ÇOK BİLEŞENLİ BİR AKIŞTA ÇIKINTILI YAPILARIN AKIŞKAN SEPERASYONUNDAKİ ETKİSİNİN SAYISAL OLARAK İNCELENMESİ

Müh. Umut BAŞTÜRK (Orcid ID: 0000-0002-7767-8202)
Yıldız Teknik Üniversitesi, Gemi İnşaatı ve Denizcilik Fakültesi, İstanbul
E-mail: umtbstrk35@gmail.com

Dr. Ahmet YURTSEVEN (Orcid ID: 0000-0003-2561-1783)
Yıldız Teknik Üniversitesi, Gemi İnşaatı ve Denizcilik Fakültesi, İstanbul
E-mail: ahmety@yildiz.edu.tr

ÖZET

Birbirine karışmayan aynı fazdaki akışkanların ayrıştırılması mühendislikte sıkça karşılaşılan zorluklardan biridir. Özellikle hareketli parçası olan makinaların yağlama ve soğutma gibi temel ihtiyaçları gereğiyle bu tipteki karışım akışları ile çokça karşılaşılmaktadır. Çok bileşenli karışım akışlarının ayrıştırılmasında iki temel özellikten faydalanılır. Bunlar; akışkanın yoğunluğu ve viskozitesidir. Yoğunluk farkı ve viskozite farkı ile akışkan ayrıştırılması uygulamalarına literatürde rastlanmaktadır. Gerek yerçekimi kuvveti, gerekse merkezkaç kuvvetlerinin tetiklediği akışlarda, bileşen akışkanların ayrıştırılması yoğunluk farkı ile katmanlı bir hacmin elde edilmesi ve sonrasında bu katmanların mekanik olarak ayrılması prensibine dayanmaktadır. Durgun ya da çok düşük hızlarda (low Reynolds) hareketin oluştuğu yerde yoğunluk farkı kullanılarak akışkanların ayrıştırılması anlamlı iken, akış hızının arttığı ve buna paralel türbülanslı durumlarda viskozitenin de akış davranışında etkin hale geldiği durumlarda viskozite farkından da yararlanılabileceği düşünülmektedir. Hidrolik hatlarda farklı bileşenlere sahip akışların karıştırılması için kullanılan statik mikser uygulamaları ile bileşenlerin düzgün bir şekilde karıştırılması sağlanmaktadır. Bu uygulamada herhangi bir hareketli makina parçası kullanılmadan akışın üzerindeki momentumdan faydalanarak karıştırma işlemi sağlanır. Bu uygulamalar gerek karıştırma işleminin tamamının sağlanmasında gerekse asıl karıştırma sürecinin veriminin artırılması için kullanılabilmektedir. Aynı fikirle çok bileşenli akışlarda bileşenlerin ayrıştırılması işlemi için statik bir ayrıştırıcı kullanılabileceği, bu ayrıştırıcının istersek tüm ayrışma işleminin tamamlanması için istersek de konvansiyonel ayrıştırıcılardan önce ayrıştırma veriminin artırılması için tercih edilebileceği düşünülmektedir. Statik bir ayrıştırma aracının geliştirilmesi için araç üzerindeki parametrelerin ayrıştırmaya olan etkisinin araştırılması gerekmektedir. Bir akış olayının incelenmesi için literatürde en sık kullanılan uygulama sayısal model ile araştırma yapılmasıdır. Bu çalışmada çok bileşenli akışların statik metotla ayrılmasını sağlayacak bir kanal yapısının geometrik ve bileşen fraksiyonu parametrelerinin etkileri hesaplamalı akışkanlar dinamiği uygulamaları kullanılarak sayısal model üzerinde incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çift Fazlı Akış, Kanal İçi Akış, Separasyon, CFD

