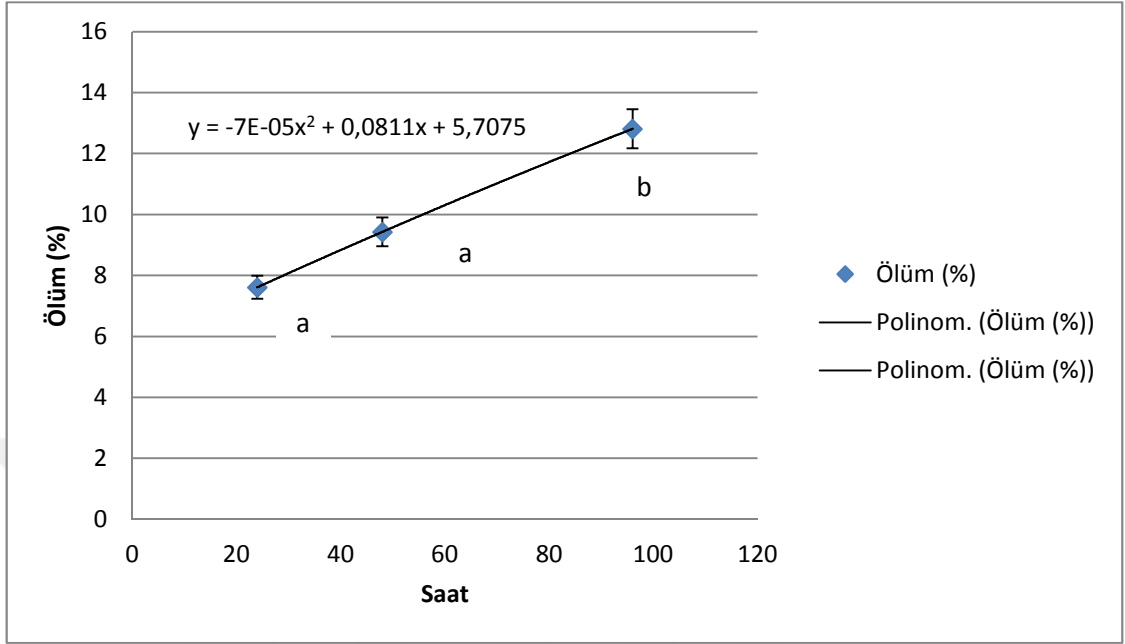
Imidaclopridin *Heterorhabditis bacteriophora* üzerinde yapılan denemelerde elde edilen sonuçlara göre zaman arttıkça (24, 48 ve 96 saat) tüm dozlarda ölüm oranı artmaktadır (Şekil 4.21, Şekil 4.22, Şekil 4.23). En düşük ölüm oranı yarım tarla dozu ve en yüksek ölüm oranı iki katlı tarla dozu olarak bulunmaktadır. Tarla ve iki katlı tarla dozlarında 24 ve 48 saatleri arasında farklılık bulunmamıştır. Yarım tarla dozunda ise 48 ve 96 saatleri arasında farklılık bulunmamıştır.



Şekil 4.21. İmidaclopridin *Heterorhabditis bacteriophora* üzerinde etkisi - Tarla dozu (F= 0,7103; df= 2, 9; P=0,5171)

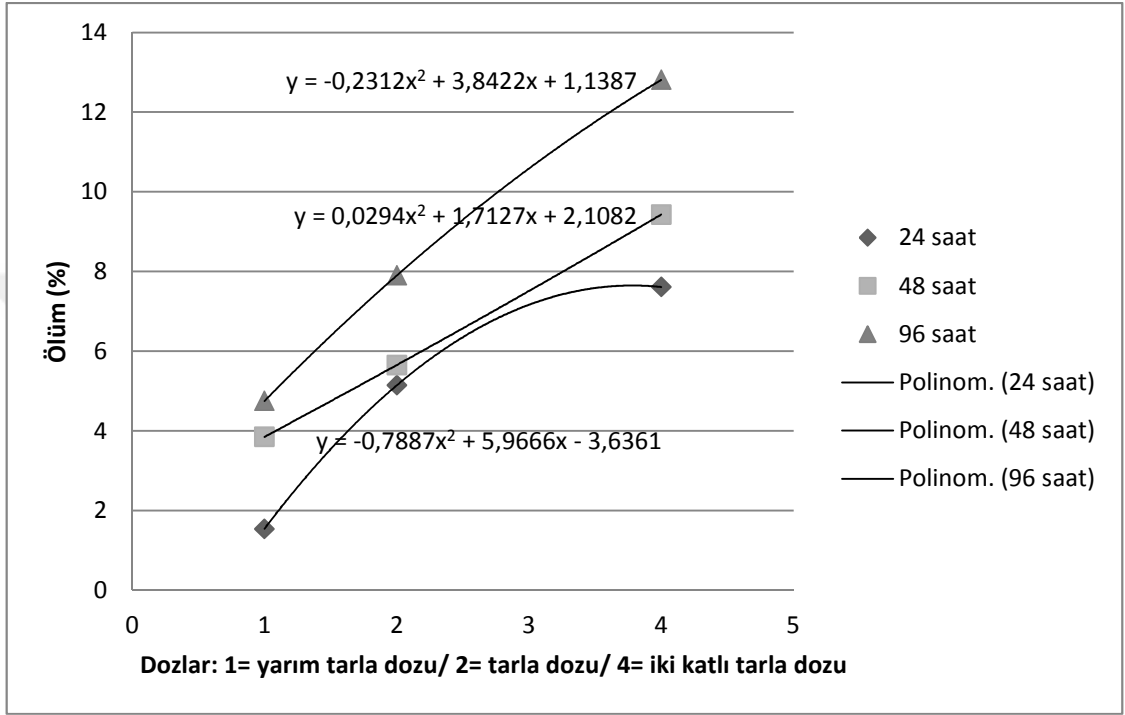


Şekil 4.22. İmidaclopridin *Heterorhabditis bacteriophora* üzerinde etkisi - Yarım tarla dozu (F= 3,2525; df= 2, 9; P=0,0865)



Şekil 4.23. Imidaclopridin *Heterorhabditis bacteriophora* üzerinde etkisi - İki katlı tarla dozu (F= 13,4604; df= 2, 9; P= 0,002)

Aynı saatte ve dozlar farklı, kullanılmış olan dozlar arası farklılık bulunmuştur; 24, 48 ve 96 saatlerdeki eğilim çizgileri birbirine yakın ve hepsi hızlı olarak bulunmuştur. 24 saatte hızı zayıf ve negatif, 48 ve 96 saatlerde artış biraz hızlı ve pozitif bulunmuştur. Doğrusal bir artış bulunmamıştır (şekil 4.24).

