



**YABANCI OT MÜCADELESİNDE KULLANILAN  
KİMYASAL VE ISIL YÖNTEMLERİN YAŞAM DÖNGÜ  
ANALİZLERİNİN (YDA) KARŞILAŞTIRILMASI**

**Kübra KARGACI**



T.C.  
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YABANCI OT MÜCADELESİNDE KULLANILAN KİMYASAL VE ISIL  
YÖNTEMLERİN YAŞAM DÖNGÜ ANALİZLERİNİN (YDA)  
KARŞILAŞTIRILMASI**

**Kübra KARGACI**  
**0000-0003-3382-3428**

Doç. Dr. Selçuk ARSLAN  
0000-0003-4636-1234

(Danışman)

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

BURSA – 2019

## TEZ ONAYI

Kübra KARGACI tarafından hazırlanan “YABANCI OT MÜCADELESİNDE KULLANILAN KİMYASAL VE ISIL YÖNTEMLERİN YAŞAM DÖNGÜ ANALİZLERİNİN (YDA) KARŞILAŞTIRILMASI” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman** : Doç. Dr. Selçuk ARSLAN  
0000-0003-4636-1234

**Başkan** : Doç. Dr. Selçuk ARSLAN  
0000-0003-4636-1234  
Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,  
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı



**Üye** : Prof. Dr. Halil ÜNAL  
0000-0001-5830-2050  
Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,  
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı



**Üye** : Prof. Dr. Nihat TURSUN  
0000-0002-8765-0326  
Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Ziraat  
Fakültesi, Bitki Koruma Anabilim Dalı



Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN  
Enstitü Müdürü  
.25.../10.../2019...




**B.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.**

25.10/2019

  
**Kübra KARGACI**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### YABANCI OT MÜCADELESİNDE KULLANILAN KİMYASAL VE ISIL YÖNTEMLERİN YAŞAM DÖNGÜ ANALİZLERİNİN (YDA) KARŞILAŞTIRILMASI

**Kübra KARGACI**

Bursa Uludağ Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

**Danışman:** Doç. Dr. Selçuk ARSLAN

Yabancı ot kontrolü için yaygın olarak kimyasal yöntemler kullanılmaktadır. Ancak, pestisitlerin çevreye olan olumsuz etkileri nedeniyle, araştırmacılar, alternatif yöntemler üzerinde uzun yıllardır çalışmaktadır. Alternatif yöntemlerden birisi ısı yöntemler, bunların için de ise propan (LPG) kullanarak alev uygulamasıdır. Kimyasal (herbisit) kullanımının ve ısı yöntem uygulamanın ekonomik olup olmayacağı ile ilgili çalışmalar bulunsa da bu yöntemlerin yaşam döngülerinin araştırılmadığı görülmüştür. Bu çalışmanın amacı, seçilen bir herbisit kullanımını ile LPG kullanımının yaşam döngü analizlerini (YDA) yaparak karşılaştırmaktır. Bu amaçla, seçilen herbisit (Nicosulfuron) ve LPG'nin yaşam döngü analizleri SimaPro yazılımı kullanılarak ISO 14044 standardına uygun olarak yapılmıştır. Yapılan analizlerin karşılaştırmalarına göre; Küresel ısınma potansiyeli, sırasıyla LPG yöntemi için 1 m<sup>2</sup> alanda 0,00743 kg CO<sub>2</sub> eq iken Nicosulfuron herbisit kullanımının uygulandığı durumda 1 m<sup>2</sup> alanda 0,00155 kg CO<sub>2</sub> eq bulunmuştur. İnsan sağlığına etkisi açısından yapılan değerlendirmede LPG uygulamasında 1 m<sup>2</sup> alanda -0,001105591 kg 1,4-DB eq iken Nicosulfuron uygulandığında 0,004845366 kg 1,4-DB eq bulunmuştur. Doğal kaynakların tükenmesi açısından ise LPG kullanımındaki toksisite -1,63088E-09 kg Sb eq iken herbisit kullanımında 1,21467E-08 kg Sb eq bulunmuştur. Diğer etki kategorileri; deniz ekotoksitesitesi, akarsu ekotoksitesitesi, doğal kaynakların tükenmesi (fosil olmayan) ötrofikasyon, asidifikasyon, karasal ekotoksitesite, fotokimyasal oksidasyon ve ozon tabakasının incilmesi ile ilgili değerler de karşılaştırılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Yabancı ot mücadelesi, Yaşam Döngü Analizi (YDA), herbisit, LPG

**2019, vii + 42 sayfa.**

## ABSTRACT

MSc Thesis

### COMPARISONS OF LIFE CYCLE ASSESSMENTS OF CHEMICAL AND THERMAL WEED CONTROL METHODS

**Kübra KARGACI**

Bursa Uludağ University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Biosystems Engineering

**Supervisor:** Doç. Dr. Selçuk ARSLAN

Chemical methods are widely used for weed control. However, due to the negative environmental impact of pesticides, researchers have been working on alternative methods for many years. One of the alternative methods is the use of thermal methods and the application of flame using propane (LPG). Although there are studies on the use of chemicals (herbicides) and the application of thermal methods, it is seen that the life cycles of these methods have not been investigated. The aim of this study was to compare the use of a selected herbicide with the use of LPG by performing life cycle analysis (LCA). For this purpose, life cycle analyzes of the selected herbicide (Nicosulfuron) and LPG were performed in accordance with ISO 14044 standard using SimaPro software. According to the comparisons of the analyzes; global warming potential was found to be 0.00743 kg CO<sub>2</sub> eq in 1 m<sup>2</sup> area for LPG method, whereas much lower rate (0.00155 kg CO<sub>2</sub> eq in 1 m<sup>2</sup>) was found for Nicosulfuron herbicide. In terms of its effect on human health, -0,001105591 kg 1,4-DB eq was found for 1 m<sup>2</sup> area for flaming with LPG and 0.004845366 kg 1,4-DB eq was found for Nicosulfuron herbicide applications. Regarding depletion of natural resources, -1,63088E-09 kg Sb eq and 1,21467E-08 kg Sb eq were found for LPG and herbicide uses, respectively, suggesting more toxicity in the case of herbicide application. Other impact categories including marine ecotoxicity, river ecotoxicity, depletion of natural resources (non-fossil) eutrophication, acidification, terrestrial ecotoxicity, photochemical oxidation, and ozone layer values were also compared in the evaluations.

**Key words:** Weed control, Life Cycle Assessment (LCA), herbicide, LPG  
**2019, vii + 42 pages.**

## TEŞEKKÜR

Tez çalıőmalarım, lisans ve yüksek lisans hayatım boyunca bilgi, birikim ve tecrübeleri ile bana yol gösterici ve destek olan fikirlerime her zaman değer veren tanımaktan ve ğrencisi olmaktan büyük onur duyduğum kıymetli danışman hocam Doç. Dr. Selçuk ARSLAN'a tüm içtenliğimle sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

alıőmalarımdaki analizler için yardımlarımı esirgemeyen Elif Gamze TAŐKIN'a ve bu süreçte her zaman yanımda olan maddi manevi desteklerini her zaman hissettiğim sevgili anneme, babama ve kardeőime çok teşekkür ederim.



Kübra KARGACI

.../.../2019

## İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ .....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI .....	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	10
3.1. Materyaller.....	10
3.1.1. Yazılım.....	10
3.1.2. Herbisit ve LPG .....	10
3.1.3. Gaz yakma ve LPG emisyonlarının ölçümü .....	12
3.2. Yöntem.....	13
3.2.1. Fonksiyonel Birim.....	13
3.2.2. Sistem Sınırları.....	13
3.2.3. Kabuller, Varsayımlar ve Teorik Hesaplamalar.....	14
3.2.4. Etki Kategorileri ve Etki Değerlendirmesi Metodu .....	14
3.2.5. LPG Yanma Ölçümleri .....	166
3.2.6. Çevresel Etki Kıyaslaması ve Sonuç.....	166
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	19
5. SONUÇ .....	26
KAYNAKLAR .....	28
EKLER.....	31
ÖZGEÇMİŞ .....	42



## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

### Simgeler Açıklama

%	Yüzde
°	Derece

### Kısaltmalar Açıklama

CFC	Kloroflorokarbon
CO	Karbonmonoksit
CO <sub>2</sub>	Karbondioksit
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	Etilen
da	Dekar
DB	Diklorobenzen
Dk	Dakika
Eq	Eşdeğer
h	Saat
HL	Yüksek oranda sızıntı
IN	Orta düzeyde sızıntı
kg	Kilogram
Km	Kilometre
K <sub>oc</sub>	Toprağın emme potansiyeli
kW	Kilovat
l	Litre
L	Sızıntı
LL	Düşük oranda sızıntı
mL	Mililitre
MJ	Megajoule
Mm	Milimetre
m <sup>2</sup>	Metrekare
NL	Sızmaz
NO <sub>2</sub>	Azotdioksit
NO	Azotoksit
NO <sub>x</sub>	Nitrikoksit
PO <sub>4</sub>	Fosfat
ppm	Milyonda bir
SO	Kükürtoksit
SO <sub>2</sub>	Kükürtdioksit
Sb	Antimon

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa

Şekil 2.1 YDA basamakları .....	7
Şekil 3.1. Atölye koşullarında LPG emisyon ölçümleri için geliştirilen sistem.....	13
Şekil 4.1. Nicosulfuronun karakterizasyon tablosu ile çevresel etkileri.....	19
Şekil 4.2. LPG karakterizasyon tablosu ile çevresel etkileri.....	20
Şekil 4.3. Fonksiyonel birimlerin karakterizasyon tablosu ile çevresel etkilerin kıyaslanması .....	22



## ÇİZELGELER DİZİNİ

### Sayfa

Çizelge 3.1. Herbisitlerin yüzey suyu kirliliği potansiyelleri .....	10
Çizelge 3.2. LPG uygulaması için girdiler .....	15
Çizelge 3.3. Herbisit uygulaması için girdiler .....	15
Çizelge 4.1. Fonksiyonel birimlerin çevresel etkilerinin kıyaslanması.....	21



## 1. GİRİŞ

Tarımsal faaliyetler içinde pestisit kullanımı çok yaygındır. Bunlar içinde herbisitler, insektisitler ve fungusitler ağırlıklı olarak yer almaktadır. Bunlar; ana ürünü yabancı otların, zararlıların ve hastalıkların etkisinden ekonomik olarak korumak için kullanılmaktadır (Çilingir ve Dursun, 2010). Yabancı ot kontrolünde kullanılan herbisitler için ticari olarak çok sayıda ürün bulunabilmektedir. Bu ürünlerin etken maddeleri birbirinden farklı olabilmekle beraber tümü yabancı ot ilaçlamasında kullanıla gelmektedir. Kimyasal ilaçların kolay bulunması, hızlı ve etkili bir şekilde uygulanabilmesi nedeniyle yaygın kullanımı olsa da çevreye olan olumsuz etkileri nedeniyle bilinmektedir. Dünya’da günümüzde pestisitlerin toksik etkisi, kansere olan potansiyel etkileri, çözünemeyen veya yavaş çözünen kimyasalların çevreyi kirletici etkileriyle ilgili farkındalık çok artmıştır (Singh ve Pandey, 2019). Bu yüzden kimyasal kullanımını tamamen veya kısmen ortadan kaldırmak için alternatif yöntemlerin bulunması gerektiği uzun yıllardır tartışılmaktadır (Rimando ve Duke, 2006; Beck ve ark., 2013; Vurro ve ark. 2009). Kimyasal ilaç kullanımına alternatif olarak kültürel, biyolojik, biyoteknik, fiziko-mekanik ve entegre mücadele yöntemleri sayılabilir (Çilingir ve Dursun, 2010).

Yabancı otlar, kültür bitkilerine göre daha güçlü olmalarını sağlayan özgün yapıları sayesinde farklı ekosistemlerde kolaylıkla yetişebilmektedir. Özellikle yayılmacı yabancı otlar, adaptasyon yeteneklerinin yüksek olması nedeniyle başka bitkileri baskılayarak büyür ve yayılırlar. Böylece, özellikle tarımsal ekosistem içinde kültür bitkileri ile kaynakların kullanımı konusunda yarışarak önemli ekonomik zararlara neden olabilirler. Geleneksel yabancı ot mücadele yöntemlerinin başarısız olmasının farklı nedenleri olabilir. Yabancı ot mücadelesi kolay, etkin ve güvenilir olması nedeniyle çoğunlukla kimyasal ilaçlamayla yapılagelmiştir. Ancak, herbisitlerin yeterli ayırım yapılmaksızın kullanımı, çevreye ve insan sağlığına olumsuz etkiler yapmaktadır. Bu yüzden doğal dengeyi bozmadan yabancı otların olumsuz etkilerinden kurtulmak için alternatif yöntemlerin bulunması ve adapte edilmesi zorunlu hale gelmiştir.

Salımı yapılan ve çevreye yayılan herbisitler, sürüklenme yoluyla hava ile taşınmaktadır. Adsorpsiyon, absorpsiyon ve yağış ile su kaynaklarına bulaşmaktadır.

Ayrıca, toprağa dekompoze ve degrede olarak ve taşınarak (sürüklenme, buharlaşma, yıkanma ve erozyon yoluyla) ve bunların interaksiyonuyla su kaynaklarına karışmaktadır. Kirlilik sorunu, özellikle çıkış öncesi veya ekim öncesinde uygulanan herbisit uygulamalarında daha büyük bir sorundur, çünkü doğrudan toprağa uygulanmaktadır (Queiroz ve ark., 2009).

Herbisit uygulamasının yaygın oluşu ve çevreye olan birçok olumsuz etkileri nedeniyle herbisitlerin üretimi ve kullanılmasıyla ilgili süreçlerde neden olduğu zararın diğer yöntemlere göre karşılaştırmasının yapılmasının yararlı olacağı öngörülmüştür. Herbisit kullanımına alternatif yöntemlerden birisi, özellikle organik tarım uygulamalarında adapte edilmeye çalışılan alevleme uygulamasıdır. Alev uygulaması LPG/propan ile yapılmaktadır.

