

EUROASIA JOURNAL

of MATHEMATICS, ENGINEERING, NATURAL & MEDICAL SCIENCES

ISSN 2667-6702

**YEAR
2019**

**VOLUME
7**



**Editor
DR. ALMAZ AHMETOV**

**Publisher
IEDSR**

ISSUED IN DECEMBER 2019

JOURNAL ID

THE NAME OF JOURNAL	: EUROASIA JOURNAL of MATHEMATICS, ENGINEERING, NATURAL & Medical SCIENCES
FOUNDED IN	: 2014
ISSN	: 2667-6702
ISSUED IN	: DECEMBER 15, 2019
PUBLISHER OF JOURNAL	: IEDSR ASSOCIATION
EDITOR	: DR. ALMAZ AHMETOV
DIRECTOR OF JOURNAL	: IEDSR ASSOCIATION

SCIENTIFIC COMMITTEE

DR. JEAN-Philippe PRAENE	UNIVERSITÉ DE LA RÉUNION
DR. ARTUR ABRAGIN	BAUMAN MOSCOW STATE TECHNICAL UNIVERSITY
DR. JAYANTHINY MAHINTHAN	EASTERN UNIVERSITY
DR. GULBAKHAR TAVALDIEVA	TASHKENT CHEMICAL-TECHNOLOGICAL INSTITUTE
DR. ZAMIRQUL KAZAKBAEVA	MANAS UNIVERSITY
DR. ESBOLOT KULSABIRULY	EURASIAN NATIONAL UNIVERSITY
DR. IRFAN AKHTAR	PAKISTAN INSTITUTE OF ENGINEERING & APPLIED SCIENCES

CONTENTS

Abidin SAHINOGLU & Mehmet AKKAS & Mehmet Ali DONERTAS
INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF THE CUTTING PARAMETERS AND
COOLANT ON THE SURFACE ROUGHNESS VALUE IN THE MACHINING OF
AISI 4340 WITH CBN TOOLS
Pages 1-8

Nilgün ONURSAL & Ali Rıza KUL & Ömer YAVUZ
Pb(II) İYONLARININ AKTİVE EDİLMİŞ KARIŞIK TİPTEKİ KİL İLE SUDAN
UZAKLAŞTIRILMASI, İZOTERM, KİNETİK VE TERMODİNAMİK
PARAMETRELERİN İNCELENMESİ
Pages 9-22

Mustafa DANACI & Mamadou Alimou DIALLO
A NEW HYBRID FRUIT FLY OPTIMIZATION ALGORITHM FOR SOLVING
BENCHMARK PROBLEMS
Pages 23-27

Abidin ŞAHİNOĞLU
INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF TOOL WEAR ON TEMPERATURE AND
SURFACE ROUGHNESS VALUE IN THE DIN 1.2343 MATERIAL MACHINING
Pages 28-32

Alper K. DEMİR & Sedat BİLGİLİ
PERFORMANCE EVALUATION OF RPL
OBJECTIVE FUNCTIONS WITH CoAP IN LOW POWER AND LOSSY
NETWORKS
Pages 33-39

Mustafa DANACI & Zaher AKHDIR
A NOVEL HYBRID BAT CROW SEARCH ALGORITHM FOR SOLVING
OPTIMIZATION PROBLEMS
Pages 40-45

Nilgün ONURSAL & Ali Rıza KUL & Mehmet Fırat BARAN
CU(II) İYONLARININ AKTİVE EDİLMİŞ KARIŞIK TİPTEKİ KİL İLE SUDAN
UZAKLAŞTIRILMASI, İZOTERM, KİNETİK VE TERMODİNAMİK
PARAMETRELERİN İNCELENMESİ
Pages 46-59

Mustafa DANACI & Bahadır ALIZADA

AN IMPROVEMENT OF HYBRID WHALE OPTIMIZATION ALGORITHM

Pages 60-68

Mehmet Fırat BARAN & Hilal ACAY & Cumali KESKİN & Hüsamettin AYGÜN & Ayfer YILDIRIM

ÇÖREK OTU BITKİSİ (*Nigella sativa* L.) ÖZÜTÜ KULLANILARAK TiO₂NP'lerin SENTEZİ VE ANTİMİKROBİYAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Pages 69-75

Sümeyye AKBABA & Özge Yalçın ERCOŞKUN

MERKEZ ANKARA PROJESİ VE EKOLOJİK KENTSEL TASARIM

Pages 76-94

Behiye ÇELLİK & Gülşah BENGİSU

HARRAN OVASI SULU KOŞULLARINDA İKİNCİ ÜRÜN OLARAK YETİŞTİRİLEN İKİ MISIR ÇEŞİDİNDE FARKLI AZOT DOZLARININ HASIL VE TANE VERİMİ İLE BAZI TARIMSAL KARAKTERLERE ETKİLERİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Pages 95-99

Ali Burak ASLAN & Özge Yalçın ERCOŞKUN

SÜRDÜRÜLEBİLİR YEREL GELİŞMEDE YAVAŞ ŞEHİR HAREKETİ: ANKARA – GÜDÜL ÖRNEĞİ

Pages 100-114

Yakup ALKİŞ & Mustafa OKANT

YIELD AND YIELD COMPONENTS OF SOME COMMON VETCH (*Vicia sativa* L.) VARIETIES IN ECOLOGICAL CONDITIONS OF CEYLANPINAR

Pages 115-120

Alper K. DEMİR

IMPACT OF RADIO PROPAGATION MODELS ON A CROSS-LAYER PROTOCOL TO PROVISION QoS IN WIRELESS MULTIMEDIA SENSOR NETWORKS

Pages 120-128

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF THE CUTTING PARAMETERS AND COOLANT ON THE SURFACE ROUGHNESS VALUE IN THE MACHINING OF AISI 4340 WITH CBN TOOLS

Abidin SAHINOGLU

Çankırı Karatekin University

Mehmet AKKAS

Kastamonu University

Mehmet Ali DONERTAS

Çankırı Karatekin University

ABSTRACT

With the heat treatment applied to the workpiece, the material gains are abrasion resistance, friction resistance, thermal resistance and strength. However, hardening of the material makes to machining is difficult. Advances in machine tool and CBN insert technology have facilitated the machining of hard materials. Since CBN tools also prevent the increase of temperature, the use of coolant is not required. In addition, achieving a grinding quality surface makes it possible to use hard turning as an alternative to grinding. In this experimental study, AISI 4340 material with CBN tooling experiments which were increased to 63 HRC hardness by heat treatment were applied. Cutting is done under cooling and dry cutting conditions. Machining experiments were carried out at 3 different cutting speeds and 3 different feed rate at constant depth of cut. It was observed that surface roughness value increased with increasing feed rate. It was observed that dry cutting conditions decreased the surface roughness value in a small amount.

Keywords: AISI 4340, hard turning, CBN, surface roughness

Introduction

The increase in world population and economic levels has led to the use of more machines or devices. The use of more technological devices has led to more energy consumption. Processing of raw materials and production of these devices causes energy consumption. Not only the production phase, but much of the energy consumption occurs in the use of the devices. Therefore, the efficiency of machines and devices should be high and should be produced with minimum energy. In the efficiency of machines and devices, the surface quality of the machine parts is of great importance. At the same time, reducing machine weights reduces friction. Reducing the weight of the machine makes it both more efficient and lower raw material consumption. For all these reasons, the machinability of AISI 4340 material was investigated by a lot of researcher [1-4]. The material has been given high strength by heat treatment. It is aimed to make the machine part work efficiently by the attention to the good surface quality. The processing time is kept short in order to minimize costs. Cutting parameters have been examined to minimize energy consumption.

Energy consumption is one of the main factors in the manufacturing industry[5-8]. Because a significant part of the energy consumption belongs to the manufacturing industry. So the solution of many problems in energy consumption belongs to the manufacturing industry. The type of energy used in the manufacturing industry is electrical energy. Most of the electrical energy is obtained from fossil fuels (coal, oil and natural gas). As a result of combustion of fossil fuels, the emitted gases accumulate in the atmosphere. These gases accumulate in the atmosphere, creating a greenhouse gas effect. It causes the rays coming from the sun to cling and increase the temperature on our planet. This increase in temperature causes the glaciers to melt and increase the water level. In addition, an increase in temperature causes an increase in evaporation. Clouds formed by increasing evaporation cause heavy rainfall or hail. Causes of torrential rains, floods and disasters. Causes loss of life and property. It causes damage to agricultural land and decreases grain products. It also causes damage to fruits and vegetables. These conditions cause an adequate nutrition problem. Therefore, health problems due to malnutrition are likely to occur.

Energy efficiency can be achieved with higher quality products. It is very important for the quality of the products that the surface roughness value is low [9-11]. Because the lower roughness value results in lower friction force. Lower friction forces less heat generation and less energy consumption. Transportation, textile, food, mold, medicine, furniture, construction, agriculture, such as the use of all areas of life in the manufacture of machines that will provide a good surface quality energy saving is at a very high level.

Another concept that is as important as the surface quality of materials; high abrasion and friction resistance. It is possible to obtain these properties by heat treatment with very low cost. It is also possible to increase the strength of the material up to 3 times. Therefore, the material used is reduced by 3 times. Lower material weight also results in lower frictional forces. It is of great importance to examine the workability conditions of these materials, which have been widely used with the developing technology in recent years.

In this study; In order to produce high quality products in a short time with minimum energy consumption, a detailed examination is provided in this study. The effects of the parameters were analyzed by statistical methods. Mathematical models have been extracted.

Materials and Methods

The use of AISI 4340 materials is increasing day by day. Because high strength, heat treatment suitability, abrasion and friction resistance meet many expectations in the industry. In addition, the high surface quality achieved in hard turning of the material is also of great importance. Therefore, AISI 4340 material of 50 mm diameter and 250 mm length was selected. The center was drilled before the material was hardened. The workpiece material was allowed to stand at 950 C for 2 hours, then was suddenly cooled in oil. Tempering at 350 C was done to get the tension of the material. It was tested whether the desired properties were acquired or not. Hardness value of 50 HRC was reached. The material is connected between tailstock and mirror. Some material was removed from the surface and prepared for processing experiments.

These materials need to be processed on high-rigidity machines. Therefore, TTC 630 model CNC lathe of TAKSAN company was used in this experimental study. This machine has 20 KW power. The machine tool does not lose its precision at high cutting speeds.

Inserts with Sandvik Coromant DCGW11T304 geometry are used for the turning of hard materials. Coolant was used in the cutting process. The tool holder DDJNR 2525K was used. The tool holder is connected at a distance of 10 mm to reduce vibration. In determining the cutting parameters, data in the literature and tool catalog values were taken into consideration.

At the time of Machining, UNI-T UT 201 clamp multimeter was used to measure the current value. A phase value was measured. The voltage values are taken from the regulator. Total power consumption is calculated by multiplying the total time.

Immediately after the machining test, the surface roughness value was measured with the Mitutoyo SJ 201 roughness tester. Measurements were taken at 3 different points and the arithmetic mean was calculated. The sampling range was selected as 0.8.

Experiment results

Experimental results and predictive values obtained at 2 different cutting conditions such as dry cutting conditions (1) and the use of coolant at a constant depth of chip depth of 0.1 mm, 3 different cutting speeds, 3 different feed rate, are given in Figure 1.

Deney No	C.C.	V (m/min)	F (mm/rev)	Ra(μ m) (Exp.)	Ra(μ m) (Esti.)	Current(A) (Exp.)	Current(A) (Esti.)
1	1	140	0,04	0,28	0,290	2,46	2,453
2	1	140	0,06	0,59	0,607	2,51	2,528
3	1	140	0,08	1,91	1,923	2,6	2,603
4	1	160	0,04	0,32	0,283	2,54	2,549
5	1	160	0,06	0,55	0,618	2,65	2,624
6	1	160	0,08	2,01	1,953	2,71	2,699
7	1	180	0,04	0,4	0,281	2,65	2,646
8	1	180	0,06	0,59	0,635	2,71	2,721
9	1	180	0,08	1,99	1,989	2,79	2,796
10	2	140	0,04	0,31	0,290	2,44	2,422
11	2	140	0,06	0,69	0,607	2,48	2,495
12	2	140	0,08	1,9	1,923	2,55	2,568
13	2	160	0,04	0,24	0,283	2,47	2,470
14	2	160	0,06	0,65	0,618	2,58	2,543
15	2	160	0,08	1,98	1,953	2,61	2,617
16	2	180	0,04	0,2	0,281	2,49	2,518
17	2	180	0,06	0,69	0,635	2,59	2,592
18	2	180	0,08	1,98	1,989	2,68	2,665

Figure 1. Estimated results in experimental studies and mathematical models obtained

Surface roughness

As shown in Figure 1, the surface roughness value increases with increasing feed rate. The depth of the helical channels on the surface increases due to the increase in the feed rate. At lower feed rates, the difference between the high and low zones decreases. Therefore, the surface roughness value decreases.

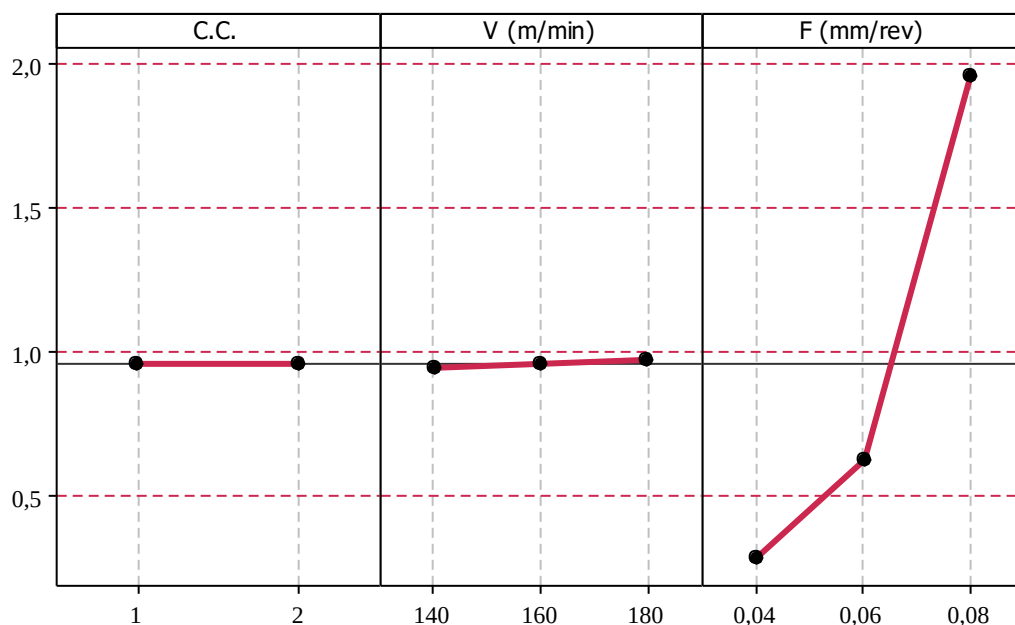


Figure 2. Effects of cooling method, cutting speed and feed rate on surface roughness value

As shown in Figure 2, the effect of the cutting parameter on the surface roughness value when remove material with CBN tools. Because of the manufacturing technology of CBN tools, high hardness materials (55-65 HRC) are processed without the use of coolant. The feed rate appears to have a significant impact. The increase in the feed rate causes deterioration of surface quality.

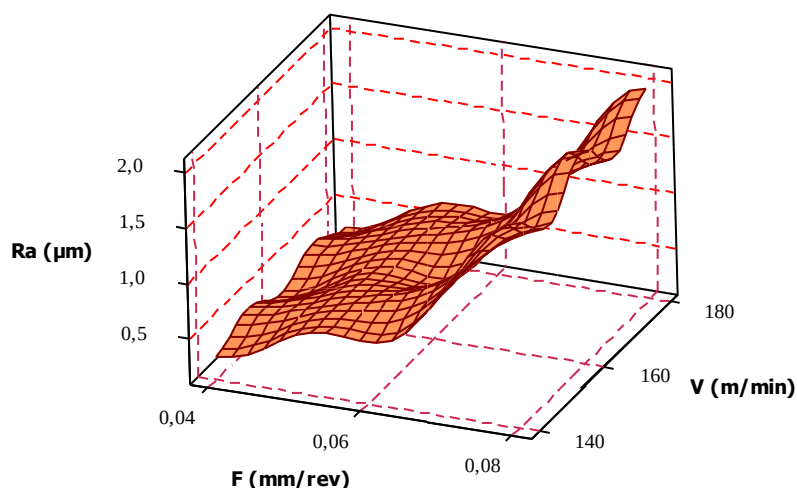


Figure 3. Relationship between surface roughness and cutting parameters

The ANOVA results of the surface roughness values are given in Figure 4.

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P	Cont.
Regression	5	9,37195	9,37195	1,87439	486,28	0,000	99,5
Linear	2	8,36911	8,36911	4,18455	1085,62	0,000	88,9
V (m/min)	1	0,00241	0,00241	0,00241	0,62	0,445	0,0
F (mm/rev)	1	8,36670	8,36670	8,36670	2170,62	0,000	88,8
Square	2	1,00003	1,00003	0,50001	129,72	0,000	10,6
V (m/min)*V (m/min)	1	0,00003	0,00003	0,00003	0,01	0,937	0,0
F (mm/rev)*F (mm/rev)	1	1,00000	1,00000	1,00000	259,44	0,000	10,6
Interaction	1	0,00281	0,00281	0,00281	0,73	0,410	0,0
V (m/min)*F (mm/rev)	1	0,00281	0,00281	0,00281	0,73	0,410	0,0
Residual Error	12	0,04625	0,04625	0,00385			0,5
Lack-of-Fit	3	0,00705	0,00705	0,00235	0,54	0,667	0,1
Pure Error	9	0,03920	0,03920	0,00436			0,4
Total	17	9,41820					100,0

Figure 4. ANOVA for surface roughness

According to the variance analysis, the parameter which has the greatest effect on the surface roughness value is the feed rate. It has an effect of 99.5%. This effect is so high that the number of parameters is limited. If one of the input parameters is tool radius, this effect rate may be slightly reduced.

$$Ra = 3,11 - 0,00410417 * V - 115,750 * f + 0,00000625 * V^2 + 1250 * f^2 + 0,0468750 * V * f$$

$$R^2 = 99,51\% \quad R^2(\text{pred}) = 98,85\%$$

With the regression formula obtained at 95% confidence interval, highly accurate experimental results can be predicted.

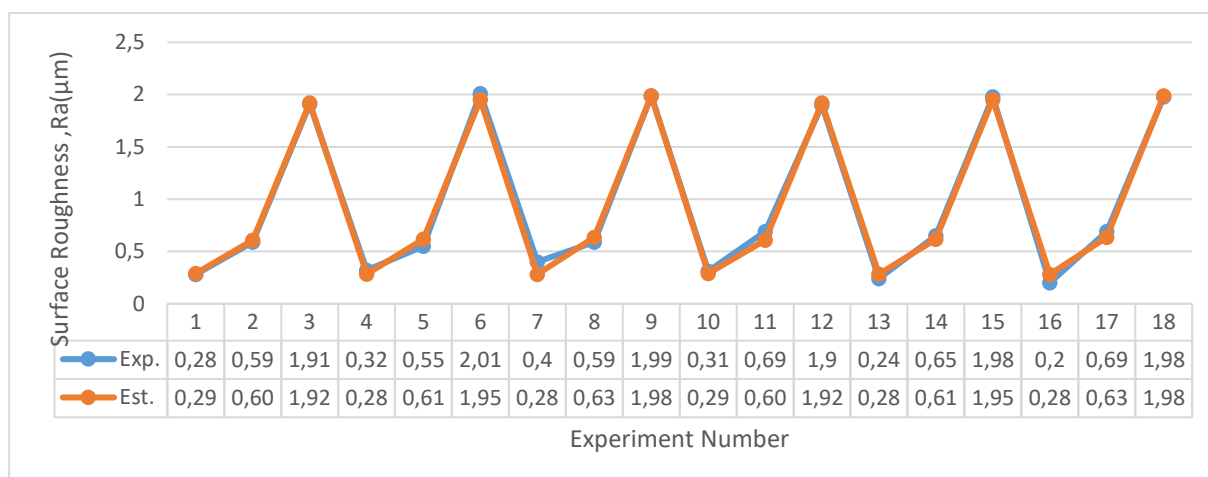


Figure 5. Comparison of experimental results and predictive results for surface roughness value.

Mathematical model was obtained depending on cutting speed and feed rate. A simple mathematical model and experimental results are very similar. Therefore, it is possible to predict the surface roughness value at the desired cutting speed and feed rate.

Current Current Rating

The ANOVA results of the instantaneous current values are given in Figure 6.

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Regression	5	0,165706	0,165706	0,033141	84,22	0,000
Linear	3	0,158689	0,158689	0,052896	134,42	0,000
C.C.	1	0,029606	0,029606	0,029606	75,23	0,000
V (m/min)	1	0,063075	0,063075	0,063075	160,28	0,000
F (mm/rev)	1	0,066008	0,066008	0,066008	167,74	0,000
Interaction	2	0,007017	0,007017	0,003508	8,92	0,004
C.C.*V (m/min)	1	0,007008	0,007008	0,007008	17,81	0,001
C.C.*F (mm/rev)	1	0,000008	0,000008	0,000008	0,02	0,887
Residual Error	12	0,004722	0,004722	0,000394		
Total	17	0,170428				

Figure 6. Analysis of Variance for Current (A)

The most effective parameter on the current value is the feed rate. This is followed by cutting speed and cooling method. All three parameters have a certain effect on the current value.

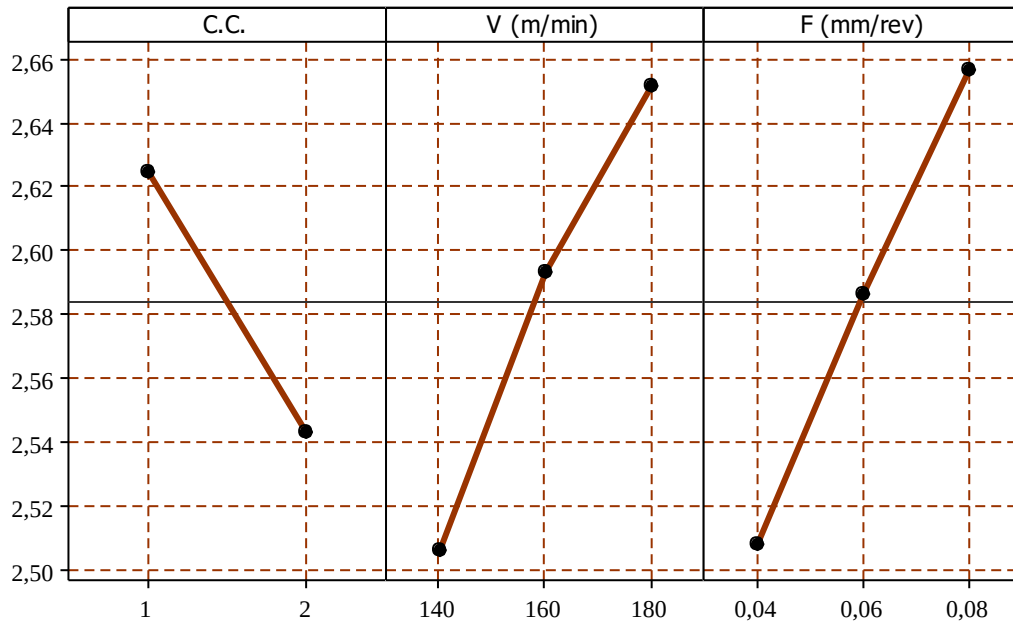


Figure 7. The effect of cutting conditions on the instantaneous current value

As shown in Figures 6 and 7, the instantaneous current value increases with increasing feed rate and cutting speed. Has a significant impact on the current value.