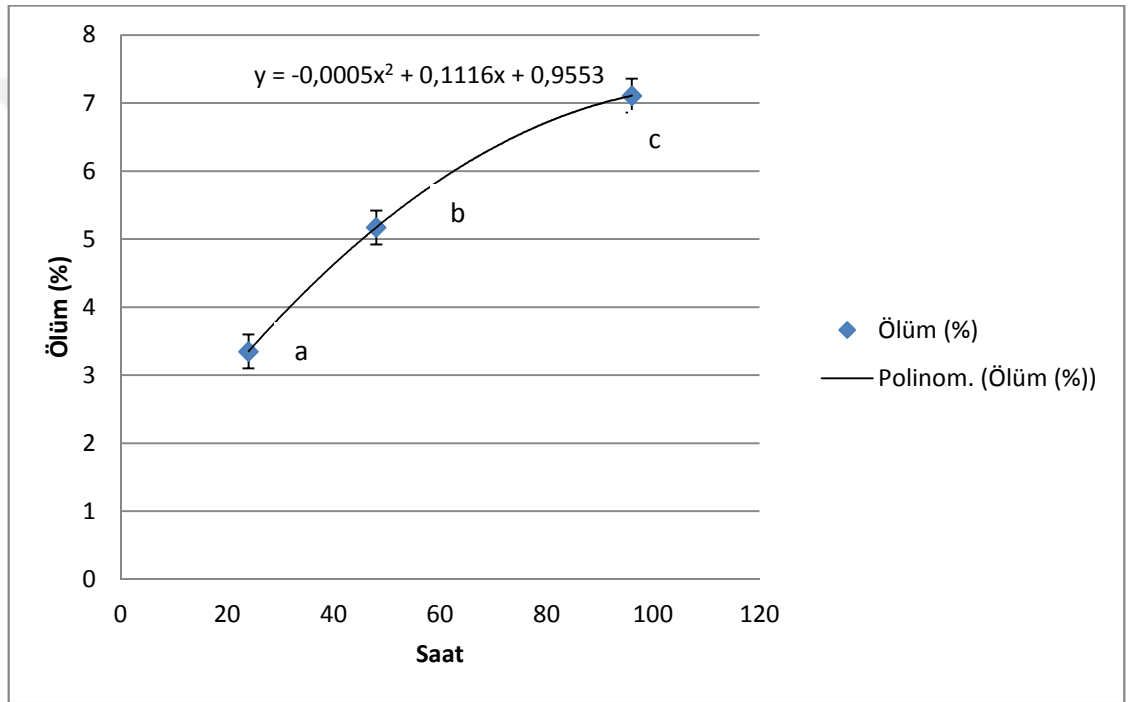


Şekil 4.24. Imidaclopridin *Heterorhabditis bacteriophora* üzerinde etkisi – Dozlar.