Alev makineleri yapısal olarak basit, uygulaması kolay ve satın alma maliyeti açısından pahalı olmayan makineler olarak görülmektedir. Ülkemizde alev uygulaması sınırlı olarak Ege Bölgesinde elde taşınır basit alev makineleriyle bazı organik üzüm bağlarında kullanılmaktadır. Birkaç ülkede gerek taşınabilir gerekse traktöre asılır tipte ticari alev makineleri bulunmakta, gerek tarla tarımında gerek sebze üretiminde ve gerekse bağcılıkta kullanıldığı görülmektedir. Ancak, alev makinelerinin hangi koşullarda ekonomik olabileceği veya çevreye etkisinin ne olduğu ile ilgili veri sınırlıdır. Tursun ve ark. (2016) alev makinelerinin ekonomik olabileceğini, geniş yapraklı otların erken büyüme evresinde ilaçlamaya alternatif olarak ekonomik olarak kullanılabileceğini bildirmektedir. Ayrıca, alevin sıcaklığı toprakta yalnızca 2 cm derinliğe kadar etkili bulunmuştur. Ancak, bu derinliğe kadar toprağa, toprak yüzeyinde ve içinde bulunan canlı ve cansız organizmalara olumlu ve olumsuz etkileri konusunda herhangi bir açıklama bulunmamaktadır.

Kimyasal kullanımı sürdürülebilir bir uygulama olarak görülmemektedir. Sürdürülebilirlik ise uzunca süredir farklı sektörlerde önemli bir kavram ve hedef olarak ortaya çıkmıştır. Bu yüzden çevreyi kirleten her ürün ve atık miktarının azaltılması hedeflenmektedir. Avrupa Birliği (AB) direktifleri çerçevesinde bazı ürünlerin ve bunlara ait atıkların minimize edilmesi gerektiği bildirilmektedir (Anonim, 2019a).

Bunun başarılabilmesi ise sürdürülebilir üretim teknikleriyle, sürdürülebilirlik ise yaşam döngüsü yaklaşımı ile ele alınması gereken bir konudur (Sonnemann, 2004).

Sanayi ve çevre konularında çevre mühendisliği kapsamında birçok ürüne ait yaşam döngü analizi bulunabilir. Çevresel etki ile ilgili farkındalığı bulunan bazı ulusal firmaların ürettikleri atıkların etkisi ile ilgili durum değerlendirmesi yaptıkları ve buna göre üretim proseslerini düzenlemeye çalıştıkları bilinmektedir. Ayrıca, birçok sektörde yatırım aşamasında çevre etki değerlendirmeleri istenmektedir. Bunlara ek olarak, akademik anlamda gerek yurt dışında gerekse ülkemizde özellikle çeşitli kimyasallara ve geri dönüşümü zor alan bazı atıklara ilişkin yaşam döngü analizleri yapılmıştır (Rüzgar, 2019; Çokaygil 2005). Ancak, tarım ve gıda sektörü içinde tarımla ilgili alanları kapsayan yaşam döngü analizleri gerek uluslararası gerekse ulusal literatürde yok denecek kadar azdır. Bunun bir nedeni, tarım sektörünü kapsayan bir yönetmeliğin bulunmamasıdır. AB müktesebatı kapsamında mevcut yönetmelikler tarımda kullanılan ürünlerin ve ortaya çıkan atıkların toprak, su ve hava kirliliğine etkisini kapsamamaktadır, ancak pestisit kalıntılarını ve maksimum kalıntı düzeylerinin ne olması gerektiğini bildirmektedir (Anonim, 2019a). Ancak, bazı ülkelerde pestisitler için belirlenmiş sınır değerler bulunabilir (Mendes ve ark., 2019).

Bu araştırmanın genel amacı, yabancı ot mücadelesinde yaygın olarak kullanılan herbisitlerin ve alternatif olarak uygulanabilecek alevleme tekniğinin çevreye etkisini anlamaktır.

Araştırmanın spesifik amacı ise seçilmiş bir herbisit etken maddesinin bir doz uygulaması ile alevlemede kullanılan LPG'ye ait bir doz uygulamanın yaşam döngü analizlerini yaparak karşılaştırmaktır.

## 2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

Tarımda verimlilik; iklime, toprak özelliklerine ve üretim faktörlerinin kullanımına bağlıdır. Gübreler, sulama, tohumlar, pestisitler ve çiftçilerin becerileri gibi tarımsal girdiler de verimliliği etkilemektedir (Cullu ve ark., 2019). Sürdürülebilir tarım kavramı ise tarımsal üretimde agronomik, çevresel, sosyal ve ekonomik boyutları dengelemeyi amaç edinen bir yaklaşım biçimidir. Amaç, bir yandan tarımda verimliliği korurken diğer yandan da çevreye verilen zararı azaltmaktır (Turhan, 2005). Sürdürülebilir tarım uygulamalarında biyolojik mücadele başta olmak üzere, kimyasal mücadeleye alternatif yöntemler ve entegre mücadele sistemleri yer almaktadır. Entegre mücadele insan sağlığı, çevre ve doğal dengeyi içeren sürdürülebilir bir mücadele sistemidir Entegre Zararlı Yönetimi (IPM) veya Entegre Zararlı Kontrolü (IPC) olarak da adlandırılmakta ve özetle, "Zararlıların Yönetim Sistemi" olarak ifade edilmektedir (Crucefix, 1998).

Çilingir ve Dursun (2010), tarımsal mücadele yöntemlerini ve tarımsal ilaçları sınıflandırmış, her bir mücadele yöntemi içinde yer alan uygulamaları açıklamış, kimyasal tarımsal savaşın sorunlarını tartışmıştır. Buna göre, kimyasalların olumsuz etkileriyle ilgili olarak bir etken maddenin ilaç haline gelmesi için gereken sürenin 8-10 yıl olabildiği, sürecin uzun olması nedeniyle ilaçların pahalı olduğu, özellikle zararlıların direnç kazanma özelliği nedeniyle daha sık ve yüksek dozda uygulamalar gerektiği tartışılmıştır. Ayrıca, pestisitlerin doğada besin zincirine katıldıklarını ve çeşitli yollarla insan ve çevre sağlığını tehdit ettiğini ifade etmişlerdir.

Mengüç (2018), herbisit toksisitesine neden olan faktörlerin büyük çoğunluğunun herbisit uygulamalarının da yapılan hatalarından meydana geldiğini vurgulamıştır. Bu anlamda yapılacak olan ilk işin, kültür bitkisi içerisindeki ya da herhangi bir yerdeki yabancı otun teşhisinin doğru bir şekilde yapılması gerektiğini önermiştir. Daha sonra belirlenen yabancı otlara karşı, uygun zaman, uygun herbisit, uygun doz ve uygun ekipmanla uygulama yapılmalıdır. Belli bir alanda kimyasal mücadele yapılacaksa yabancı otların genç fide dönemlerinde uygulanması gerektiğini, aksi takdirde hızla büyüyen yabancı ot türlerini yok etmek için yüksek dozda herbisit kullanılarak kültür bitkisi üzerinde toksisiteye sebep olunabileceğini açıklamıştır. Aynı etki şekline sahip

ve aynı gruptan olan herbisitler yabancı otlar ve kültür bitkileri üzerinde aynı etkiyi göstermemektedir.

Yıldız ve ark. (2005), pestisit uygulamalarının %0.015-6'sı hedeflenen canlı üzerine ulaşmakta, geri kalan %94-99.9'luk kısım ise agroekosistemde hedeflenmeyen organizmalara ve toprağa ulaşmakta ya da çevredeki doğal ekosistemlere sürüklenme ve akıntı nedeniyle kimyasal kirleticiler olarak sulara karışmakta olduğunu belirlemiştir.

Anonim (1996), tarafından herbisitlerin ekolojik etkileri olan çok farklı organik mikro-kirleticiler içinde yer aldığını açıklamıştır. Buna göre, farklı gruplardaki herbisitlerin canlı organizmalar üzerinde etkileri farklı olduğu, bu yüzden genelleme yapmanın da zor olacağı ifade edilmiştir. Ayrıca, herbisitlerden etkilenmenin, yetiştiriciliğin yapıldığı alanlarda doğrudan, yerleşim bölgelerinde ise dolaylı olarak görülebileceği vurgulanmıştır.

Mendes ve ark. (2019), pestisitlerin çevreye etkisini minimize etmek amacıyla kurak mevsimlerde özellikle suda yüksek derecede çözünebilen pestisitlerin kullanımını önermiştir. Ayrıca, suda bulunabilecek herbisit sınır değerlerinin belirlenmesinin tüm dünyada karmaşık bir konu olduğunu vurgulamışlar, sınır değer belirleyebilmek için kullanılan su kaynağının (içme suyu, gölet suyu, göl ve nehir suyu, yeraltı suyu, sulama suyu) özelliklerinin de bilinmesi gerektiğini açıklamışlardır. Bu açıklamalardan YDA için kullanılabilir çok fazla sayıda faktör ve durum ortaya çıktığı anlaşılmaktadır. Bu nedenle kuru veya sulu tarım yapılması, kullanılan herbisit suda çözünür olup olmadığı, kullanılan suyun farklı kaynaklardan alınması gibi durumları içeren çok farklı senaryolar için değerlendirmeler yapılması gerektiği sonucuna varılabilir.

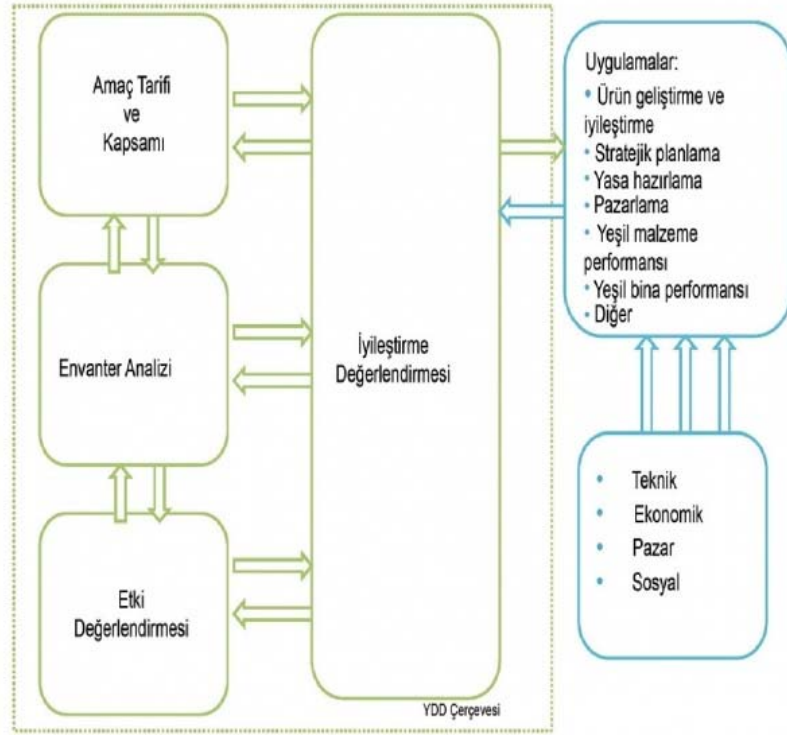
Inous ve ark. (2010), herbisitlerin toprakta yıkanma potansiyelini belirlemek için 3 farklı teorik indeks (GUS, CDFA ve Cohen) kullanmış ve fiziko-kimyasal özelliklerini Avrupa veri tabanları kullanılarak geliştirmişlerdir. Buna göre, nicosulfuronun yarılanma ömrü, ele alınan 14 farklı herbisit arasında en düşük olanlardandır ve 26 gündür. Bu herbisitler arasında atrazine, metolachlor, tebuthiuron ve sulfentrazone'un yarılanma ömrü ise sırasıyla 75, 90, 400 ve 541 olarak rapor edilmiştir.



Günümüzde çevresel konularda farkındalığın artması sonucu proje geliştirme ve uygulama süreçlerinde çevre ile ilgili parametreler karar süreçlerine daha fazla dahil edilmeye başlanmıştır. Bu kapsamda 90'lı yıllardan beri teknoloji ve yaşam düzeylerindeki gelişmeler sonucunda projelerin toplam maliyeti ve başarısı gibi konvansiyonel etkenlere ek olarak çevresel etkenler de (doğal kaynakların kullanımı ve küresel çevre sorunlara yol açma olasılığı) karar verme süreçlerine sıkça katılmaktadır.

Doğal kaynakların ve çevre kalitesinin korunması insanların sağlıklı bir şekilde hayatlarını devam ettirebilmeleri için gereklidir. Bu düşünceyle ürün ve hizmetlerin oluşturulması süreçlerinde doğal kaynaklar ve ekosistem üzerindeki etkileri en aza indirilmelidir (Demirel ve ark., 2017). Bu nedenle günümüzde ürün veya hizmetlerin çevresel etkilerini belirmemek amacıyla yaşam döngüsü analizi (YDA) yapılmaktadır. YDA, bir ürünün üretilebilmesi için kullanılan ham maddelerin tedarikinden, üretimi, kullanımı, kullanım ömrünün sonunda işlenerek geri dönüşümü ve bertarafına kadar olabilecek çevresel etkilerini inceler (Anonim, 2006).