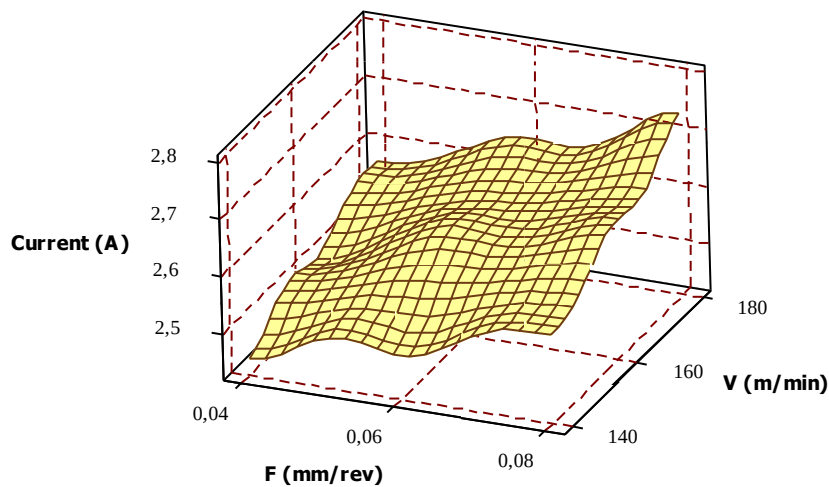


Figure 8. The relationship between current value and cutting parameters

The increase in feed rate reduces the machining time. One increases the amount of material removed in time. Therefore, the load amount per unit time increases and the instantaneous current value increases. However, as the machining time is shortened, the total power consumption or energy consumption is reduced.

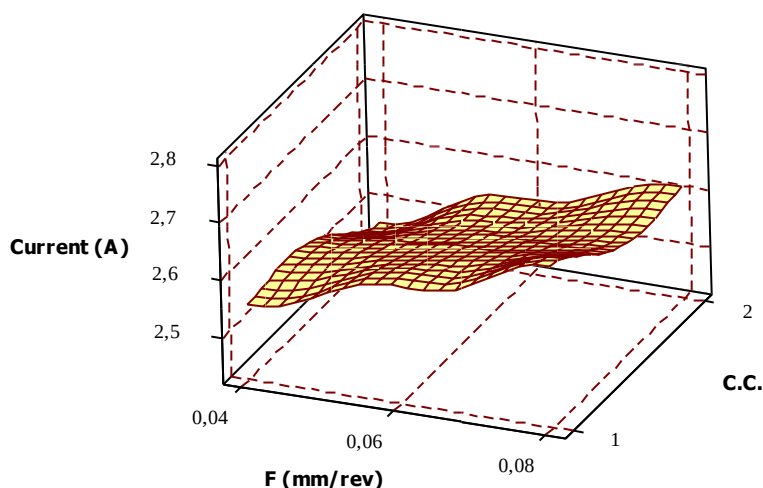


Figure 9. Effects of progress and cooling on current value

The feed rate, the change in current value at dry or coolant cut is shown in figure 8. The cooling condition No. 1 is dry cutting. The cutting condition 2 is the cutting condition with coolant. The coolant did cause some current to decrease. The basilica factor is the lubricant effect of the coolant. This facilitates chip flow. Chip flow is easier to reduce the amount of load on the machine and the instantaneous current value decreases.

$$\text{Current(A)} = 1,31556 + 0,310556 * \text{C.C.} + 0,00725000 * V + 3,83333 * f - 0,00241667 * \text{C.C} * v - 0,0833333 * \text{C.C.} * f$$

$$R^2 = 97,23\% \quad R^2(\text{pred}) = 94,04\% \quad R^2(\text{adj}) = 96,07\%$$

A mathematical model of the current value based on cooling conditions, feed rate and cutting speed was established. Estimated results are obtained with a high value of 97.23% in the 95% confidence interval.

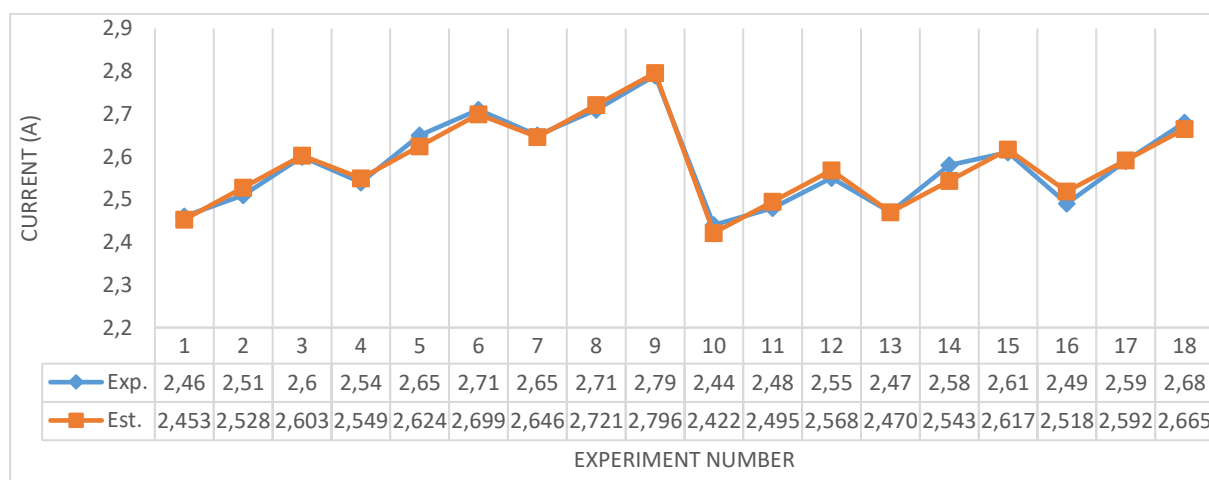


Figure 10. Comparison of experimental results and estimated values for current value

According to the obtained mathematical model, the estimated values and experimental results are very close to each other. A successful regression formula was obtained.

Results

According to the experimental results;

The most effective parameter on the surface roughness value is the feed rate. The increase in the feed rate caused the surface roughness value to increase. While the cutting speed had little effect on the surface roughness value, the cooling system was found to be ineffective.

Mathematical model of surface roughness value is obtained. It was seen that the experiments and estimated result values were very close to each other for surface roughness.

It was found that cooling, feed rate and cutting speed were effective on the instantaneous current value. With the increase in feed rate and cutting speed, instantaneous current value increases. Instantaneous current value decreases in cut using coolant.

Mathematical model of instantaneous current value is obtained. The results of the experiments showed that the estimated current values were very close to each other.

References

1. Ginting, A. *et al.* The characteristics of CVD- and PVD-coated carbide tools in hard turning of AISI 4340. *Meas. J. Int. Meas. Confed.* (2018). doi:10.1016/j.measurement.2018.07.072
2. More, A. S., Jiang, W., Brown, W. D. & Malshe, A. P. Tool wear and machining performance of cBN-TiN coated carbide inserts and PCBN compact inserts in turning AISI 4340 hardened steel. *J. Mater. Process. Technol.* (2006). doi:10.1016/j.jmatprotec.2006.06.013
3. Chinchani, S. & Choudhury, S. K. Effect of work material hardness and cutting parameters on performance of coated carbide tool when turning hardened steel: An optimization approach. *Meas. J. Int. Meas. Confed.* (2013). doi:10.1016/j.measurement.2012.11.032
4. Boing, D., de Oliveira, A. J. & Schroeter, R. B. Limiting conditions for application of PVD (TiAlN) and CVD (TiCN/Al₂O₃/TiN) coated cemented carbide grades in the turning of hardened steels. *Wear* (2018). doi:10.1016/j.wear.2018.10.007
5. Karabulut, Ş. & Şahinoğlu, A. R260 Çeliklerinin İşlenmesinde Kesme Parametrelerinin Yüzey Pürüzlülüğü, Güç Tüketimi ve Makine Gürültüsü Üzerine Etkileri. *J. Polytech.* **0900**, 237–244 (2017).
6. Liu, N., Zhang, Y. F. & Lu, W. F. Improving Energy Efficiency in Discrete Parts Manufacturing System using an Ultra-Flexible Job Shop Scheduling Algorithm. *Int. J. Precis. Eng. Manuf. - Green Technol.* (2019). doi:10.1007/s40684-019-00055-y
7. Guo, Y., Loenders, J., Duflou, J. & Lauwers, B. Optimization of energy consumption and surface quality in finish turning. in *Procedia CIRP* (2012). doi:10.1016/j.procir.2012.04.091
8. Shrouf, F., Ordieres-Meré, J., García-Sánchez, A. & Ortega-Mier, M. Optimizing the production scheduling of a single machine to minimize total energy consumption costs. *J. Clean. Prod.* (2014). doi:10.1016/j.jclepro.2013.12.024
9. Özel, T. & Karpur, Y. Predictive modeling of surface roughness and tool wear in hard turning using regression and neural networks. *Int. J. Mach. Tools Manuf.* (2005). doi:10.1016/j.ijmachtools.2004.09.007
10. Singh, D. & Rao, P. V. A surface roughness prediction model for hard turning process. *Int. J. Adv. Manuf. Technol.* (2007). doi:10.1007/s00170-006-0429-2
11. Hessainia, Z., Belbah, A., Yallese, M. A., Mabrouki, T. & Rigal, J. F. On the prediction of surface roughness in the hard turning based on cutting parameters and tool vibrations. *Meas. J. Int. Meas. Confed.* (2013). doi:10.1016/j.measurement.2012.12.016

Pb(II) İYONLARININ AKTİVE EDİLMİŞ KARIŞIK TİPTEKİ KİL İLE SUDAN UZAKLAŞTIRILMASI, İZOTERM, KİNETİK VE TERMODİNAMİK PARAMETRELERİN İNCELENMESİ

ISOTHERM, KINETIC AND THERMODYNAMIC ANALYSIS OF SOME HEAVY METAL ION'S ADSORPTION ON NATURAL AND MODIFIED CLAY MINERALS (SIIRT/KURTALAN)

Nilgün ONURSAL

Siirt Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Siirt

Ali Rıza KUL

Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Van

Ömer YAVUZ

Dicle Üniversitesi Fen Fakültesi

ÖZET

Bu çalışmada Pb(II) iyonlarının sulu ortamdan uzaklaştırılması için asit ile modifiye edilen kil kullanılmıştır. Sıcaklık, konsantrasyon, pH, temas süresi gibi adsorpsiyona etki eden parametreler incelenmiştir. Elde edilen veriler Freundlich, Langmuir, Temkin ve Dubinin-Radushkevich adsorpsiyon izotermine uygulanmış, verilerin en çok Langmuir adsorpsiyon izoterm modeline uyduğu değerlendirilmiştir. Adsorpsiyon kapasitelerinin 298; 303 ve 313 K için sırasıyla 13.67, 21.28, 46.73 mg Pb/g aktive edilmiş kil olduğu bulunmuştur.

Kinetik veriler Lagergren, Ho-McKay, Weber-Morris ve Elovich modellerine uygulandığında verilerin daha çok, Ho McKay ikinci derece hız denklemine uyduğu değerlendirilmiştir.

Ayrıca serbest enerji, entalpi ve entropi gibi termodinamik veriler hesaplanmış ve Pb (II) aktif kil için $\Delta H_0=13.37$ k j/mol, $\Delta S_0=0.094$ k j/mol ve $\Delta G_{298}= - 14.64$ kJ/mol, $\Delta G_{308}= -15.58$ kJ/mol, $\Delta G_{318}= - 16.52$ kJ/mol olduğu bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Bakır, Kurşun, Adsorpsiyon, Kinetik, Termodinamik, Ham kil ve Aktive edilmiş kil.

ABSTRACT

In this study, modified mixed type clay are being used for removal of Pb(II) from aqueous solution. The parameters affecting the adsorption, such as temperature, concentration, pH, contact time were examined. The data were applied to the Freundlich, Langmuir, Temkin and Dubinin-Radushkevich adsorption isotherms and Langmuir adsorption isotherm model was evaluated as the best fit in accordance with the data. Adsorption capacities of 298, 303, 313 K were found to be 13,67,21.28 and 46.73 mg Pb/g activated clay, respectively.

When the kinetic data were applied to the Lagergren, Ho-McKay, weber- Morris and Elovich models, it was seen that the data mostly complies with the Ho-McKay pseudo second order equation.

Also, thermodynamic data such as free energy, enthalpy and entropy were calculated and as a results show that $\Delta H_0=13.37$ k j/mol, $\Delta S_0=0.094$ k j/mol ve $\Delta G_{298}= - 14.64$ kJ/mol, $\Delta G_{308}= -15.58$ kJ/mol, $\Delta G_{318}= - 16.52$ kJ/mol for adsorption of Pb(II) on activated clay.

Keywords: Adsorption, Clay, Copper, Lead, Heavy metal, Thermodynamics, Raw clay and Activated clay.

1.GİRİŞ

Ağır metallerin kullanımı oldukça eski dönemlere dayanmaktadır. Dünyada sanayileşme ile beraber metal üretimin artması, çevre sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Bu çevre sorunları arasında çok önemli yer tutan faktörlerden biri ise, ağır metallerin doğrudan doğayı kirletmesidir.

Ağır metallerin sayısı 60'dan fazla olup bunlardan bakır, kurşun, demir, kobalt, kadmiyum, krom, kalay, nikel, çinko, alüminyum, vanadyum, molibden, mangan en çok bilinenlerdir. Bu elementler doğada genel olarak kararlı bileşikleri olan sülfür, silikat, oksit ve karbonat bileşikleri halindedirler(Çay, 2014).

Doğada önemli kirletici grubunda yer alan ağır metallerin toksik ve kanserojen etkileri bilinmektedir. Ağır metallerin biyolojik süreçlere katılma durumlarına göre, yaşamsal veya yaşamsal olmayan olarak ayrılır. Bu ağır metallerin yaşamsal olarak bulunması yani biyolojik reaksiyonlara katılmaları için, organizmaların yapısında gerektiği oranda bulunmaları ya da düzenli bir şekilde besinler aracılığı ile alınmaları gerekmektedir. Ancak yaşamsal olmayan ağır metallerin eser miktardaki konsantrasyonları dahi ciddi sağlık problemleri oluşturabilmektedir. Ağır metalin yaşamsal değeri organizmadan organizmaya farklılık gösterir. Hayvanlarda iz elementi olarak bulunması gereken nikel, bitkiler için zararlı bir elementtir. (Filiz, 2007)

Bilinen en eski metallere biri olan Kurşun (Pb) periyodik tablonun 14 numaralı grubunda bulunan yumuşak, gümüşü beyaz veya grimsi bir renge sahip metaldir. Kurşun dövülebilir, biçimlendirilebilir, yoğun ve zayıf elektrik iletkenliği olan bir metaldir.. Antik Çağ'dan beri bilinmektedir ve Romalılar tarafından su taşıma borularında uzun dönem kullanılması da işaret ettiği üzere korozyona karşı dayanıklıdır. İÖ 6. ve 7. Binyıla ait dönemlerde İran, Mısır ve Mezopotamya da kurşundan yapılan çeşitli eşyalar yapılan kazı çalışmalarında bulunmuştur. Türkiye de ise İÖ 6500 yıllarına ait olduğu tespit edilen kurşundan yapılmış boncuklar Çatalhöyük'te bulunmuştur. İlk ve orta çağ da kullanılan kurşun özellikle savaş aletlerinde, süs eşyalarında, lehim ve kaplamacılıkta tercih edilmiştir. Daha sonra ise mancınklar için güller ve kurşun mermiler üretilirken, mimarlıkta da kullanıldığı ortaya çıkmıştır(Çelik, 2010).

Kurşun atom numarası 82 ve atom kütlesi ise 207,19 g/ mol dır. Kurşun doğada birçok kararlı izotopa sahiptir. Doğada bulunma oranlarına göre ²⁰⁸Pb, ²⁰⁷Pb, ²⁰⁶Pb, ve ²⁰⁴Pb yazılabilir(Güneren, 2010).

İlk kullanım yıllarında kurşun Babil'iler tarafından yazıtların kayıt altına alındığı metal levhalar olarak kullanılmıştır. Romalılar ise kurşunu tabletlerde, su borularında, madeni para yapımında ve mutfak eşyası yapımında kullanmıştır. Buna bağlı olarak nihai kullanımın neticesinde gerçekleşen kurşun zehirlenmesi Augustus Ceaser döneminde bilinmekteydi. Doğada çok miktarda bulunan elementler arasında 34.sıradadır (Eskier, 2017)

Kurşunun kullanım alanlarında tercih edilmesinin başlıca kaynağı dövülebilmesi, şekil alabilmesi, düşük erime noktasına sahip olması, yüksek yoğunluğa ve yüksek enerjili radyasyonlara karşı yüksek absorbe etme yeteneğine sahip olması gibi faktörlerdir. Eritilmiş kurşun saf gümüş ve altın için mükemmel bir solvent ve toplayıcıdır.

Kurşun batarya üretimi gibi birçok farklı alanda da kullanıma sahiptir. Mermi yapımında, taşıyıcı alaşım yapımında ve kalay bileşiminde de kullanılmaktadır. Ağır ve endüstriyel makinelerde gürültü ve titreşimi azaltmak için kurşun bileşiklerinden yapılmış levhalar kullanılabilmektedir. Kurşun, kısa dalga boyuna sahip elektromanyetik radyasyonu efektif bir şekilde emdiği için nükleer reaktörler, parçacık hızlandırıcıları, X-ray cihazları ve radyoaktif materyallerin taşınması ve depolanması için geliştirilen kapların etrafında koruyucu bir kalkan olarak kullanılır.

Kurşun ve bileşikleri toksik özellik göstermektedir ve vücut tarafından tutulur ve uzun süre biriktirilir. Bu durum kümülatif zehirlenme olarak da bilinmektedir ve ölümcül miktarlara kadar süreç devam edebilmektedir. Kurşun bileşikleri ele alındığında çözünürlük ve toksitlik seviyesi doğru orantılıdır. Çocuklarda kurşun birikimi kognitif bozukluklara yol açabilmektedir. Yetişkinlerde ise ileri seviyede böbrek hastalıklarına yol açabilmektedir. Kurşun zehirlenmesinin belirtileri arasında karın ağrısı, ishal ve onu takriben kabızlık, bulantı, kusma, baş dönmesi, baş ağrısı ve genel halsizlik yer almaktadır (Dündar ark., 2012).

Bu çalışmada adsorban olarak kil kullanılmıştır. Kil terimi kayaç anlamı taşımasının yanı sıra, toprak ve sedimenter kayaçlardaki mekaniksel olarak yapılan analiz sonuçlarına göre, tanecik boyutunu yani taneciğin iriliğini ifade eden bir kavramdır. Wentworth, 1922 yılında tanecik boyutu 4 mikrondan (1/256 mm) daha küçük olan taneciklere kil denilmesini teklif etmiştir. Uddin göre; Kil, 2µm'den (25,400 µm= 1 inç) daha küçük partikül boyutuna ve aynı kimyasal bileşim ile ortak kristal özelliğine sahip madencilik familyasının ortak ismidir. (Uddin, 2017)

Özellikle kimya ve mineroloji açısından önemli olan bu kaynağa göre çeşitli amaçlar için kullanılan bu topraklar Samian, Melian ve Kimolian olarak kategorize edilmiştir. Samian (kaolen) kili seramik yapımı işinde, Melian, ince kuvars içerdiğinden resim ve boya malzemesi olarak kullanılıyordu. Kimolian (Ca- montmorillonit) ise iki renkli olup (Beyaz ya da kırmızı) 2000 yıl süresince çamaşır yıkanması (ağartıcı olarak) işinde ve ilaç yapımında kullanılmıştır. Kil minerallerinin karmaşık ve çok çeşitli olmalarının nedeni, bünyelerinde fazla miktarda yabancı madde barındırmalarıdır. Ayrıca oluşum yerlerinin ve özelliklerinin farklı olmasından kaynaklı olarak birçok sınıflandırmaya ayrılabilirler. Bu sınıflandırmalar;

Mineral özelliklerine göre oluşan gruplar;

- Klorit
- Kaolin
- Montmorillonit (smektit)
- Mika
- İllit
- Attapulgit (Malayoğlu,1995)

Killerle ilgili yapılan araştırmalarda , killerin fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiş olup, kullanım alanlarına göre farklı özelliklere sahip olması aranır. Dört tip olarak ele alınan killerin oluşum durumları aşağıdaki gibi belirlenmiştir. Nemli ve ılıman iklime sahip alanların yüzeyinde kaolinit tipi kil bulunmaktadır. Daha derin yataklarda ise illit ve montmorillonit killeri mevcuttur. Fakat göreceli şekilde silis içermeyen laterit, boksit ve opalin ile bunlardan ayrıcalıklı olan tripolin ise tropikal iklim koşullarını sağlayan bölgelerde oluşmaktadır (Karaağaç, 1981).

Kil minerali tanımı yapılırken, killere etki eden beş faktörün bilinmesi gerekir.

- Kilin mineral bileşimi
- İhtiva ettiği organik maddeler
- Kil dışı mineral bileşimleri
- Çözülen tuzlar ile yer değiştirebilen iyonların bulunması
- Dokusu

Bir kil minerali tanımlanmadan önce bu faktörlerin bilinmesi lâzımdır. Kili meydana getiren kil minerallerinin cinsi ve bileşimi kil malzemesinin hususiyetlerine tesiri bakımından son derece önemlidir(Akıncı, 1968)

Ağır metallerin diğer bir ifadeyle toksik maddelerin ortamdaki uzaklaştırılması için birçok teknik uygulanmaktadır. Bunlardan en çok kullanılanlardan birisi de adsorpsiyondur. Adsorpsiyon basit tanımıyla, bir maddenin başka maddelerin yüzeylerine tutunması olayıdır. Yöntem olarak adsorpsiyon, ara kesit veya yüzey üzerinde maddenin derişiminin artması yani maddenin yüzeyde birikmesidir. Başka bir tanımlama da ise, adsorpsiyon, moleküllerin sahip oldukları saldırma kuvvetlerinin etkisi ile yüzeye yapışması sürecidir.

Adsorpsiyon olayı ile adsorbanın yüzeyi arasında ilişki vardır. Ayrıca adsorpsiyon olayı maddenin hacminden ziyade yüzeyinin rol oynadığı bir süreçtir. Çünkü moleküller arasındaki kuvvetlerin sınır yüzeyinde dengelenmemesinden kaynaklanır (Berkem & Baykut, 1977). Farklı fazdaki maddeler arasındaki çekim kuvvetlerinin etkisi ile gerçekleşebilen üç tür adsorpsiyon vardır. Fiziksel adsorpsiyon (Fizisorpsiyon), kimyasal adsorpsiyon (Kemosorpsiyon), iyonik adsorpsiyon' dur.

2.MATERYAL VE METOD

2.1 Materyal

Siirt İli Kurtalan ilçesi Ağaçlıpınar köyünden temin edilen orijinal kil 110 °C de 24 saat süreyle etüv de kurutulup, desikatörde soğutuldu. Daha sonra hazır hale getirilen kil öğütüldü. Numunenin eleme işlemi, kontrollü elek sarsma cihazı ile (-100+120), (-120+140), (-140+170), (-170+200) ve - 200 mesh'lik eleklerde gerçekleştirildi. Elenen kil numuneleri uygun kaplara alınıp ağzı kapalı şekilde kullanıma hazır hale getirildi. Ham kilin aktive edilmesi için 5 N H₂SO₄ kullanıldı ve karışım karıştırılarak süzüldü. Süzüntüde sülfat iyonları kalmayınca kadar saf su ile yıkandı. Sülfat iyonlarının kalıp kalmadığı BaCl₂ çözeltisi ile kontrol edildi. Elde edilen aktive edilmiş kil 110 °C de 24 saat süreyle etüv de kurutulup, desikatöre konuldu.