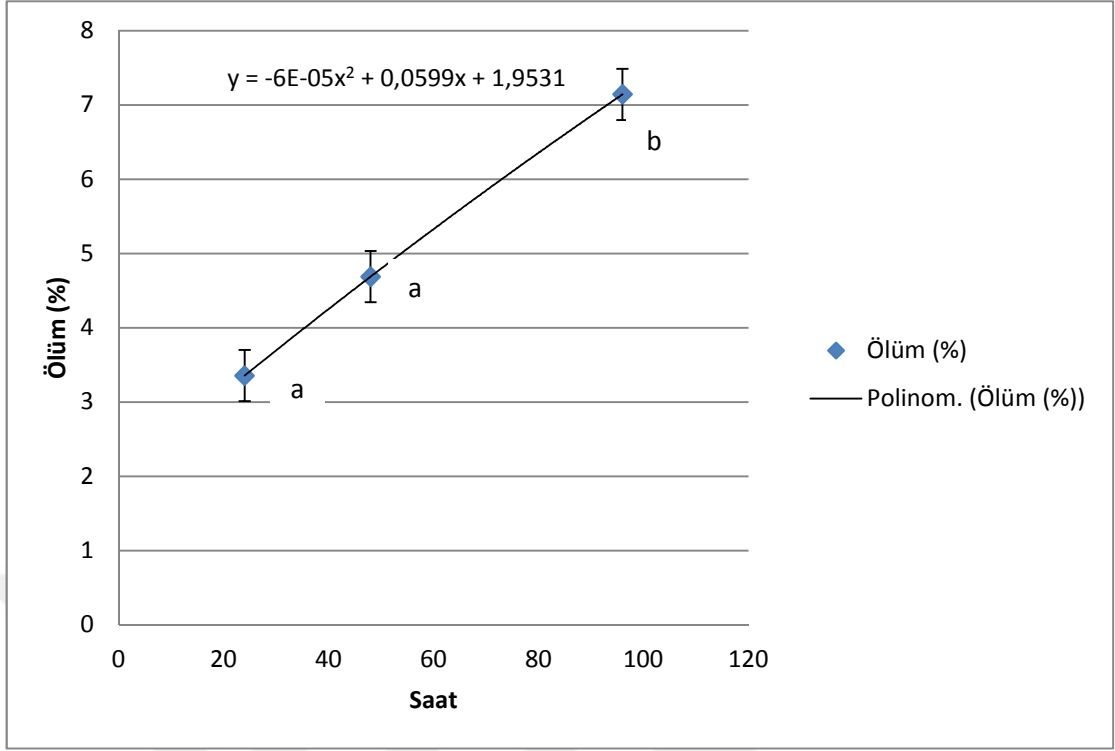
4.3. Spinosadın etkisi

4.3.1. Spinosadın *Steinernema carpocapsae* üzerinde etkisi

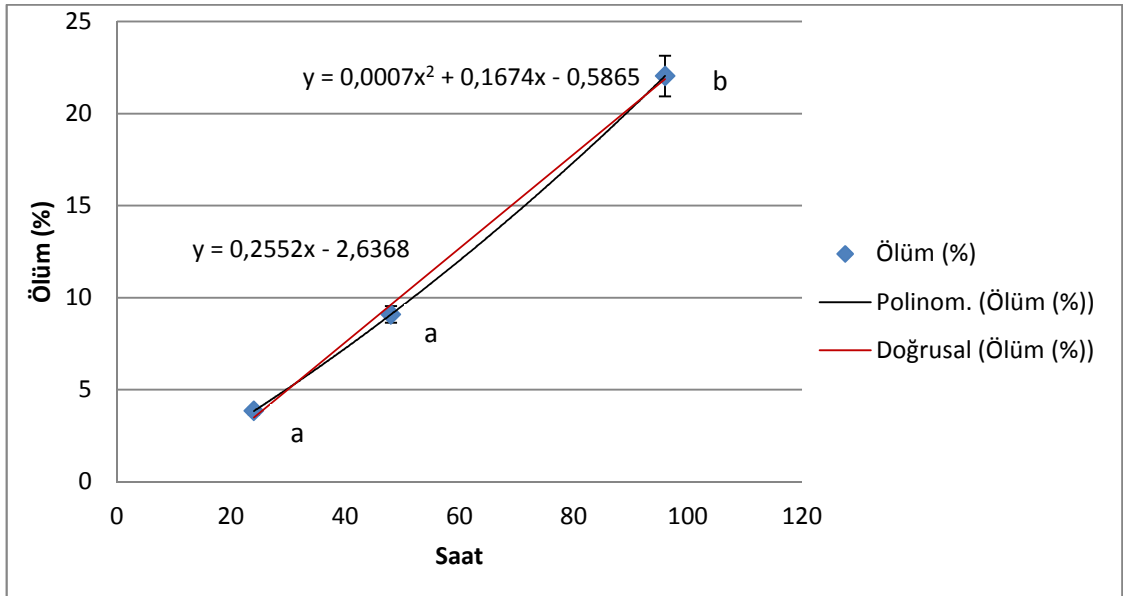
Spinosadın *Steinernema carpocapsae* üzerinde yapılan denemelerde elde edilen sonuçlara göre zaman arttıkça (24, 48 ve 96 saat) tüm dozlarda ölüm oranı artmaktadır (Şekil 4.25, Şekil 4.26, Şekil 4.27). En düşük ölüm oranı yarım tarla dozu ve en yüksek ölüm oranı iki katlı tarla dozu. Yarım ve iki katlı tarla dozlarında 24 ve 48 saatleri arasında farklılık bulunmamıştır.



Şekil 4.25. Spinosadın *Steinernema carpocapsae* üzerinde etkisi - Tarla dozu (F= 56,8949; df= 2, 9; P= <0,0001).

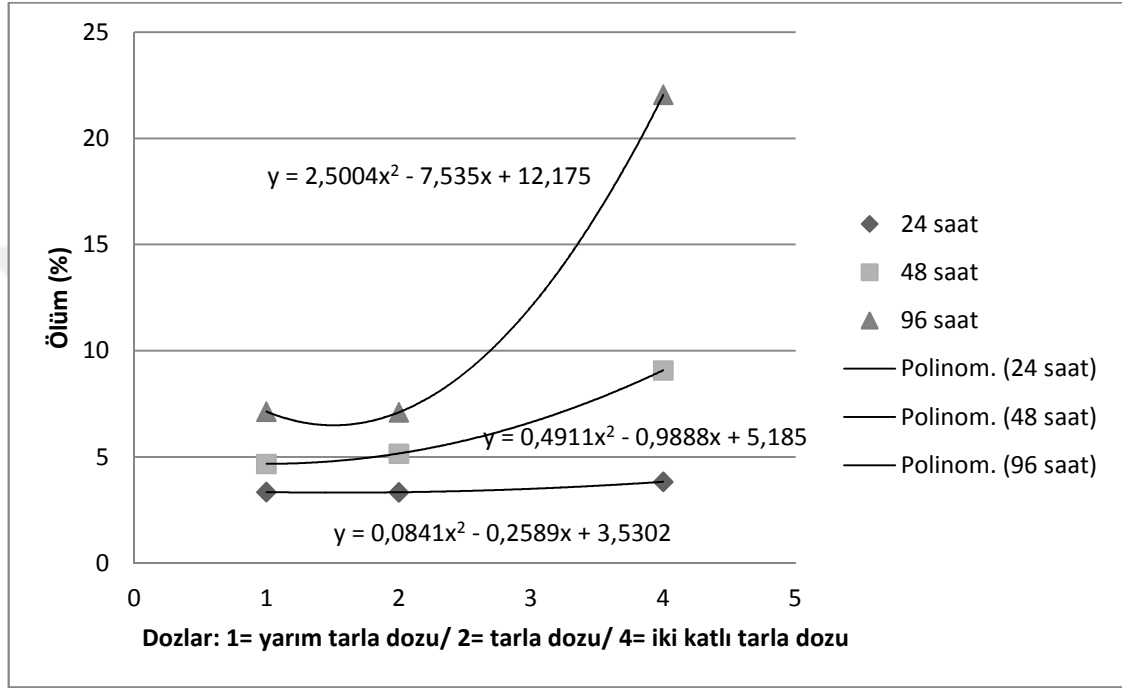


Şekil 4.26. Spinosadın *Steinernema carpocapsae* üzerindeki etkisi - Yarım tarla dozu (F= 30,7926; df= 2, 9; P=<0,0001).



Şekil 4.27. Spinosadın *Steinernema carpocapsae* üzerindeki etkisi - İki katlı tarla dozu (F= 77,9436; df= 2, 9; P=<0,0001).

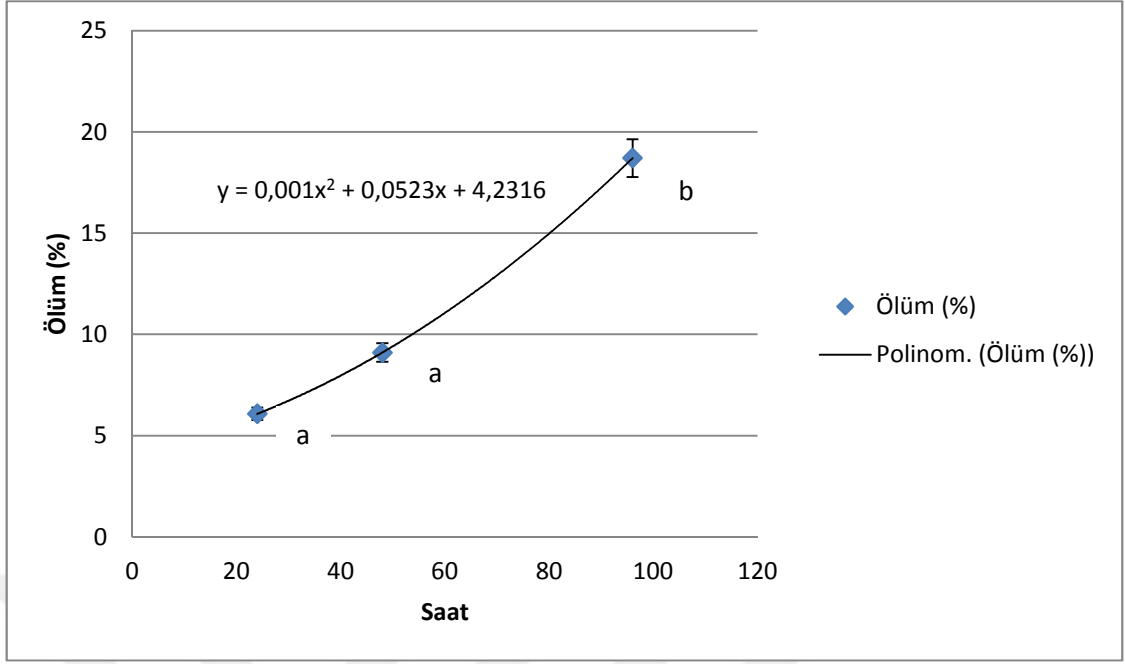
Aynı saatte ve dozlar farklı, kullanılmış olan dozlar arası farklılık bulunmuştur; 24 ve 48 saatlerindeki eğilim çizgileri birbirine yakın ve hızlı değil olarak bulunmuştur. 96 saatte artış biraz hızlı ve pozitif olarak bulunmuştur. Doğrusal bir artış bulunmamıştır (şekil 4.28).