Anonim (2019b)'ya göre, YDA bir ürünün, servisin, prosesin veya aktivitenin çevresel performanslarını beşikten mezara kadar değerlendiren bir sistem yaklaşımıdır. SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) tarafından başlatılan bir yaklaşım olan YDA; prosesin, ürünün ya da hizmetin tüm yaşam döngüsünü ve bu döngüde yer alan tüm basamakların arasındaki ilişkileri araştırır. ISO 14040 standardı YDA'nın prensipleri ve çerçevesini, ISO 14044 standardı ise YDA'nın gerekliliklerini ve ana hatlarını belirler. Bir YDA çalışması amaç ve kapsam, envanter analizi, etki değerlendirmesi ve iyileştirme değerlendirmesi olmak üzere dört basamaktan oluşmaktadır. Bir ürün ya da hizmetin oluşturulma sürecinde kullanılan enerji, su ve diğer ham maddeler ile doğal kaynakları ve bununla birlikte ortaya çıkan çevresel emisyonların bir envanterinin çıkartılması, bu girdi ve çıktılarla bağlantılı olarak meydana gelmesi olası olan çevresel etkilerin belirlenmesi ve sonuçların sistematik ve karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesini sağlar. YDA çalışmalarında bilinmesi gereken en önemli kavramlar fonksiyonel birim, Sistem sınırları, veri toplama, veri kalitesi, süreç akışı, karakterizasyon ve normalizasyondur.



Şekil 2.1 YDA basamakları (Anonim, 2019b)

Çokaygil (2005), gıda sektöründe meyve suyu ambalajı olarak kullanılan bariyer katmanlı karton kutu ve cam şişe olmak üzere iki çeşit ambalaj türü ile peynir ambalajı olarak kullanılan tamamen plastik, teneke-plastik ve karton-plastik olmak üzere üç çeşit ambalaj türünün YDA'lerini yapmıştır. Meyve suyu ambalajları için gerçek geri dönüşüm oranlarını içeren atık planları oluşturulmuş, bu planları kapsayan YDA kıyaslamaları yapılmış ve çevreye hangi planın daha az etkili olacağını belirlemek amaçlanmıştır. Farklı oranlarda farklı atık planları oluşturulan peynir ambalajlarında ise, önce ambalajları kendi içlerinde yapılan bir kıyaslamayla atık planları belirlenmiş, daha sonra atık planları ile üç ambalaj türünü karşılaştırmıştır. Sistemdeki envanter analizleri, atık planları, değerlendirme ve kıyaslama işlemleri, ISO 14040 YDD Standardı'na uygun olan SimaPro 6.0.4 yazılımıyla yapılmıştır. Ambalajlamada kullanılan bariyer katmanlı karton kutunun sanılanın aksine cam şişeye göre daha az çevresel etkiye sebep olduğu saptanmıştır.

Rüzgar (2019), tekstil endüstrisinde kullanılan rotasyon baskı teknolojisini ele almış ve iki farklı teknolojinin (rotasyon ve dijital baskı) Yaşam Döngüsü Analizi (YDA) ile

karşılaştırmasını yapmıştır. Rotasyon baskı yönteminde su tüketimi, enerji ve çevresel etki faktörlerinin renk sayısına göre arttığını, diğer yöntemde ise renk sayısına göre bir artış olmadığını bulmuştur. Ayrıca, çevrecilik açısından dijital baskı daha avantajlı iken enerji tüketiminde rotasyon baskı yöntemi daha etkin bulmuştur.

Cündübey (2018), tekstil alanında yaptığı çalışmasında enerji ve su tüketimine dikkat çekmiş ve geçmiş yıllarda yapılan çalışmalara göre su ve enerji tüketimindeki değişimleri incelemiştir. Çalışmasında, üretimin şekline göre enerji tüketiminde bir artış olduğunu belirlemiştir. Çalışmada ayrıca üç farklı üretim prosesinden geçen denim kumaşlarının çevresel etkilerini kıyaslamak amaçlanmıştır. Üretim sürecinde en kısa, ortalama ve en uzun süreçlerden geçen 3 farklı denim kumaş tipinin beşikten kapıya yaşam döngü analizi yapılmıştır. Buna göre, ele alınan kumaşlar için sırasıyla 3.61, 4.50 ve 4.63 kg CO<sub>2</sub> eşdeğeri küresel ısınma potansiyeli; 41.83, 53.41 ve 59.74 MJ abiyotik tükenme (fosil yakıtlar) ve  $1.10 \times 10^{-2}$ ,  $1.12 \times 10^{-2}$  ve  $8.64 \times 10^{-3}$  PO<sub>4</sub> eşdeğeri ötrofikasyon çevresel etkileri olduğu bulunmuştur. YDA ile terbiye aşamasındaki proses artışının çevresel etkileri ortaya konmuştur.

Phumpradab ve ark. (2009), doğal gaz ile çalışan elektrik santrallerini doğal gaz ve fuel oil karışımı ile çalıştırılan santraller ile karşılaştırmıştır. Karşılaştırmalarında herhangi bir limit değere göre değerlendirme yapmamış, farklı yöntemlerden hangisinin çevreye etkisinin daha fazla olacağı değerlendirmiştir. Bu yaklaşımın YDA çalışmalarında sıkça kullanıldığı görülmektedir. Bunun nedeni, birçok kimyasalın çevreye ve insana etkisinin henüz tam olarak anlaşılammış olmasıdır. Bu nedenle, yapılan analizler sonucunda birden fazla atık madde arasında hangisinin daha zararlı olacağına ilişkin karşılaştırmalar yapılmaktadır.

Dijkman ve ark. (2012), saha uygulamalarının yaşam döngüsü envanteri (LCI) modellemesinde kullanılmak üzere havaya, yüzey suyuna ve yeraltı suyuna pestisit emisyonlarını tahmin edebilen bir model (PestLCI) geliştirmiştir. Bu modelde, pestisitlerin ürün ve toprak arasındaki birincil dağılımı hesaplanmaktadır. Daha sonra belirli modüller kullanarak pestisit etkisi tahmin edilmektedir. Bu yazılımın sınırlarını aşmak, durum hesaplama denklemlerinin yerine koymak, makrofor akışı ve toprak işlemenin etkileri hesaba katmak için PestLCI 2.0 modeli de geliştirilmiştir. Bu

model ile pestisit veri tabanı genişletilmiştir, meteorolojik ve toprak veritabanları bir dizi Avrupa iklim bölgeleri ve toprak profilleri içerecek şekilde genişletilmiştir. PestLCI 2.0 tarafından hesaplanan çevresel emisyonlar, güncellenmiş modeli kısmen doğrulamak için yüzey suyu emisyonları, yeraltı suyu ve makrofor akışı dahil yeraltı suyu sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Meteorolojik ve toprak şartlarına bağlı olarak pestisit emisyon örneklerinin mekansal çeşitliliğini göstermek için bir vaka çalışması yapılmıştır.



### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1 Materyal

##### 3.1.1. Yazılım

Bu çalışmada, yaşam döngü analizleri için en yaygın şekilde kullanılan ve veri tabanı en geniş olarak bilinen SimaPro 8.0.2 yazılımı kullanılmıştır.

##### 3.1.2. Herbisit ve LPG

Yabancı ot mücadelesinde birçok etken madde kullanılmaktadır. Örneğin, Mendes ve ark. (2019), kimyasal kullanımının yönetimine katkı sağlamak amacıyla Goss (1992)'un Çizelge 3.1'de sağladığı verileri kullanarak etken maddelerin yüzey suyu kirliliğine etkilerini değerlendirmiştir. Margni ve Joullet (2002), İsviçre'de en yaygın kullanılan 100 pestisit için analiz yapmış, ancak kullanılan etken maddeleri bildirmemiştir.

**Çizelge 3.1.** Herbisitlerin yüzey suyu kirliliği potansiyelleri (Goss, 1992).

Herbisit	$K_{oc}(L\ Kg^{-1})$	$T_{1/2}(\text{gün})$	GUS <sup>1</sup>
Ametrin	316	37	0.52 (LL)
Aminosiklorakraklor	24	31	3.19 (HL)
Atrazin	100	75	3.20 (HL)
Benzaton	55.3	20	2.89 (HL)
Comazone	300	83	3.00 (HL)
İmazaquin	18	60	5.42 (HL)
İmazethapyr	52	90	6.29 (HL)
Metolaklor	120	90	2.10 (IN)
Nicosulfuron	30	26	3.25 (HL)
Pikloram	13	82.8	6.03 (HL)
Simazin	130	60	2.00 (IN)
Sülfentrazon	43	541	6.16 (HL)
Sülfometuron metil	85	24	2.86 (HL)
Tebuthiuron	80	400	5.36 (HL)

Ülkemizde satılan herbisitler içinde yaygın olarak kullanılan etken maddelerden birçoğu SimaPro yazılımının veri tabanına henüz eklenmemiştir. Bu nedenle, YDA için bu araştırmada veri tabanında bulunan ve aynı zamanda ülkemizde de kullanılan etken madde olarak nicosulfuron seçilmiştir.

YDA değerlendirmeleri için SimaPro yazılımının veri tabanına uygun olması nedeniyle herbisit kullanımını temsil etmek üzere Nicosulfuron etken maddesini içeren kimyasal ilaç seçilmiştir. Nicosulfuron ile ilgili teknik ve uygulama bilgileri; Bu ilaç, süspansiyon konsantre (SC) şeklindedir ve bir litrelik hazır SC ilaç şişesi içinde 40 g etken madde bulunmaktadır.

Serim ve ark. (2017), nicosulfuron kullanımının ülkemizde her geçen gün arttığını bildirmiştir. Yapısal özellikleri nedeniyle toprak partiküllerine düşük düzeyde bağlanan nicosulfuron, su ile karşılaştığında bu bağlarını kolaylıkla kaybederek suya karışabilirler. Bu durum, nicosulfuronu yağışların etkisiyle toprak içinde süzülme ile taşınmasından ziyade toprak yüzeyinden sürüklenme yoluyla yüzey su kaynaklarına karışma potansiyeli yüksek olan herbisitler arasına sokmaktadır. Nicosulfuron, mısır üretiminde tek yıllık dar ve geniş yapraklı yabancı otlara karşı kullanılmaktadır. Bunlar arasında kanyaş-geliç (*Sorghum Halapense*), darıcan (*Echinochloa Crus-galli*), benekli darıcan (*Echinochloa Colonum*), çatal otu (*digitaria sanguinalis*), kirpi darı (*Setaria Viridis*), köpek üzümü (*Solanum Nigrum*), yabancı semiz otu (*Portulaca Oleracea*) ve domuz pıtrağı (*Xanthium Strumarium*) sıralanabilir (Agrobrest, 2019).

Isıl yöntem ile yabancı ot kontrolü için alevleme yöntemi seçilmiştir. Alev uygulaması, dünyada propan-LPG gaz yakma makineleri ile yapılmaktadır. Bu araştırmada, LPG ile alevleme yapılacağı kabullenilmiştir. Kullanılan LPG, %30 Propan ( $C_3H_8$ ) ve %70 Bütan ( $C_4H_{10}$ ) karışımından oluşmaktadır. Uygulanan LPG'nin dozu 6 kg/da (yaklaşık 12 L/da).

Gerek herbisit gerekse alev uygulamaları bir tarım traktörüne bağlı ilaçlama ve alevleme makineleriyle yapılmaktadır. Tarla pülverizatörleri ülkemizde yaygın olarak 6-15 m iş genişliklerinde olmaktadır. Daha büyük pülverizatörler bulunmakla birlikte çok

az sayıda üretici tarafından kullanılmaktadır. Yaygın olarak 8-10 m iş genişliğindeki makineleri görmek mümkündür. Bu çalışmada 8 m iş genişliğe sahip bir pülverizatör kullanıldığı varsayılmış ve buna ilişkin traktör yakıt tüketimi (2 L/ha) literatürden alınmıştır (Sümer ve ark., 2010). Alev makinesinin de yakıt tüketimini aynı kabul edilmiştir.

### **3.1.3. Gaz yakma ve LPG emisyonlarının ölçümü**

LPG'nin yaşam döngü analizi için, yanma sonrası gaz salımlarının bilinmesi gerekmektedir. Bunun araştırma amaçlı kullanılan bir alev makinesi üzerindeki alev başlığının gaz emisyon ölçümleri yapılmıştır. Bu amaçla, bölüm atölyesinde bulunan ve sabit çalışan bir gaz yakam sistemi kullanılmıştır. Bu sistemde 24 kg'lık bir LPG tüpü, basınç düşürücü, vana ve alev başlığı bulunmaktadır. Gazın sıcaklığının sabit kalması için tüp, bir hava banyosu içine alınmıştır.

Gaz yakma sistemine bir muhafaza ve muhafazaya dikdörtgen kesitli baca eklenmiştir. Böylece, muhafaza arkasındaki yanmış gazlar, baca gazı ölçümlerinde olduğu gibi ölçülebilecek hale getirilmiştir (Şekil 3.1). Sıcak hava banyosu 40°C sıcaklıkta sabitlenmiştir. Alev makinesi üzerinde kullanılan başlık ve gaz memesi (üç delikli 1mm çaplı) gaz yakam sistemine bağlanmıştır. Gaz ölçümleri, ticari bir firmaya akredite ölçüm cihazlarıyla yaptırılmıştır. Ölçümler, gaz yakılması sırasında ölçülen değerler stabil hale geldikten yaklaşık 15-30 s sonra alınmıştır. Ölçülen değerler bu sürenin ortalaması değil, anlık değerlerdir. Buna göre, bekleme işlemi gaz emisyon değerlerinin ve gaz sıcaklığının sabitlenmesini sağlamıştır. Deneyler 3 farklı basınçta (0.15, 0.20, 0.25 MPa) 3 tekrarlı olarak yapılmıştır. Makine üzerinde 0.20 MPa sabit basınçta çalışılacağı varsayılarak 0.20 MPa basınç değerinde elde edilen gaz emisyonları (CO, CO<sub>2</sub>, NO, SO<sub>2</sub>), YDA analizinde girdi değerleri olarak kullanılmıştır.