XRF ile yapılan kilin kimyasal analiz sonucu aşağıda tablo 1.de verilmiştir.

Tablo 1. Aktive Edilmiş Kilin Kimyasal Bileşimi

Numune Adı	Kimyasal Bileşim %										
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	MnO	TiO ₂	KK
Ham Kil	56,0	11,3	9,8	5,8	2,1	1,2	3,1	0,1	0,1	0,8	9,50
AktiveKil	51,7	14,6	3,8	8,6	6,0	3,2	0,9	0,1	0,1	0,7	10,0

KK: 1000 °C deki kütle kaybı

2.2. Metod

Adsorpsiyon deneyleri 3 grupta yapıldı. Bunlar kinetik, izoterm ve sıcaklık deneyleridir. Deneylerde ağır metal çözeltileri 25 ml alınarak, daha önceden tartımı yapılan erlenmayer de ki 0,2000'er g lık killerin üzerine bırakıldı. Isıtmalı çalkalayıcıda (Shaker) uygun zaman dilimlerinde çalkalanıp, katı ve sıvı fazlara ayrılmaları için 15'er dakika santrifüjlendi. Geriye kalan kil ve çözelti uzaklaştırılarak AAS cihazında analiz edildi. Adsorplanan miktarlar 2.1 denklemleri kullanılarak hesaplandı.

$$q_t = \frac{(C_i - C_t) \cdot V}{m} \quad q_e = \frac{(C_i - C_e) \cdot V}{m} \quad (2.1)$$

2.3 Adsorpsiyon İzotermeleri ve Denklemleri

Adsorpsiyon izotermelerinin amacı adsorpsiyon mekanizmasının matematiksel yöntemlerle ifade edilmesidir. Burada elde edilecek olan, adsorpsiyon süresince çözeltide kalan madde miktarı ile adsorbanın yüzeyinde biriken madde arasındaki dinamik dengenin olmasıdır. (Güneren, 2010)

Adsorpsiyon izotermeleri adsorpsiyon çalışmalarında en önemli etkenlerdir. Bu izotermeler şöyle sıralanabilir.

- Freundlich modeli
- Langmuir denklemi
- Temkin:
- Dubinin-Radushkevich
- *Freundlich modeline göre, bir adsorbentin yüzeyinde bulunan adsorpsiyon alanları heterojendir yani farklı türden adsorpsiyon alanlarından oluşur. Lineerize edilmiş Freundlich ifadesi denklem (2.2) de verilmiştir. (Baran ve ark. 2019)*

$$\ln q_e = \ln K_F + \frac{1}{n} \ln C_e \quad (2.2)$$

Burada; K_F adsorpsiyon kapasitesini (L/mg); n: adsorpsiyon yoğunluğunu(birimsiz) ifade eder. Langmuir'a göre, adsorbentin tek bir tabaka meydana geldiğini ve her bir adsorplayıcı noktanın bir molekül adsorpladığını kabul eder. Denge halinde maksimum adsorpsiyon kapasitesine ulaşılmış ve yüzey tek tabaka ile kaplanmış olur. Langmuir, özellikle kimyasal adsorpsiyonda ve daha bir çok

halde bir doymuşluk olduğunu ifade eder Bunu açıklamak için de adsorpsiyonun yüzeydeki dinamik denge durumunu ve tek molekül tabaka durumunu ele alarak kendi adıyla anılan teoremi oluşturarak bağıntı haline getirmiştir (Baran ve Düz 2019) (Akyıldız, 2007). Bu bağıntı 2.3 denklemi ile verilmiştir.

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{C_e}{q_{max}} + \frac{1}{b q_{max}} \quad (2.3)$$

$$q_e = \frac{(C_i - C_e) \times V}{m} \quad (2.4)$$

Burada; q_m : dengedeki g adsorplayıcı başına adsorplanan madde miktarını (mg/g) ifade eder. C_i : Başlangıç derişimi (mg/L) C_e : denge derişimi(mg/L); V: hacim (L); m: adsorplayıcının kütlesi(g); q_{max} : maksimum adsorpsiyon kapasitesi (mg/g); b: Lagmuir sabiti (L/mg) ;

Temkin: 1941 Yılında Temkin ve Pyzhev'in çalışmaları, adsorban ile adsorbat ve adsorpsiyon ısıları arasındaki etkileşimi inceleyerek yeni bir izoterm modeli geliştirmişlerdir. Bu çalışmada yüzeydeki tüm moleküllerin enerjilerinin lineer olarak azalmasının nedeni adsorbanın yüzeyinin heterojen yapıda olmasından kaynaklanmaktadır.

Bu izotermde, adsorbe edilen maddeler arasındaki etkileşimler dikkate alınmakla birlikte, çözeltide bulunan tüm moleküller için adsorpsiyon entalpisi hesabı geliştirilmiştir. Bununla ilgili bağıntı ise 2.5 te olduğu gibidir.

$$q_e = B \ln AT + B \ln C_e \quad (2.5)$$

$$B = RT/b \quad (2.6)$$

Burada; B (J/mol) cinsinden adsorpsiyon ısıları ile ilgili Temkin sabiti, A (L/g) maksimum bağlanma enerjisine karşılık gelen denge bağlanma sabiti, R (8,314 J/mol K) evrensel gaz sabiti ve T (Kelvin) mutlak çözelti sıcaklığıdır.

Dubinin-Radushkevich: Adsorpsiyon türünü belirlemek amacıyla kullanılır. Bu amaçla elde edilen bağıntı 2.7 olarak verilmiştir.

$$\ln q_e = \ln q_m - K_{D-R} \varepsilon^2 \quad (2.7)$$

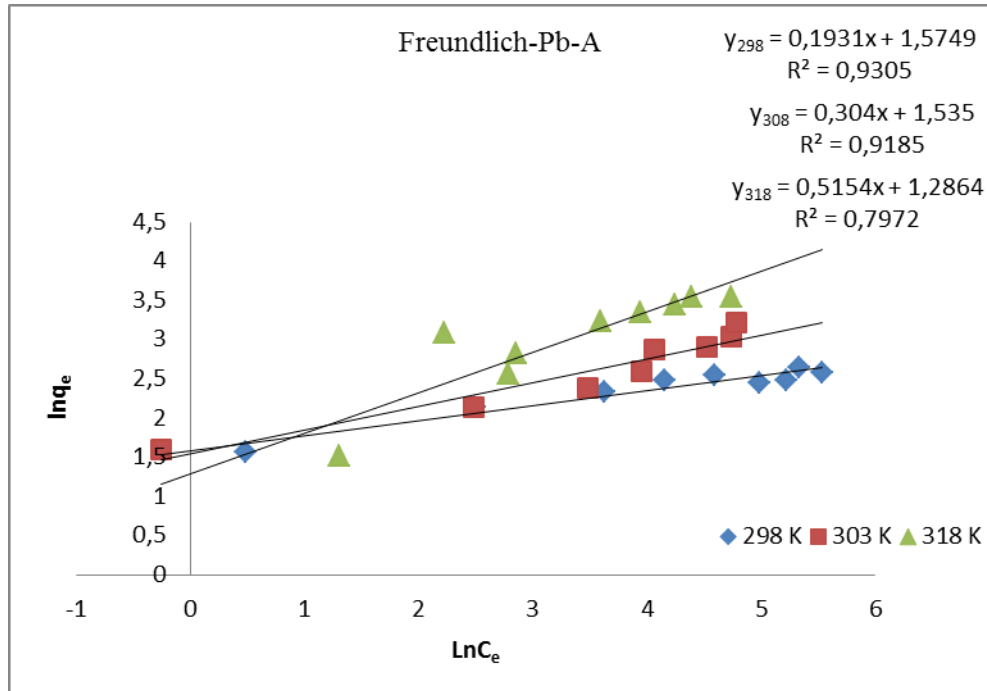
$$\varepsilon = RT \ln \left(1 + \frac{1}{C_e} \right) \quad (2.8)$$

$$E = \frac{1}{\sqrt{2K_{D-R}}} \quad (2.9)$$

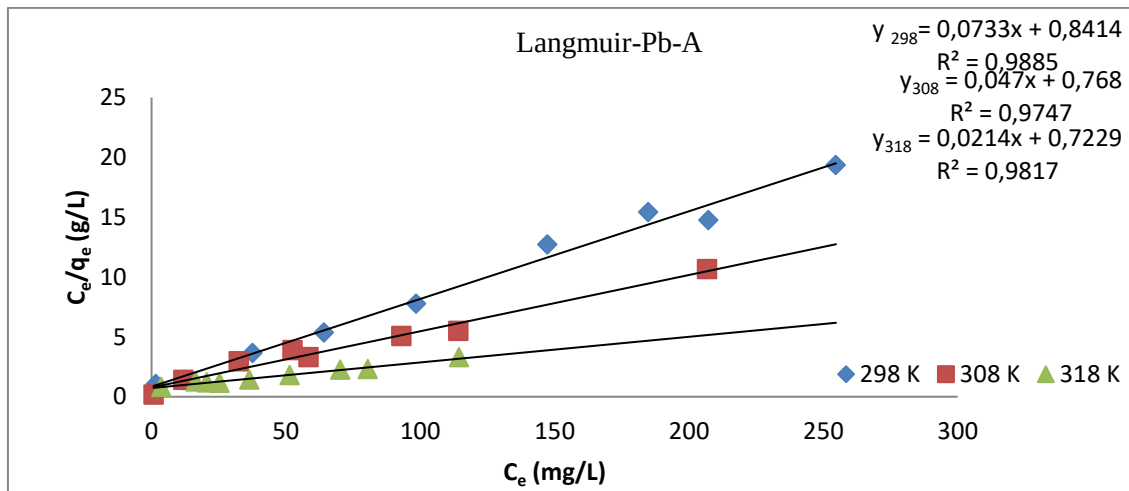
Burada q_e (mol/g) birim kütle başına adsorplanan metal miktarı, q_m (mol/g) tek tabaka kapasitesi, K_{D-R} ,ortalama sorpsiyon enerjisi ile ilgili aktiflik katsayısı ve ε , Polanyi potansiyeli, C_e (mol/L) sulu çözeltideki denge metal derişimi, E (kJ/mol) ortalama adsorpsiyon enerjisidir ve denklem 2.7 -2.9 denklemleriyle hesaplanabilir.

D-R modeli sabitleri olan q_m ve K_{D-R} $\ln q_e$ nin ε^2 ye karşı grafiğe geçirilince elde edilen doğrunun eğiminden K_{D-R} kaymasından ise $\ln q_m$ elde edilir.

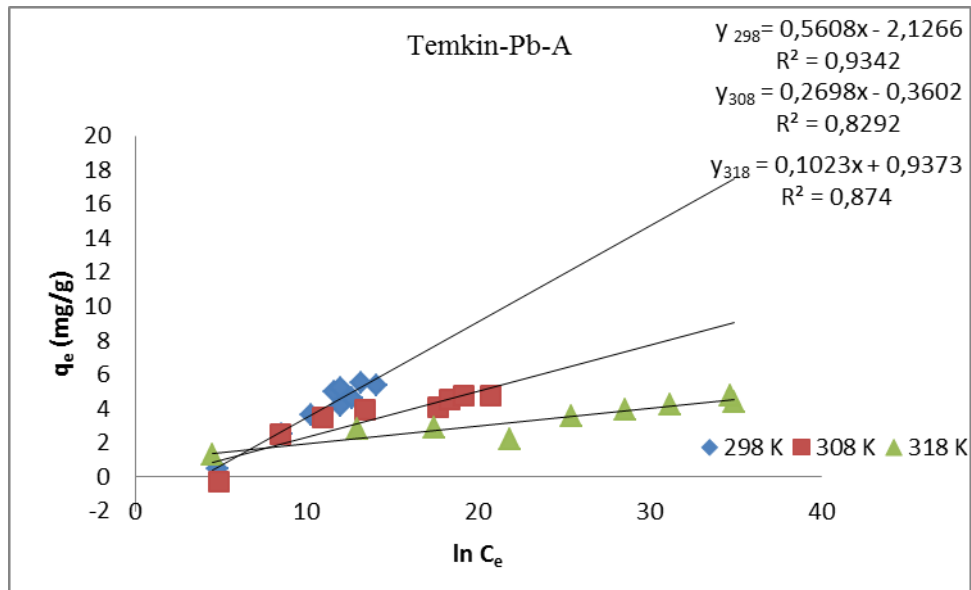
Pb(II) iyonlarının aktive edilmiş karışık tip kil üzerine adsorpsiyonundan elde edilen veriler Freundlich, Langmuir, Temkin ve Dubinin-Radushkevich izoterm modellerine uyarlanarak şekil 1,2,3,4 te verilmiştir.



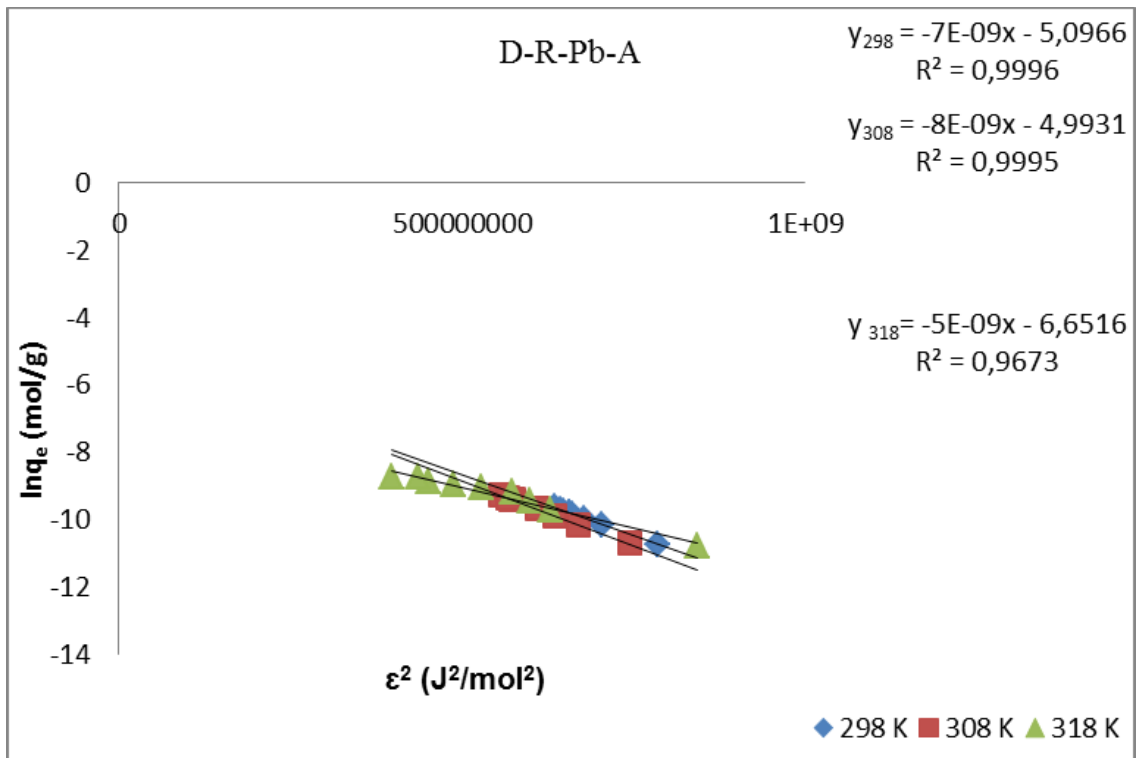
Şekil 1 . Farklı sıcaklıklardaki Pb(II) nin aktive edilmiş karışık tip kil üzerindeki Freundlich izotermi



Şekil 2. Farklı sıcaklıklardaki Pb(II) nin aktive edilmiş karışık tip kil üzerindeki Langmuir izotermi



Şekil 3. Farklı sıcaklıklardaki Pb(II) nin aktive edilmiş karışık tip kil üzerindeki Temkin izotermi



Şekil 4. Farklı sıcaklıklardaki Pb(II) nin aktive edilmiş karışık tip kil üzerinde ki D-R izotermi

Çizelge 2. Pb(II)'nin aktive edilmiş kil üzerindeki adsorpsiyonuna ait, Freundlich Langmuir, Temkin, Dubinin-Radushkevich (D-R) izoterm parametreleri

Freundlich İzoterm Modeli $\ln q_e = \ln K_F + 1/n \ln C_e$					Langmuir Adsorpsiyon İzotermi $C_e/q_e = 1/K_L q_{\max} + C_e/q_{\max}$			
T (K)	Denklem	K_F	n	R^2	Denklem	K_L (L/mg)	$q_{\max}$ (mg/g)	R^2
29	$Y=0,1931x-1,5749$	4,8	5,18	0,905	$Y=0,0733x+0,8414$	0,087	13,67	0,9885
8		3						
30	$Y=0,304x-1,535$	4,6	3,29	0,918	$Y=0,047x+0,768$	0,061	21,28	0,9747
8		4		5				
31	$Y=0,515x+2864$	3,6	1,94	0,797	$Y=0,0214x+0,7229$	0,030	46,73	0,9816
8		2		2				

Temkin İzoterm Modeli $q_e = B \ln K_T + B \ln C_e$					Dubinin Radushkevich (D-R) İzoterm Modeli $\ln q_e = \ln q_{\max} - B_{D-R} \epsilon^2 \quad \epsilon = RT \ln(1 + 1/C_e)$				
T (K)	Denklem	K_T	B	R^2	Denklem	K_{D-R}	E (Kj/mol)	$q_{\max}$ (mg/g)	R^2
29	$Y=0,5608x-21266$	0,30	1,783	0,934	$Y=-7.10^{-9}x-5,0966$	7.10^{-9}	8,5	1267,5	0,9996
8				2					
30	$Y=0,2698x-0,3602$	0,91	3,706	0,829	$Y=-8.10^{-9}x-4,9931$	8.10^{-9}	7,9	1405,8	0,9995
8				2					
31	$Y=0,1023x+0,9373$	1,10	9,775	0,874	$Y=-5.10^{-9}x-6,6516$	5.10^{-9}	10,0	280,6	0,9817
8				0					

Aktive edilen Kil üzerindeki Pb (II) İzoterm sonucu verilerine bakıldığında ise, Dubinin Radushkevich adsorpsiyon izoterm modeline uyduğu belirlenmiş olup, R^2 değerlerinin 0,99'in üzerinde olduğu bulunmuştur.

2.4. Temas Süresi ve Adsorpsiyon Kinetiği

Adsorpsiyon kinetiği, adsorplanan madde ile adsorban arasındaki temas süresini belirleyebildiği gibi, adsorpsiyonun hangi basamaklarda gerçekleştiğini de ifade etmektedir.

Kinetik modeller zamana bağlı olarak aşağıda belirtilen modellerde incelenmektedir.

1. Pseudo Birinci Derece Denklem (Lagergen Denklemi)

$$\frac{dq_t}{dt} = k_1 (q_s - q_t) \quad (1.6)$$

Burada q_e (mg/g) dengedeki birim adsorplayıcı başına adsorplanan metal iyonu miktarı, q_t , t zamandaki birim adsorplayıcı başına adsorplanan madde miktarını, k_1 , (dk)⁻¹ birinci dereceden adsorpsiyon hız sabitidir. t= 0 iken $q_t = 0$ ve t= t de $q_t = q_t$ aralığında iken 1.6 denkleminin integrali alınır;

$$\ln(q_s - q_t) = \ln q_s - k_1 t \quad (1.7)$$

denklemini elde edilir. t'ye karşı $\ln(q_s - q_t)$ nın doğrusal grafiğinin eğim ve kesim noktalarından k_1 ve q_s değerleri bulunabilir (Baran ve Düz 2019).

2. Pseudo (yalancı) İkinci Derece Denklem (Ho-Mc Kay)

$$\frac{dq_t}{dt} = k_2 (q_s - q_t)^2 \quad (1.7)$$

Burada k_2 , (g/mg*dk) ikinci dereceden hız sabiti, q_s (mg/g) maksimum adsorpsiyon kapasitesi, q_t (mg/g) t zamanındaki adsorpsiyon miktarıdır.

. $t=0$ iken $q_t = 0$ ve $t=t$ de $q_t = q_s$ aralığında iken 1.7 denkleminin integrali alınır;

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{k_2 q_s} + \frac{t}{q_s} \quad (1.8)$$

Denklemini oluştur. Yalancı ikinci derece kinetik model sabitleri olan k_2 ve q_s , t 'ye karşı t/q_t grafiğe geçirildiğinde elde edilen doğru denkleminin eğim ve kaymasından elde edilir.

3. Elovich Eşitliği

$$q_t = \frac{1}{\beta} (\ln \alpha \beta) + \frac{1}{\beta} \ln t \quad (1.9)$$

Burada α (mg/g*dk) başlangıç sorpsiyon hızı, β (g/mg) kemosorpsiyon için yüzeyi kaplama ve aktivasyon enerjisinin bir ölçüsüdür. $\ln t$ 'ye karşı q_t grafiğe geçirildiğinde elde edilen eğimden $\frac{1}{\beta}$ ve kaymasından ise $\frac{1}{\beta} (\ln \alpha \beta)$ bulunabilir.

3. Weber-Morris Modeli (Orbak, 2009)

$$q_t = k_i \sqrt{t} + C \quad (1.9)$$

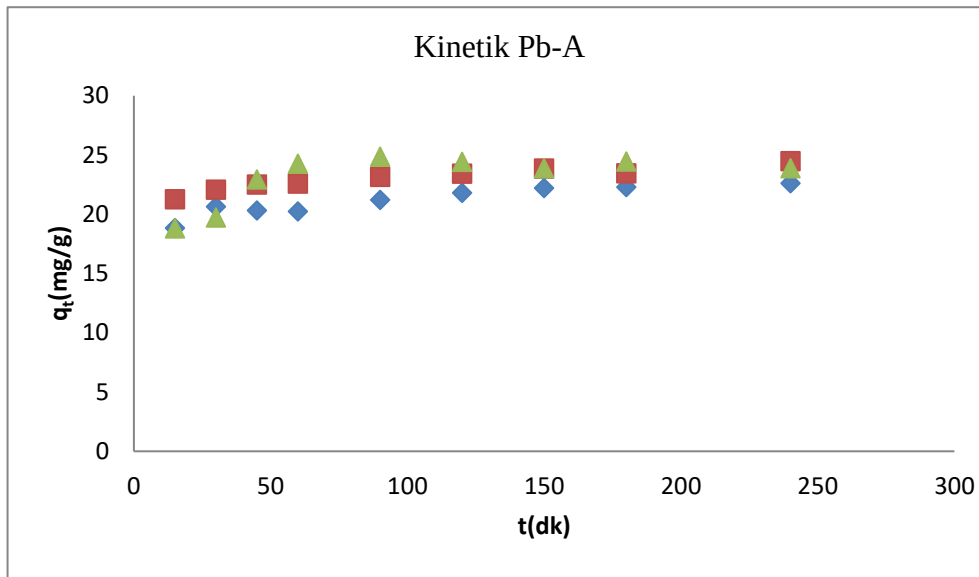
İntrapartikül difüzyon modeli 1.9 denklemi ile ifade edilmiştir. Bu ifadede q_t (mg/g), t zamandaki gram başına adsorplanan madde miktarıdır. k_i (mg/g*dk)^{1/2} hız sabitidir.