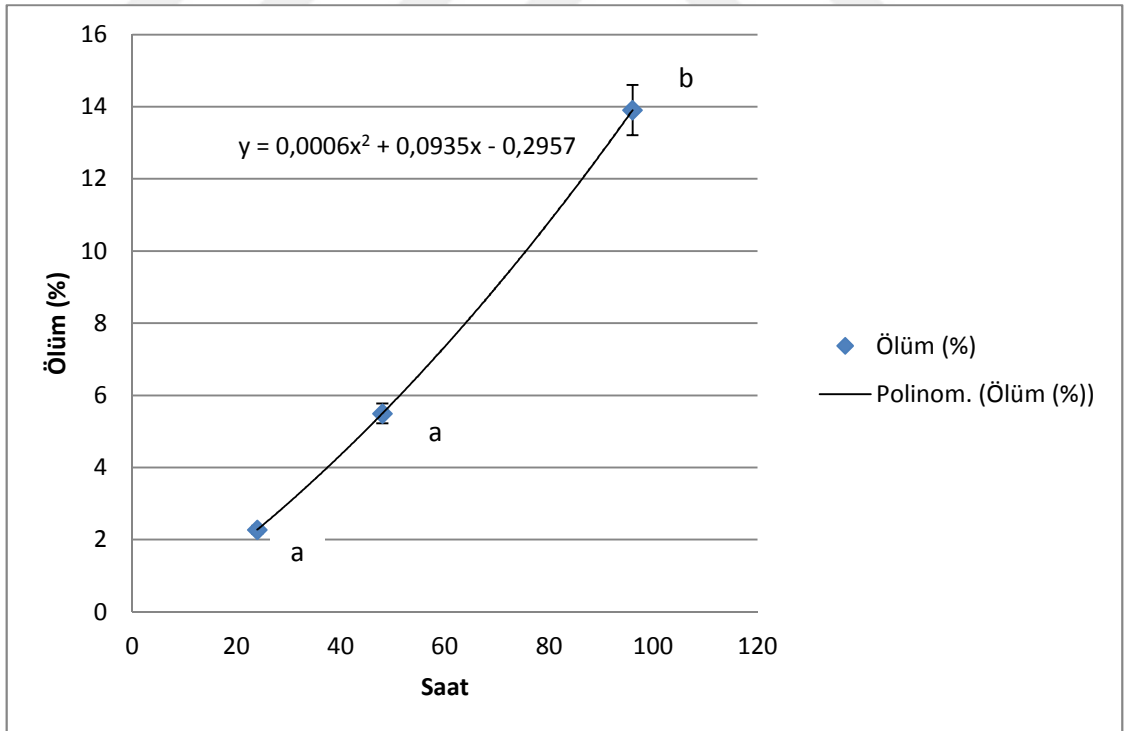
Şekil 4.28. Spinosadın *Steinernema carpocapsae* üzerinde etkisi – Dozlar.

4.3.2. Spinosadın *Steinernema feltiae* üzerinde etkisi

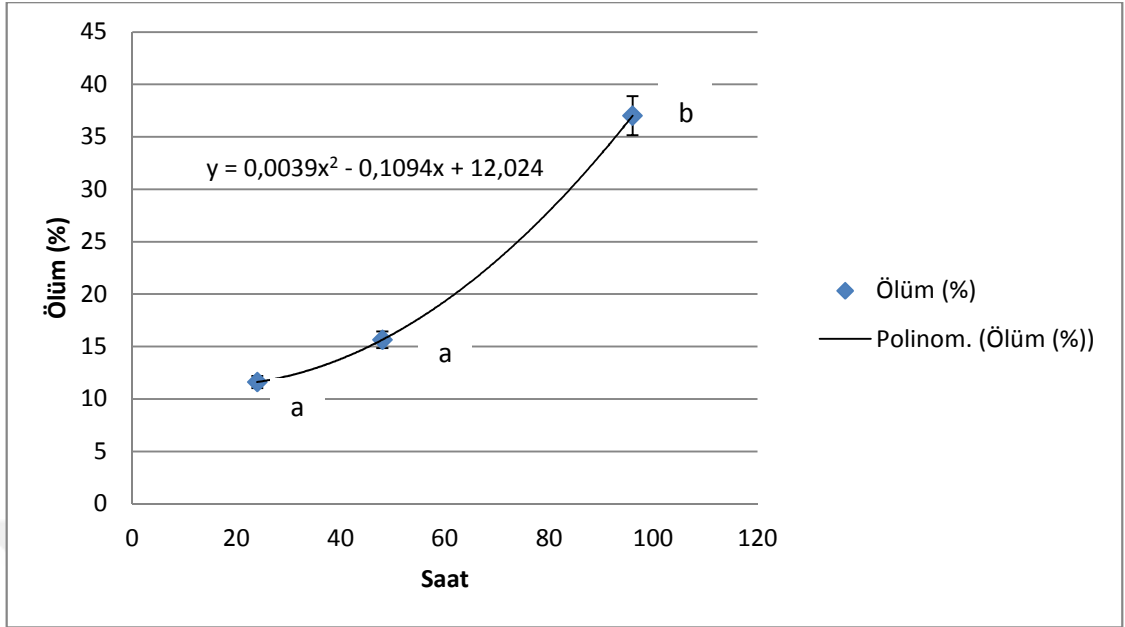
Spinosadın *Steinernema feltiae* üzerinde yapılan denemelerde elde edilen sonuçlara göre zaman arttıkça (24, 48 ve 96 saat) tüm dozlarda ölüm oranı artmaktadır (Şekil 4.29, Şekil 4.30, Şekil 4.31). En düşük ölüm oranı yarım tarla dozu ve en yüksek ölüm oranı iki katlı tarla dozu. Yarım, tarla ve iki katlı tarla dozlarında 24 ve 48 saatleri arasında farklılık bulunmamıştır.