**Şekil 3.1.** Atölye koşullarında LPG emisyon ölçümleri için geliştirilen sistem

### **3.2. Yöntem**

Proseslerinin karşılaştırmasında ISO 14044 standardı çerçevesinde YDA yapılmıştır. YDA kapsamında aşağıdaki adımlar izlenmiştir:

1. Hedef ve kapsam belirleme
2. Envanter analizi
3. Etki değerlendirmesi
4. Sonuçların yorumlanması

#### **3.2.1. Fonksiyonel Birim**

LPG gazı yakılması ve Nicosulfuron herbisit kullanımı yöntemlerinin her ikisinde de fonksiyonel birim olarak 1 m<sup>2</sup> arazi alanı esas alınmıştır.

#### **3.2.2. Sistem Sınırları**

Yapılan değerlendirmelerde beşikten kapıya Yaşam Döngüsü Analizi gerçekleştirilmiştir. Analizlere LPG üretimi ve herbisit üretimi dahil edilmiştir. Ancak, ilaç şişesi ve tüpün üretimi, taşınması, kullanımı ve bertaraf edilmesiyle ilgili bir değerlendirme yapılmamıştır.



### **3.2.3. Kabuller, Varsayımlar ve Teorik Hesaplamalar**

Yapılan değerlendirmelerde kullanılan kabuller, varsayımlar ve teorik hesaplamalar LPG ve Herbisit için sırasıyla izelge 3.1 ve 3.2’de verilmiştir.

Herbisitlerin su kirliliğindeki etkisinde diğer bir faktör, yüksek yağış seviyelerinden dolayı yağışlardır. Herbisitlerin su yollarındaki hareketi, doğrudan bu ürünleri çökeltmeden sonra kanalizasyondaki hedef bölgelere uygulayarak gerçekleşir. Ayrıca toprak yapısı içinde emme bölgeleri erozyonu ile oluşabilir. Su kaynaklarının daha büyük mesafeleri ve herbisitlerin uygulanması, su sistemindeki kalıntıların etkilerini en aza indirmek için de çok önemlidir (SDWF, 2018). Bu araştırmada yağışın etkisi değerlendirmeye alınmamıştır.

### **3.2.4. Etki Kategorileri ve Etki Değerlendirmesi Metodu**

Çevresel etkilerin hesaplanmasında CML-IA Baseline V 3.0, enerji hesaplamalarında ise Cumulative Energy Demand V 1.08 kullanılmıştır.

**Çizelge 3.2.** LPG uygulaması için girdiler

LPG uygulaması				
No	Madde	Miktar (1 ha için hesaplamalar)	Birim	Notlar
	Girdiler			
1	LPG	60	kg	6 kg /da/12 L/da Liquefied petroleum gas {RoW}  market for   Conseq, U Liquefied petroleum gas {RoW}  petroleum refinery operation   Conseq, U(esas alınarak modellemesi yapılmıştır.)
2	Traktörün Dizel tüketimi	1,6666667	kg	Diesel {RoW}  market for   Conseq, U Diesel {RoW}  petroleum refinery operation   Conseq, U (esas alınarak modellenmiştir)
	Çıktılar			
1	CO	3,2114394	kg	2 dk yanma sonrası ölçüm değerinin verdiği emisy onlar olduğu kabul edilmiştir. 1000 m <sup>2</sup> alevlemek için 0,897 h gerekir. 1 hektar için 8,97 h gerekir. Emisyon çarpım faktörü=8,97(h)*60(dk)/2(dk)=269,1
2	CO2	29,49336	kg	%1 CO2=10000 PPM, %10.96
3	NO	0,0078039	kg	
4	SO2	0,0527436	kg	

**Çizelge 3.3.** Herbisit uygulaması için girdiler

Herbisit uygulaması				
No	Madde	Miktar (1 ha için hesaplamalar)	Birim	Notlar
	Girdiler			
1	Nicosulfuron	1,4	kg	[sulfonyl]urea-compound {RER}  production   Conseq, U (esas alınarak modellenmiştir)
2	Su tüketimi	250	kg	
3	Dizel tüketimi	1,667	kg	

### 3.2.5. LPG Yanma Ölçümleri

Atölyede yapılan yanma deneylerinde yapılan gaz ölçümleri sonucu ortaya çıkan emisyon değerleri aşağıda verilmiştir:

CO: 11934 ppm

CO<sub>2</sub>: %10.96

NO<sub>2</sub>: 0.0 ppm

NO: 29 ppm

SO<sub>2</sub>: 196 ppm

NO<sub>x</sub>: 29.0 ppm

Yukarıda verilen gaz konsantrasyonları SimaPro yazılımında girdi olarak kullanılarak YDA'nde hesaplamalara dahil edilmiştir.

### 3.2.6. Çevresel Etki Kıyaslaması ve Sonuç

Belirlenen sistem sınırları çerçevesinde proses akışları boyunca doğrudan ölçümler ve hesaplamalar yapılmıştır. Veriler SimaPro yazılımına girilmiş, LPG yöntemi ve Nicosulfuron herbisit kullanımının tarla uygulamasına ait çevresel etki değerlendirmeleri, fonksiyonel birim kullanılarak, yapılmıştır. Bu kapsamda aşağıdaki çevresel etkiler incelenmiş ve değerlendirilmiştir:

- Deniz ekotoksitesitesi
- Akarsu ekotoksitesitesi
- Doğal kaynakların tükenmesi
- Doğal kaynakların tükenmesi (fosil olmayan)
- Ötrofikasyon
- Asidifikasyon
- Küresel ısınma etkisi (karbon ayak izi)
- Karasal ekotoksitesite
- İnsan sağlığına etkiler
- Fotokimyasal oksidasyon

- Ozon tabakasının incelenmesi

Etki değerlendirmesi CML IA-Baseline ve Cumulative Energy Demand metodlarına göre SimaPro 8.0.2 kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

CML IA Baseline metoduna uygun olarak hesaplanan çevresel etkiler řu şekildedir:

1. Deniz Ekotoksitesisi: Toksik maddelerin deniz ekosisteminde oluşturduğu etkileri ifade etmektedir. Toksik maddelerin etkisini yansıtan ekotoksitesite potansiyeli USES-LCA ile hesaplanmaktadır. LCA çalışmalarında “kg 1,4-DB eşdeğeri” cinsinden ifade edilmektedir.
2. Küresel Isınma (GWP100a, kg CO<sub>2</sub>eq): Atmosfere salınan sera gazı emisyonlarını ifade eder.
3. İnsan Sağlığına Etkiler (kg 1,4-DBeq): İnsanlara yönelik olarak sağlık risklerini ifade eder.
4. Akarsu Ekotoksitesisi (kg 1,4-DB eq): Tatlı su kaynaklarına yönelik kirliliği ifade eder. Havaya, suya ve toprağa emisyonların bir sonucudur.
5. Karasal Ekotoksitesite: Çevreye salınan toksik maddelerin karasal ekosistem üzerinde oluşturduğu etkileri kg 1,4-DBeq cinsinden ifade edilmektedir.
6. Asidifikasyon: Asidifikasyonun toprağa, yer altı sularına, yüzey sularına, organizmalara ve kullanıldığımız materyaller üzerinde oluşturduğu toksik etkiyi ifade etmektedir. Asidik gazların atmosferdeki su ile reaksiyona girmeleri sonucunda asit yağmurları meydana gelmektedir. Asit yağmurlarının oluşumu da ekosistemdeki çeşitliliği olumsuz etkilemektedir. LCA çalışmalarında asidifikasyon kg SO<sub>2</sub>eq cinsinden ifade edilmektedir.
7. Ötrofikasyon: Besi maddelerinin havaya, suya ve toprağa aşırı salımıyla oluşan makro besi maddelerinin artışının sebep olduğu etkileri ifade eden etki

kategorisidir. Nitrat ve fosfat gibi besi maddelerinin var olması ekosistem içindeki yaşamın devamlılığı için büyük önem taşımaktadır ancak yüksek konsantrasyonlarda bulunmaları sonucu sulak alanlarda alg patlamalarına neden olmaktadır. Bu durum su içerisindeki oksijen miktarının azalmasına neden olarak ekosisteme zarar vermektedir. LCA çalışmalarında kg PO<sub>4</sub>eq cinsinden ifade edilmektedir.

8. Fotokimyasal Oksidasyon: Foto oksidan oluşumu, tarımsal ürünlere, insan sağlığına ve ekosisteme zarar veren reaktif maddelerin oluşumunu açıklayan etki kategorilerinden biridir. LCA çalışmalarında kg C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>eq cinsinden ifade edilmektedir.

9. Doğal Kaynakların Tükenmesi: Minerallerin ve fosil yakıtların tüketimini ifade eden bir kategoridir. Küresel, bölgesel ve yerel etki boyutuna sahiptir. Kullanılan maddelerin miktarı göstermektedir. Kg Sbeq birimiyle ifade edilmektedir.

10. Ozon Tabakasının İncelmesi: Ozon tabakasının incelmesi, insan kaynaklı emisyonlar (CFC, HCFC, Cl, Br vb.) tarafından stratosferdeki ozon miktarının azalması ile daha fazla UV-B ışını dünyaya ulaşmaktadır. Bunun bir sonucu olarak insan ve hayvan sağlığı, karasal ve sucul ekosistem, biyokimyasal döngüler zarar görmektedir. Kg CFC-11eq cinsinden ifade edilmektedir.

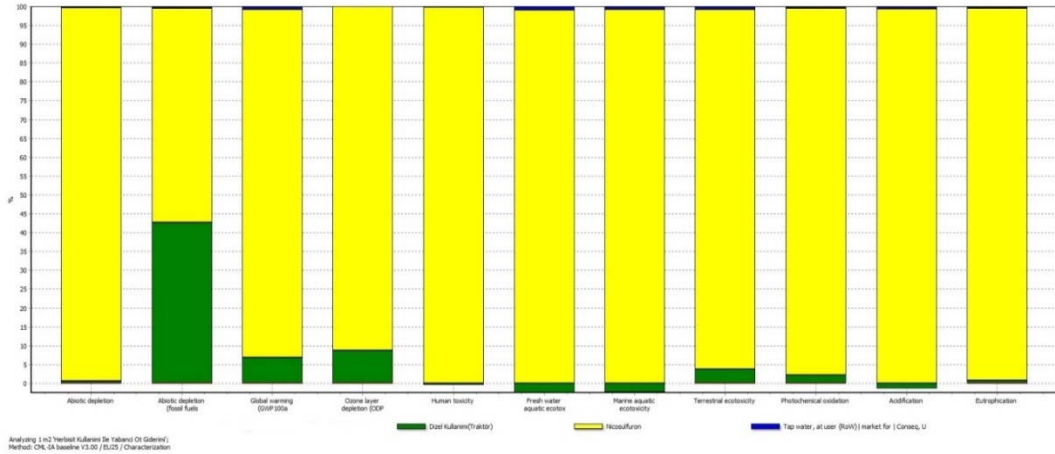
Tüketilen kümülatif enerji miktarı Cumulative Energy Demand metodu hesaplanmaktadır. Kümülatif enerji bir ürün veya hizmetin enerji ayak izidir.

## 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Veriler SimaPro yazılımına girilerek, LPG yöntemi ve Nicosulfuron herbisit kullanımının tarla uygulaması; fonksiyonel birim üzerinden çevresel etki değerlendirmeleri yapılmıştır.

### 4.1. Herbisit YDA analizleri

Yabancı ot ilaçlamasında kullanılan girdi olarak nicosulfuron, dizel yakıtı ve su alındığında, etki faktörlerinde ortaya çıkan toksisite oranları Şekil 4.1’de gösterilmiştir. Şekil 4.1’e göre, çevreye olumsuz suyun etkisi görülmemektedir. Ancak, su ile karıştırılan kimyasal ilacın etki oranı, dizel yakıtı göre çok daha yüksek oranlarda bulunmuştur. Öyle ki on bir adet etki kategorisinin sekizinde nicosulfuron, toplam toksisitenin %95ine ve daha fazlasına neden olmuştur. Fosil yakıtların tükenmesi açısından dizel yakıtı kullanımı yaklaşık %43 kadar etki yaparken küresel ısınma ve ozon tabakasının incelmeye açısından %5 ile 10 arasında etkisi bulunmuştur ve sırasıyla yaklaşık %7 ve %9 kadardır. Sonuç olarak herbisit uygulaması söz konusu olduğunda çevreye olumsuz etki neredeyse tek başına nicosulfuronun kendisinden kaynaklanmakta ve diğer girdilerin etkisi pek önemli olmamaktadır.

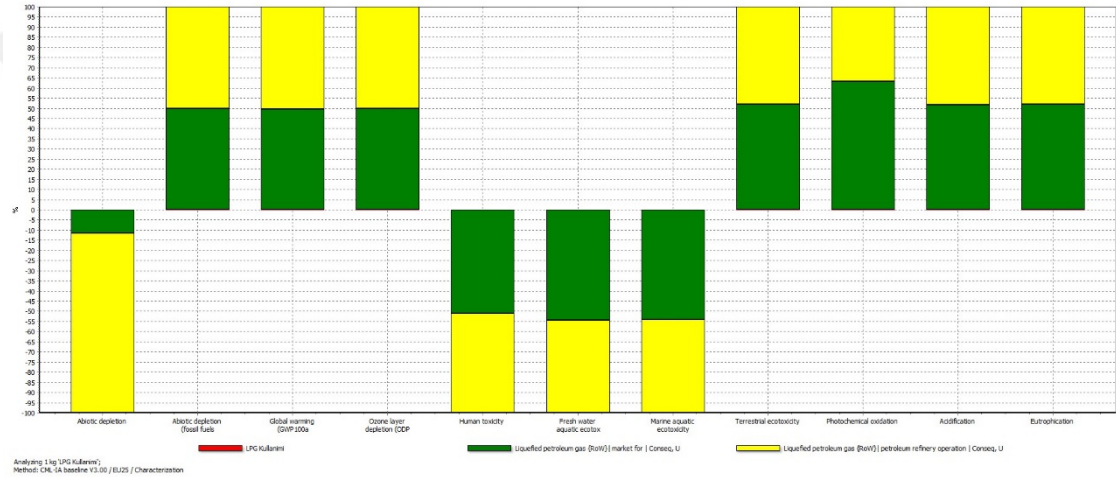


Şekil 4.1. Nicosulfuronun karakterizasyon tablosu ile çevresel etkileri

Süspansiyon konsantre bir ilaç kullanıldığından suyla karıştırılması sebebiyle suyun olumsuz bir etkisi görülmemektedir.