$\sqrt{t}$ 'ye karşı, q_t grafiğe geçirildiğinde çok basamaklı grafik eğrileri elde edilebilir. Adsorpsiyon işlemi üç ana aşamada gerçekleşebilir. Bunlar,

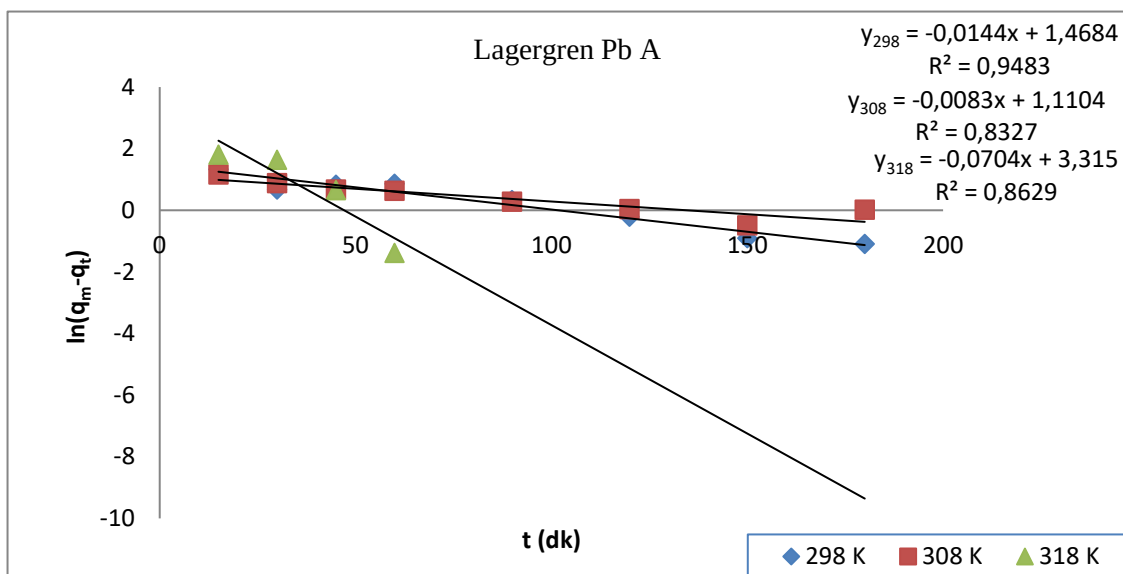
- I- Film difüzyonu
- II- İntrapartikül veya gözenek difüzyonu
- III- İç bölgenin yüzeyindeki adsorpsiyon dur.

Pb II'nin aktive edilen kil üzerindeki sürenin etkisi incelendiğinde ilk 30 dakika adsorpsiyon olayının hızlı gerçekleştiği ve 120-150 dakika arasında dengeye geldiği görülmektedir. Bunun nedeni başlangıçta adsorbant'ın yüzeyinde aktif yerlerin boş olduğu, böylece Cu(II) iyonlarının boş olan aktif merkezlerle reaksiyon verdiği, zaman ilerledikçe aktif merkezlerin sayısı azaldığı için reaksiyonun hızı da azalmaktadır.

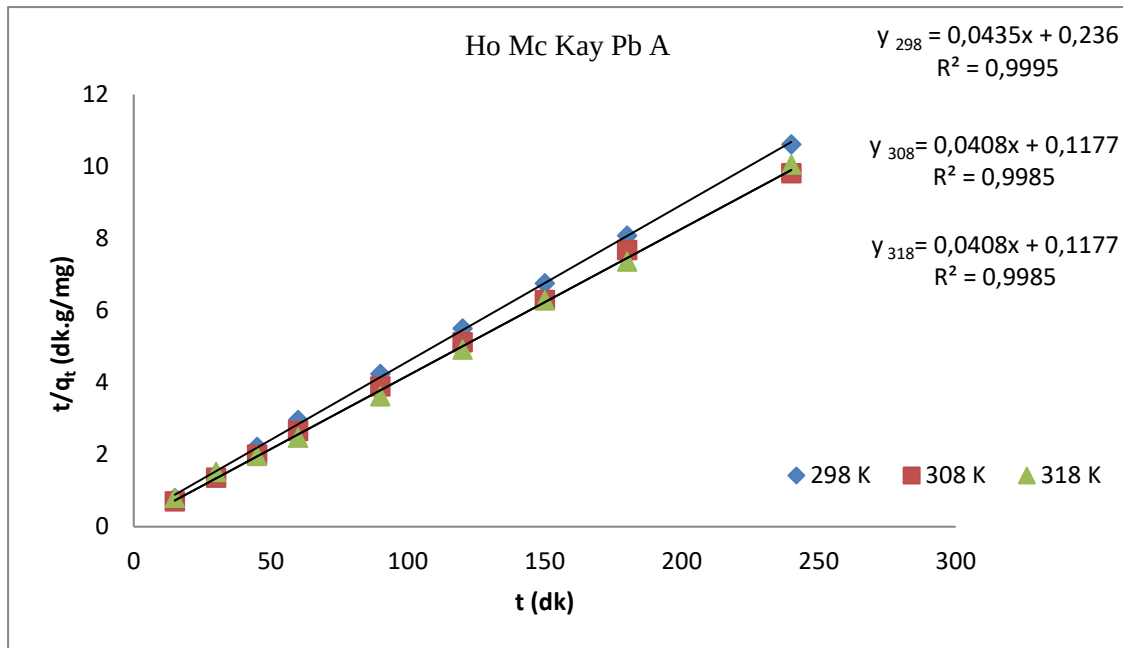
Adsorpsiyon kinetiği ile ilgili adsorpsiyon verileri Lagergren, Ho Mc Kay, Weber-Morris ve Elovich denklemlerine uygulanmış olup sonuçlar çizelge 3' te ve 5,6,7,8,9 no'lu şekillerde verilmiştir.



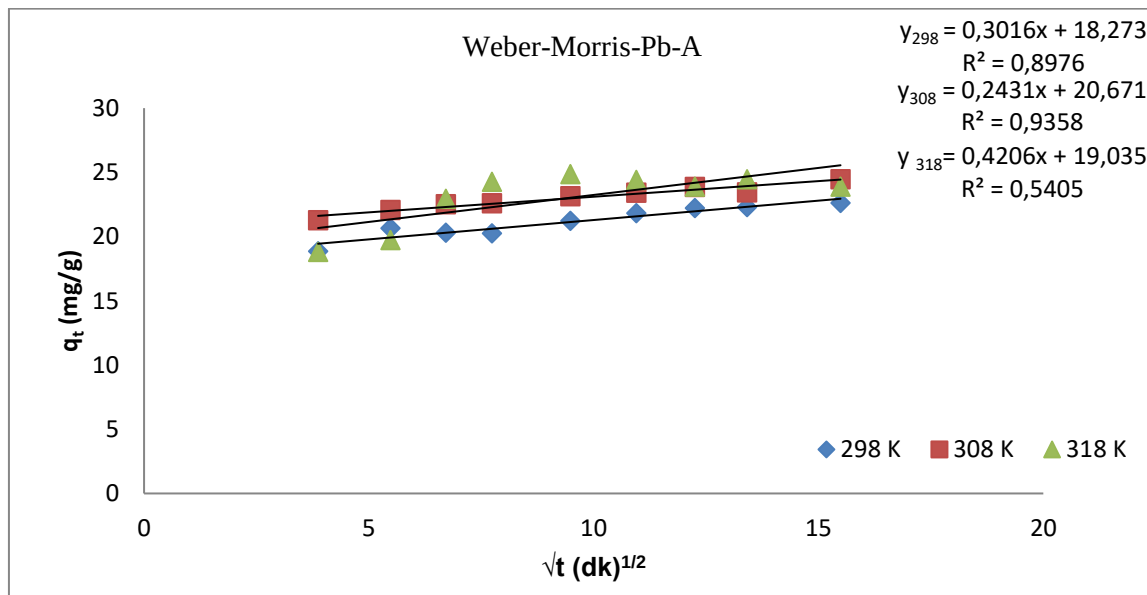
Şekil 5. Farklı sıcaklıklardaki kinetik grafikler



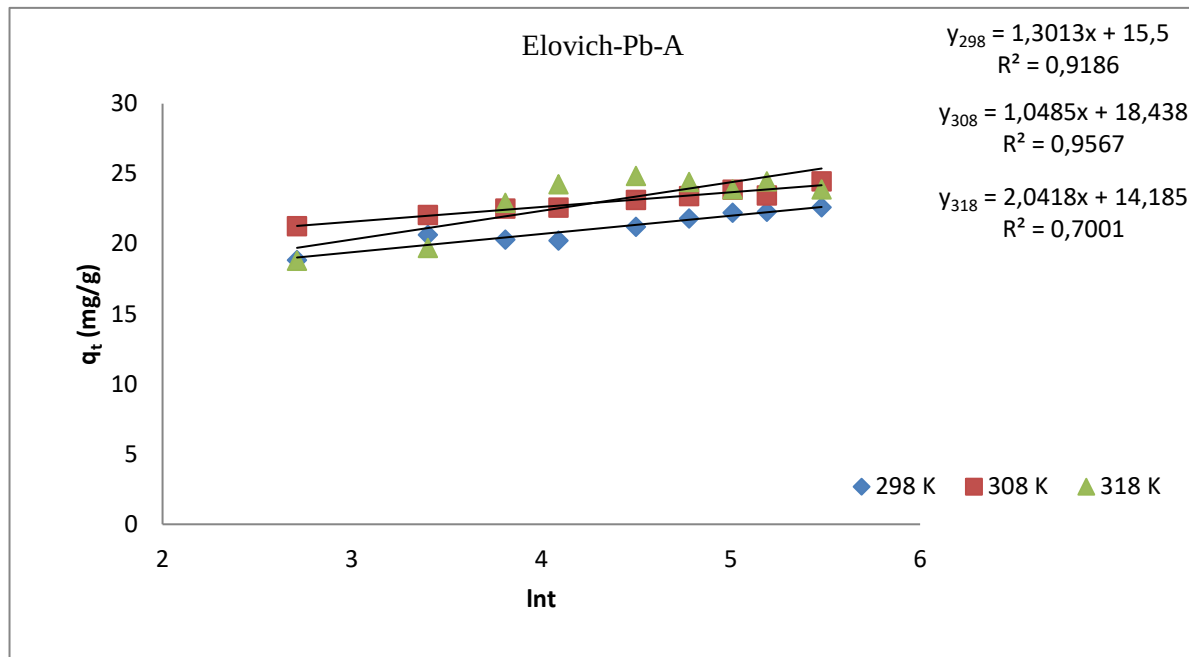
Şekil 6. Farklı sıcaklıklardaki Lagergren grafikleri



Şekil 7. Farklı sıcaklıklardaki Ho Mc Kay grafikleri



Şekil 8. Farklı sıcaklıklardaki Weber-Morris grafikleri



Şekil 9. Pb (II)-A'nın Farklı sıcaklıklardaki Elovich grafikleri

Çizelge:3. Pb(II)'nin aktive edilmiş kil üzerindeki adsorpsiyonuna ait, Lagergren, Ho Mc Kay, Weber-Morris ve Elovich modellerine ait parametreler

Kinetik hız denklemleri incelendiğinde, aktive edilen kilin yalancı Pseudo Second Order (Ho MacKAY-ikinci dereceden) kinetik modeline daha çok uyduğu genelde R²'nin 0,95 üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

	Pseudo - First Order (Lagergren) Denklemi $\ln(q_e - q_t) = \ln q_e - k_1 t$				Pseudo - Second Order (Ho McKay) Denklemi $t/q_e = t/q_e + 1/k_2 q_e^2$			
Sıcaklık (°K)	Doğru Denklemi	R ²	k ₁ (dak ⁻¹)	lnq _e (mg/g)	Doğru Denklemi	R ²	k ₂ (g/mg*dak)	q _e (mg/g)
298	Y=-0,0126x+0,1226	0,6028	0,0126	0,1226	Y=0,1017x+0,1076	0,9963	0,0962	9,83
308	Y=-0,0179x+2,6405	0,6719	0,0179	2,6405	Y=0,0547x+0,9663	0,9512	0,0042	18,28
318	Y=-0,0142x+2,4341	0,8362	0,0142	2,4341	Y=0,0432x+0,9663	0,9665	0,0019	23,15
	Weber- Morris (İntrapartikül Difüzyon Modeli) $q_t = C_b + K_{wm} \sqrt{t}$				Elovich Modeli $q_t = 1/\beta \ln(\alpha\beta) + 1/\beta \ln t$			
Sıcaklık (°K)	Doğru Denklemi	R ²	K _{WM}	C _b	Doğru Denklemi	R ²	β	α (mg/dk*g)
298	Y=0,0453x+9,2792	0,0344	0,0453	9,2792	Y=0,1852x+8,8941	0,0488	5,40	1,33.10 ²⁰
308	Y=0,794x+8,355	0,7507	0,7940	8,3550	Y=3,101x+2,3083	0,7375	0,32	6,53
318	Y=1,0298x+8,0812	0,8532	1,0298	8,0812	Y=3,7484x+1,2316	0,8253	0,26	5,23

2.6 Termodinamik Hesaplamalar

Gibbs serbest enerji değişimi (ΔG) ile entalpi değişimi (ΔH) ve entropi değişimi (ΔS), (1.10) ile (1.11) bağıntıları kullanılarak bulunmuştur.

$$\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S \quad (1.10)$$

$$\ln K_c = -\frac{\Delta H}{R} \cdot \frac{1}{T} + \frac{\Delta S}{R} \quad (1.11)$$

Bu eşitliklerde R ideal gaz sabiti (kJ /mol*K), T mutlak sıcaklık (Kelvin), entropi değişimi ΔS ile entalpi değişimi ΔH ise 1/T ye karşılık gelen lnK_c grafiğinden 1.11'e göre bulunmuştur.

Elde edilen verilen çizelge 4'te verilmiştir (Baran ve Düz 2019).

Çizelge 4. Termodinamik Parametreler

Sıcaklık(Kelvin)	$\Delta G(kj/mol)$	$\Delta H(kj/mol)$	$\Delta S(kj/mol)$
298	-5,75	107,07	0,3786
308	-9,54		
318	-13,32		

SONUÇ VE TARTIŞMA

Yapılan deneysel çalışmada, Pb(II) iyonlarının asit ile modifiye edilmiş kilin adsorpsiyonu üzerindeki sıcaklık, süre, karıştırma hızı, pH gibi parametrelerin etkisi araştırılmıştır. Pb(II) metal iyonlarının adsorpsiyonu için gereken optimum şartlar belirlenmeye çalışılmıştır.

Adsorpsiyon çalışmalarında genel olarak sistemin Langmuir izotermine uyduğu R^2 değerlerinden anlaşılmıştır. D-R izoterminden elde edilen E değerlerine bakıldığında adsorpsiyonun kimyasal olduğu anlaşılmaktadır.

Kinetik çalışma verileri hızın Pseudo second order (Ho Mc Kay)'a uyduğu R^2 değerlerinden anlaşılmaktadır.

Termodinamik hesaplamalar sonucuna göre, Kurşun iyonlarının aktive edilmiş kil adsorpsiyonunda $\Delta H_{ortalama}$ ve $\Delta S_{ortalama}$ değerleri pozitif olup; reaksiyon endotermiktir.

ΔG değerlerinin negatif çıkması sürecin kendiliğinden gerçekleşebileceğini ifade etmektedir. Kurşun iyonlarının sudan uzaklaştırılmasının yüksek sıcaklık değerlerinde daha iyi olduğu anlaşılmaktadır. Derişim arttıkça adsorplanan madde miktarının da arttığı tespit edilmiştir.

Bu çalışma, ilk yazarın doktora tezinin bir bölümünden alınmış olup, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi BAP 5252 nolu projesi ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- AKINCI, Ö. (1968). Seramik Killeri Ve Jeolojisi. *Dergipark/0977*.
- AKKAYA, G. (2012). Dicle Üniversitesi İfen Bilimleri Enstitüsü. *Sulu Çözeltilerden Bazı Boyarmadde Ve Ağır Metallerin Adsorpsiyonu İçin Çeşitli Bitkisel Atıklardan Yeni Tür Biyosorplayıcılar Hazırlanması Ve Karakterize Edilmesi*.
- Akyıldız, H. (2007). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Atilla Yıldız, Ö. G. (1997). *Infrared Spektroskopisi*. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Yayınları A-64.
- Baran, M. F., Duz, M. Z., Uzan, S., Dolak, İ., Celik, K. S., Kilinc, E. (2018): Removal of Hg(II) from aqueous solution by bacillus subtilis ATCC (B1). – *Journal of Bioprocessing and Biotechniques* 8(4): 1–7.
- Baran, M. F., Duz, M. (2019) Removal of cadmium (II) in the aqueous solutions by biosorption of *Bacillus licheniformis* isolated from soil in the area of Tigris River, *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, DOI:10.1080/03067319.2019.1669583.
- Baran, M. F., Duz, M. Biosorption of Pb²⁺ from aqueous solutions by *Bacillus licheniformis* isolated from Tigris river with a comparative study, *International Journal of Latest Engineering and Management Research (IJLEMR)*, 4(5): 108–121.
- ÇALIŞKAN, F. (2018). *Seramik Hammaddeleri*. http://content.lms.sabis.sakarya.edu.tr/Uploads/70511/47190/seramik_hammaddeleri.pdf. adresinden alınmıştır
- Duman, o. (2012). Selçuk üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. *Doğal Nano Killer İle Atıksulardan Zn+2 Ve Pb+2 Ağır Metallerinin Giderilmesi*.
- ERDOĞAN, Y. A. (2005). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. *Atıksulardan Çeşitli Adsorbanlarla Arsenik Giderimi*.
- Eskier, U. (2017). *En eski metallere kurşun*. www.Makaleler.com. adresinden alınmıştır
- ETHEM*, M. Y. (2010). *Bakırın Özellikleri, Aşımaları ve Mineralleri*. www.maden.org.tr. adresinden alınmıştır
- Filiz, E. (2007). İ.T.Ü. fen bilimleri Enstitüsü. *DOĞAL KAYNAKLARDAN ELDE EDİLEN ADSORBANLARLA SULARDAN AĞIR METAL GİDERİMİ*.

- Gorbachev, Z. (1980, 5). [https:// akademik.oup.com/bmb/article](https://academik.oup.com/bmb/article). 2002 tarihinde alındı
- Güneren, E. (2010). İstanbul teknik üniversitesi fen Bilimleri Enstitüsü. *SULU ÇÖZELTİDEKİ KURŞUN VE BAKIR İYONLARININ BENTONİT İLE ADSORPSİYONU*.
- GÜNEREN, E. (2010). İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü. *Sulu Çözeltilerdeki Kurşun ve Bakır İyonlarının Bentonit ile adsorpsiyonu*. İstanbul.
- İşçi, Y. (2015). İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ. *FARKLI KİL MİNERALLERİNİN NANOKOMPOZİTLERE ETKİSİ VE VERMİKÜLER/POLİMER NANOKOMPOZİTLERİNİN ÖZELLİKLERİ*.
- Jülide YENER, Z. A. (1999). Atıksulardaki Fenol ve Klorofenollerin Aktif Karbon ve Kurutulmuş Aktif Çamura Adsorpsiyonu. *Tr. J. of Engineering and Environmental Science* 23, 93-104.
- KARADA, A. (2008). BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ KİMYA ANA BİLİM DALI.
- KAYACAN, S. (2007). ANKARA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ YÜKSEK LİSANS TEZİ. *KÖMÜR VE KOKLARLA SULU ÇÖZELTİLERDEN BOYAR MADDELERİN UZAKLAŞTIRILMASI*.
- Koyuncu, F. (2016). Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. *Mandalina Kabuklarından Nano-Gözenekli Aktif Karbon Üretilmesi Ve Sulu Fazdan Bazı toksik Boyar Madde Ve Karışımları İçin Adsorplama Yeteneğinin İncelenmesi*.
- Köroğlu, Ç. (2007). İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ. *Ağaçlı Ve Bolluca (istanbul) Yöresi Seramik Killerinin Malzeme Özelliklerinin Araştırılması*.
- Mehmet Firat Baran, M. Z. (2019). Removal of cadmium II in the aqueous solutions by biosorption of bacillus liheniformis isolated from soil in the area of tigris river. *Internetonal Journal of Environmental Analytical Chemistry*.
- Mustafa Şahin Dünder, H. A. (2012). Çeşitli Endüstriyel Atık Sularda Ağır Metal Düzeylerinin Belirlenmesi. *SAÜ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ DERGİSİ/Dergipark*.
- ORBAK, İ. (2009). İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ. *AKTİF KARBON İLE ÇEVRE KİRLLETİCİ BAZI UNSURLARIN GİDERİLMESİ*.
- Önal, G. (2013). YYU Fen Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Anabilim Dalı. *Ham Kil Ve Ticari Kil İle Sulu Çözeltilerden Boyar Madde Uzaklaştırılması*.
- ÖZCAN, A. S. (2010). Doğal Bentonitin Karakterizasyonu ve Kurşun(II)İyonlarını Adsorpsiyon Yeteneği. *BAÜ Fen Bil. Enst. Dergisi Cilt 12(2)* 85-97 (2010).
- ÖZGÜVEN, F. E. (2011). ANKARA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ. *BİR BENTONİTİK KİL İÇİNDEKİ SİMEKTİT MİNERALİNİN NİCEL OLARAK BELİRLENMESİ*.
- Paul Djomgoue, D. N. (2013). FT-IR Spectroscopy Applied for Surface Clays Characterization. *Journal of Surcafe Engineered Materials and Advaced Technology*, 275-282.
- Rowlawp, R. E. (tarih yok). *DIFFERENTIAL THERMAL ANALYSIS OF CLAY MINERALSAND OTHER HYDROUS MATERIALS*.
- SARI, T. (2009). NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ. *EDİRNE VE ÇEVRESİNDE OTOBAN KENARLARINDAKİ TOPRAKLARDA BAZI AĞIR METAL KİRLİLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI*.
- Tuba Büyüksırt, H. K. (2014). FOURIER DÖNÜŞÜMLÜ KIZILÖTESİ (FTIR) SPEKTROSKOPİSİ VE GIDA ANALİZLERİNDE KULLANIMI. *GIDA*, 235-241.
- Uddin, M. K. (2017). A review on the adsorption of heavy metals by clay minerals, with special focus on the past decade. *Chemical Engineering Journal*.
- Zeynep EREN, F. N. (2004). Pamukkale Üniversitesi mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi. *Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 253-258.
- Yıldız, C. 2013. *Maxilon Yellow 4GL Boyar Maddesinin Bazı Oksit Mineralleri Yüzeyine Adsorpsiyonuna Ait Deneysel Dizaynı ve Optimizasyonu*. Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir, 98
- Yiğitarıslan, S. 2015. *Adsorpsiyon*. Selçuk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümü Laboratuvarı(II) Ders Notu

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Yüzüncü Yıl Üniversitesi BAP 5252 no'lu proje tarafından desteklenmiştir

A NEW HYBRID FRUIT FLY OPTIMIZATION ALGORITHM FOR SOLVING BENCHMARK PROBLEMS

Mustafa DANACI

ERU, Engineering Faculty, Computer Eng. Dept. Kayseri / TURKEY

Mamadou Alimou DIALLO

ERU, Computer Eng., Grad. School of Natural and Applied Sciences, Kayseri / TURKEY

ABSTRACT

The process of finding the best element (solution) to a given problem is called optimization. Many algorithms such as GA (John Holland, 1975), PSO (Eberhart & Kennedy, 1995), ABC (Karaboğa, 2005) etc. have been developed to fix optimization issues. The Fruit Fly Optimization Algorithm (FOA) is a part of these algorithms, it's a new category of global optimization evolutionary algorithm with a potential to solve complex optimization issues. The FOA is developed by Wen Tsao Pan in 2011, totally built on the foraging characteristics of Fruit Fly. The algorithm has several varieties of search specially based on vision and olfactory. It has a specific technique to find food quickly, after determine the position, and then fly to the object. FOA is used in many applications, especially in the Wireless Sensor Network Coverage Optimization proposed (Ren, Zhichao and Liu, 2018), travelling salesman problem (Nitin S. Choubey, 2014), Short-term Traffic forecasting (Yuanyuan and Yongdong, 2017), and so on. To avoid falling into a local optimum and to overcome the weakness of the updating strategies which are used to find optimal solution. We have developed a new hybrid Fruit Fly Optimization algorithm (HFOA) which uses Sine Cosine Algorithm (SCA) and its powerful updating and excellent search capabilities. The developed hybrid is tested on a set of 13 Benchmark test functions and its performance is compared with other optimization algorithms. The results obtained showed the successfulness and efficacy of the new hybrid algorithm HFOA, it outperforms the other meta-heuristics algorithms.