NUMERICAL INVESTIGATION OF THE EFFECT OF RİBBET STRUCTURES ON FLUID SEPARATION IN A MULTI-COMPONENT FLOW

ABSTRACT

Separation of immiscible fluids in the same phase is one of the most common engineering challenges. This type of mixing flow is frequently encountered at machines with moving parts due to the basic needs of lubrication and cooling. Two main features are utilized in the separation of multicomponent mixture streams. Density and viscosity of the fluid. Fluid separation applications with density difference and viscosity difference are encountered in the literature. In flows affected by both gravitational and centrifugal forces, the separation of component fluids is based on the principle of obtaining a segregated flow with density difference and then mechanically separating these layers. While it is meaningful to separate the fluids by using the density difference where the motion occurs at stagnant or very low velocities (low Reynolds), it is thought that the viscosity difference can also be used in cases where the flow velocity increases and turbulent flow occurs and the viscosity becomes effective in the flow behavior. Components are mixed properly with static mixer applications used for mixing flows with different components in hydraulic lines. In this application, the mixing process is provided by making use of the momentum on the flow without using any moving machine parts. These applications can be used both to provide the entire mixing process and to increase the efficiency of the actual mixing process. With the same idea, it is thought that a static separator can be used for the separation of components in multi-component flows, and this separator can be preferred if we want to complete the entire separation process or to increase the separation efficiency before conventional separators. In order to develop a static separation device, it is necessary to investigate the effect of parameters on the separator. The most frequently used application in the literature for the analysis of a flow phenomenon is research with a numerical model. In this study, the effects of the geometrical and component fraction parameters of a channel structure that will enable the separation of multi-component flows with the static method were investigated on a numerical model using computational fluid dynamics applications.

Keywords: Two Phase Flow, In-Channel Flow, Separation, CFD

1. GİRİŞ

Farklı türde aynı fazdaki akışkanların ayrıştırılması mühendislikte sıkça karşılaşılan önemli zorluklardan biridir. Özellikle hareketli parçası olan makinaların yağlama ve soğutma gibi temel ihtiyaçları gereğiyle bu tipteki karışım akışları ile çokça karşılaşılmaktadır [1]. Bu akışları oluşturan baz akışkanların ayrıştırılarak yeniden kullanımı önemli bir ihtiyaçtır.

Çok bileşenli karışım akışlarının ayrıştırılmasında temel faydalanılan özellik yoğunluk farkıdır. Yoğunluk farkı ile akışkan ayrıştırılması uygulamalarına literatürde sıkça rastlanmaktadır [2][3][4]. Gerek yerçekimi kuvveti, gerekse merkezkaç kuvvetlerinin tetiklediği akışlarda, bileşen akışkanların ayrıştırılması yoğunluk farkı ile katmanlı bir hacmin elde edilmesi ve sonrasında bu katmanların mekanik olarak ayrılması prensibine dayanmaktadır [5][6].

Durgun ya da çok düşük hızlarda hareketin oluştuğu yerde yoğunluk farkı kullanılarak akışkanların ayrıştırılması anlamlı iken, akış hızının arttığı ve buna paralel türbülanslı durumlarda viskozitenin de akış davranışında etkin hale geldiği durumlarda viskozite farkından da yararlanabileceği düşünülmektedir.

Hidrolik hatlarda farklı bileşenlere sahip akışların karıştırılması için kullanılan statik mikser uygulamaları ile bileşenlerin düzgün bir şekilde karıştırılması sağlanmaktadır. Bu uygulamada herhangi bir hareketli makina parçası kullanılmadan akışın üzerindeki momentumdan faydalanılarak karıştırma işlemi sağlanır. Bu uygulamalar gerek karıştırma işleminin tamamının sağlanmasında gerekse asıl karıştırma sürecinin veriminin artırılması için kullanılabilmektedir [7][8]. Aynı fikirle çok bileşenli akışlarda bileşenlerin ayrıştırılması işlemi için statik bir ayrıştırıcı kullanılabileceği, bu ayrıştırıcının istersek tüm ayrışma işleminin tamamlanması için istersek de konvansiyonel ayrıştırıcılardan önce ayrıştırma veriminin artırılması için tercih edilebileceği düşünülmektedir.

Statik bir ayrıştırma aracının geliştirilmesi için araç üzerindeki parametrelerin ayrıştırmaya olan etkisinin araştırılması gerekmektedir. Bir akış olayının incelenmesi için literatürde en sık kullanılan uygulama sayısal model ile araştırma yapılmasıdır. Hesaplamalı akışkanlar dinamiği uygulamaları kullanılarak sayısal model üzerinde araştırmaların sağlanması tercih edilmiştir.

Bu çalışmada sabit bir hidrolik çap, çıkıntı yüksekliği, çıkıntı genişliği ve çıkıntılar arası mesafenin tercih edildiği tek bir ayrıştırma kanal geometrisinde farklı akışkan derişimlerinin ve akış hızlarının pasif ayrıştırmada etkisi incelenmiştir. Ayrıştırma etkisi kanalın geliştirilen bölgesi öncesi ve sonrasında her bir hücredeki akışkan derişimlerinin elde edilmesi ve bu derişimdeki hücre adetlerinin histogram grafiği ile eldesiyle araştırılmıştır.