#### 4.2. LPG YDA analizleri

Yabancı ot ilaçlamasında kullanılan girdi olarak LPG ve dizel yakıtı kullanıldığında, etki faktörlerinde ortaya çıkan toksisite oranları (%) Şekil 4.2’de gösterilmiştir. Şekil 4.2’ye göre, dizel yakıtın çevreye olumsuz etkisinin oranı çok düşük düzeyde bulunmuştur. Toksisitenin hemen tüm etkisi, LPG kullanımından kaynaklanmaktadır.



Şekil 4.2. LPG karakterizasyon tablosu ile çevresel etkileri

Herbisit ve LPG'nin YDA'leri yapılmış; karşılaştırmalar için fonksiyonel birimlere ait karakterizasyon tablosu ve sankey diyagramları oluşturulmuştur. Sankey diyagramı olayların akışlarını ve miktarlarını birbirine orantılı olarak görselleştirmek için kullanılır. Okların veya çizgilerin genişliği, varlıkların büyüklüklerini göstermek için kullanılmakta, bu nedenle ok/çizgi ne kadar büyükse akış miktarı da o kadar büyük olmaktadır. Akış okları veya çizgileri bir sürecin her aşamasında birleşebilir ya da bölünebilir. Diyagramı farklı kategorilere bölmek veya sürecin bir durumundan diğerine geçişini göstermek için farklı renkler kullanılmaktadır (Anonim, 2019c). Sankey diyagramları ağaç diyagramı biçiminde olduğundan ve çok alt dalı bulunduğu için Ekler bölümünde verilmiştir. Çevresel etkilerin kıyaslanması için oluşturulan fonksiyonel birimlerin karakterizasyon tablosu Çizelge 4.1’de verilmiştir. Çizelge

4.1’de görülen veriler, analiz sonucunda elde edilen sayısal değerleri göstermektedir. Bu değerlerin oransal olarak karşılaştırılması Şekil 4.3’te yapılmıştır. Şekil 4.3’te x ekseninde fonksiyonel birimler, y ekseninde karşılaştırmaların % değerleri görülmektedir. Kırmızı (solda) barlar herbisite, yeşil (sağda) barlar ise LPG’ye aittir ve iki yöntem arasındaki toksisiteyi % cinsinden karşılaştırmayı sağlamaktadır. Yönetmelikler incelendiğinde YDA karşılaştırmalarında elde edilen sayısal veriler için herhangi bir limit değer yoktur. Kıyaslamalar 2 farklı yöntem açısından hangisinin etkisinin daha az ya da daha çok olduğu yönünde yapılır.

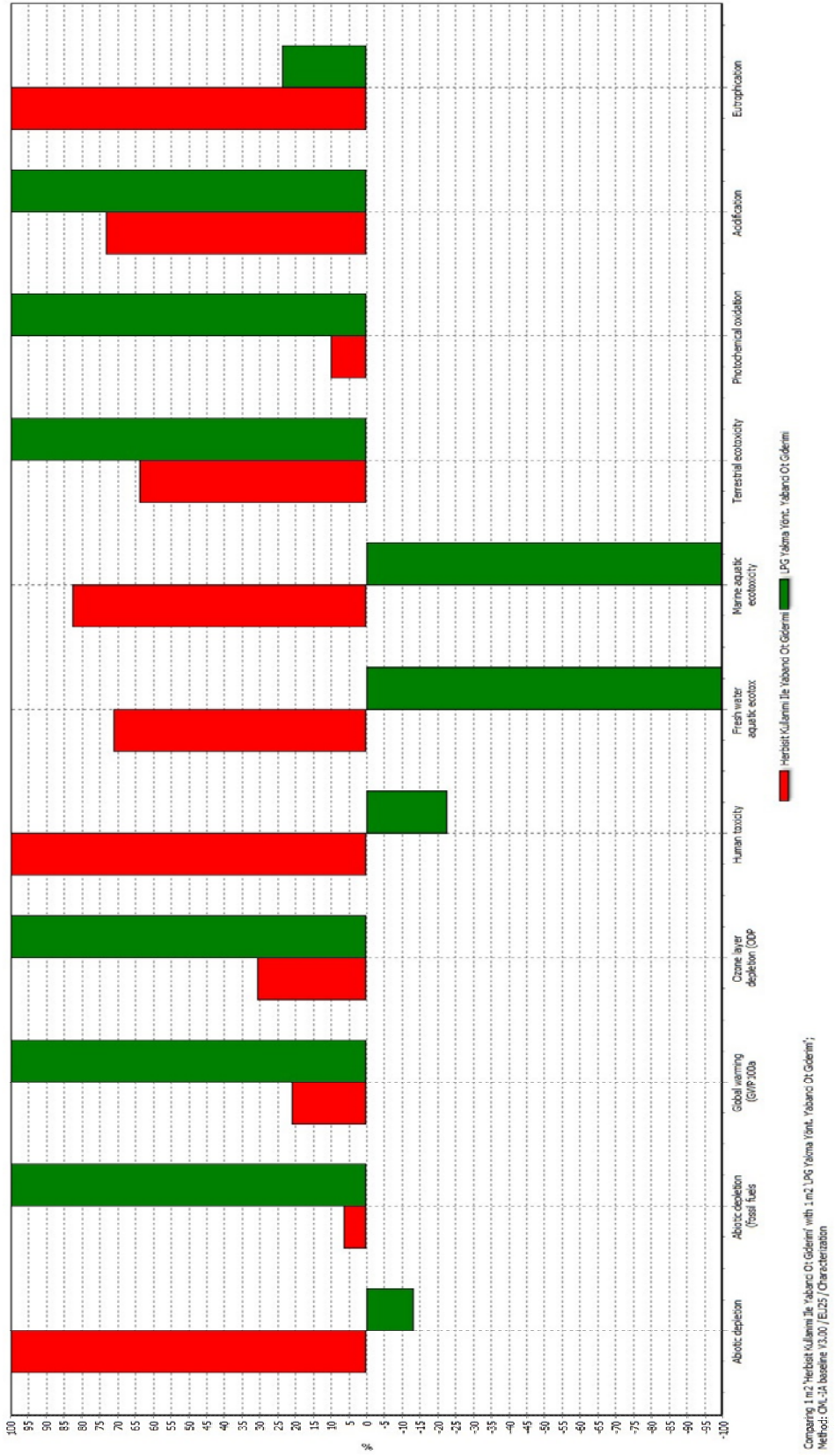
**Çizelge 4.1.** Fonksiyonel birimlerin çevresel etkilerinin kıyaslanması

Etki Kategorisi	Birim	Herbisit kullanımı ile yabancı ot giderimi	LPG kullanımı ile yabancı ot giderimi
Kaynakların tükenmesi	kg Sb eq	1,21467E-08	-1,63088E-09
Kaynakları (fossil fuels)	MJ	0,039977888	0,634682781
Küresel Isınma (GWP100a)	kg CO2 eq	0,001550026	0,007425566
Ozon Tabakasının İncelmesi (ODP)	kg CFC-11 eq	9,8469E-10	3,1986E-09
İnsan Sağlığına Etki	kg 1,4-DB eq	0,004845366	-0,001105591
Akarsu Ekotoksitesitesi	kg 1,4-DB eq	0,000575274	-0,000807971
Deniz Ekotoksitesitesi	kg 1,4-DB eq	2,318718925	-2,808237488
Karasal Ekotoksitesite	kg 1,4-DB eq	1,34398E-06	2,10152E-06
Fotokimyasal Oksidasyon	kg C2H4 eq	1,10009E-06	1,10042E-05
Asidifikasyon	kg SO2 eq	1,24496E-05	1,6963E-05
Ötrofikasyon	kg PO4--- eq	1,29543E-05	3,06508E-06

Yaşam Döngüsü Değerlendirmelerinde uluslararası ölçekte karşılaştırılabilir en önemli parametrelerden biri ürüne veya prosese ait karbon ayak izi olarak ifade edilen küresel ısınma potansiyelidir. Küresel ısınma potansiyeli açısından, toplam toksisitenin yaklaşık %15’inden herbisit sorumlu iken %85’inden LPG’nin sorumlu olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.1).

Ozon tabakasının incelmeye etkisi açısından nicosulfuron yaklaşık %30 etkili iken LPG’nin etkisi bunun en az iki katıdır. İnsan sağlığına etkileri bakımından ise herbisit kullanımı ortaya çıkan tüm toksisiteyi oluşturmaktadır; LPG’nin ise olumsuz etkisi bulunmamıştır. Ozon tabakasının incelmeye, petrol ve doğalgaz üretimi ile ilgilidir. Bu proseslerde metan bromotrifloro (halon 1301) açığa çıkmaktadır (Yay, 2017). Bu yüzden, LPG’nin etkisi herbisite göre yüksek çıkmıştır.





Şekil 4.3. Fonksiyonel birimlerin karakterizasyon tablosu ile çevresel etkilerin kıyaslanması

Günümüzde daha popüler olarak tartışılan fosil kökenli yakıtların tüketilmesi açısından bakıldığında herbisit kullanımı toplam etkinin %5'ten biraz fazlasına neden olmaktadır. Bu değer, EK 3 ve EK 4'te bulunan sankey diyagramından da görüldüğü gibi, traktöre ait dizel yakıtından kaynaklanmaktadır. LPG'nin toplam toksisite içindeki yüksek oranı, doğrudan fosil kökenli yenilenemez bir yakıt olmasından kaynaklanmıştır.

Bu bulgulara göre, yabancı ot mücadelesinde ana amaç karbon ayak izinin azaltılması, ozon tabakası inceltilmesinin önlenmesi ve fosil yakıt kaynaklarının korunması ise herbisit kullanımının, insan sağlığını korumak ise LPG kullanımının özendirilmesi gereklidir.

Fonksiyonel birimlerin sayısal değerleri ve birimleri her iki uygulama yöntemi için Çizelge 4.1'de gösterilmiştir. Şekil 4.3 ve Çizelge 4.1'de görülen sonuçların oransal karşılaştırmasını, Çizelge 1 ise her bir fonksiyonel birimin etkisini sayısal değer olarak vermektedir.

Çizelge 4.1'de insan sağlığına, deniz ekotoksitesine, akarsu ekotoksitesini ve karasal ekotoksitesine etkilerinin birimleri aynıdır, bunun dışında kalan tüm kategorilerde birimler farklı olmaktadır. İnsan sağlığına etki, akarsu ve deniz ekotoksitesini konularında herbisit uygulaması daha toksik görülmekte, ancak karasal ekotoksitesine etki konusunda LPG uygulamanın toksik etkisi herbisit uygulamasından fazla olduğu saptanmıştır.

Bazı maddeler negatif karakterizasyon faktörü ile eşleştirilmiştir. Örneğin küresel soğumaya katkıda bulunan bir madde söz konusu olduğunda Küresel Isınma etkisi negatif (-) çıkabilir. Bu negatif faktör gerçekleşen faaliyete bağlı olarak sistemden gelmektedir. Dizel kullanımı esnasında 1,4 diklorobenzenin kullanılması sucul ekosistemi olumlu etkilemektedir. Bu nedenle akarsu ekotoksitesini, deniz ekotoksitesini ve asidifikasyonu olumlu etkilemektedir. Bu konuda sankey diyagramları incelendiğinde yeşil çizgiler pozitif etkinin (yani negatif) değerini nereden geldiğini açık bir şekilde göstermektedir (EK 5-6).

Bu araştırmada herbisit etken maddesi olarak nicosulfuron kullanılmıştır. Daha önce vurgulandığı gibi, bu tercihin yapılmasının nedeni YDA analizinde kullanılan SimaPro yazılımının veri tabanında bulunan ve analize uygun olan herbisit olması idi. Yabancı ot ilaçlamasında kullanılan herbisitler içinde çok farklı etken maddeler bulunabilir. Bunların 24 ile 541 gün arasında yarılanma ömürleri olabilmektedir (Kegley ve ark., 2016). Ele alınan nicosulfuronun yarılanma ömrü 26 gündür. Birçok herbisit yarılanma ömrü çok daha uzun olduğundan çevreye zarar verme potansiyeli daha fazla olabilir. Bu yüzden farklı herbisitlerin yaşam döngü analizlerinde önemli farklılıklar olabileceği ve çevreye verdikleri toksisitenin çok farklı olabileceği öngörülebilir. Ancak, bu tür analizlerin yazılım ortamında yapılabilmesi için literatürde adı geçen herbisitlerin farklı yazılımların veri tabanlarına aktarılmış olması gerekmektedir.

Yabancı ot ilaçlamasında tarla plverizatrleri kullanılmaktadır ve dünyada büyük işletmeler için 50 m'den daha büyük iş genişliğine sahip pülverizatörler bulunmaktadır. Plverizatrn iş genişliğinin değişmesi, makinenin ağırlığını ve kullanılan traktörün kategorisini de değiştirmektedir. Bu yüzden birim alanda tüketilen dizel yakıtı, bu araştırmada kullanılacağı varsayılan pülverizatör uygulamasına göre önemli farklılıklar gösterebilir. Sonuç olarak, dizel yakıtının etki kategorilerindeki oransal etkisi de bu araştırmada bulunan yüzdelere göre değişebilecektir.