Şekil 4.29. Spinosadın *Steinernema feltiae* üzerinde etkisi - Tarla dozu
(F= 15,5035; df= 2, 9; P=0,0012)

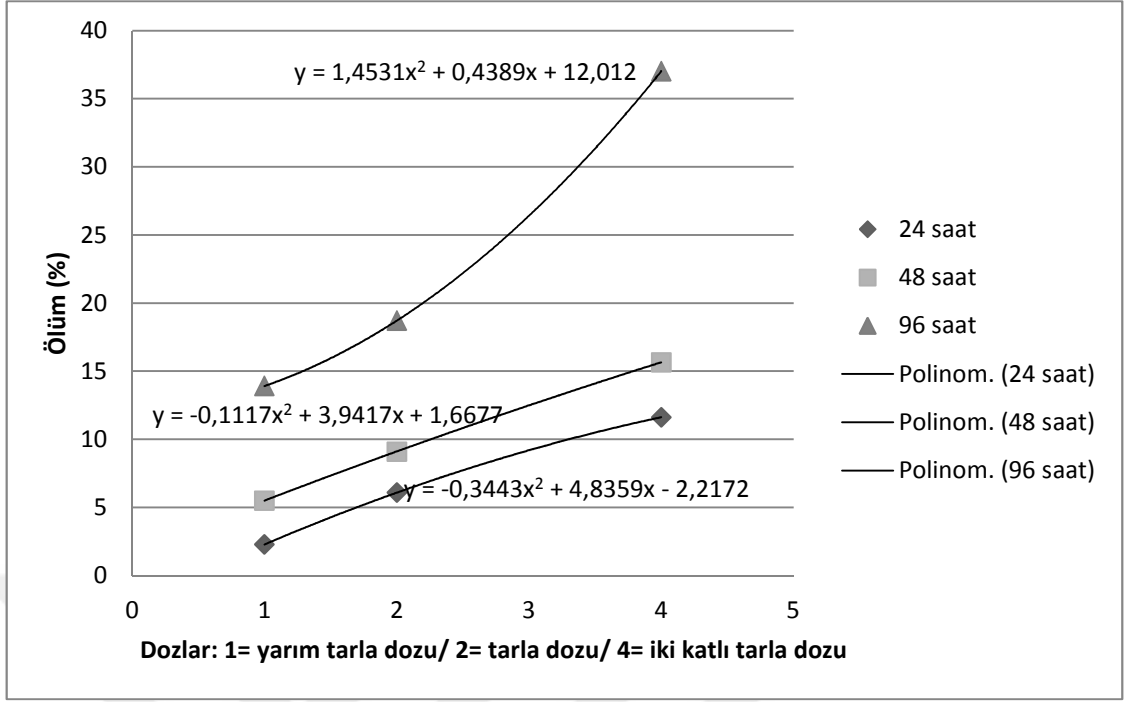


Şekil 4.30. Spinosadın *Steinernema feltiae* üzerinde etkisi - Yarım tarla dozu (F= 25,0471; df= 2, 9; P=0,0002).



Şekil 4.31. Spinosadın *Steinernema feltiae* üzerinde etkisi - İki katlı tarla dozu (F= 115,3615; df= 2, 9; P=<0,0001).

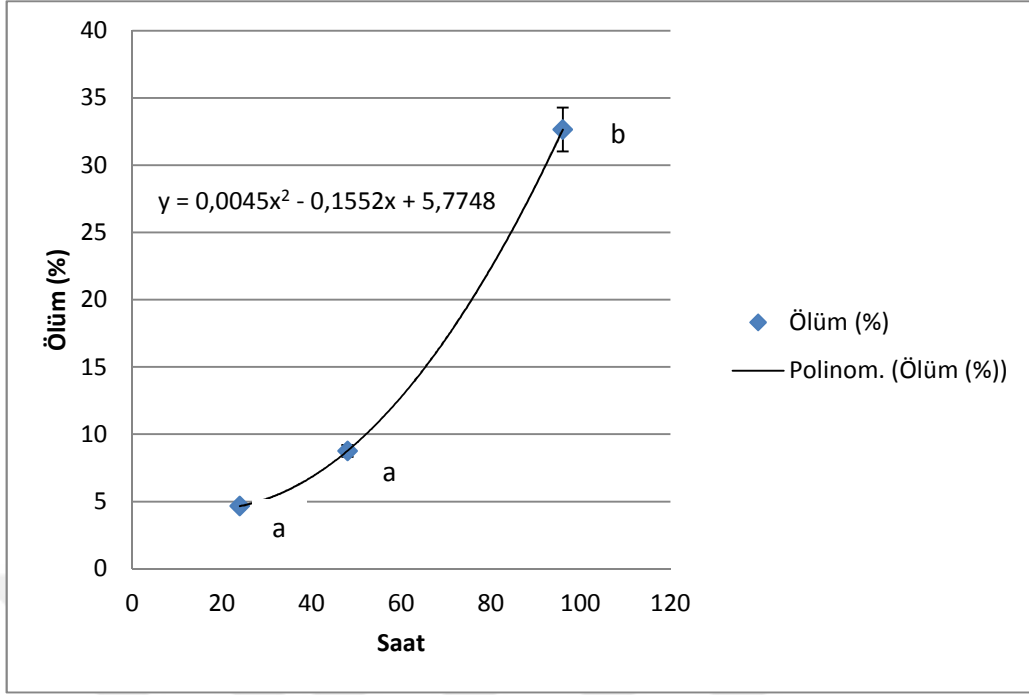
Aynı saatte ve dozlar farklı, kullanılmış olan dozlar arası farklılık bulunmuştur; 24 ve 48 saatlerdeki eğilim çizgileri birbirine yakın ve hızlı değil olarak bulunmuştur. 96 saatinde artış biraz hızlı ve pozitif olarak bulunmuştur. Doğrusal bir artış bulunmamıştır (şekil 4.32).