2. MATEMATİK MODEL

Çalışmada akış üç boyutlu, zamana bağlı, sıkıştırılamaz ve türbülanslı olarak tanımlanmıştır. Bu şartlarda akışı modelleyen yönetici denklemler süreklilik ve momentum korunumu denklem 1 ve 2'de verilmiştir.

$$\frac{\partial U_i}{\partial x_i} = 0 \tag{1}$$

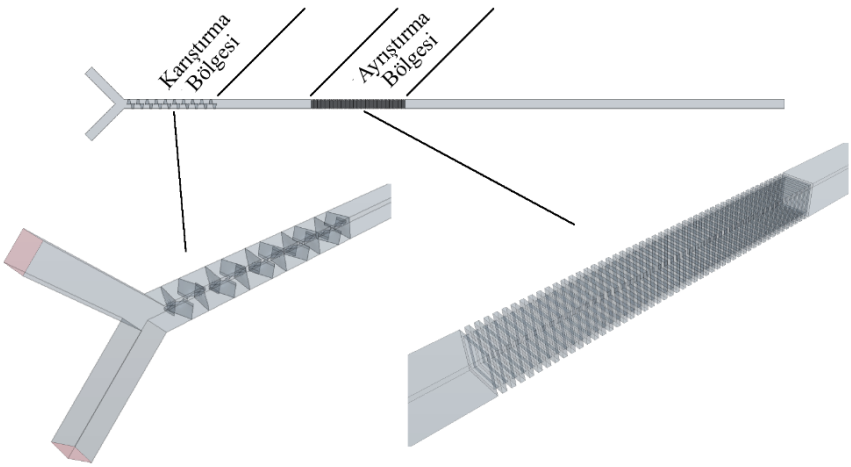
$$\rho\left(\frac{\partial U_i}{\partial t} + U_j \frac{\partial U_i}{\partial x_i}\right) = -\frac{\partial P}{\partial x_i} + \frac{\partial \tau}{\partial x_j} - \frac{\partial\left(\overline{\rho u_i' u_j'}\right)}{\partial x_j} \tag{2}$$

Akıştaki türbülansın modellenmesi için "Gerçeklenebilir k-$\boldsymbol{\varepsilon}$ türbülans modeli" tercih edilmiştir. Çok bileşenli akışı modellemek için Euler çok fazlı akış modellerinden "Volume of Fluid (VOF)" modeli kullanılmıştır. Çözümler ticari bir kod olan STAR-CCM+ paket programı ile gerçekleştirilmiştir.

3. SAYISAL MODEL

GEOMETRİ

Akış probleminin sayısal olarak modellenmesi için iki farklı akışkan sabit hidrolik çaplı bağımsız girişlerden kanal içerisinde alınması sağlanmıştır. İki akışkan Şekil 1'de ayrıntıları verilmiş olan kanal yapısı içerisinde karıştırma bölgesinde statik bir mikser yardımı ile karıştırılmıştır. Karışım akışkan ayrıştırma bölgesinden geçirilerek kanaldan çıkışı sağlanmaktadır.

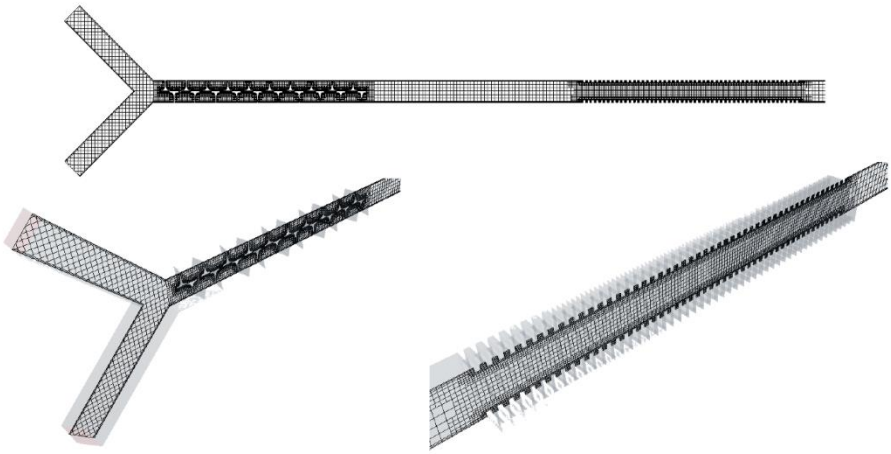


Şekil 1 Çözüm hacmi ve çalışma bölgeleri

ÇÖZÜM AĞI

Akış hacminin hesaplamalı akışkanlar dinamiği metotları ile çözülebilmesi için hexahedral çözüm elemanları ile bir çözüm ağı oluşturulmuştur. Çözüm ağı ayrıntıları Şekil 2'de gösterilmiştir.