Keywords: Optimization, Fruit Fly optimization algorithm, Sine Cosine Optimization Algorithm, Hybrid Fruit Fly Optimization Algorithm.

1. INTRODUCTION

Meta-heuristics is one of the last generation methods suggested to fix difficult issues. All meta-heuristic method is a set of search agents that seek suitable location according to some stated criterions [1]. The purpose of the existing issue is generally about to minimize the wastes, or maximize the benefits, and performances. It is the action to get the best, to improve an operation or a performance. These last years modern developed meta-heuristics optimization algorithms are being improved and are earning lot of attention and popularity [2]. The optimization algorithms can be classify as follows: Physics based, Swarm based, Biology-based, Social based etc.[3], for example, Particle Swarm Optimization (PSO) [4], Ant Colony Optimization (ACO) [5], Harmony Search (HS) [6], Artificial Bee Colony (ABC) [7], Genetic Algorithm (GA) [8] and so on. Fruit-Fly Optimization Algorithm (FOA) is one of these algorithms, it's a simple and efficient algorithm to solve several continuous optimization problems. In this study, it is developed a hybrid algorithm which gives better solutions in solving some benchmark problems by taking the position updating advantages of the basic SCA.

2. FRUIT-FLY OPTIMIZATION ALGORITHM

It is an approach for determining suitable result generally build on foraging behavior of fruit flies developed by Wen Tsao Pan in 2011. Compared to other algorithm the fruit fly has an evident dominance in terms of vision and olfactory. They usually have an appropriate technique to find food very quickly, after determine the position, and then fly to the object. [9]. FOA consists of the following steps:

1-This step determines the location and numbers of the flies group (x_0, y_0); and also the number iteration used.

2-Settle the unplanned direction and distance.

$$X_i = x_0 + \text{RandomValue} \quad (1)$$

$Y_i = y_0 + \text{RandomValue}$.

3-Since the flies groups don't know the real place of the optimal solution, the distance between the group and the source (dist) is basically calculated. The smell concentration is known by the value S .

$$\text{dist}_i = \sqrt{X_i^2 + Y_i^2} \quad (2)$$

$S_i = 1 / \text{dist}_i$

4-By replacing the fitness function S , the smell concentration of the fruit fly is obtained as following:

$$\text{Smell}_i = \text{Function}(S_i) \quad (3)$$

5-Determines the individual that has the most high smell in the flies group.

$$[\text{bestSmell } \text{bestIndex}] = \max(\text{Smell}) \quad (4)$$

6-Carry the best amount of concentration (x_i, y_i), of the position, so that fruit flies will fly toward it.

7- Repeat the steps (2)–(5) to insert iterative optimization, in case the taste concentration number at the present time is better than the iterative flavor concentration number at the precedent moment. If yes, then execute step (6).

$\text{Smellbest} = \text{bestSmell}$

$$x_i = (\text{bestIndex}) \quad (5)$$

$y_i = Y(\text{bestIndex})$.

3. SINE COSINE ALGORITHM (SCA)

It is an easy and efficient optimization procedure, lately proposed by Seyedali Mirjalili (2016). As shown, this algorithm uses a numerical equations axed on sine and cosine functions. In this proposed method, a set of agents is used to find the space of possible solutions. The following equations are used to determine the updated position of an agent [10]:

$$X_{i,j}^{(t)} = \begin{cases} X_{i,j}^{(t-1)} + r_1 \times \sin(r_2) \times |r_3 \times S_j - X_{i,j}^{(t-1)}|, & r_4 < 0.5 \\ X_{i,j}^{(t-1)} + r_1 \times \cos(r_2) \times |r_3 \times S_j - X_{i,j}^{(t-1)}|, & r_4 \geq 0.5 \end{cases}$$

(6)

Where $X_{i,j}^{(t)}$ is the j -th size of the i -th solution in the population at the t -th iteration; S_j is the j -th dimension of the actual best solution; r_1, r_2, r_3, r_4 are random numbers and $||$ express the absolute value. As can be appreciated from the above equation, r_1, r_2, r_3 and r_4 are the principal parameters of SCA. The factor r_1 is used to find the direction of the movement generated by the search agent i which can eventually be in the area between X_i and the actual best solution or outwards. It's important to notice that the search between the solutions is the exploitation section, whereas the movement far from them designates the exploration of the search space. For balancing exploitation ($r_1 < 1$) and exploration ($r_1 > 1$) the factor is settled as [11]:

$$r_1 = a - t \frac{a}{T} \quad (7)$$

T indicates the number of iterations and a is a constant value. The factor r_2 is in the interval $[0, 2\pi]$ and describes how far the agents moves around the optimal solution. The weighting factor r_3 is a random number in $[0, 2]$ which stochastically emphasizes or understates the effect of the best solution in defining the distance. Lastly, the parameter r_4 takes random values in $[0, 1]$ and switches between the sine and cosine components in (6).

4. A NEW HYBRID FRUIT FLY OPTIMIZATION ALGORITHM

Fruit fly optimization algorithm (FOA) in an efficient algorithm for determining an optimal solution to a given problem, it find the best position of an agent at each iteration. All the other agents are therefore gathered at the position that agent which leads the population. In this case if the agent is not the global optimum, the algorithm can surely lose it convergence speed, it precision and end up falling into the local optimum.

Sine Cosine algorithm generates several random initial solutions, revolving around the best solution and using the equations essentially based on sine and cosine functions. To also increase exploitation and exploration in different areas of optimization, many variables are integrated into the algorithm.

In this work the basic FOA is associated with position updating equations in SCA algorithm. These equations guarantee the exploitation and exploration capabilities to make the developed hybrid algorithm more efficient. It updates the position of solution with respect to destination.

The hybrid Algorithm is implemented by using the following equations:

$$X_i = x_0 + \text{RandomValue} + \text{SCA position updating equations (using sinus)} \quad (8)$$

$$Y_i = y_0 + \text{RandomValue} + \text{SCA position updating equations (using cosinus)}$$

Establish the random direction and distance of an agent. To develop the new hybrid Fruit Fly optimization algorithm (HFOA), FOA uses SCA to operate the optimal position. The position of the Fruit Fly is updated in combination of the update method used by Sine cosine algorithm.

5. RESULTS

To determine if the developed **HFOA** demonstrates high performance, this work uses 13 Benchmark functions shown in **Table 1**. FOA (Fruit Fly Optimization Algorithm) SCA (Sine Cosine Algorithm), PSO

(Particle swarm optimization algorithm), BA (Bat algorithm), WOA (Whale Optimization Algorithm), GA (Genetic Algorithm) and GWO (Grey Wolf Optimizer) are used as competitors in this testing.

Table 1: The Benchmark functions

Function s	Names	Unimoda l	Multimodal	Range (lb, ub)	Fmin	Separabl e	Inseparable
F1	Sphere	✓	x	[-100,100]	0	✓	x
F2	Schwefel 2.22	✓	x	[-10,10]	0	x	✓
F3	Quartic	✓	x	[-1.28,1.28]	0	✓	✓
F4	Rosenbrock	✓	x	[-30,30]	0	x	✓
F5	Ackley	x	✓	[-32,32]	0	x	✓
F6	Griewank	x	✓	[-600,600]	0	x	✓
F7	Rastrigin	x	✓	[-5.12,5.12]	0	✓	x
F8	Penalized 2	x	✓	[-50,50]	0	x	✓
F9	Foxholes	x	✓	[-65,65]	1	✓	x
F10	Kowalik	x	✓	[-5,5]	0.0003	x	✓
F11	SHCB	x	✓	[-5,5]	-1.03160	x	✓
F12	Branin	x	✓	[-5,5]	0.3980	✓	x
F13	Goldstein P.	x	✓	[-2,2]	3	✓	x

In this work it is used 13 well-known functions. The size of the presented optimization functions are settle to 30 and the number of iteration 500. The numerical description is shown in Table 1, where lb and ub represent the lower and upper bounds of the solution X , respectively.

In this test, to evaluate the searching performance of the eight algorithms, it is used statistical measures such as average, these algorithms are used to determine the search ability of eight algorithms. It is used eight algorithms to perform 30 separate runs for each optimization function and obtain the statistical results, which are averaged.

Table 2: Statistical results of the algorithms

FN	NAMES	FMIN	HFOA	FAO	SCA	PSO	BA	BOA	GWO	GA
AVERAGE										
F1	Sphere	0	2.52E-04	0.0015	7.65	66.312	1.53E+ 01	1.41E -30	6.59E-28	0.118
F2	Schwefel 2.22	0	3.30E-01	5.245	1.33E-02	8.463	1.84E+ 01	1.06E -21	7.18E-17	0.145
F3	Quartic	0	7.42E-04	43.496	6.57E-02	0.008	1.01E+ 01	0.001425	0.002213	0.014
F4	Rosenbrock	0	0.4070	29.174	1.84E+ 05	935.188	4.07E+ 03	27.86558	26.81258	0.714
F5	Ackley	0	3.70E-02	0.114	1.20E+ 01	3.405	4.94E+ 00	7.4043	1.06E-13	0.956
F6	Griewank	0	5.43E-07	2.81E-06	8.30E-01	1.599	5.98E-01	0.000289	0.004485	0.487
F7	Rastrigin	0	25.978	106.585	3.65E+ 01	64.511	2.65E+ 02	0	0.310521	0.659
FN	NAMES	FMIN	HFOA	FAO	SCA	PSO	BA	BOA	GWO	
F8	Penalized2	0	0.235	6.18E-01	4.49E+ 04	2.61E+ 01	2.47E+ 00	1.889015	0.654464	
F9	Foxholes	1	1.145	1.27E+ 01	1.53E+ 00	2.71E+ 00	4.84E+ 00	2.111973	4.042493	
F10	Kowalik	0.0003	0.0003	8.04E-04	1.01E-03	1.37E-03	5.15E-03	0.000572	0.00033	
F11	SHCB	-1.0316	-0.340	-1.68E-01	-1.03E	-1.03E	-1.03E	-1.03163	-1.0316	
F12	Branin RCOS	0.398	35.329	1.98E+ 00	0.399	0.399	0.398	0.397914	0.39788	
F13	Goldstein Price	3	499.443	6E+ 02	3.00	3.10	3.06	3.00	3.00002	

The results of the FAO, SCA, PSO, BA, BOA, GA and GWO algorithms used in the comparison of the HFOA in Table 1 are taken from [12], [13], [14], [15] and [16]. As shown in Table 2 for the function SCHB the algorithms SCA, PSO, BA, BOA and GWO gave optimal results, in the same way for the function Goldstein Price, CA, BOA, and GWO also gave efficient results, and for the Rastrigin function only BOA gave an optimal Result.

Moreover, HFOA showed more good performance than the other 7 algorithms in terms of average while solving 6 benchmark functions. Also, HFOA is shown to be an efficient and powerful algorithm for solving optimization problems. Looking at the results of the HFOA algorithm Kowalik function HFOA was able to reach the optimal value of the function while the other algorithms did not. Quartic, Rosenbrock, Griewank, Penalized2 and Foxholes functions gave the best results in comparison to the results obtained by the other algorithms and the algorithm was able to get the closest results to the optimal values of the functions. Sphere and Ackley gave a good result and came as second best as we can see in the Table 2. The results obtained proved that the HFOA can potentially solve real optimization problems in like manner the other algorithms.

6. CONCLUSION

Optimization is a vast and complex field. In recent years, scientists have developed many algorithms to solve this optimization issue, but unfortunately few of them have given reliable solutions. In this study, a hybrid HFOA is developed to solve Benchmark optimization problems. The algorithm takes advantage of the position updating capabilities of sine cosine algorithm and also the exploration and exploitation abilities to obtain optimum solutions. This was done by testing the proposed algorithm with 13 Benchmark functions and comparing them with the basic FOA, SCA, PSO, BA, WOA, GA and GWO algorithms. The results showed that the HFOA produced good performance into some functions and have outperformed the other algorithms in solving Benchmark problems.

REFERENCES

- [1] Kaveh, A. & Farhoudi, N. (2013). A new optimization method: Dolphin echolocation. *Advances in Engineering Software*, 59, 53-70.
- [2] Chakri, A., Khelif, R., Benouaret, M. & Yang, X.S. (2017). New directional bat algorithm for continuous optimization problems. *Expert Systems with Applications*, 69, 159-175.
- [3] Xie, J., Zhou, Y. & Chen, H. (2013). A novel bat algorithm based on differential operator and Lévy flights trajectory. *Computational intelligence and neuroscience*, 2013.
- [4] Fei, S. W., Miao, Y.B. & Liu, C.L. (2009). Chinese Grain Production Forecasting Method Based on Particle Swarm Optimization-based Support Vector Machine. *Recent Patents on Engineering*, 3(1), 8-12.
- [5] Katiyar, S., Ibraheem, N., & Ansari, A.Q. (2015, August). Ant colony optimization: a tutorial review. In *Proceedings of the National Conference on Advances in Power and Control, Manav Rachna International University, Faridabad, Haryana, India* (Vol. 574).
- [6] Geem, Z.W., Kim, J.H. & Loganathan, G.V. (2001). A new heuristic optimization algorithm: harmony search. *Simulation*, 76(2), 60-68.
- [7] Karaboga, D., & Basturk, B. (2007, June). Artificial bee colony (ABC) optimization algorithm for solving constrained optimization problems. In *International fuzzy systems association world congress* (pp. 789-798). Springer, Berlin, Heidelberg.
- [8] Digalakis, J.G. & Margaritis, K.G. (2001). On benchmarking functions for genetic algorithms. *International journal of computer mathematics*, 77(4), 481-506.
- [9] Yang, H., Wang, S., Li, G. & Mao, T. (2018). A new hybrid model based on fruit fly optimization algorithm and wavelet neural network and its application to underwater acoustic signal prediction. *Mathematical problems in engineering*, 2018.
- [10] Gonidakis, D. & Vlachos, A. (2019). A new sine cosine algorithm for economic and emission dispatch problems with price penalty factors. *Journal of Information and Optimization Sciences*, 40(3), 679-697.
- [11] Gholizadeh, S. & Sojoudizadeh, R. (2019). Modified Sine-Cosine Algorithm for Sizing Optimization of Truss Structures with Discrete Design Variables. *Iran University of Science & Technology*, 9(2), 195-212.
- [12] Huang, H., Feng, X.A., Zhou, S., Jiang, J., Chen, H., Li, Y. & Li, C. (2019). A new fruit fly optimization algorithm enhanced support vector machine for diagnosis of breast cancer based on high-level features. *BMC bioinformatics*, 20(8), 290.
- [13] Ye, F., Lou, X.Y. & Sun, L.F. (2017). An improved chaotic fruit fly optimization based on a mutation strategy for simultaneous feature selection and parameter optimization for SVM and its applications. *PloS one*, 12(4), e0173516.
- [14] Mirjalili, S. & Lewis, A. (2016). The whale optimization algorithm. *Advances in Engineering Software*, 95, 51-67.
- [15] Mirjalili, S., Mirjalili, S.M. & Lewis, A. (2014). Grey wolf optimizer. *Advances in Engineering Software*, 69, 46-61.
- [16] Mirjalili, S. (2015). The ant lion optimizer. *Advances in Engineering Software*, 83, 80-98.

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF TOOL WEAR ON TEMPERATURE AND SURFACE ROUGHNESS VALUE IN THE DIN 1.2343 MATERIAL MACHINING

Abidin ŞAHİNOĞLU

Çankırı Karatekin University,
Department of Mechanical and Metal Technologies, Çankırı, Türkiye

ABSTRACT

Turning of materials above 45 HRC Hardness is defined as hard turning. After the workpiece material is hardened by heat treatment, abrasion resistance increases according to the place of use. But hardening materials are very difficult for machining. Hard turning is also a finish turning process. Therefore, it must have very good surface quality. Good surface quality and low tool wear are desirable during the hard turning. Thus, the reduces frictional losses. In this experimental study, the material of DIN 1.2343 is machined with a hard metal insert. Wear of the tools formed during machining; temperature, sound intensity and surface roughness values were investigated. Accordingly experimental result, the amount of wear increases, the sound intensity increases, the surface roughness value deteriorates and the temperature increases.

Keywords: DIN 1.2343, hard turning, tool wear, surface roughness

Introduction

The increasing world population has enabled more devices to take part in our lives. The use of more devices and machines resulted in more energy consumption. More energy is produced due to increased energy consumption. The majority of the energy produced is derived from fossil fuels. The combustion of fossil deposits causes the release of gases harmful to the environment. These harmful gases create a greenhouse gas effect and increase the temperature in the world. The increased temperature causes the glaciers to melt and increase the water level. With each passing day the habitats are reduced further. Only in the coastal areas of the sea and the ocean does not shrink living spaces. Temperature rise creates desertification. Desertified soils cannot be planted. It becomes unusable. Thus, living spaces are destroyed. Farmland is reduced. The quantity of food produced does not suffice. Instant floods with melting glaciers. Immediately, the need for fresh water becomes unmet. For these reasons, many studies are carried out on energy consumption [1–8].

Increased droughts cause the destruction of forests and the extinction of forests leads to higher drought and temperature increases.

The machines are being run more and more to meet increased production. Rather than running machines, it is a problem that they do not work efficiently. Machine life must be longer. A machine that is used for a short period of time consumes a lot of energy both in production and in use. Efficient use of energy resources is essential for a sustainable world. In this context, measures to increase the life of the machine, which is of great importance, should be taken. More efficient designs, lower material usage, more wear-resistant, friction-resistant machine parts will minimize energy waste in life. Because almost every material we see and use is obtained as a result of the processing of a machine. The production of this machine is a very important issue. This is because an efficient machine will consume less energy during its lifetime. The number of waste products will be reduced. It will reveal durable products. Therefore, manufacturing is of great importance in the industry. Quality and low energy consumption are the priority values to be considered in machine manufacturing which is the starting point of manufacturing. For a quality surface, low surface roughness values should be obtained[9–14].

Materials and Methods

In this experimental study, DIN 1.2343 hardened material was used. As a result of the vacuum hardening process, a hardness value of 50 HRC was obtained. The material is 50 mm in diameter and 250 mm in length. Since the material is long, it is machined between lathe and tailstock. 0.1 mm depth of cut was selected. Cutting speed 150 m / min. The feed rate was determined as 0.15 mm / rev. Since

hard turning is a finish turning process, it is aimed to obtain a good surface quality. For this, the cutting parameters were determined.

It is possible to process materials up to 55 HRC with carbide inserts. Therefore, in this experimental study, carbide insert with WNMG 080408 geometry of Taequotec was used. Experimental study was carried out on TTC 630 model CNC lathe of Taksan company. Machine power 20 KW. The speed is 4000 RPM.

Dino Capture optical microscope was used to monitor tool wear.

At the time of processing, LT pensampermeter was used to measure the current value. A phase value was measured. The voltage values are taken from the regulator. Total power consumption is calculated by multiplying the total time.

The surface roughness value was measured with the Mitutoyo SJ 201 roughness tester. Measurements were taken at 3 different points and the arithmetic mean was calculated. The sampling range was selected as 0.8.

Experiment results

Relationship between tool wear and temperature

Temperature values increase with increasing wear amount. Because as the tool wear increases, the amount of friction increases. The temperature increases with increasing friction. The increase in temperature causes expansion. the expansion causes a greater frictional force. therefore, sudden increases in temperature rise are observed after a while.

During each machining process, 3 passes are removed. 0.1 mm depth of chip is taken constant for each pass. Feed rate 0.15mm/rev. cutting speed 150 m/min. It was obtained. According to the images obtained from the thermal imager, the average temperature values increase to 150 C during the 1st Processing, 160 C during the 2nd Processing and 180 C during the 3rd machining.

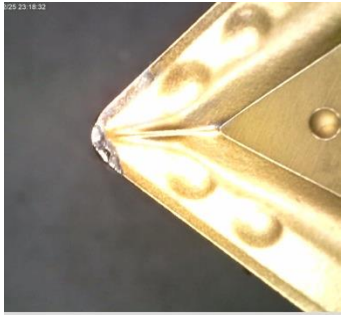
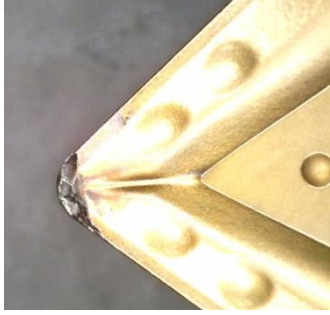
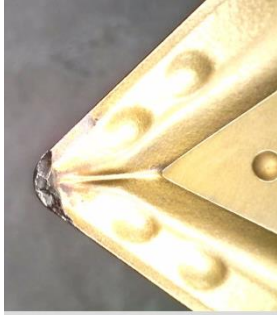
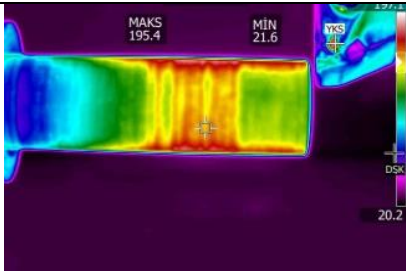
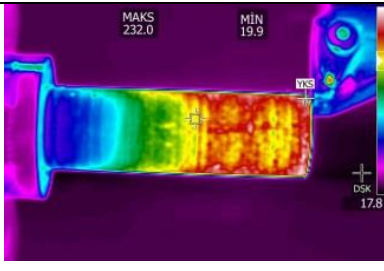
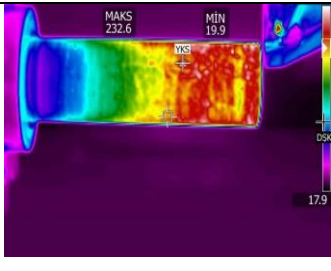
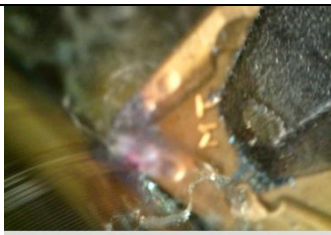
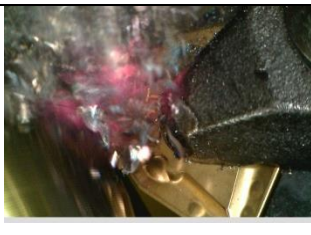
Test Time	10 (min)	20(min)	30(min)
Tool Wear			
	a	b	c
Temperature value			
	d	e	f
Machining moment			
	g	h	j

Figure 1. Relationship between tool wear and temperature

Tool wear causes temperature rise. At the same time, tool wear accelerates as temperature increases. Excessive temperature increase will damage the chemical structure of the material. Changing chemical and mechanical properties affects the performance of the machine part. Especially in heat treated workpieces, the increase in temperature decreases the hardness value. Reduces resistance to wear and friction. Increased temperature and friction cause an increase in energy loss.

The relationship between tool wear and current value

As tool wear increases, friction and temperature increase, so the current value increases. The machine tool is forced more. Chip removal becomes difficult. Power consumption increases. Depending on the power consumption, the amount of energy consumed on the machine tool increases. Microscope is used to investigate tool wear. Current value can be measured instantaneously. Therefore, it is of paramount importance to check the instantaneous current value in tool condition monitoring.

It is known that cutting forces increase as long as tool wear increases. Thus, a strong relationship can be established between the increase in shear forces and the current value.