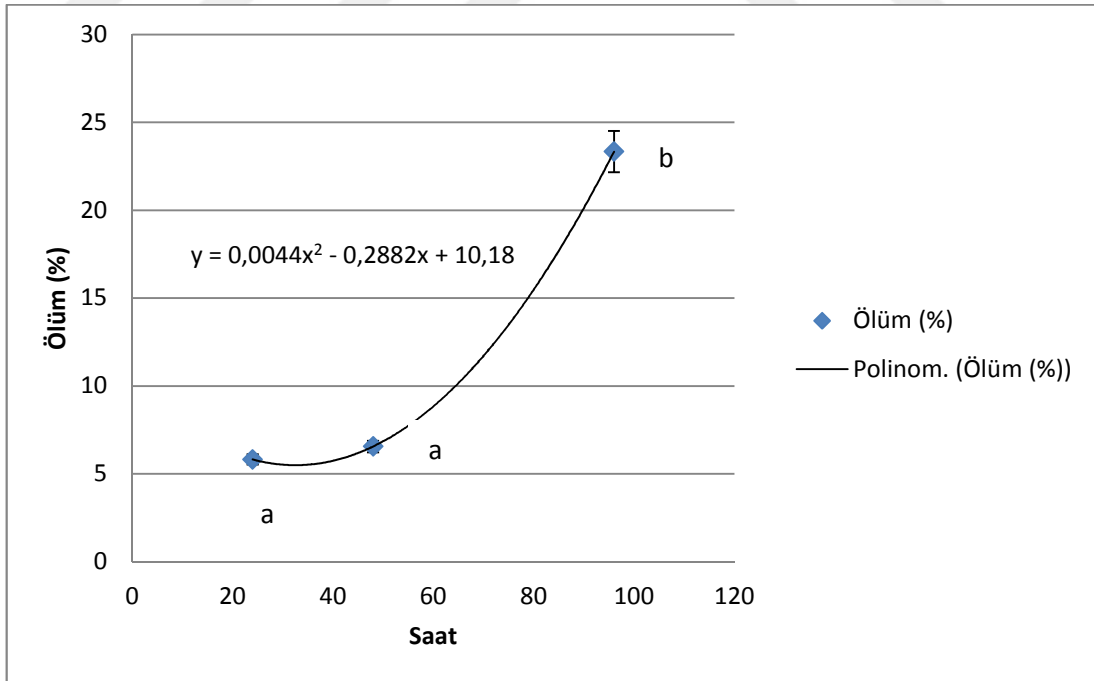
Şekil 4.32. Spinosadın *Steinernema feltiae* üzerinde etkisi _ Dozlar.

4.3.3. Spinosatın *Heterorhabditis bacteriophora* üzerinde etkisi

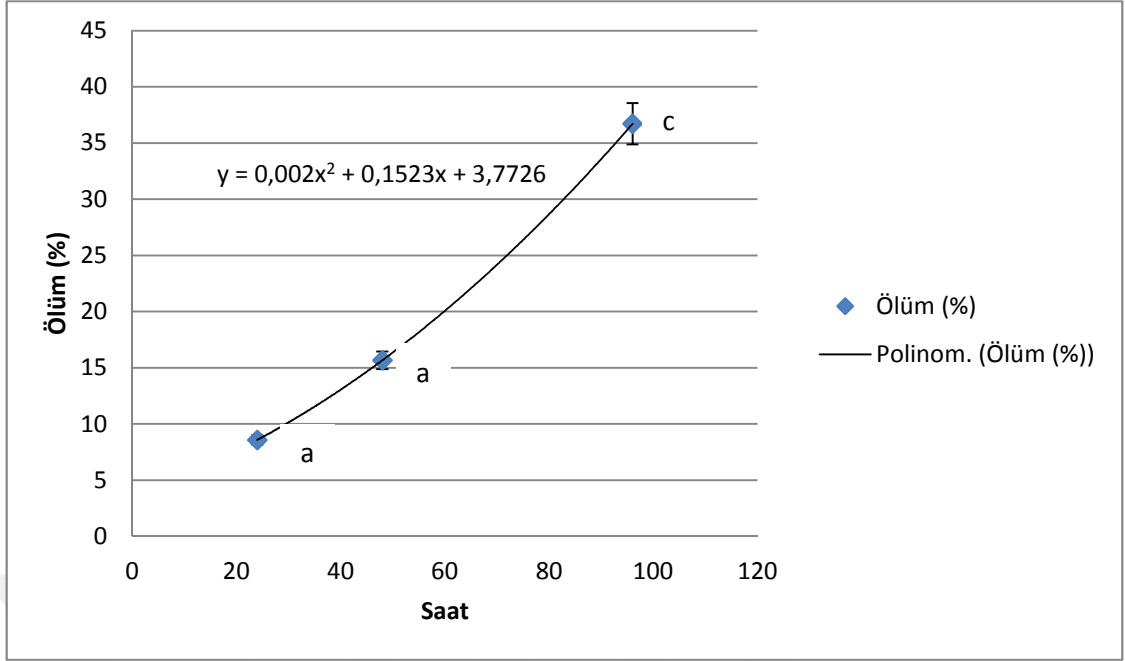
Spinosatın *Heterorhabditis bacteriophora* üzerinde yapılan denemelerde elde edilen sonuçlara göre zaman arttıkça (24, 48 ve 96 saat) tüm dozlarda ölüm oranı artmaktadır (Şekil 4.33, Şekil 4.34, Şekil 4.35). En düşük ölüm oranı yarım tarla dozu ve en yüksek ölüm oranı iki katlı tarla dozu olarak bulunmaktadır. Yarım, tarla ve iki katlı tarla dozlarında 24 ve 48 saatleri arasında farklılık bulunmamıştır.



Şekil 4.33. Spinosadın *Heterorhabditis bacteriophora* üzerindeki etkisi - Tarla dozu (F= 61,3164; df= 2, 9; P=<0,0001)

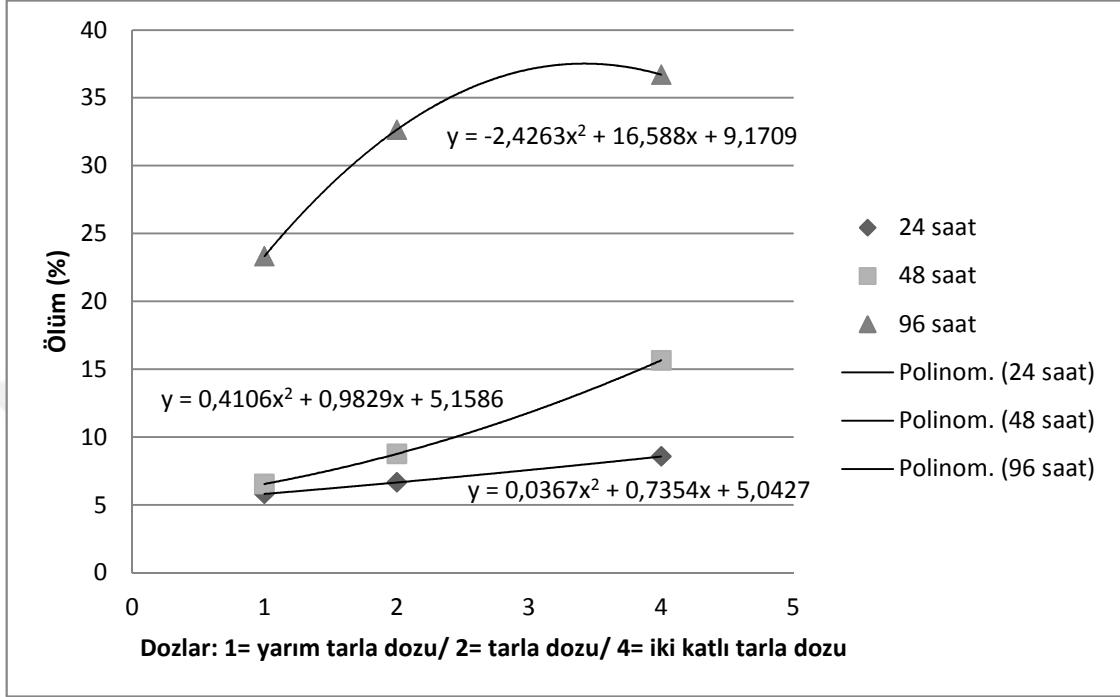


Şekil 4.34. Spinosadın *Heterorhabditis bacteriophora* üzerindeki etkisi - Yarım tarla dozu (F= 46,6617; dF= 2, 9; P=<0,0001)