Araştırmada lkemizde karayolu araçlarında da kullanılan LPG girdi olarak kullanılmıştır. LPG, Türkiye'de çoğunlukla %30 propan ve %70 bütan içeriği ile satılmaktadır. Ancak, bazı ülkelerde yabancı ot kontrolünde kullanılan ve propan denilen gazlar kullanılmaktadır ve içinde %90 oranında propan bulunmaktadır. Bu yüzden yaşam döngü analizinde girdi olarak kullanılan LPG'lerin yaşam döngü analizlerinden elde edilecek sonuçlar arasında farklılıklar bulunabilir. Bu araştırma kapsamında, yabancı ot alevlemesi için yapılmış bir YDA alışması literatürde bulunamadığından bu çerçevede karşılaştırmalar yapılamamıştır.

Uygulamada LPG gazının içeriği, kullanılan herbisit etken maddesi, kullanılan plverizatrn ve alev makinesinin büyüklüğü ve buna bağlı olarak kullanılan traktör gücünün ve yakıt tüketiminin farklılaşması gibi değişkenlerin çok sayıda alternatif

senaryo doğurduğu anlaşılmaktadır. Tarımsal teknolojilerin, yetiştirilen bir őrünün veya mőnavebe sisteminin destekleme politikaları belirlenirken yaşam dőngő analizlerinden yararlanılabilir ve evre dostu olan uygulamalarla ilgili farkındalık yaratılabilir, böylece daha sőrđürőlebilir tarım destekleme politikalarının geliştirilmesine yardımcı olunabilir.



## 5. SONUÇ

Bu araştırmada yabancı ot kontrolünde kullanılan bir herbisit (nicosulfuron) ve alev uygulamalarında kullanılan LPG için YDA yapılmış ve çevresel etkileri karşılaştırılmıştır.

Nicosulfuron uygulaması ele alındığında fosil yakıtların tüklenmesi bağlamında traktör dizel kullanımının toplam toksisiteye etkisi önemli oranda yüksek (%43) bulunmuştur, ancak çevreye verilen zarar içinde kimyasal ilacın üretim ve kullanım süreçleri daha zararlıdır. Değerlendirmeye alınan etki kategorilerinden ikisinde dizel yakıt tüketimi %5-10 oranında etkili bulunmuş, diğer 8 kategoride ise bu etki çok daha düşük düzeylerde gerçekleşmiştir. Bu çerçevede yabancı ot ilaçlamasında kullanılan traktörün yakıtının çevre kirliliği açısından etkisinin ilacın kendisinden kaynaklanan etkiye göre önemsiz olduğu ifade edilebilir.

Yabancı ot kontrolünde LPG gazı yakılarak alev uygulaması yapılması durumunda traktörün yakıt tüketiminden kaynaklanan dizel kullanımı ile LPG gazı arasındaki oranlar incelendiğinde, dizelin çevreye etkisi oransal olarak yok denecek düzeylerde (<5%) bulunmuştur.

Nicosulfuron ile LPG kullanımı karşılaştırıldığında küresel ısınmaya potansiyeli etki parametresi açısından herbisitinin etkisi LPG'nin etkisinden çok daha düşük oranda kalmıştır. LPG, ozon tabakasının incilmesi konusunda Nicosulfuron'a göre daha fazla zararlı bulunmuştur. İnsan sağlığı açısından analiz edildiğinde nicosulfuron, ortaya çıkan tüm toksisiteye neden olduğundan LPG'nin insan sağlığına etkisi yok denecek oranda kalmıştır. Fosil kökenli yakıtların tüklenmesi açısından bakıldığında nicosulfuron kullanımının etkisi oransal olarak yok denecek düzeyde kaldığından sonuç olarak hemen tüm etki LPG kullanımına atfedilmiştir.

Bu araştırma sonucunda řu önerilerde bulunulabilir:

- Herbisit ve LPG'nin farklı dozlardaki etkileri de incelenebilir.

- Yabancı ot kontrolünde farklı herbisitlerin çevresel etkileri kendi aralarında karşılaştırılarak çevreye en az etkisi olan herbisitler belirlenebilir ve uygulayıcılara ve politika yapıcılara yol gösterilebilir.
- Herbisit kullanımına alev uygulamasından alternatif başka yöntemlerin de etkileri araştırılabilir ve yabancı ot kontrolünde çevre etkisi en az olan yöntemler belirlenebilir.



## KAYNAKLAR

- Agrobrest. 2019.** Kalson kullanılan bitki ve organizmalar. [http://www.agrobrestgrup.com/ilac.php?dilkod=TR&ilacid=86&kat=kalson-\(Erişim tarihi: 10.09.2019\).](http://www.agrobrestgrup.com/ilac.php?dilkod=TR&ilacid=86&kat=kalson-(Erişim tarihi: 10.09.2019).)
- Anonim, 1996.** FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Natural resources management and environment department. Pesticides as Water Pollutants <http://www.fao.org/docrep/w2598e/w2598e07.> (Erişim tarihi:18.02. 2018)
- Anonim, 2006.** Environmental Management- Life cycle assessment- Principles and framework. ISO, Yayın No: ISO 14040:2006(E), Geneva, Switzerland.
- Anonim, 2019a.** The European Parliament And The Council Of The European Union.Regulation Commission (EU) 2019/1176 on maximum residue levels for 2,5-dichlorobenzoic acid methylester, mandipropamid and profoxydim in or on certain products.
- Anonim, 2019b.** LCA. <https://www.metsims.com/lca-life-cycle-analysis-and-assessment/> (Erişim tarihi: 20.04.2019).
- Anonim, 2019c.** Sankey Diyagramı. [https://datavizcatalogue.com/methods/sankey\\_diagram.html-\(Erişim tarihi: 16.08.2019\)](https://datavizcatalogue.com/methods/sankey_diagram.html-(Erişim tarihi: 16.08.2019))
- Beck, J. J. Coat, J. R. Duke, O. S., Koivunen, M. E. 2013.** Pest Management with Natural Products, ACS Symposium Series 1141, ACS Division of Agricultural Inc., Washington, USA.
- Crucefix, D., 1998.** Organic Agriculture and Sustainable Rural Livelihoods in Developing Countries, Bristol, UK.
- Cullu, M.A., Teke, M., Mutlu, N., Türker, U., Bilgili, A.V., Bozgeyik, F. 2019.** Integration and Importance of Soil Mapping Results in The Precision Agriculture. 8 th International Conference on Agro-Geoinformatics (Agro-Geoinformatics), 16-19 July, 2019, İstanbul.
- Cündübey, F.S. 2018.** Denim Kumaş Üretiminde Su Ve Enerji Kullanımının Değerlendirilerek Üç Farklı Denim Kumaşının Çevresel Etkilerinin YDA İle Karşılaştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Kayseri.
- Çilingir, İ., Dursun, E. 2010.** Bitki Koruma Makinaları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1531. ISBN 978-975-482-867-2.
- Çokaygil, Z. 2005.** Atık Yönetimi Planlamasında Yaşam Döngüsü Analizi. *Yüksek Lisans Tezi*, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Eskişehir.
- Demirel, Y.E., Hasanoğlu, P., Öztürk, E., Kitiş, M. 2017.** Yaşam Döngüsü Analizi ve Endüstriyel Uygulama Örnekleri. 12. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, 5-7 Ekim 2017, Ankara.
- Dijkman, T.J., Birkved, M., Hauschild, M.Z. 2012.** PestLCI 2.0: a second generation model for estimating emissions of pesticides from arable land in LCA, *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 17(8): 973-986.
- Goss, D.W. 1992.** Screening Procedure for Soils and Pesticides for Potential Water Quality Impacts, *Weed Technology* 6(3): 701-708.
- Guinee, J.B., Heijungs, R., Huppes, G., Zamagni, A., Masoni, P., Buonamici, R., Ekvall, T. Ve Rydberg, T. 2011.** Life Cycle Assessment: Past, Present, and Future, *Environ. Sci. Technol.* 45, 90–96.

- Gustafson, D.I. 1989.** Groudwater ubiquity score: A simple method for assessing pesticide leachibility. *Environmental Toxicology and Chemistry*; 8: 339-357.
- Inous, M.H., Santana, D.C., Oliveira, R.S., Clemente, R.A., Dallacort, R., Possamai, A.C.S. 2010.** Potencial de lixiviação de herbicidas utilizados na cultura do algodão em colunas de solo. *Planta Daninha*, 28: 825-833.
- Kegley, S.E., Hill, B.R., Orme, S., Choi, A.H. 2016.** PAN-Pesticide Database. Oakland, CA: Pesticide Action Network, North America. [http:// www.pesticideinfo.org](http://www.pesticideinfo.org) (Erişim tarihi: 01.03.2018).
- Lyman, W.J., Reehl, W.F., Rosenblatt, D.H. 1990.** Handbook of Chemical Property Estimation Methods: Environmental Behavior of Organic Compounds. New York: McGraw-Hill/American Chemical Society; DOI: 10.1002/ recl.19911100212. 97.
- Margni, M., Joliet, O. 2002.** Life cycle impact assessment of pesticides on human health and ecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 93(1-3): 379-392.
- Mendes, K.F., Régo, A.P.J., Takeshita, V., Tornisielo, V.L. 2019.** Water Resource Pollution by Herbicide Residues. <https://www.intechopen.com/online-first/water-resource-pollution-by-herbicide-residues> -(Erişim tarihi: 15.01.2019)
- Mengüç, Ç. 2018.** Herbisit Toksisitesi ve Yabancı Otlara Karşı Alternatif Mücadele Stratejileri. *Turk J Weed Sci.*, 21(1): 61-73.
- Queiroz, S.D.N., Ferracini, V.L., Gomes, M.A., Rosa, M.A. 2009.** Comportamento do herbicida hexazinone em área de recarga do Aquífero Guarani cultivada com cana-de-açúcar. *Química Nova*, 32: 378-381.
- Phumpradab, K., Gheewala, S.H., Sagisaka, M. 2009.** Life cycle assessment of natural gas power plants in Thailand. *The International Journal of Life Cycle Assessment* 14(4): 354-363
- Rimando, A.M., Duke, O.S. 2006.** In: Natural Products for Pest Management, Symposium Series 927, ACS Division of Agricultural and Food Chemistry, Washington, USA, 1: 2-21.
- Rüzgar, A. 2019.** Rotasyon Ve Dijital Reaktif Baskıların Çevresel Etkilerinin Yaşam Döngüsü Analizi Tekniğiyle Karşılaştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.
- Serim, A.T., Koca, E., Güzel, N.P., Asav, Ü. 2017.** Vejetatif Filtre Şeritlerinde Kullanılabilecek Bazı Dar Yapraklı Bitkilerin Rimsulfuron ve Nicosulfuron'a Toleransları. *Turkish Journal of Weed Science*, 20(1): 1-9
- SDWF. 2017.** Safe Drinking Water Foundation. Pesticides and Water Pollution. <https://www.safewater.org/factsheets-1/2017/1/23/pesticides> (Erişim tarihi:16.02.2018).
- Singh, A. K., Pandey, A.K. 2019.** Fungal metabolites as a natural source of herbicide: a novel approach of weed manage-ment. *Journal of Applied and Natural Science*, 11(1): 158-163.
- Sonnemann, G. 2004.** Crosscutting issues to be explored by the UNEP/SETAC Life Cycle Initiative in 2004. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 9(1): 67-67.
- Sümer, S.K., Kocabıyık, H., Say, S.M., Çiçek, G. 2010.** Traktörlerde 540 ve 540E Kuyruk Mili Çalışma Karakteristiklerinin Tarla Koşullarında Kıyaslanması. *Journal of Agricultural Sciences*, 16: 37-45.
- Turhan, Ş. 2005.** Tarımda Sürdürülebilirlik ve Organik Tarım. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 11(1) : 13-24.
- Tursun, N., Arslan, S., Demir, Z., Karlıdağ, H. 2016.** Kayısı Bahçelerinde Yabancı Otlara Karşı Herbisitlere Alternatif Mücadele Yöntemlerinden Alevleme ve Örtücü



Bitkilerin Kullanım Olanaklarının Araştırılması. TÜBİTAK 213 O 109 no.lu Proje Sonuç Raporu.

**Vurro, M., Boari, A., Evidente, A., Andolfi, A., Zermane, N. 2009.** Natural metabolites for parasitic weed management. *Pest Manag. Sci.*, 65: 566-571.

**Yay, A.S. 2017.** Yaşam döngüsü analizinin ambalaj atıklarının yönetiminde kullanılması. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21(5): 1008-1017.

**Yıldız M., Gürkan O., Turgut C., Kaya Ü., Ünal G. 2005.** Tarımsal Savaşmada Kullanılan Pestisitlerin Yol Açtığı Çevre Sorunları VI. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Ankara, 3–7 Ocak 2005.