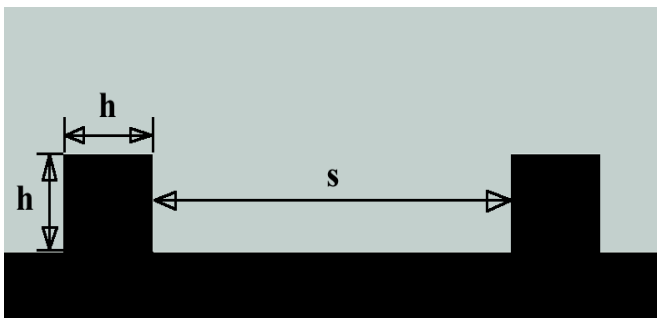
Çözüm ağının kalitesinin çözüm sonucuna etkisinin minimize edilmesi için farklı çözünürlükte çözüm ağları elde edilmiştir. Bu çözüm ağları içerisinden sonucu en az şekilde değiştirirken en az sayıda çözüm elemanı sayısına sahip olan model tercih edilmiştir. Bu şekliyle toplamda 1.8 milyon adet çözüm elemanına sahip çözüm ağı modeli tercih edilmiştir.



Şekil 2 Hesaplamalarda kullanılan çözüm ağı

SINIR ŞARTLARI

Çalışmada Şekil 3'de gösterildiği gibi çıkıntı yüksekliği ve çıkıntılar arası mesafeler sabit olarak kabul edilmiştir.



Şekil 3 Ayrıştırma bölgesi çıkıntı geometrik boyutları

Hidrolik çap (Dh) 50 mm, çıkıntı yüksekliği ile çıkıntı genişliği (h) ve çıkıntılar arası mesafe (s) 5 mm olarak alınmıştır. Çözüm hacminin giriş yüzeyleri hız girişi, çıkış yüzeyi basınç çıkışı

sınır şartları ile belirlenmiştir. Diğer tüm yüzeyler kaymama şartını sağlayan duvar sınır şartı olarak kullanılmıştır. Çalışmada tek bir geometride farklı hacimsel derişimler ve farklı akış Reynolds sayıları analiz edilmiştir. Özellikle akışın iki farklı akışkandan oluşması ile ortak bir yoğunluk ve ortak bir viskozite tayini ile Reynolds sayısının hesaplanması gerekmiştir.

$$\mathrm{Re} = \frac{\rho_{mix} V_{mix} Dh}{\mu_{mix}} \tag{3}$$

$$\rho_{mix} = (\rho_1 \times VF) + (\rho_2 \times (1 - VF))$$
$$\mu_{mix} = (\mu_1 \times VF) + (\mu_2 \times (1 - VF)) \tag{4}$$

Denklem 3 ‘de karışımın Reynolds sayısının hesaplanması, denklem 4’de karışımın yoğunluk ve viskozitesinin hesabı belirtilmiştir.