Şekil 4.35. Spinosadın *Heterorhabditis bacteriophora* üzerinde etkisi - İki katlı tarla dozu (F= 265,8849; dF= 2, 9; P=<0,0001).

Aynı saatte ve dozlar farklı, kullanılmış olan dozlar arası farklılık bulunmuştur; 24 ve 48 saatlerdeki eğilim çizgileri birbirine yakın ve hızlı bulunmamıştır. 96 saatte artış biraz hızlı ve negatif olarak bulunmuştur. Doğrusal bir artış bulunmamıştır (şekil 4.36).



Şekil 4.36. Spinosadın *Heterorhabditis bacteriophora* üzerinde etkisi – Dozlar.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu araştırmada üç insektisitlerin EPN'ler üzerindeki etkilerini değerlendirmiştir. Üç EPN kullanılmıştır. Kontrol 24, 48 ve 96 saatlerinde yapılmıştır. Ölüm oranının zaman ve doz ile değiştiği saptanmıştır. En düşük ölüm oranları 24 saatinde ve yarım tarla dozunda, yüksek ölüm ise 96 saatinde ve iki katlı tarla dozunda gözlenmiştir. Bu çalışma, dozları ikiye katladığımızda, EPN'lerin ölüm etkisi iki katı olmadığını kanıtlamıştır. Dozlar ve ölüm oranları arasında doğrudan sayısal bir korelasyon yoktur. Ölüm, doğrudan sayısal bir korelasyon olmaksızın zamanla birlikte artmaktadır.

EPN'ler bazı zararlı böcekleri kontrol eden doğal ajanlardır (Gaugler ve Kaya 1990). İlk defa 1923 yılında yeni keşfedilmiştir ve o zamandan beri EPN'lerin alanı çok ilerleme kaydetmiştir (Poinar ve Grewal 2012; Thomas ve Poinar 1979). Önümüzde EPN'ler çiftçilerin birçok zararlı böcekleri kontrol etmeleri için büyük bir potansiyel oluşturabilir.

İnsektisitler EPN'ler üzerindeki direk etkilerini değerlendiren daha önceki herhangi bir araştırma bulunmadığından, bu çalışma üç insektisitlerin EPN'ler üzerindeki ölüm etkileri üzerine odaklanmıştır. Çalışmanın ana amacı, insektisitlerin EPN'lere yan etkisinin olup olmadığını kanıtlamıştır.

Bu sonuçlarla karşılaştırıldığında, acetamiprid, ardından spinosad ile yapılan uygulamalarda ölüm yüksek olduğu ve imidaklopridin uygulamasında ölümün daha az olduğu görülmektedir. Bu, EPN'lerin ve imidaclopridin ve acetamipridin sinerjizimini değerlendiren varolan araştırmaları teyit etmektedir. Bu araştırmacılara göre, imidacloprid ile sinerjizm yüksek olduğu bulunmaktadır. Acetamiprid daha az sinerjiktir. Bu sonuçlara Koppenhöfer ve ark. (2003) benzeyen sonuçları bulmuşlardır. Beş scarab larvasına karşı önceki sera ve saha araştırmalarında, neonicotinoid insektisid imidacloprid beş entomopatojen nematod türü ile sinerjik bir şekilde etkileşime girdiğini belirtmektedir. İki diğer neonicotinoid, thiametoxamin ve acetamiprid, scarab larvalarında nematodlarla daha zayıf bir etkileşim göstermiştir.

Sheykhnejad ve ark. (2014); Farkhanda (2012), imidacloprid ve EPN'ler zararlı böceklere karşı iyi sinerji göstermişlerdir. Bunlar bu araştırmaya uyumludur; bu araştırmada imidacloprid %0,122 ila %14,25 ölüm oranı olarak bulunmuştur.

Bu üç insektisitle böceklerin ölümüne kıyasla, aynı insektisitle EPN ölümü düşük olduğu kanıtlanmıştır. Bu farklılıklar fizyolojik ve beslenme şekli açısından değerlendirilebilir. Bir taraftaki böceklerin ve diğer taraftaki EPN'lerin fizyolojisi çok farklıdır (Klowden 2013; Wharton, D.A. 1986). Nematod fizyolojisinin farklı pestisitlere karşı direncine katkısı üzerinde araştırılması önerilmektedir.

Balarlarına ve diğer doğadaki yararlı canlılara bu üç insektisitlerin yan etkileri olması (Mayes ve ark.2003)'na rağmen, önerilen dozların EPN'ler üzerinde ölümcül etkileri olmaksızın kullanılmaya devam edilebileceği sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

Alyokhin, A., Udalov, M., Benkovskaya G. 2012. Colorado potato beetle: Insect Pests of Potato, Ed.: Giordanengo, P., Vincent, C., Alyokhin, A., Academic Press, MA, USA, pp. 11-29.

Atwa, A.A., Shamsldean, M.M., Yonis, F.A. 2013. The effect of different pesticides on reproduction of entomopathogenic nematodes. *Türk. Entomol. Derg.*, 37 (4): 493-502

Capinera, J.L. 2001. Handbook of vegetable pests. Academic Press. 781p.

Capinera, J.L. 2010. Insects and wildlife: Arthropods and their relationships with wild vertebrate animals. Wiley-Blackwell. 487p.

Darwin, C. 1857. The origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life. Cambridge. 487p.

Farkhanda, M. 2012. Synergism of imidacloprid and entomopathogenic nematodes for the control of eastern subterranean termite, *Reticulitermes flavipes* (Isoptera: Rhinotermitidae). *Pakistan Journal of Zoology*, 44 (5):1397-1403.

Gray, E.M., Ratcliffe, S.T., Rice, E.M. 2009. The IPM paradigm - concepts, strategies and tactics: Integrated Pest Management - Concepts, Tactics, Strategies and Case Studies, Ed.: Radcliffe, E.B., Hutchison, W.D., Cancelado, R.E. Cambridge University Press. UK. pp.1-13.