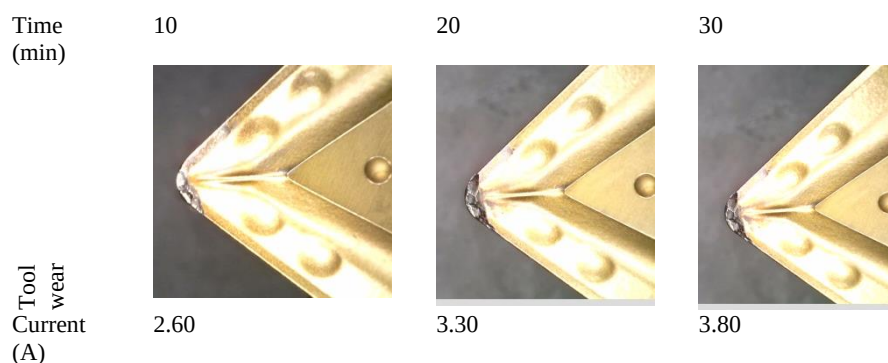


Figure 2. Relation between tool wear and instantaneous current value

Surface Roughness Value

Surface finish is especially important for finish turning operations. Because the regular work of the machine parts is ensured with good surface quality. The surface quality must be high to produce a low friction force. The surface roughness value increases with increasing tool wear. The increased amount of wear causes the tip radius to grow after a while. Increasing tip radius has a positive effect on surface quality. However, the increasing amount of wear and vibrations cause deterioration of surface quality.

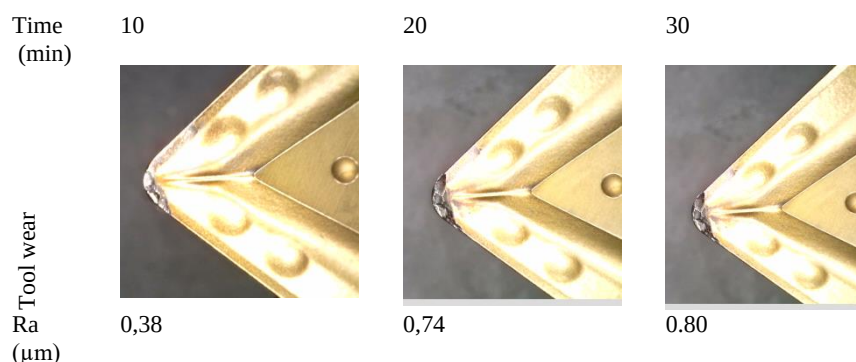


Figure 3. Relation between tool wear and surface roughness

In this experimental study, it was seen that carbide inserts can be removed for a long time in DIN 1.2343 material which is a hard material. The surface roughness values of less than 1.3 micrometer value indicates that the surface is close to the quality of grinding.

Results

As a result of these experimental studies;

It was observed that the temperature increased as the tool wear increased. It has been observed that the friction force increases with increasing wear amount and therefore the temperature values increase rapidly.

It has been seen that energy consumption on the machine tool increases due to tool wear. Current values increase. The current value measured in single phase increased from 2.60 A to 3.80 A. Surface roughness values are also increased due to tool wear. The surface roughness values are less than 1 micron despite the 30 minutes metal removal time. It has been found that carbide inserts can be used up to a certain hardness value as it provides good surface quality.

References

1. Newman, S. T., Nassehi, A., Imani-Asrai, R. & Dhokia, V. Energy efficient process planning for CNC machining. *CIRP J. Manuf. Sci. Technol.* (2012). doi:10.1016/j.cirpj.2012.03.007
2. Mori, M., Fujishima, M., Inamasu, Y. & Oda, Y. A study on energy efficiency improvement for machine tools. *CIRP Ann. - Manuf. Technol.* (2011). doi:10.1016/j.cirp.2011.03.099
3. Kant, G. & Sangwan, K. S. Prediction and optimization of machining parameters for minimizing power consumption and surface roughness in machining. *J. Clean. Prod.* (2014). doi:10.1016/j.jclepro.2014.07.073
4. Zhao, G. Y., Liu, Z. Y., He, Y., Cao, H. J. & Guo, Y. B. Energy consumption in machining: Classification, prediction, and reduction strategy. *Energy* (2017). doi:10.1016/j.energy.2017.05.110
5. Zhou, L. *et al.* Energy consumption model and energy efficiency of machine tools: A comprehensive literature review. *Journal of Cleaner Production* (2016). doi:10.1016/j.jclepro.2015.05.093
6. Balogun, V. A. & Mativenga, P. T. Modelling of direct energy requirements in mechanical machining processes. *J. Clean. Prod.* (2013). doi:10.1016/j.jclepro.2012.10.015
7. Behrendt, T., Zein, A. & Min, S. Development of an energy consumption monitoring procedure for machine tools. *CIRP Ann. - Manuf. Technol.* (2012). doi:10.1016/j.cirp.2012.03.103
8. Peng, T. & Xu, X. Energy-efficient machining systems: A critical review. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology* (2014). doi:10.1007/s00170-014-5756-0
9. Kumar, R. & Chauhan, S. Study on surface roughness measurement for turning of Al 7075/10/SiCp and Al 7075 hybrid composites by using response surface methodology (RSM) and artificial neural networking (ANN). *Meas. J. Int. Meas. Confed.* (2015). doi:10.1016/j.measurement.2015.01.003
10. Sharma, V. S., Dhiman, S., Sehgal, R. & Sharma, S. K. Estimation of cutting forces and surface roughness for hard turning using neural networks. *J. Intell. Manuf.* (2008). doi:10.1007/s10845-008-0097-1
11. Lalwani, D. I., Mehta, N. K. & Jain, P. K. Experimental investigations of cutting parameters influence on cutting forces and surface roughness in finish hard turning of MDN250 steel. *J. Mater. Process. Technol.* (2008). doi:10.1016/j.jmatprotec.2007.12.018
12. Nalbant, M., Gökkaya, H. & Sur, G. Application of Taguchi method in the optimization of cutting parameters for surface roughness in turning. *Mater. Des.* (2007). doi:10.1016/j.matdes.2006.01.008
13. Özel, T., Hsu, T. K. & Zeren, E. Effects of cutting edge geometry, workpiece hardness, feed rate and cutting speed on surface roughness and forces in finish turning of hardened AISI H13 steel. *Int. J. Adv. Manuf. Technol.* (2005). doi:10.1007/s00170-003-1878-5
14. Hessainia, Z., Belbah, A., Yallese, M. A., Mabrouki, T. & Rigal, J. F. On the prediction of surface roughness in the hard turning based on cutting parameters and tool vibrations. *Meas. J. Int. Meas. Confed.* (2013). doi:10.1016/j.measurement.2012.12.016

PERFORMANCE EVALUATION OF RPL
OBJECTIVE FUNCTIONS WITH CoAP IN LOW POWER AND LOSSY NETWORKS

Alper K. DEMIR

Assist Prof. Dr. Dept. of Computer Engineering
Adana Alparslan Turkes Science and Technology University

Sedat BILGILI

Res. Asst. Dept. of Computer Engineering
Adana Alparslan Turkes Science and Technology University

ABSTRACT

Low Power and Lossy Networks defines a network structure which consists of constrained devices. Low Power and Lossy Networks (LLNs) are highly challenging networks as they are extremely resource constrained in terms of processing power, memory and energy, such as battery. LLNs are intrinsically deployed in harsh environments and commonly show unstable low bandwidth, high packet loss and link failures. It is expected that LLNs will bring new innovative applications into our lives. On the other hand, it is not possible to use standardized internet protocols because LLN devices are weak in terms of memory and processing power. As a result, IETF formed 6LoWPAN WG and ROLL WG to bridge LLNs with the Internet. ROLL WG standardized RPL for the routing needs of LLNs. RPL leverages different Objective Functions (OFs) to construct RPL topology. Further, IETF standardized CoAP application layer protocol for the data exchange needs of LLN nodes. Also, because there are restricted devices in LLN networks, heavy protocols such as TCP cannot be used. Mechanisms such as congestion control implemented by TCP are operated with applications such as CoAP in the application layer in networks consisting of restricted devices. How RPL OFs will perform when CoAP is used at application layer is not broadly investigated area. Like so, in this work, we evaluated different OFs of RPL where LLN nodes run CoAP for data exchange. MRHOF and OF0, the two most commonly used Objective Functions in RPL, were considered in the evaluations in this study. Our results indicate that Minimum Rank with Hysteresis Objective Function (MRHOF) demonstrate better results than Objective Function Zero (OF0).

Index Terms: RPL, CoAP, Low Power and Lossy Networks, OF0, MRHOF

I. Introduction

Low Power and Lossy Networks (LLNs) are composed of a large number of low power wireless nodes along with one or more gateway nodes [1]. The low power nodes are wirelessly interconnected with each other and identified by constrained resources such as energy, processing, memory and bandwidth. The gateway nodes connect the LLN into another network such as the Internet. Such an example LLN network is presented at Figure 1. As wireless nodes possess limited power and run in lossy harsh environments, LLNs usually exhibit unstable low data rate, packet losses and momentary link failures. LLNs pioneer many applications, including healthcare, energy metering on the smart grid, smart webs, smart houses, smart cities and intelligent transportation [2], [3]. As the cost of LLNs becomes cheaper, faster, better and more intelligent, people will rely on these applications to make superior choices. These applications will have a significant impact on many aspects of our lives such as how we live, work, travel, health care and learn.

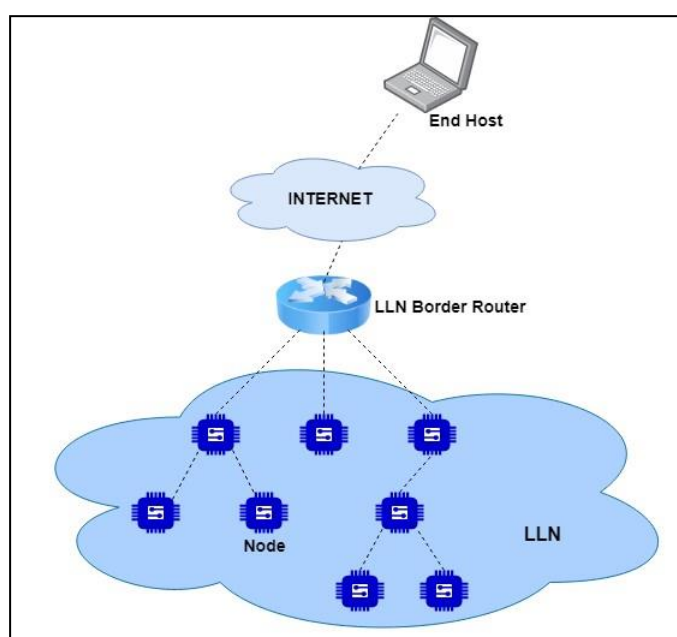
The absence of IP-based network architecture prevented LLNs from interoperating with the Internet. Thus, Internet Engineering Task Force (IETF) chartered the 6LoWPAN (The IPv6 in Low Power Wireless Personal Area Networks) and ROLL (The Routing over Low-Power and Lossy Links) Working Groups (WGs) to standardize at distinct layers of the Internet protocol stack with the target of connecting LLNs to the Internet. 6LoWPAN is a milestone protocol that link the LLNs with IP world. It provides a new dimension for an intact interoperability with the Internet.

There have been several work for defining an adequate routing protocol for 6LoWPAN-compliant LLNs such as Dymolow [4], Hydro [5] and Hilow [6]. However, none of these proposals gained considerable attention in the area where growing demand was required for a standard solution [7]. To

fill this gap, IETF ROLL WG has proposed a routing protocol, named as RPL. The ROLL WG of IETF specifically designed IPv6 Routing Protocol for Low Power and Lossy Networks (RPL) compliant with the 6LoWPAN protocol for LLNs [3], [8], [9]. To construct the RPL topology, RPL uses the Objective Functions (OFs) that leverage routing metrics to calculate the best path of nodes.

Fig. 1: Low Power and Lossy Network

The entire topology construction is exceptionally dependent on the used OF by the LLN. The network performance is directly affected by the means of route selection. The best route is selected according to metrics and constraints of OFs. Thus, the notion of OF presents a great flexibility for enabling QoS-aware routing that supports various application requirements. Hence, each application can choose a different OF. OF defines how RPL leverage metrics into rank used to select and optimize routes. The IETF is standardized two different OF, namely Objective Function Zero (OF0) [10] and Minimum Rank with Hysteresis Objective function (MRHOF) [11]. The design of competent OFs is still an open research area [12].



The Constraint Application Protocol (CoAP) was designed by IETF for application layer communication considering energy, computation, memory and limited communication capacity of LLN nodes [13]. The CoAP is a specialized web transfer protocol for constrained physical LLN nodes. CoAP has a protocol primitive that is similar to client-server model of HTTP (Hyper Text Transfer Protocol). It is expected that billions tiny LLN nodes will be running CoAP protocol in the near future [14]. Thus, in this work, we investigated how RPL OFs, namely OF0 and MRHOF, achieve when CoAP is operated as application layer protocol. Obtained results presents that CoAP clients perform better when RPL MRHOF is preferred as an RPL OF.

II. Related Work

We categorized the related work into Performance Evaluation of CoAP, Performance Evaluation of RPL, Performance Evaluation of RPL OFs and CoAP-based Performance Evaluation of RPL OFs. We provide the related work details in this section.

A. Performance Evaluation of CoAP

A low-power CoAP implementation is evaluated in a testbed experiments for two duty cycling mechanisms [15]. The performance of CoAP is also compared to HTTP [16]–[18] and MQTT [19].

B. Performance Evaluation of RPL

The performance of the RPL is carried on a testbed

Fig. 2: Network Topology

environment in terms of power consumption, packet loss and packet delay [8]. RPL performance is evaluated in network scalability, multiple sink and mobility models configurations [20]. Evaluation and analyzing the performance of the RPL are proceeded in other work [21]–[24].

C. Performance Evaluation of RPL OFs

Performance of RPL OFs, namely OF0 and MHROF, are evaluated on Cooja simulator [25]–[27]. MRHOF and OF-EC objective functions along with different trickle timers are used for performance evaluation of RPL [28]. Evaluating and analyzing the performance of RPL OFs are investigated in other work [29]–[33].

D. CoAP-based Performance Evaluation of RPL OFs

The performance evaluation of CoAP using RPL OF0 and MRHOF along with LPL is conducted in a testbed environment where nodes run TinyOS [34]. It is observed that MRHOF of RPL performs better than OF0. In this study, we also examined performance of RPL OF0 and MRHOF when CoAP is used at application where nodes run ContikiOS.

III. Simulation Environment

As physical testbeds are expensive and not easy to access, evaluations of objective MRHOF and OF0 have been conducted in simulation environment. For these simulations, Cooja Network Tool [35] has been chosen. This simulation tool supports multiple nodes and operating systems. Within the selected operating system that is ContikiOS, it is possible to select an OF for RPL routing.

For simulations, different network sizes have been considered. For this purpose, simulations have been ran for networks with 5, 10 and 15 CoAP clients. Network topology is given in Figure 2. Also, to get more analytic results, all simulations have been repeated for link layer PDR values 100 and 90. Each of the created simulation scenarios has been run 5 times. All scenarios with variable values are given in Table I. During experiments, each client sends 100 CoAP requests, and Success Rate, Average Packet Time, Maximum Delay Between Packets and Total Time performance metrics are calculated based on CoAP responses.

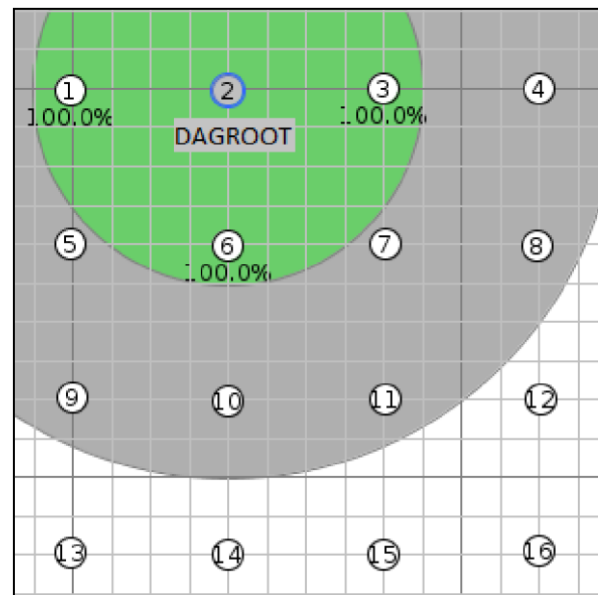
A. Performance Metrics

1) *Success Rate*: Success Rate indicates percentage of successfully received CoAP responses. In other words, this metric represents application layer PDR.

2) *Average Packet Time*: Average Packet Time means average of total elapsed time of successfully received CoAP response. Elapsed time begins when CoAP request is sent and ends when CoAP response is received. One thing to consider about this performance metric is only successful CoAP request-response couples are calculated. Failed requests are ignored for this performance metric.

3) *Maximum Delay Between Packets*: This metric illustrates the maximum time elapsed between two successfully received CoAP responses. This metric can be utilized by real-time applications.

4) *Total Time*: Total Time is the total elapsed time to receive 100 CoAP responses.



Scenario	Objective Function	Node Count	PDR
1	MRHOF	5	100
2	MRHOF	5	90
3	MRHOF	10	100
4	MRHOF	10	90
5	MRHOF	15	100
6	MRHOF	15	90
7	OF0	5	100
8	OF0	5	90
9	OF0	10	100
10	OF0	10	90
11	OF0	15	100
12	OF0	15	90

TABLE I: Simulation Scenarios

IV. Performance Evaluation

To figure out the performance difference of two different objective functions, multiple simulations have been ran. As an outcome of these simulations, results graphs have been produced with different performance metrics. Figure 3 shows all results graphs. These graphs were analyzed according to their performance metrics.

A. Success Rate

Figure 3a shows the Success Rate values for different objective functions, different PDR values and different node counts. As can be seen in this graph, for small networks which consist of only 5 nodes, there's no significant difference between objective functions. However, the increase in the number of nodes makes the difference between objective functions more visible. According to the data in the graph, in cases where the number of nodes is 10, MRHOF objective function shows a better success rate than OF0 objective function. According to these results, the reduction of PDR value from 100 to 90 did not affect MRHOF objective function much, but this did not occur in OF0 objective function. As the network environment becomes more crowded (increasing the number of nodes to 15), these differences become more pronounced. It is clear that the MRHOF objective function is better than the OF0 objective function if an assessment should be made according to the success rate metric. Again, it can be said that MRHOF objective function can better tolerate the changes in PDR value.

B. Average Packet Time

Average packet time values for objective functions MRHOF and OF0 are given in Figure 3b. Performance difference between these objective functions is not easy to distinguish for smaller networks with only 5 nodes. Even in small networks, effect of decrease of PDR value is visible in graph. Lower PDR value lead up to increased packet delivery time. For more crowded networks which contains 10 or 15 nodes, performance difference of objective function MRHOF and objective function OF0 becomes clearer in terms of average packet time. For networks with 10 or 15 nodes, average packet time is lower when objective function OF0 is chosen. However, there's a point to keep in mind while evaluating these results.

As previously mentioned, observations show that objective function MRHOF is superior to objective function OF0 in terms of success rate. However, in terms of average packet time, objective function OF0 looks better than objective function MRHOF. This is due to calculation way of average packet time. While calculating average packet time, only successful packets are considered while failed packets are ignored. This situation should be kept in mind while analysing average packet time values. This case is also observable with result graph with lower PDR value in network with 15 nodes.

C. Maximum Delay Between Packets

Comparison of objective function MRHOF and objective function OF0 in terms of maximum delay between packets is given in Figure 3c. This graph shows the value of maximum wait time between two sequential, successful packets. This results shows the difference between two objective function even in small networks with 5 nodes. As the network grows larger, this difference increases. For all network sizes, objective function MRHOF gives lower values than objective function OF0 in terms of maximum delay between packets. Another thing to point out is, objective function MRHOF is more resistant to changes in PDR value for maximum delay between packets values.

D. Total Time

The total time taken to transmit (successful or failed) 100 packets is given in Figure 3d. This value also can be used while calculating average throughput. Crowded networks, packet delivery failures or re-transmissions can increase this value. While evaluating this metric, graphs shows significant difference between objective functions and PDR values. As a matter of course, higher total time values are expected for lower PDR values. Once again, difference between objective function MRHOF and OF0 is not very significant for smaller networks. But in general, objective function MRHOF keeps its superiority against objective function OF0. In numerical terms, total time values of objective function OF0 increased by approximately 55% compared to objective function MRHOF for a network with 15 nodes and PDR value is set to 100.

V. Conclusion

Performance Evaluation of CoAP over various RPL Objective Functions is not a widely explored area. In this work, we analyzed the performance of RPL OF0 and MRHOF. We used CoAP clients and

different PDRs at physical layer. The reason is that CoAP is currently a de facto standard in LLNs, and as CoAP has default congestion control mechanism, physical layer PDR does influence the performance. As far as we know, there is no previous research on performance evaluation of RPL OFs when ContikiOS, CoAP and various PDR values are used for analysis. We also get the same overall results presented in [34] where RPL MHROF is more suitable than RPL OF0 when CoAP operates at application layer.

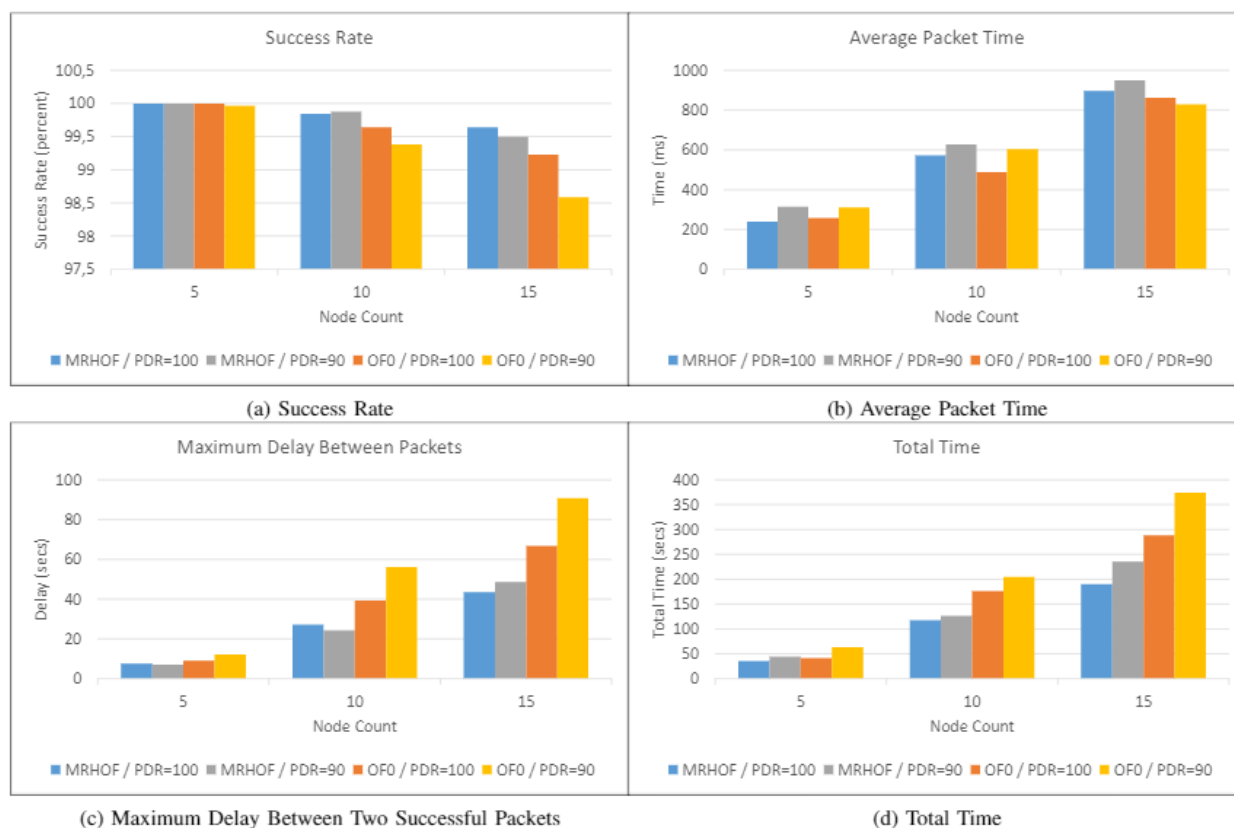


Fig. 3: Results Graphs with Different Objective Functions for Different Performance Metrics

ACKNOWLEDGMENT

This work was supported by SIREN project funded by the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) under Grant No 116E025.