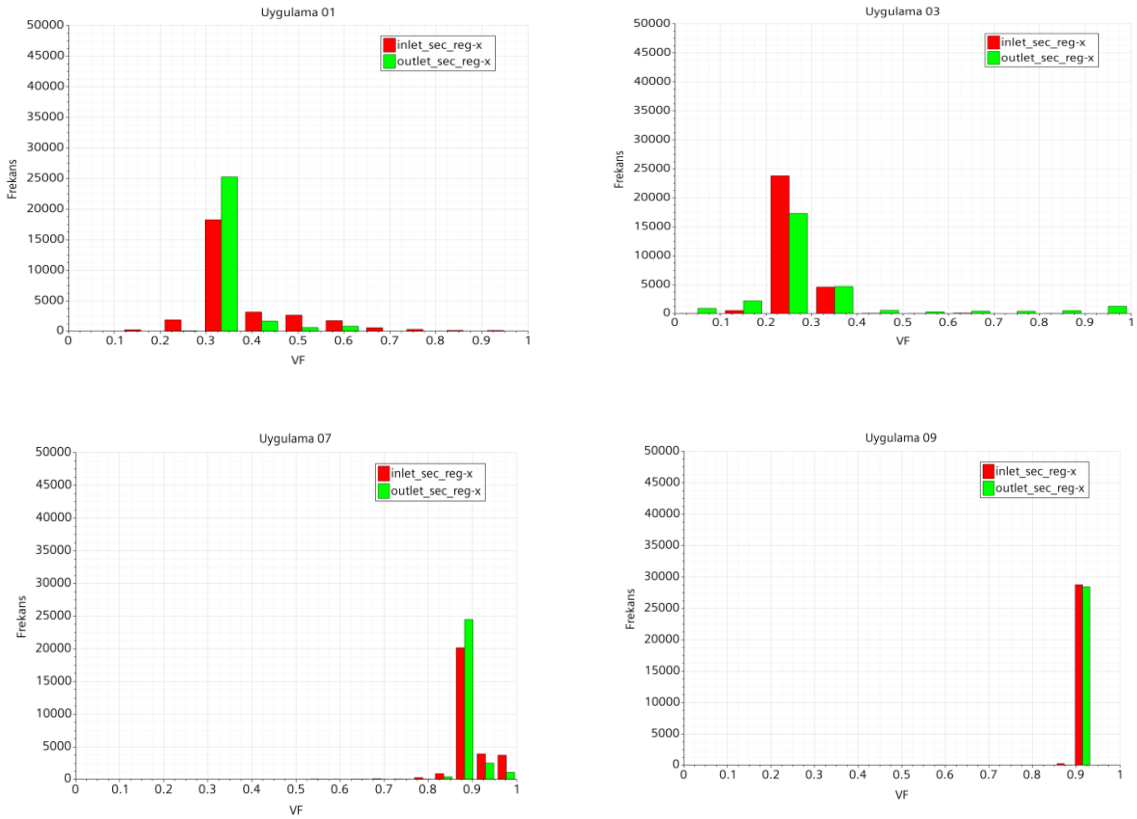
Çalışmada analizleri gerçekleştirilen uygulamaların hacimsel derişim ve Reynolds sayıları Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1 Çalışmada analizi yapılan uygulamalar

	Hacimsel Derişim (VF)	Reynolds Sayısı
Uygulama 01	0.3	1250
Uygulama 02	0.3	2500
Uygulama 03	0.3	5000
Uygulama 04	0.6	1250
Uygulama 05	0.6	2500
Uygulama 06	0.6	5000
Uygulama 07	0.9	1250
Uygulama 08	0.9	2500
Uygulama 09	0.9	5000

SONUÇLAR ve DEĞERLENDİRME

Çalışmada kanalın ayrıştırma bölgesi öncesi ve sonrasında eşit boyutlarda küp şeklinde seçilen hacim bölgelerindeki hücrelerin her birinin hacimsel derişim değerleri incelenmiştir. Aynı hacimsel derişim değeri gösteren hücrelerin sayıları kayıt altına alınmış ve Şekil 4’de gösterilen histogram grafikleri ile görsellenmiştir.



Şekil 4 Uygulama 01, 03, 07 ve 09 için giriş ve çıkış inceleme hacimlerindeki eş hacimsel derişim hücre sayılarının histogram grafikleri

Uygulama 01 yapılan analizler içerisindeki en düşük hacimsel derişim ve en düşük Reynolds sayısına sahip olan uygulamadır. Uygulama 03 ise en düşük hacimsel fraksiyonda en yüksek Reynolds sayısına sahip uygulamadır. Bu iki uygulama sonuçları incelendiğinde Reynolds sayısının artışının pasif ayrıştırmaya olumlu katkı sağlayan bir faktör olduğu görülmüştür. Uygulama 07 en yüksek hacimsel derişim ve en düşük Reynolds sayısına sahip, Uygulama 09 ise en yüksek hacimsel derişim ve en yüksek Reynolds sayısına sahip uygulamalardır. Tüm uygulamalar incelendiğinde ise hacimsel derişimin artışının pasif ayrıştırma için olumsuz katkı sağladığı anlaşılmıştır.

Sonuç olarak pasif ayrıştırma için kullanılması hedeflenen statik seperatörün düşük hacimsel derişimlerde mümkün olabileceği, yüksek derişimlerde ise pasif ayrıştırma için uygun görülmediği anlaşılmıştır. Ayrıca pasif bir ayrıştırma da akış hızlarının mümkün olduğunca yüksek olması ve akışın türbülanslı olarak tutulmasının fayda sağlayacağı görülmüştür. İleri çalışmalarda farklı kanal kesitleri ve ayrıştırma yüzey özelliklerinin araştırılmasının önemli olduğu söylenmektedir.