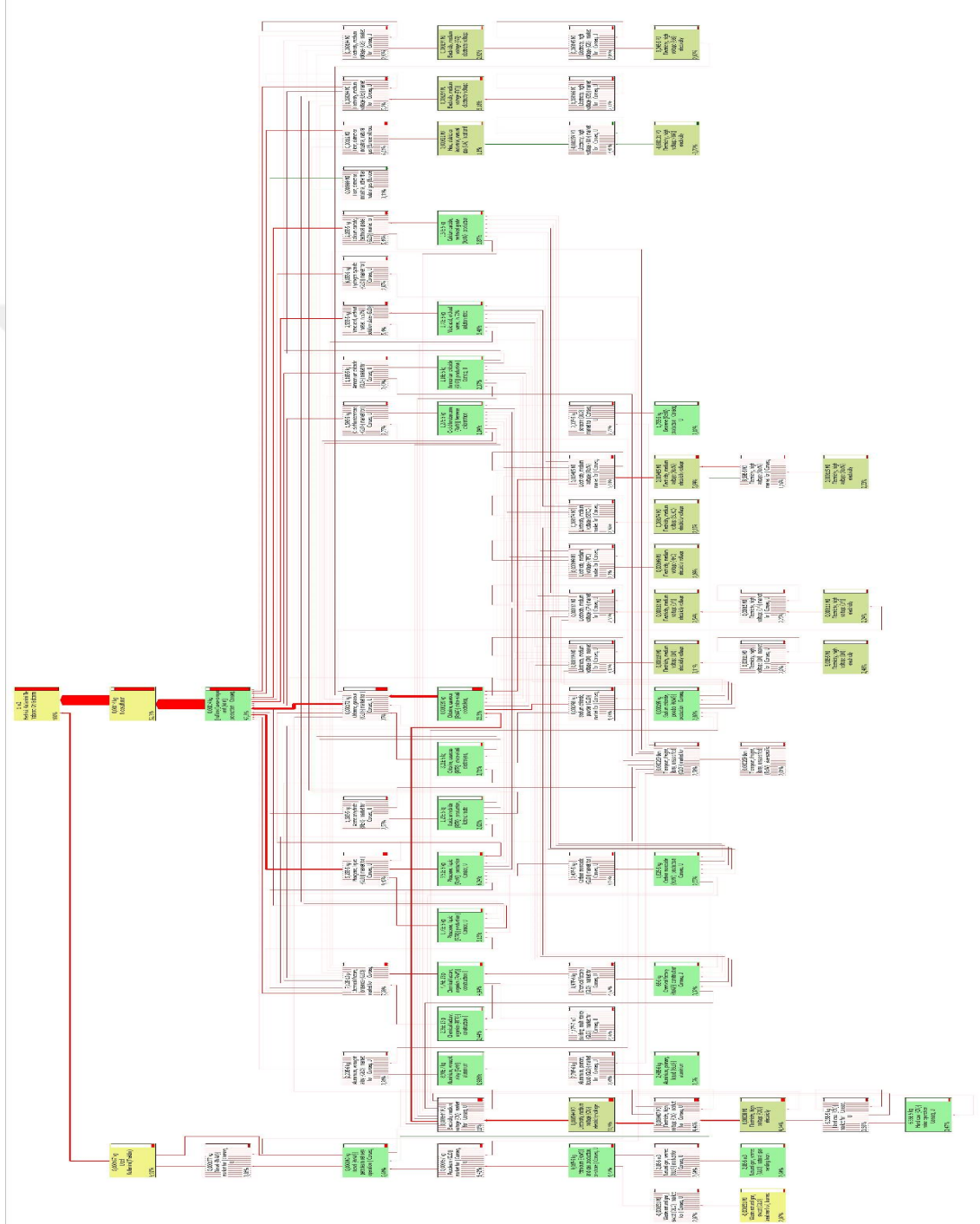
**Wilkerson M.R., Kim K.D. 1986.** The Pesticide Contamination Prevention Act: Setting Specific Numerical Values. Sacramento, USA: California Department of Food and Agriculture, Environmental Monitoring and Pest Management; DOI: 10.1.1.588.9546. 287.



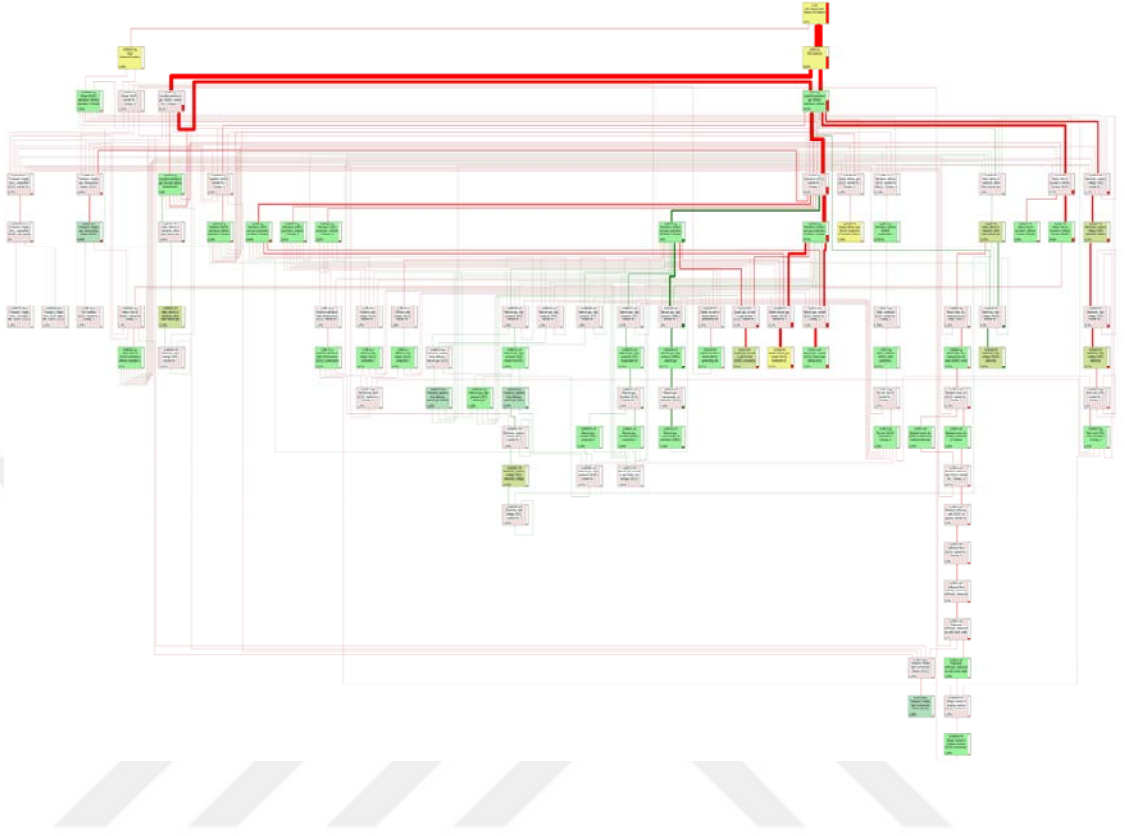
## **EKLER**

- EK 1** Nicosulfuron Uygulamasının Küresel Isınmaya Etkisi İle İlgili Sankey Diyagramı
- EK 2** LPG Uygulamasının Küresel Isınmaya Etkisi İle İlgili Sankey Diyagramı
- EK 3** LPG Uygulaması İçin Fosil Kaynakların Tükenmesi İle İlgili Sankey Diyagramı
- EK 4** Nicosulfuron Uygulaması İçin Fosil Kaynakların Tükenmesi İle İlgili Sankey Diyagramı
- EK 5** Nicosulfuron Uygulaması İçin Ozon Tabakası İncelmesi İle İlgili Sankey Diyagramı
- EK 6** LPG Uygulaması İçin Ozon Tabakası İncelmesi İle İlgili Sankey Diyagramı
- EK 7** Herbisit Uygulaması İçin İnsan Sağlığına Etkileri İle İlgili Sankey Diyagramı
- EK 8** LPG uygulaması için insan sağlığına etkileri ile ilgili sankey diyagramı
- EK 9** Herbisit Uygulaması İçin Karasal Ekotoksosite İle İlgili Sankey Diyagramı
- EK 10** LPG Uygulaması İçin Karasal Ekotoksosite ile ilgili Sankey Diyagramı

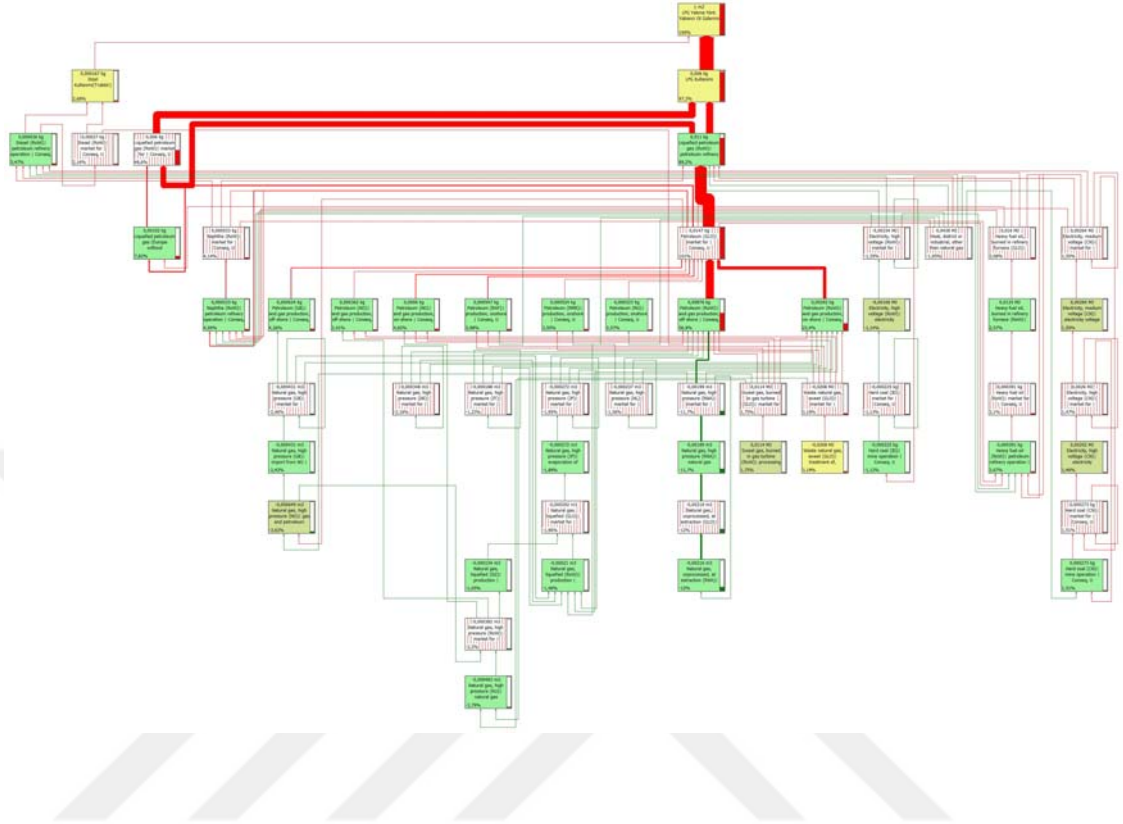
## EK 1. Nicosulfuron uygulamasının küresel ısınmaya etkisi ile ilgili sankey diyagramı



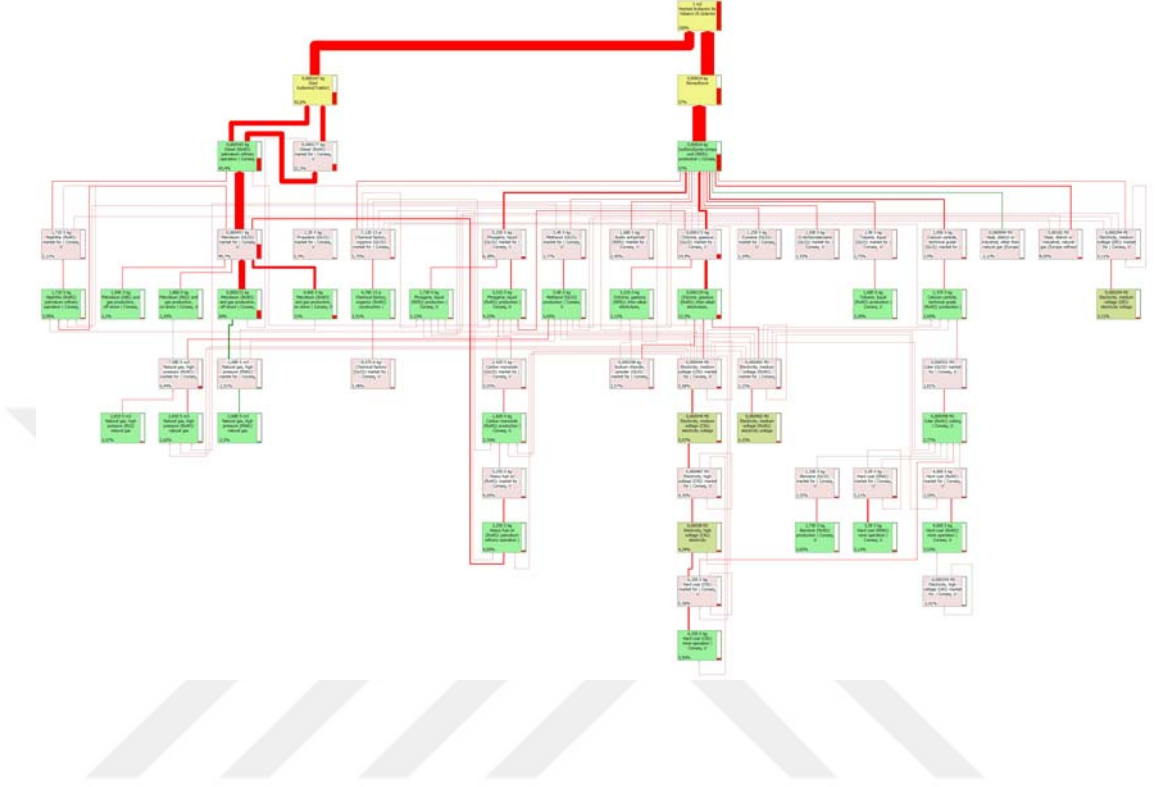
**EK 2.** LPG uygulamasının küresel ısınmaya etkisi ile ilgili sankey diyagramı