Grimaldi, D., Engel M. 2005. Evolution of insects. Cambridge University Press. 770p.

Jacobson, R., Martin, G. 2011. A potential role for entomopathogenic nematodes within IPM of *Tuta absoluta* (Meyrick) on organic tomato crops. IOBC/WPRS Bulletin, 68:79-83.

Jagadeesh, P., Rajkumar, Kesavan S. 2015. Synergism of entomopathogenic nematode and imidacloprid: a curative tool to coconut white grub, *Leucopholis conioiphora* (Coleoptera: Melolonthinae). *Vegetos*, 28 (1):184-190.

Klowden, M.J. 2013. Physiological systems in insects, 3rd edition. Academic Press. San Diego, CA 92101-4495, USA. 686p.

Koppenhöfer, A. M., Kaya, H.K. 1998. Synergism of imidacloprid and an entomopathogenic nematode: a novel approach to white grub (Coleoptera: Scarabaeidae) control in turfgrass. *Journal of Economic Entomology*, 91 (3): 618-623.

Koppenhöfer, A.M., Grewal, P.S., Kaya, H.K. 2000. Synergism of imidacloprid and entomopathogenic nematodes against white grubs: the mechanism. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 94 (3):283-293.

Mayes, M.A., Thompson, G.D., Husband, B., Miles, M.M. 2003. Spinosad toxicity to pollinators and associated risk. *Rev Environ Contam Toxicol.* 179:37-71.

Muehlenbein, M.P. 2015. Basics in Human Evolution. Department of Anthropology, University of Texas at San Antonio, USA. 570p.

Negrioli, A.S., Garcia, M.S., Negrisoli, C.R.C.B., Bernardi, D., Silva, A. da. 2010. Efficacy of entomopathogenic nematodes (Nematoda: Rhabditida) and insecticides mixture to control *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepdoptera: Noctuidae) in corn crops. *Crop Protection*, 29 (7):677-683.

Negrisoli Júnior, A.S., Garcia, M.S., Negrisoli, C.R.C.B. 2010. Compatibility of entomopathogenic nematodes (Nematoda: Rhabditida) with registered insecticides for *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) under laboratory conditions. *Crop Protection*, 29 (6):545-549.

Poinar, G. O. JR., Grewal, P. S. 2012. History of Entomopathogenic Nematology. *Journal of Nematology*, 44(2):153–161. 2012.

Rachel, C. 1963. Silent Spring. Crest Book. USA. 155p.

Rowe Davis F. 2014. A history of pesticides and the science of toxicology. Yale University Press. New Haven and London. 285p.

Sabino, P.H.S., Sales F.S., Guevara E.J., Moino A. Jr., Filgueiras, C.C. 2014. Compatibility of entomopathogenic nematodes (Nematoda: Rhabditida) with insecticides used in the tomato crop. *Nematoda*, 1:e03014. <http://dx.doi.org/10.4322/nematoda.03014>

Sheykhnejad, H., Ghadamyari, M., Koppenhöfer, A. M., Karimi, J. 2014. Interactions between entomopathogenic nematodes and imidacloprid for rose sawfly control. *Biocontrol Science and Technology*, 24 (12): 1481-1486.

Thomas, G.M., Poinar, G.O.Jr. 1979. Xenorhabdusgen. nov., a genus of entomopathogenic, nematophilic bacteria of the family Enterobacteriaceae. *International Journal of Systematic Bacteriology* 29:352–360.

Tomalak, M. 2004. Infectivity of entomopathogenic nematodes to soil-dwelling developmental stages of the tree leaf beetles *Altica quercetorum* and *Agelastica alni*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 110 (2):125-133.

Tomalak, M. 2005. Potentials of entomopathogenic nematodes for biological control of selected pests insects infesting urban trees. *Bulletin OILB/SCROP*, 28 (3):3-7.

Vasil, I.K. 2008. A history of plant biotechnology: from the Cell Theory of Schleiden and Schwann to biotech crops. *Plant Cell Reports*, 27 (9):1423-1440.

Wharton, D.A. 1986. A functional biology of nematodes. Croom Helm. Surry Hills, NSW 2010, Australia. 201p.

Wu HaiBin, Xin Li, Gong QingTao, Zhang KunPeng, Cao GuangPing, Sun RuiHong. 2014. Evaluation of the effects of infection by different entomopathogenic

nematodes and chemical pesticides on *Bradysia odoriphaga*. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 51(4):1060-1068.

Zhang, L., Shono, T., Yamanaka, S., Tanabe, H. 1994. Effects of insecticides on the entomopathogenic nematode *Steinernema carpocapsae* Weiser. *Applied Entomology and Zoology*, 29(4):539-547.



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı :Vital KWIZERA
Doğum Yeri ve Tarihi :RUKINA - MUKIKE / BURUNDI, 20.05.1985
Anadili :Kirundi
Yabancı Dili :Fransızca, İngilizce, Swahili, Türkçe, Almanca

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise :Lycée Maranatha de Kivoga / Bujumbura (2002-2005)
Lisans :Université du Burundi / Institut Supérieur d'Agriculture/ Département d'Agriculture (2007-2012)
Yüksek Lisans :Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı (2014-2017).

İletişim: kwizeravital@gmail.com , kuriverite@yahoo.fr

ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

TEZ ÇOĞALTMA VE ELEKTRONİK YAYIMLAMA İZİN FORMU

Yazar Adı Soyadı	Vital KWIZERA
Tez Adı	Acetamiprid, Imidacloprid ve Spinosad Etken Maddeli İnsektisitlerin Bazı Entomopatojen Nematodlar Üzerine Etkilérinin Araştırılması.
Enstitü	Fen Bilimler Enstitüsü
Anabilim Dalı	Bitki Koruma
Tez Türü	Tezli Yüksek Lisans
Tez Danışman(lar)ı	
Çoğaltma (Fotokopi Çekim) izni	<input type="checkbox"/> Tezimden fotokopi çekilmesine izin veriyorum <input type="checkbox"/> Tezimin sadece içindekiler, özet, kaynakça ve içeriğinin % 10 bölümünün fotokopi çekilmesine izin veriyorum <input checked="" type="checkbox"/> Tezimden fotokopi çekilmesine izin vermiyorum
Yayımlama izni	<input type="checkbox"/> Tezimin elektronik ortamda yayımlanmasına izin Veriyorum

Hazırlamış olduğum tezimin belirttiğim hususlar dikkate alınarak, fikri mülkiyet haklarım saklı kalmak üzere Uludağ Üniversitesi Kütüphane ve Dokümantasyon Daire Başkanlığı tarafından hizmete sunulmasına izin verdiğimi beyan ederim.

Tarih : 20.05.2017

İmza : 