KAYNAKÇA

J. Hu, W. Wu, M. Wu, and S. Yuan, "Numerical investigation of the air-oil two-phase flow inside an oil-jet lubricated ball bearing," *Int. J. Heat Mass Transf.*, vol. 68, pp. 85–93, 2014, doi: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2013.09.013.

Y. Han *et al.*, "A review of the recent advances in design of corrugated plate packs applied for oil–water separation," *J. Ind. Eng. Chem.*, vol. 53, no. 66, pp. 37–50, 2017, doi: 10.1016/j.jiec.2017.04.029.

M. Abdulkadir and V. Hernandez-Perez, "The effect of mixture velocity and droplet diameter on oil-water separator using computational fluid dynamics (CFD)," *World Acad. Sci. Eng. Technol.*, vol. 61, pp. 35–43, 2010.

L. M. Oshinowo and R. D. Vilagines, "Modeling of oil–water separation efficiency in three-phase separators: Effect of emulsion rheology and droplet size distribution," *Chem. Eng. Res. Des.*, vol. 159, pp. 278–290, 2020, doi: 10.1016/j.cherd.2020.02.022.

T. Sunder Raj, D. P. Chakrabarti, and G. Das, "Liquid-liquid stratified flow through horizontal conduits," *Chem. Eng. Technol.*, vol. 28, no. 8, pp. 899–907, 2005, doi: 10.1002/ceat.200500067.

A. H. Barral and P. Angeli, "Interfacial characteristics of stratified liquid-liquid flows using a conductance probe," *Exp. Fluids*, vol. 54, no. 10, 2013, doi: 10.1007/s00348-013-1604-5.

A. Bertsch, S. Heimgartner, P. Cousseau, and P. Renaud, "Static micromixers based on large-scale industrial mixer geometry," *Lab Chip*, vol. 1, no. 1, pp. 56–60, 2001, doi: 10.1039/b103848f.

D. M. Hobbs and F. J. Muzzio, "The Kenics static mixer: A three-dimensional chaotic flow," *Chem. Eng. J.*, vol. 67, no. 3, pp. 153–166, 1997, doi: 10.1016/S1385-8947(97)00013-2.

IS THE DEBATE ON ORGANIC VS. MINERAL FERTILIZATION MEANINGFUL?

Korkmaz BELLİTÜRK *(Orcid ID: 0000-0003-4944-3497)
Department of Soil Science and Plant Nutrition, Faculty of Agriculture, Tekirdag Namık Kemal University, Tekirdag, Türkiye.
E-mail: kbelliturk@nku.edu.tr

Ahmet ÇELİK (Orcid ID: 0000-0001-8958-4978)
Department of Soil Science and Plant Nutrition, Faculty of Agriculture, Adıyaman University, Adıyaman, Türkiye.
E-mail: ahmetcelik@adiyaman.edu.tr

ABSTRACT
Plants require soil conditions that favor growth and a wide range of nutrients. Neither mineral nor organic inputs alone can provide both of these. For these reasons' science must support Integrated Logical Fertilization Program-ILFP (based on soil analysis and containing organic fertilizers) which makes the most efficient use of both agro-inputs. Using organic fertilizers, organo-mineral and mineral fertilizers together generate synergies: the application of mineral inputs fosters plant production and thus generates more soil organic matters and biomass, promote soil microorganisms. On the other hand, organic fertilizers can improve the use efficiency of such mineral inputs. In other words, the use of organic fertilizers improves the soil, in addition, it increases the degree of benefit of mineral fertilizers for plants. While organic fertilizers such as compost and vermicompost can be produced in large factories, they are important agricultural inputs that can be produced by farmers as well. In particular, plant and animal wastes are materials that farmers do not want many times and see as garbage. It is not difficult to convert these materials into useful organic fertilizers. For this purpose, if the farmers receive little education support, their work will be easier and agricultural wastes will be transformed into useful organic fertilizers from garbage. The contribution of this situation to the economy, its beneficial effects on the environment and other benefits to agricultural production do not end with counting. Without improving crop productivity through the appropriate use of mineral inputs, it will be hard for farmers to produce the organic resources needed to support soil health and optimize crop productivity.

Keywords: Organic fertilizers, mineral fertilizers, soil, vermicompost, crop.