REFERENCES

- [1] C. Bormann, M. Ersue, and A. Keranen, "Terminology for constrained-node networks," Tech. Rep., 2014.
- [2] J. Ko, A. Terzis, S. Dawson-Haggerty, D. E. Culler, J. W. Hui, and P. Levis, "Connecting low-power and lossy networks to the internet," *IEEE Communications Magazine*, vol. 49, no. 4, pp. 96–101, 2011.
- [3] A. J. Witwit and A. K. Idrees, "A comprehensive review for rpl routing protocol in low power and lossy networks," in *International Conference on New Trends in Information and Communications Technology Applications*. Springer, 2018, pp. 50–66.
- [4] K. Kim, G. Montenegro, S. Park, I. Chakeres, and C. Perkins, "Dynamic manet on-demand for 6lowpan (dymo-low) routing," *Internet Engineering Task Force, Internet-Draft*, 2007.
- [5] A. Tavakoli and D. Culler, "Hydro: A hybrid routing protocol for lossy and low power networks," in *IETF Internet Draft*, 2009.
- [6] K. Kim, S. Yoo, S. Park, J. Lee, and G. Mulligan, "Hierarchical routing over 6lowpan (hilow)," in *IETF Internet Draft*, 2007.
- [7] G. K. Ee, C. K. Ng, N. K. Noordin, and B. M. Ali, "A review of 6lowpan routing protocols," *Proceedings of the Asia-Pacific Advanced Network*, vol. 30, pp. 71–81, 2010.

- [8] O. Gaddour and A. Koubaa, "Rpl in a nutshell: A survey," *Computer Networks*, vol. 56, no. 14, pp. 3163–3178, 2012.
- [9] J. V. Sobral, J. J. Rodrigues, R. A. Rabelo, J. Al-Muhtadi, and V. Korotaev, "Routing protocols for low power and lossy networks in internet of things applications," *Sensors*, vol. 19, no. 9, p. 2144, 2019.
- [10] P. Thubert, "Objective function zero for the routing protocol for low-power and lossy networks (rpl)," Tech. Rep., 2012.
- [11] O. Gnawali and P. Levis, "The minimum rank with hysteresis objective function," Tech. Rep., 2012.
- [12] I. Kechiche, I. Bousnina, and A. Samet, "An overview on rpl objective function enhancement approaches," in *2018 Seventh International Conference on Communications and Networking (ComNet)*. IEEE, 2018, pp. 1–4.
- [13] Z. Shelby, K. Hartke, and C. Bormann, "The constrained application protocol (coap)," Tech. Rep., 2014.
- [14] C. Bormann, A. P. Castellani, and Z. Shelby, "Coap: An application protocol for billions of tiny internet nodes," *IEEE Internet Computing*, no. 2, pp. 62–67, 2012.
- [15] M. Kovatsch, S. Duquennoy, and A. Dunkels, "A low-power coap for contiki," in *Workshop on Internet of Things Technology and Architectures (IEEE IoTech 2011)*, 2011.
- [16] W. Colitti, K. Steenhaut, N. De Caro, B. Buta, and V. Dobrota, "Evaluation of constrained application protocol for wireless sensor networks," in *2011 18th IEEE Workshop on Local & Metropolitan Area Networks (LANMAN)*. IEEE, 2011, pp. 1–6.
- [17] M. Kovatsch, M. Lanter, and Z. Shelby, "Californium: Scalable cloud services for the internet of things with coap," in *2014 International Conference on the Internet of Things (IOT)*. IEEE, 2014, pp. 1–6.
- [18] A. Ludovici, P. Moreno, and A. Calveras, "Tinycoap: A novel constrained application protocol (coap) implementation for embedding restful web services in wireless sensor networks based on tinys," *Journal of Sensor and Actuator Networks*, vol. 2, no. 2, pp. 288–315, 2013.
- [19] M. Collina, M. Bartolucci, A. Vanelli-Coralli, and G. E. Corazza, "Internet of things application layer protocol analysis over error and delay prone links," in *2014 7th Advanced Satellite Multimedia Systems Conference and the 13th Signal Processing for Space Communications Workshop (ASMS/SPSC)*. IEEE, 2014, pp. 398–404.
- [20] H. Lamaazi, N. Benamar, and A. J. Jara, "Rpl-based networks in static and mobile environment: A performance assessment analysis," *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*, vol. 30, no. 3, pp. 320–333, 2018.
- [21] T. Zhang and X. Li, "Evaluating and analyzing the performance of rpl in contiki," in *Proceedings of the first international workshop on Mobile sensing, computing and communication*. ACM, 2014, pp. 19–24.
- [22] I. Wadhaj, I. Kristof, I. Romdhani, and A. Al-Dubai, "Performance evaluation of the rpl protocol in fixed and mobile sink low-power and lossy-networks," in *2015 IEEE International Conference on Computer and Information Technology; Ubiquitous Computing and Communications; Dependable, Autonomic and Secure Computing; Pervasive Intelligence and Computing*. IEEE, 2015, pp. 1600–1605.
- [23] Q. Q. Abuein, M. B. Yassein, M. Q. Shatnawi, L. Bani-Yaseen, O. Al-Omari, M. Mehdawi, and H. Altawssi, "Performance evaluation of routing protocol (rpl) for internet of things," *Performance Evaluation*, vol. 7, no. 7, 2016.
- [24] G. G. Krishna, G. Krishna, and N. Bhalaji, "Analysis of routing protocol for low-power and lossy networks in iot real time applications," *Procedia Computer Science*, vol. 87, pp. 270–274, 2016.
- [25] I. Kechiche, I. Bousnina, and A. Samet, "A comparative study of rpl objective functions," in *2017 Sixth International Conference on Communications and Networking (ComNet)*. IEEE, 2017, pp. 1–6.
- [26] M. Qasem, H. Altawssi, M. B. Yassien, and A. Al-Dubai, "Performance evaluation of rpl objective functions," in *2015 IEEE International Conference on Computer and Information Technology; Ubiquitous Computing and Communications; Dependable, Autonomic and Secure Computing; Pervasive Intelligence and Computing*. IEEE, 2015, pp. 1606–1613.

- [27] R. Sharma and T. Jayavignesh, "Quantitative analysis and evaluation of rpl with various objective functions for 6lowpan," *Indian Journal of Science and Technology*, vol. 8, no. 19, p. 1, 2015.
 - [28] H. Lamaazi and N. Benamar, "A novel approach for rpl assessment based on the objective function and trickle optimizations," *Wireless Communications and Mobile Computing*, vol. 2019, 2019.
 - [29] W. Mardini, M. Ebrahim, and M. Al-Rudaini, "Comprehensive performance analysis of rpl objective functions in iot networks," *International Journal of Communication Networks and Information Security*, vol. 9, no. 3, pp. 323–332, 2017.
 - [30] W. Mardini, S. Aljawarneh, A. Al-Abdi, and H. Taamneh, "Performance evaluation of rpl objective functions for different sending intervals," in *2018 6th International Symposium on Digital Forensic and Security (ISDFS)*. IEEE, 2018, pp. 1–6.
 - [31] W. Alayed, L. Mackenzie, and D. Pezaros, "Evaluation of rpls single metric objective functions," in *2017 IEEE International Conference on Internet of Things (iThings) and IEEE Green Computing and Communications (GreenCom) and IEEE Cyber, Physical and Social Computing (CPSCom) and IEEE Smart Data (SmartData)*. IEEE, 2017, pp. 619–624.
 - [32] I. Zaatouri, N. Alyaoui, A. B. Guiloufi, and A. Kachouri, "Performance evaluation of rpl objective functions for multi-sink," in *2017 18th International Conference on Sciences and Techniques of Automatic Control and Computer Engineering (STA)*. IEEE, 2017, pp. 661–665.
 - [33] N. Pradeska, W. Najib, S. S. Kusumawardani *et al.*, "Performance analysis of objective function mrhof and of0 in routing protocol rpl ipv6 over low power wireless personal area networks (6lowpan)," in *2016 8th International Conference on Information Technology and Electrical Engineering (ICITEE)*. IEEE, 2016, pp. 1–6.
 - [34] T. Potsch, K. Kuladinithi, M. Becker, P. Trenkamp, and C. Goerg, "Performance evaluation of coap using rpl and lpl in tinyos," in *2012 5th International Conference on New Technologies, Mobility and Security (NTMS)*. IEEE, 2012, pp. 1–5.
- F. Osterlind, "A sensor network simulator for the contiki os," *SICS Research Report*,

A NOVEL HYBRID BAT CROW SEARCH ALGORITHM FOR SOLVING OPTIMIZATION PROBLEMS

Mustafa DANACI

ERU, Engineering Faculty, Computer Eng. Dept.

Zaher AKHDIR

ERU, Computer Eng., Grad. School of Natural and Applied Sciences

ABSTRACT

Meta heuristic algorithms like Particle Swarm Optimization (PSO), Genetic Algorithm (GA) and other algorithms are great and famous techniques used to solve many hard and complex optimization problems. This paper presents a new hybrid algorithm named Hybrid Bat Crow Search Algorithm (HBCSA). To achieve this algorithm, two algorithms were considered. The algorithms are Crow Search Algorithm (CSA) and Bat Algorithm (BA). The advantageous points of the two algorithms were taken into consideration and used to design an effective hybrid algorithm that can give significantly high performance in many benchmark functions. In addition, quantum behaved PSO equation is used in this hybrid algorithm. This led to better results when testing the algorithm against Benchmark problems. The combination of concept and functionality of Bat and Crow algorithms enable the suggested hybrid algorithm of making an appropriate trade-off between exploration and exploitation capabilities of the new algorithm.

For the purpose of evaluating the performance of the new Hybrid Bat Crow Search Algorithm (HBCSA), some well known Benchmark functions were utilized. In the new algorithm every member in the swarm will have behave like a crow in the sense of observing other members in the swarm to see where they hide their foods. In the same time, as in bats, every member will use echo system while searching its own solution. Echo system is integrated with PSO equations. Each member has an awareness parameter as in CSA. According to awareness parameter a member can know whether if another member is following it or no. These are the basic lines of the new HBCSA. The results indicated that the proposed HBCSA can produce very competitive solution when compared to other famous and state of the art meta-heuristic algorithms.

Key Words: Meta-Heuristic, Crow Search Algorithm, Bat Algorithm, Benchmark Functions.

1. INTRODUCTION

Nowadays researchers deal with hard and complex problems. Solving complex problems using traditional techniques is sometimes impossible because of the complexity of the problems. That's why many researchers aimed to develop novel solution approaches named meta heuristics for solving complex and hard optimization problems in reasonable cost and time. Meta heuristics, due to their advantages, become very popular and applied to solve complex real-world problems [1, 2]. The basic idea for most of the meta heuristic algorithms is inspiration from the behaviour of living animals in nature, nature or physical phenomena [3, 4] divides meta heuristics in three main categories: Evolutionary based, Physics based and Swarm based techniques.

In general, with using the powerful sides of different existing algorithms, a new better algorithm can be developed which can use advantages of the other algorithms to perform better. Hybrid algorithm in general is efficient from the original versions of the algorithms which was taken from. This is due to the fact that the hybrid algorithm benefits from all the advantages of the original algorithms [3-5].

In this research, a novel hybrid algorithm is proposed based on two proposed meta heuristic algorithms of Bat Algorithm and Crow Search Algorithm. The new hybrid algorithm is named Hybrid Bat Crow Search Algorithm (HBCSA). The proposed hybrid algorithm benefits from advantages of both algorithms and aims to fill their drawbacks. The modifications considered in this research result in a very efficient algorithm which performs significantly better than the basic version of the two algorithms. To evaluate the effectiveness of the new algorithm, well-known benchmark functions are utilized, and the results are compared to other state-of-the-art algorithms.

2. RELATED WORKS

2.1. BAT ALGORITHM (BA)

Bats have great features and they are amazing. They are mammals and they have wings. Bats also have great echolocation ability. The pulses that bats emit differ in properties and these pulses are related to their hunting tactics and depending on the specie of the bat. Their signal bandwidth differs according to the species, and in general, it increases by using more harmonics [6].

In simulations, virtual bats are used. Rules have to be defined on the position $x(i)$ and velocity $v(i)$ in a d dimensional searching space and they are updated according to them. The new solutions x_i^t and velocities v_i^t at time step t are given by [6, 7]:

$$fi = fmin + (fmax - fmin)\beta \quad (1)$$

$$v_i^t = v_i^{t-1} + (x_i^t - x^*)fi \quad (2)$$

$$x_i^t = x_i^{t-1} + v_i^t \quad (3)$$

where $\beta \in [0,1]$ is a random valued vector computed using uniform distribution. Here x^* is the present global best solution (location) which is computed after looking at all the solutions of all the bats in the swarm. fi is the velocity increment.

The loudness value $A(i)$ and the plus emission rate $r(i)$ have to be updated while the algorithm iteration proceeds as follow [6, 7]:

$$A_i^{t+1} = \alpha A_i^t, \quad r_i^{t+1} = r_i^0 [1 - \exp(-\gamma t)] \quad (4)$$

Taking into consideration that:

$$A_i^t \rightarrow 0, r_i^t \rightarrow r_i^0, \text{ as } t \rightarrow \infty$$

2.2. CROW SEARCH ALGORITHM (CSA)

Crows are known for their cleverness and can communicate in a sophisticated manner, remember faces and use tools. That is why they have been recognized as one of the most intelligent animals found on the planet. The main concept behind the algorithm is that crows store their surplus food secretly at secret location and retrieve it whenever needed. They can recall their food hiding places even after several months. Crows observe food hiding places of other birds and steal their food. To find the food hiding locations of crows is a hard task to do as they can make fool the watching and following crows by going to other location in case, they know that someone is following [9].

In the crow search algorithm, each crow will update its own position according to awareness of the other crow that it may follow. For example, let's assume two crows i and j . Crow i will follow crow j to find the hiding food by crow j and steal the food. For this, crow i will update its position according to the following formula [8, 9].

$$X_i^{t+1} = \begin{cases} X_i^t + r_1 \times fl_i^t \times |m_i^t - X_i^t|, & ri \geq AP_i^t \\ \text{a random position} & \text{otherwise} \end{cases} \quad (5)$$

Where AP_i^t is the awareness of crow j and fl_i^t is the flight length of crow i . In other words, if crow j feels that crow i is following him, crow i updates to a random place in solution space. It is worth noting that for a crow i , a crow j is picked in random way and is used to update its position [8, 9].

2.3. PROPOSED HYBRID MODEL

In the new algorithm, every member in the swarm will have behave like a crow in the sense of observing other members in the swarm to see where they hide their foods. In the mean while as in bats, every member will use echo system while searching its own solution. Echo system is integrated with particle swarm optimization equations. Each member has an awareness parameter as in CSA. According to awareness parameter a member can know whether if another member is following it or no. Member j may not know that member i is following it. due to that, crow i approaches to the hiding place of crow j. Member j may know that member i is following it. due to that, and for the purpose of protecting the food it hid from being stolen, member j will trick member i by changing its course and moving to another position of the search space. A member will use echo system alongside with quantum behaved particle swarm optimization equations to locate best food (solution) place [11]. In the same time, it will keep an eye on foods place (solutions) found by the others it follows. According to them its new location in the search space is defined. In addition, local search is applied so every member will try to improve its own solution by looking to nearby solutions. This help in exploration phase of the algorithm.

Below is the pseudo code of the proposed algorithm:

```

Initialize positions of the flock in the swarm (N) in the search space in random way
For each member Evaluation is made of its position
Set the initial values of memories for the members in the swarm
Calculate the objective function for each member.
while current iteration < total iterations number
    for i = 1 → N (all N member of the swarm)
        Choose one of the members to follow (j for example) randomly.
        Define an awareness probability
        If (random value >= AP)
            Generate new solutions by using quantum behaved particle swarm optimization equations.
            And approach the member j position.
        else
            generate a new position randomly
        end
        With a randomly generated probability generate a local solution near the best solution.
    end for
    foreach member in the swarm
        Check whether the solution found by the member j is better and update solution
    end foreach
    if (rand < A(i) & f(xi) < f(x*))
        The new generated solution is taken
        Increase ri and reduce Ai
    End
    If solution doesn't does not improve after defined number of steps
Initialize the loudness values of Ai and reset pulse rates ri
end while
Process and visualize the acquired results
    
```

3. RESULTS AND DISCUSSION

Meta heuristics are stochastic algorithms thus, several Benchmark functions are needed to be solved to ensure the efficiency of the algorithms. In this research, many benchmark functions were used to evaluate the performance of the proposed HBCSA against well-known meta heuristic algorithm in exploration and exploitation abilities. For validating the efficiency of the proposed hybrid algorithm, the performance of HBCSA is compared to CSA and BA, as well as other well know algorithms. Average values are used to compare results.

For comparison made in Table 1, all the algorithms were compared using the same set of parameters. Number of runs of each algorithm was set to 2000 iterations, decision number variables (dimension) is set to 10 and population size is set to 20.

For comparison made in Table 2, number of runs of each algorithm was set to 2000 iterations, decision number variables (dimension) is set to 10 and with population size is set to 50. Table1 and Table 2 are showing the results of comparing the proposed HBCSA with CSA, BA and an Improved Bat Algorithm (IBA) respectively [6-10].

Table 1: Comparing HBCSA with Crow Search Algorithm.

Benchmark Functions	FMIN	HBCSA	CSA
		AVERAGE	
F1: Sphere	0	1.10E-117	4.09E-11
F2: Rosenbrock	0	3.2731	10.86
F3: Griewank	0	0.11141	0.21
F4: Schwefel	0	1.49E-74	6.27E-03
F5: Ackley	0	4.56E-15	1.9

Table 2: Comparing HBCSA with BA and IBA.

Benchmark Functions	FMIN	HBCSA	BA	IBA
		AVERAGE		
F1: Sphere	0	1.41E-284	7.90E-01	8.11E-06
F2: Zakharov	0	1.20E-298	3.38E+01	4.63E-03
F3: Sum of Different Power	0	0	2.72E-03	5.38E-06
F4: Dixon-Price	0	0.66667	7.90E+01	0.66667
F5: Step	0	5.20E-19	7.90E+01	6.67E-01
F6: Michalewicz	-9.66015	-8.2989	-5.16	-7.91
F7: Griewank	0	0.12181	1.14E+01	1.34
F8: Easom (d=2)	-1	-1	-3.25E-02	-9.99E-01
F9: Perm (d=4)	0	9.66E-02	3.54E-01	7.16E-02
F10: Six Hump Camel Back (d=2)	-1.0316	-1.0316	-1.03093	-1.0316

From the results, it is clear that the proposed hybrid algorithm performs significantly better than two meta-heuristic algorithms of BA and CSA. This is due to high exploration and exploitation ability of the proposed algorithm and this is normal due to the fact that the hybrid algorithm is made of these two algorithms and uses the best features of them.

The only exception was in Table 2 where the improved version of Bat Algorithm IBA was able to get a slightly better result in F9 Perm function. But HBCSA was again able to over perform at the other test benchmark functions.

A comparison is performed among HBCSA and other metaheuristic algorithms, and statistical analysis on simulation results is given in Table 3 [17]. These algorithms are Cuckoo Search Algorithm [12], Differential Evolution Algorithm [13], Firefly Algorithm [14], Genetic Algorithm [15], Particle Swarm Optimization Algorithm [16]. The Benchmark functions are selected in such a way that they can assess the algorithm's ability to converge fast, jump out of local optima, ability to achieve a large number of local optima and avoid premature convergence. The average values obtained by the new hybrid algorithm and other algorithms on various test bed benchmark functions are listed in Table 3. The simulation results indicate that HBCSA generally gives very good performance compared with other algorithms.

For comparison made in Table 3, each algorithm was set to 10000 iterations, decision number variables was set to 30 (or based on the type of Benchmark function if 30 is not applicable) and population size was set to 50.

Table 3: Comparing HBCSA with other algorithms

Benchmark Functions	FMIN	HBCSA	CS	DE	FA	GA	PSO
		AVERAGE					
F1: Sphere	0	5.70E-285	6.489420E-61	2.61780E-165	7.86960E-04	2.20390E-02	1.76657E-51
F2: Beale	0	0	9.767450E-61	0	1.36830E-04	9.67890E-03	1.12460E-50
F3: Step	0	3.28E-16	1.22E+00	1.3000E-01	0	2.3026E-02	1.31167E-31
F4: Quartic function with noise	0	1.03E-03	1.24E+01	2.61590E-03	5.95780E-02	2.73870E-03	3.740E+00
F5: Bohachevsky	0	0	4.9218E-04	0	0	0	3.0393E-02
F6: Ackley	0	5.86E-15	1.71E+01	1.72E+00	7.7334E-04	4.6683E-02	1.82E+01
F7: Griewank	0	0	2.01E+01	9.220E-17	1.070E-07	5.55980E-02	4.05E+01
F8: Levy	0	1.35E-31	1.62E+01	5.9824E-02	1.20E+00	1.3732E-04	4.93E+00
F9: Michalewicz	-9.66015	-7.8322	-8.06E+00	-9.61550E+00	-8.88E+00	-9.66E+00	-7.750E+00
F10: Rastrigin	0	71.6037	1.08E+02	1.25E+01	3.47E+01	1.65E+01	1.45E+02
F11: Alpine	0	3.8031	1.06E+01	6.9E-16	1.19340E-02	3.14740E-17	4.44020E-02
F12: Schaffer	0	0	9.8155E-01	0	1.4304E-02	1.6896E-17	0
F13: Rosenbrock	0	17.7875	3.950E+01	2.360E+01	1.840E+01	3.79E+01	2.57E+02
F14: Easom	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
F15: Shubert	-	-	- 186.7309	- 186.7309	- 186.7309	- 186.7309	- 186.7309
	186.7309	186.7309					
F16: Schwefel 2.21	0	0.27355	3.6728E-03	1.02E+00	1.43170E-04	4.66620E-02	1.0586E-01
F17: Schwefel 2.22	0	4.10E-188	1.12E+01	8.15E-91	1.50460E-03	5.43670E-02	7.28E+01
F18: Booth	0	3.50E-29	1.8174E-05	0	0	0	0
F19: Goldstein price	3	3	3	3	3	3	3
F20: Matyas	0	0	1.3308E-06	0	0	8.3889E-104	0
F21: Powell	0	2.64E-07	6.64E+00	1.31E+02	2.3957E-04	3.2713E-02	3.37E+03
F22: Power sum	0	1.66E-04	1.40150E-02	6.27360E-04	1.29050E-04	1.29970E-04	1.98390E-04

	The best result	Secondary best result
--	-----------------	-----------------------

When the results of HBCSA are examined, it is noticed that HBCSA is reaching the optimal values in 8 functions of F2, F5, F7, F12, F14, F15, F19 and F20 and was better than most of the other algorithms in most of these functions. This indicates the efficiency of HBCSA. HBCSA was able to reach near optimal results in 7 functions of F1, F4, F6, F8, F13, F17 and F21 and its results was better than most of the other algorithms' results of the other algorithms used in comparison. In the others 7 functions of F3, F9, F10, F11, F16, F18 and F22 HBCSA couldn't get the best values comparing to other algorithms and the other algorithms reached better results than HBCSA. In general, the results prove the efficiency of HBCSA and that HBCSA performs significantly better than other meta-heuristic algorithms used in the comparison.