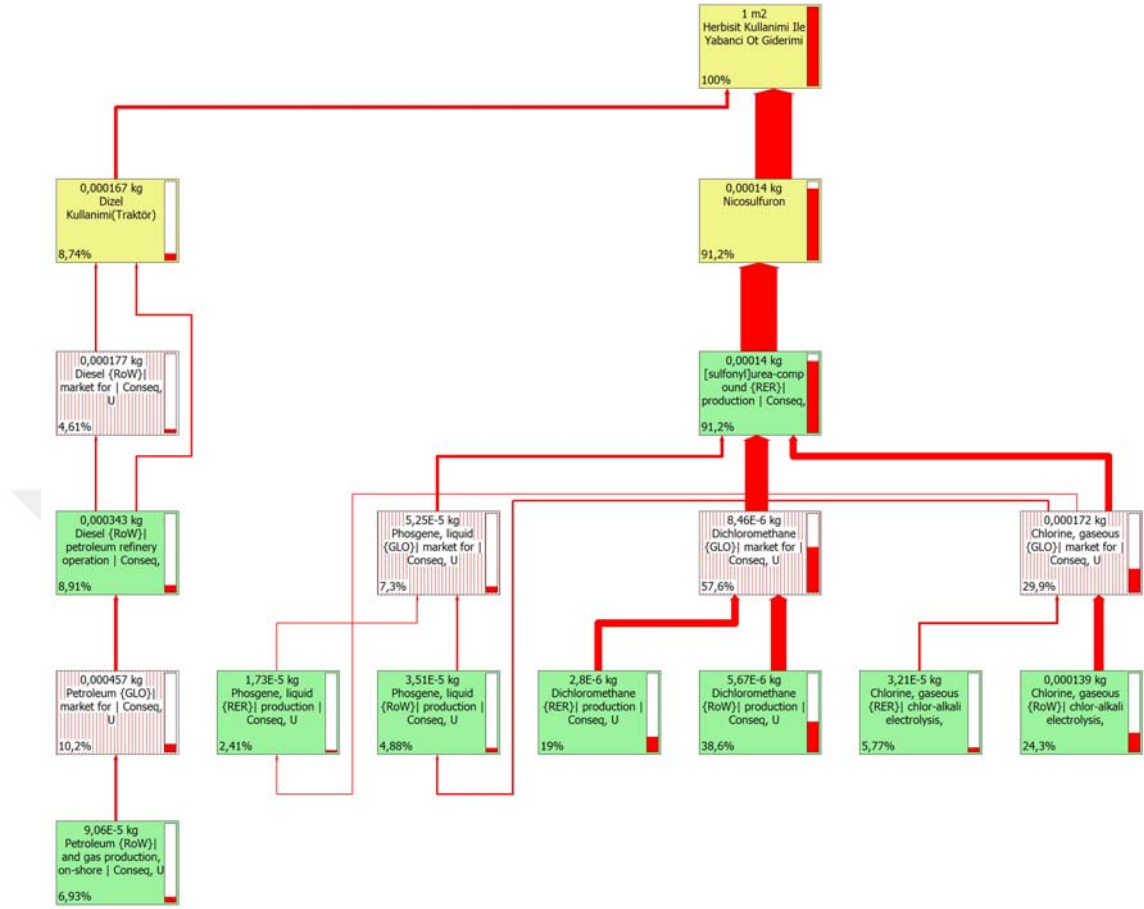
### EK 3. LPG uygulaması için fosil kaynakların tükenmesi ile ilgili sankey diyagramı



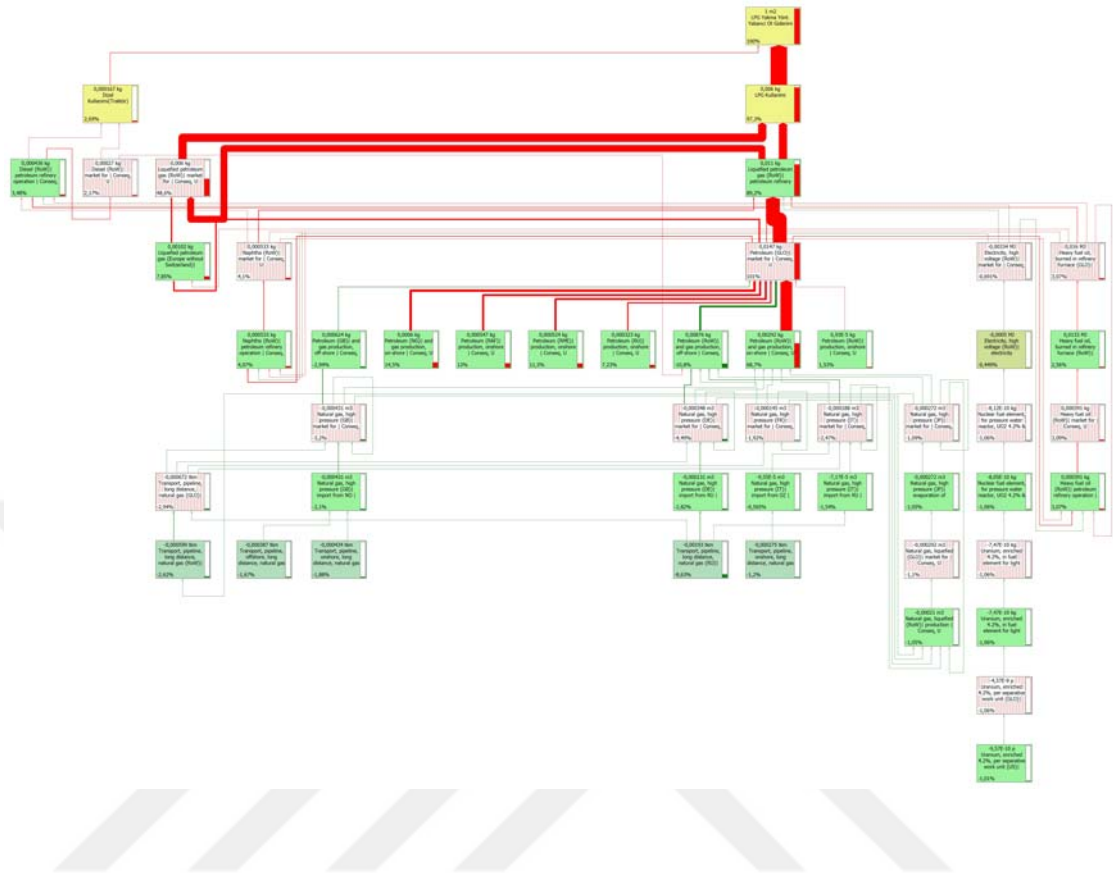
**EK 4.** Nicosulfuron uygulaması için fosil kaynakların tükenmesi ile ilgili sankey diyagramı



**EK 5.** Nicosulfuron uygulaması için ozon tabakası incelmesi ile ilgili sankey diyagramı

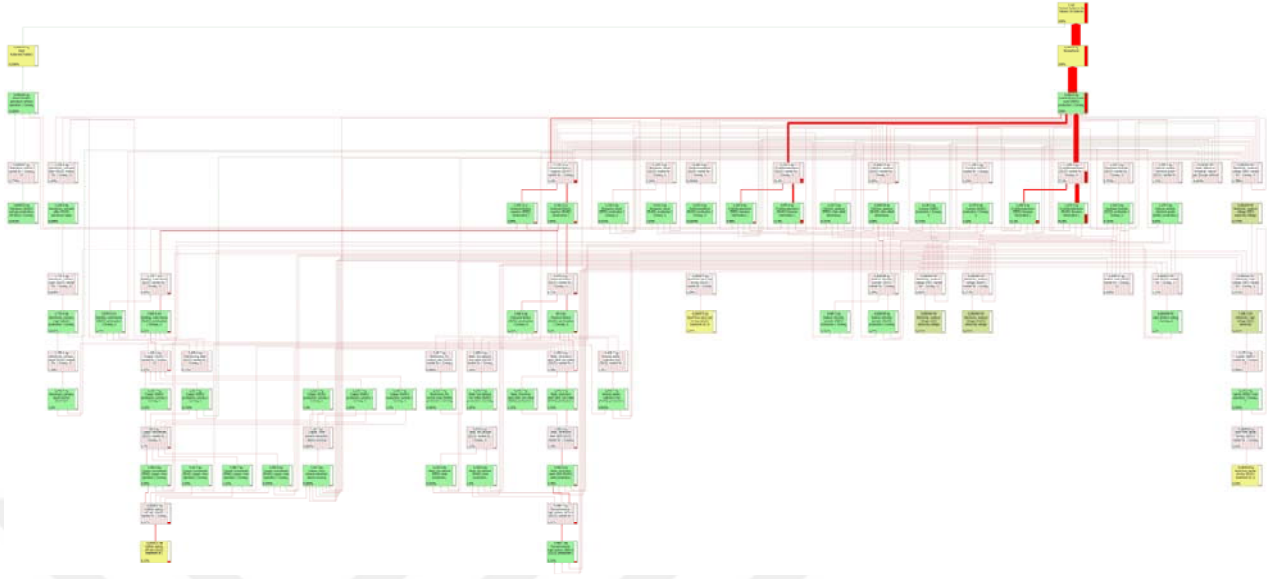


## EK 6. LPG uygulaması için ozon tabakası incelmesi ile ilgili sankey diyagramı



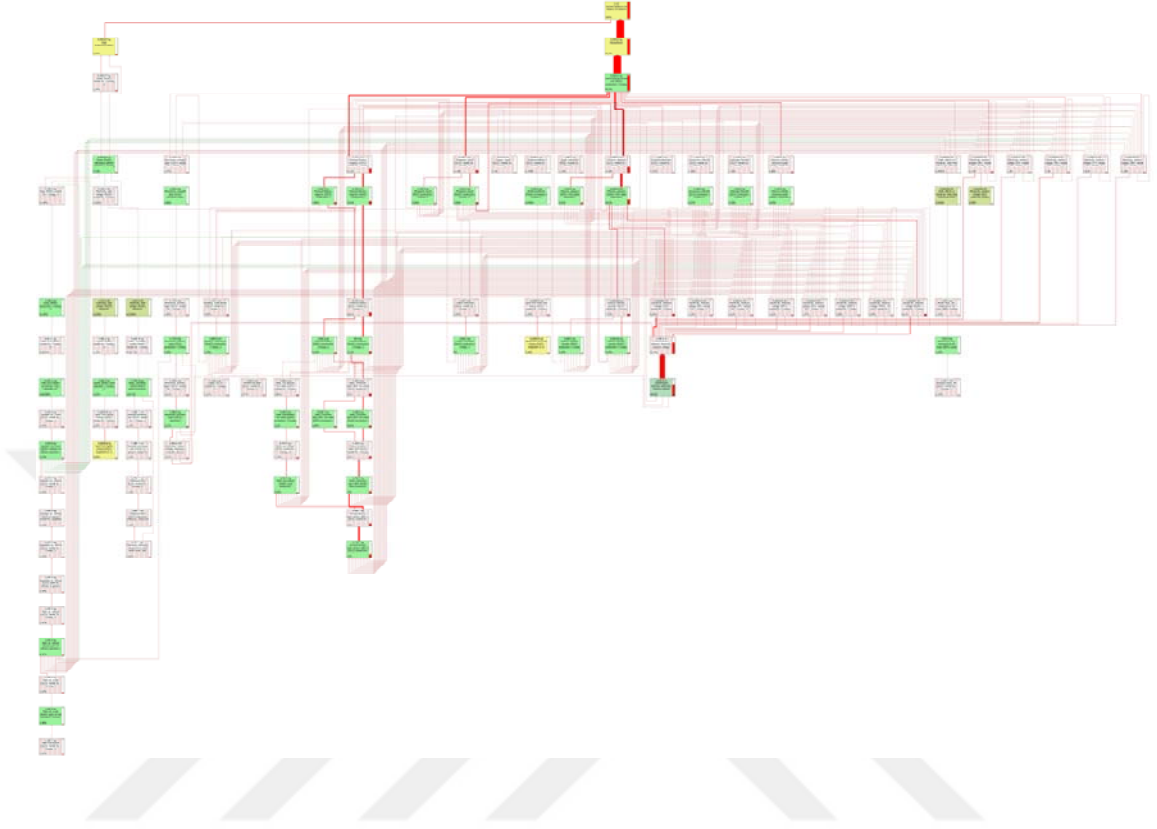


**EK 7.** Herbisit uygulaması için insan sağlığına etkileri ile ilgili sankey diyagramı





**EK 9.** Herbisit uygulaması için karasal ekotoksisite ile ilgili sankey diyagramı



## ÖZGEÇMİŞ

- Adı Soyadı : Kübra KARGACI
- Doğum Yeri ve Tarihi : Merkez/ÇORUM 03.09.1993
- Yabancı Dil : İngilizce
- Eğitim Durumu
- Lise : Atatürk Anadolu Lisesi Merkez/ÇORUM - 2011
- Lisans : Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü- 2016
- İletişim (e-posta) : kargaci.kubra@gmail.com
- Mesleki deneyim : 1. Eğitimci, Ben Maker Atölyesi, (2017-2018)  
2. Yazılım Destek Elemanı, AYEN Yazılım (2017-2018)  
3. TÜBİTAK bursiyeri, TÜBİTAK 117O098 numaralı  
‘‘Isıl Yabancı Ot Kontrolü için Değişken Oranlı Bir Alev Makinesi Prototipinin Geliştirilmesi’’
- Akademik faaliyetler : **Kargacı, K., Arslan, S. 2019.** Bir Herbisit Uygulaması için Yaşam Döngü Analizi, 32.Ulusal Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi, Çanakkale (sözlü sunum, özet bildiri)  
**Kurtulmuş, F., Sefil, K.T., Kargacı, K., Arslan, S. 2019.** Bilgisayarlı Görme Esaslı Değişken Oranlı Bir Alev Makinası İçin Görüntü Alma Sisteminin Optimizasyonu., 32.Ulusal Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi, Çanakkale (sözlü sunum, özet bildiri).  
**Kargacı, K., Sefil, K.T., Arslan, S., Tursun, N. 2019.** Response of Xantium Strumarium to flaming at different propane doses under controlled conditions., 1st International Congress on Biosystems Engineering, Hatay (sözlü sunum, özet bildiri).