4. CONCLUSION

This paper presented a novel hybrid optimization algorithm named Hybrid Bat Crow Search Algorithm (HBCSA). It is population-based on the behaviour of crows and bats. In HBCSA, the control parameters are used to control the performance of the algorithm. Simulation results show that the performance of the proposed new algorithm is promising since it has produced competitive results in comparison with the other studied algorithms. On a set of benchmark functions, it is observed that although the other algorithms are known as fast techniques, they were outperformed by HBCSA at some benchmark functions. Due to the fact That the advantages of the two algorithms (BA and Crow Search Algorithm) are considered and utilize to design an efficient hybrid algorithm, this led to significantly better perform in various benchmark functions. In addition, quantum behaved PSO equation is used in this hybrid algorithm. This enhanced the results even more when testing the algorithm against Benchmark problems.

REFERENCES

1. Beheshti, Z. & Shamsuddin, S.M.H. (2013). A review of population-based meta-heuristic algorithms. Int. J. Adv. Soft Comput. Appl, 5(1), 1-35.
2. Giagkiozis, I., Purshouse, R.C. & Fleming, P.J. (2015). An overview of population-based algorithms for multi-objective optimisation. Int. Journal of Systems Science, 46(9) 1572-1599.
3. Coello, C.A.C.(2009) Evolutionary multi-objective optimization: some current research trends and topics that remain to be explored. Frontiers of Computer Science in China, 3(1), 18-30.
4. Deb, K. (2003). Multi-objective evolutionary algorithms: Introducing bias among Pareto-optimal solutions. In Advances in evolutionary computing (pp:263-292). Springer, Berlin, Heidelberg.
5. Abraham, A., & Jain, L. (2005). Evolutionary multiobjective optimization. In Evolutionary Multiobjective Optimization (pp. 1-6). Springer, London.

6. Yang, X. S. (2010). A new metaheuristic bat-inspired algorithm. In Nature inspired cooperative strategies for optimization (NICSO 2010) (pp. 65-74). Springer, Berlin, Heidelberg.
7. Yilmaz, S. & Kucuksille, E.U. (2013). Improved bat algorithm (IBA) on continuous optimization problems. Lecture Notes on Software Engineering, 1(3), 279.
8. Askarzadeh, A. (2016). A novel metaheuristic method for solving constrained engineering optimization problems: crow search algorithm. Computers & Structures, 169, 1-12.
9. Jain, M., Rani, A. & Singh, V. (2017). An improved Crow Search Algorithm for high-dimensional problems. Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, 33(6), 3597-3614.
10. Pasandideh, S.H.R. & Khalilpourazari, S. (2018). Sine cosine crow search algorithm: a powerful hybrid meta heuristic for global optimization. arXiv preprint arXiv:1801.08485.
11. Fu, X., Liu, W., Zhang, B. & Deng, H. (2013). Quantum behaved particle swarm optimization with neighborhood search for numerical optimization. Mathematical Problems in Engineering.
12. Zheng, H. & Zhou, Y. (2012). A novel cuckoo search optimization algorithm based on Gauss distribution. Journal of Computational Information Systems, 8(10), 4193-4200.
13. Qin, A.K., Huang, V.L. & Suganthan, P.N. (2008). Differential evolution algorithm with strategy adaptation for global numerical optimization. *IEEE transactions on Evolutionary Computation*, 13(2), 398-417.
14. Yang, X. S. (2009, October). Firefly algorithms for multimodal optimization. In Int. Symposium on Stochastic Algorithms (pp. 169-178). Springer, Berlin, Heidelberg.
15. Digalakis, J.G. & Margaritis, K.G. (2002). An experimental study of benchmarking functions for genetic algorithms. International Journal of Computer Mathematics, 79(4), 403-416.
16. Trelea, I.C. (2003). The particle swarm optimization algorithm: convergence analysis and parameter selection. Information processing letters, 85(6), 317-325.
17. Arora, S. & Singh, S. (2019), Butterfly optimization algorithm: a novel approach for global optimization. Soft Computing, 23(3), 715-734.

CU(II) İYONLARININ AKTİVE EDİLMİŞ KARIŞIK TİPTEKİ KİL İLE SUDAN UZAKLAŞTIRILMASI, İZOTERM, KİNETİK VE TERMODİNAMİK PARAMETRELERİN İNCELENMESİ

ISOTHERM, KINETIC AND THERMODYNAMIC ANALYSIS OF SOME HEAVY METAL ION'S ADSORPTION ON NATURAL AND MODIFIED CLAY MINERALS (SIIRT/KURTALAN)

Nilgün ONURSAL

Siirt Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Siirt

Ali Rıza KUL

Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Van

Mehmet Fırat BARAN

Mardin Artuklu Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler Bölümü,
Mardin

ÖZET

Bu çalışmada Cu(II) iyonlarının sulu ortamdan uzaklaştırılması için asit ile modifiye edilen kil kullanılmıştır. Sıcaklık, konsantrasyon, pH, temas süresi gibi adsorpsiyona etki eden parametreler incelenmiştir. Elde edilen veriler Freundlich, Langmuir, Temkin ve Dubinin-Radushkevich adsorpsiyon izotermine uygulanmış, verilerin en çok Langmuir adsorpsiyon izoterm modeline uyduğu değerlendirilmiştir. Adsorpsiyon kapasitelerinin 298; 303 ve 313 K için sırasıyla 30,30; 26,18; 47,17 mgCu/g aktive edilmiş kil olduğu bulunmuştur.

Kinetik veriler Lagergren, Ho-McKay, Weber-Morris ve Elovich modellerine uygulandığında verilerin daha çok, Ho McKay ikinci derece hız denklemine uyduğu değerlendirilmiştir.

Ayrıca serbest enerji, entalpi ve entropi gibi termodinamik veriler hesaplanmış ve Cu (II) için $\Delta H_o = 107,07$ k j/mol, $\Delta S_o = 0$, 378 k j/mol ve $\Delta G_{298} = -5,75$ kJ/mol, $\Delta G_{308} = -9,54$ kJ/mol, $\Delta G_{318} = -13,32$ kJ/mol olduğu bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Bakır, Adsorpsiyon, Kinetik parametreler, Termodinamik, Ham kil ve Aktive edilmiş kil.

ABSTRACT

In this study, modified mixed type clay are being used for removal of Cu(II) from aqueous solution. The parameters affecting the adsorption, such as temperature, concentration, pH, contact time were examined. The data were applied to the Freundlich, Langmuir, Temkin and Dubinin-Radushkevich adsorption isotherms and Langmuir adsorption isotherm model was evaluated as the best fit in accordance with the data. Adsorption capacities of 298, 303 ve 313 K were found to be 30.30, 26.18 and 37.17 mg Cu/g activated clay, respectively.

When the kinetic data were applied to the Lagergren, Ho-McKay, weber- Morris and Elovich models, it was seen that the data mostly complies with the Ho-McKay pseudo second order equation.

Also, thermodynamic data such as free energy, enthalpy and entropy were calculated and as a results show that $\Delta H_o = 107,07$ k j/mol, $\Delta S_o = 0$, 378 k j/mol ve $\Delta G_{298} = -5,75$ kJ/mol, $\Delta G_{308} = -9,54$ kJ/mol, $\Delta G_{318} = -13,32$ kJ/mol, for adsorption of Cu(II) on activated clay.

Keywords: Adsorption, Clay, Copper, Lead, Heavy metal, Thermodynamics, Raw clay and Activated clay.

1.GİRİŞ

Ağır metallerin kullanımı oldukça eski dönemlere dayanmaktadır. Dünyada sanayileşme ile beraber metal üretimin artması, çevre sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Bu çevre sorunları arasında çok önemli yer tutan faktörlerden biri ise, ağır metallerin doğrudan doğayı kirletmesidir.

Ağır metallerin sayısı 60'dan fazla olup bunlardan bakır, kurşun, demir, kobalt, kadmiyum, krom, kalay, nikel, çinko, alüminyum, vanadyum, molibden, mangan en çok bilinenlerdir. Bu elementler doğada genel olarak kararlı bileşikleri olan sülfür, silikat, oksit ve karbonat bileşikleri halindedirler(Çay, 2014).

Doğada önemli kirletici grubunda yer alan ağır metallerin toksik ve kanserojen etkileri bilinmektedir. Ağır metallerin biyolojik süreçlere katılma durumlarına göre, yaşamsal veya yaşamsal olmayan olarak ayrılır. Bu ağır metallerin yaşamsal olarak bulunması yani biyolojik reaksiyonlara katılmaları için, organizmaların yapısında gerektiği oranda bulunmaları ya da düzenli bir şekilde besinler aracılığı ile alınmaları gerekmektedir. Ancak yaşamsal olmayan ağır metallerin eser miktardaki konsantrasyonları dahi ciddi sağlık problemleri oluşturabilmektedir. Ağır metalin yaşamsal değeri organizmadan organizmaya farklılık gösterir. Hayvanlarda iz elementi olarak bulunması gereken nikel, bitkiler için zararlı bir elementtir. (Filiz, 2007)

Bakır, Cu ile sembolize edilmekte olup, atom numarası 29, atom ağırlığı 63,54 dir. Bakırın tarihçesi çok eskiye dayanmaktadır. M.Ö. 8000 yılından beri varlığı bilinmekte olan bakır kendine has kırmızımsı bir renktedir. Erime noktası çok yüksek olduğu için, demirden çok sonraları işlenebilmiştir. Bu yüzden bakır devri, demir devrinden sonra gelmiştir. Bakır, yumuşak bir yapıya sahip olduğundan kolayca dövülüp işlenmektedir. Önceleri mutfak eşyası yapımında kullanılmakta iken, günümüzde bu eşyalar turistik amaçlı üretilmektedir. Bakırın en çok bilinen alaşımları, tunç, pirinç ve bronzdur. Bakır ayrıca altın ve gümüş işlemeciliğinde kullanılmaktadır.

Elektrik iletkenlik yönünden alüminyumdan önce, gümüşten sonra gelen bakır, elektrik kablosu olarak kullanılmaktadır. Ne var ki bakır fiyatı pahalı olduğundan, havai

hatlarda bakır yerine iletkenliği daha düşük olan alüminyum elementi kullanılır. Alüminyumun tercih edilme sebeplerinden biri hafif olmasıdır. Kıbrıs adasında bakırın bulunması sebebi ile isminin Cupper olarak buradan geldiği rivayet edilmektedir Yaklaşık olarak yıllık Dünya'da 8.500.0000 ton bakır üretimi gerçekleştirilmektedir.

Bu çalışmada adsorban olarak kil kullanılmıştır. Kil terimi kayaç anlamı taşımalarının yanı sıra, toprak ve sedimenter kayaçlardaki mekaniksel olarak yapılan analiz sonuçlarına göre, tanecik boyutunu yani tanecik iriliğini ifade eden bir kavramdır. Wentworth, 1922 yılında tanecik boyutu 4 mikrondan (1/256 mm) daha küçük olan taneciklere kil denilmesini teklif etmiştir. Uddin göre; Kil, 2µm'den (25,400 µm= 1 inç) daha küçük partikül boyutuna ve aynı kimyasal bileşim ile ortak kristal özelliğine sahip madencilik familyasının ortak ismidir. (Uddin, 2017)

Özellikle kimya ve mineroloji açısından önemli olan bu kaynağa göre çeşitli amaçlar için kullanılan bu topraklar Samian, Melian ve Kimolian olarak kategorize edilmiştir. Samian (kaolen) kili seramik yapımı işinde, Melian, ince kuvars içerdiğinden resim ve boya malzemesi olarak kullanılıyordu. Kimolian (Ca- montmorillonit) ise iki renkli olup (Beyaz ya da kırmızı) 2000 yıl süresince çamaşır yıkanması (ağartıcı olarak) işinde ve ilaç yapımında kullanılmıştır. Kil minerallerinin karmaşık ve çok çeşitli olmalarının nedeni, bünyelerinde fazla miktarda yabancı madde barındırmalarıdır. Ayrıca oluşum yerlerinin ve özelliklerinin farklı olmasından kaynaklı olarak birçok sınıflandırmaya ayrılabilirler. Bu sınıflandırmalar;

Mineral özelliklerine göre oluşan gruplar;

- Klorit
- Kaolin
- Montmorillonit (smektit)
- Mika
- İllit
- Attapulgit (Malayoğlu,1995)

Killerle ilgili yapılan araştırmalarda , killerin fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiş olup, kullanım alanlarına göre farklı özelliklere sahip olması aranır. Dört tip olarak ele alınan killerin oluşum durumları aşağıdaki gibi belirlenmiştir. Nemli ve ılıman iklime sahip alanların yüzeyinde kaolinit tipi kil bulunmaktadır. Daha derin yataklarda ise illit ve montmorillonit killeri mevcuttur. Fakat göreceli şekilde silis içermeyen laterit, boksit ve opalin ile bunlardan ayrıcalıklı olan tripolin ise tropikal iklim koşullarını sağlayan bölgelerde oluşmaktadır (Karaağaç, 1981).

Kil minerali tanımı yapılırken, killere etki eden beş faktörün bilinmesi gerekir.

- Kilin mineral bileşimi
- İhtiva ettiği organik maddeler
- Kil dışı mineral bileşimleri
- Çözülen tuzlar ile yer değiştirebilen iyonların bulunması
- Dokusu

Bir kil minerali tanımlanmadan önce bu faktörlerin bilinmesi lâzımdır. Kili meydana getiren kil minerallerinin cinsi ve bileşimi kil malzemesinin hususiyetlerine tesiri bakımından son derece önemlidir(Akıncı, 1968)

Ağır metallerin diğer bir ifadeyle toksik maddelerin ortamdan uzaklaştırılması için birçok teknik uygulanmaktadır. Bunlardan en çok kullanılanlardan birisi de adsorpsiyondur. Adsorpsiyon basit tanımıyla, bir maddenin başka maddelerin yüzeylerine tutunması olayıdır. Yöntem olarak adsorpsiyon, ara kesit veya yüzey üzerinde maddenin derişiminin artması yani maddenin yüzeyde birikmesidir. Başka bir tanımlama da ise, adsorpsiyon, moleküllerin sahip oldukları saldırma kuvvetlerinin etkisi ile yüzeye yapışması sürecidir.

Adsorpsiyon olayı ile adsorbanın yüzeyi arasında ilişki vardır. Ayrıca adsorpsiyon olayı maddenin hacminden ziyade yüzeyinin rol oynadığı bir süreçtir. Çünkü moleküller arasındaki kuvvetlerin sınır yüzeyinde dengelenmemesinden kaynaklanır (Berkem & Baykut, 1977).

Farklı fazdaki maddeler arasındaki çekim kuvvetlerinin etkisi ile gerçekleşebilen üç tür adsorpsiyon vardır. Fiziksel adsorpsiyon (Fizisorpsiyon), kimyasal adsorpsiyon (Kemosorpsiyon), iyonik adsorpsiyon' dur.

2.MATERYAL VE METOD

2.1 Materyal

Siirt İli Kurtalan ilçesi Ağaçalıpınar köyünden temin edilen orijinal kil 110 °C de 24 saat süreyle etüv de kurutulup, desikatörde soğutuldu. Daha sonra hazır hale getirilen kil öğütüldü. Numunenin eleme işlemi, kontrollü elek sarsma cihazı ile (-100+120), (-120+140), (-140+170), (-170+200) ve - 200 mesh'lik eleklerde gerçekleştirildi. Elenen kil numuneleri uygun kaplara alınıp ağzı kapalı şekilde kullanıma hazır hale getirildi. Ham kilin aktive edilmesi için 5 N H₂SO₄ kullanıldı ve karışım karıştırılarak süzüldü. Süzüntüde sülfat iyonları kalmayınca kadar saf su ile yıkandı. Sülfat iyonlarının kalıp kalmadığı BaCl₂ çözeltisi ile kontrol edildi. Elde edilen aktive edilmiş kil 110 °C de 24 saat süreyle etüv de kurutulup, desikatöre konuldu.

XRF ile yapılan kilin kimyasal analiz sonucu aşağıda tablo 1.de verilmiştir.

Tablo 1. Aktive Edilmiş Kilin Kimyasal Bileşimi

Numune Adı	Kimyasal Bileşim %										
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	MnO	TiO ₂	KK
Ham Kil	56,0	11,3	9,8	5,8	2,1	1,2	3,1	0,1	0,1	0,8	9,50
AktiveKil	51,7	14,6	3,8	8,6	6,0	3,2	0,9	0,1	0,1	0,7	10,0

KK: 1000 °C deki kütle kaybı.

2.2. Metod

Adsorpsiyon deneyleri 3 grupta yapıldı. Bunlar kinetik, izoterm ve sıcaklık deneyleridir. Deneylerde ağır metal çözeltileri 25 ml alınarak, daha önceden tartımı yapılan erlenmayer de ki 0,2000'er g lık

killerin üzerine bırakıldı. Isıtmalı çalkalayıcıda (Shaker) uygun zaman dilimlerinde çalkalanıp, katı ve sıvı fazlara ayrılmaları için 15'er dakika santrifüjlendi. Geriye kalan kil ve çözelti uzaklaştırılarak AAS cihazında analiz edildi. Adsorplanan miktarlar 2.1 denklemleri kullanılarak hesaplandı.

$$q_t = \frac{(C_i - C_t) \cdot V}{m} \quad q_e = \frac{(C_i - C_e) \cdot V}{m} \quad (2.1)$$

2.3 Adsorpsiyon İzotermi ve Denklemleri

Adsorpsiyon izotermi amacı adsorpsiyon mekanizmasının matematiksel yöntemlerle ifade edilmesidir. Burada elde edilecek olan, adsorpsiyon süresince çözeltide kalan madde miktarı ile adsorbanın yüzeyinde biriken madde arasındaki dinamik dengenin olmasıdır. (Güneren, 2010) Adsorpsiyon izotermi adsorpsiyon çalışmalarında en önemli etkenlerdir. Bu izotermi şöyle sıralanabilir.

- Freundlich modeli
- Langmuir denklemi
- Temkin:
- Dubinin-Radushkevich

- *Freundlich modeline göre, bir adsorbent'in yüzeyinde* bulunan adsorpsiyon alanları heterojendir yani farklı türden adsorpsiyon alanlarından oluşur. Lineerize edilmiş Freundlich ifadesi denklem (2.2) de verilmiştir.

$$\ln q_e = \ln K_F + \frac{1}{n} \ln C_e \quad (2.2)$$

Burada; K_F adsorpsiyon kapasitesini (L/mg); n : adsorpsiyon yoğunluğunu (birimsiz) ifade eder (Baran ve ark. 2018).

Langmuir'a göre, adsorbent'in tek bir tabaka meydana geldiğini ve her bir adsorplayıcı noktanın bir molekül adsorpladığını kabul eder. Denge halinde maksimum adsorpsiyon kapasitesine ulaşılmış ve yüzey tek tabaka ile kaplanmış olur. Langmuir, özellikle kimyasal adsorpsiyonda ve daha bir çok halde bir doymuşluk olduğunu ifade eder. Bunu açıklamak için de adsorpsiyonun yüzeydeki dinamik denge durumunu ve tek molekülli tabaka durumunu ele alarak kendi adıyla anılan teoremi oluşturarak bağıntı haline getirmiştir (Baran ve Düz 2019) (Akyıldız, 2007). Bu bağıntı 2.3 denklemi ile verilmiştir.

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{C_e}{q_{max}} + \frac{1}{b q_{max}} \quad (2.3)$$

$$q_e = \frac{(C_i - C_e) \cdot V}{m} \quad (2.4)$$

Burada; q_m : dengedeki g adsorplayıcı başına adsorplanan madde miktarını (mg/g) ifade eder. C_i : Başlangıç derişimi (mg/L) C_e : denge derişimi (mg/L); V : hacim (L); m : adsorplayıcının kütlesi (g); q_{max} : maksimum adsorpsiyon kapasitesi (mg/g); b : Lagmuir sabiti (L/mg); Temkin: 1941 Yılında Temkin ve Pyzhev'in çalışmaları, adsorban ile adsorbat ve adsorpsiyon ısıları arasındaki etkileşimi inceleyerek yeni bir izoterm modeli geliştirmişlerdir. Bu çalışmada yüzeydeki tüm moleküllerin enerjilerinin lineer olarak azalmasının nedeni adsorbanın yüzeyinin heterojen yapıda olmasından kaynaklanmaktadır.

Bu izotermde, adsorbe edilen maddeler arasındaki etkileşimler dikkate alınmakla birlikte, çözeltide bulunan tüm moleküller için adsorpsiyon entalpisi hesabı geliştirilmiştir. Bununla ilgili bağıntı ise 2.5 te olduğu gibidir.

$$q_e = B \ln AT + B \ln C_e \quad (2.5)$$

$$B=RT/b \quad (2.6)$$

Burada; B(j/mol) cinsinden adsorpsiyon ısısı ile ilgili Temkin sabiti, A(L/g) maksimum bağlanma enerjisne karşılık gelen denge bağlanma sabiti, R(8,314 J/mol K) evrensel gaz sabiti ve T(Kelvin) mutlak çözelti sıcaklığıdır.

Dubinin-Radushkevich: Adsorpsiyon türünü belirlemek amacıyla kullanılır. Bu amaçla elde edilen bağıntı 2.7 olarak verilmiştir.

$$\ln q_e = \ln q_m - K_{D-R} \varepsilon^2 \quad (2.7)$$

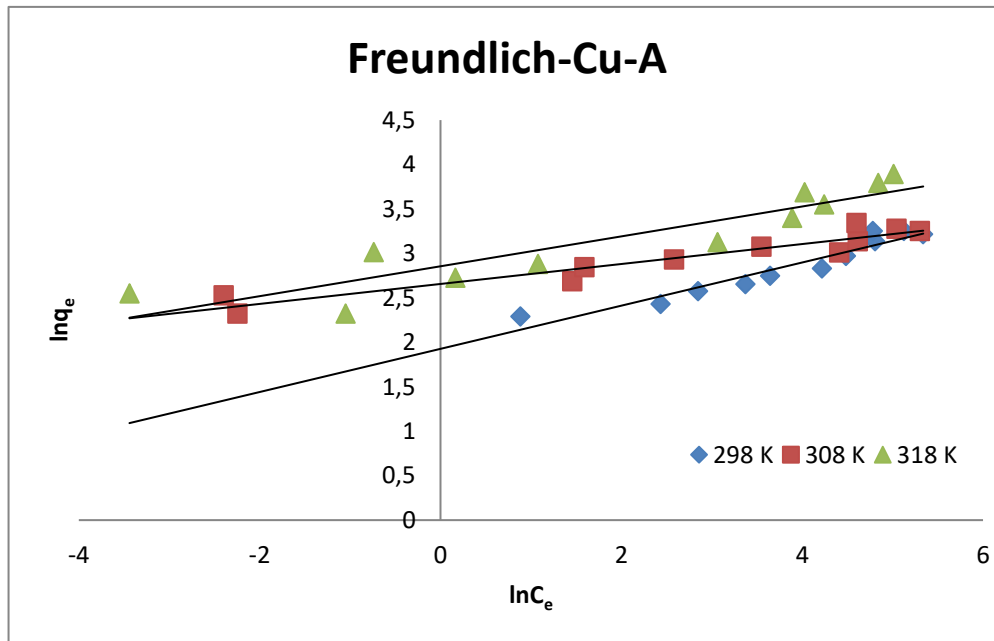
$$\varepsilon = RT \ln \left(1 + \frac{1}{C_e} \right) \quad (2.8)$$

$$E = \frac{1}{\sqrt{2K_{D-R}}} \quad (2.9)$$

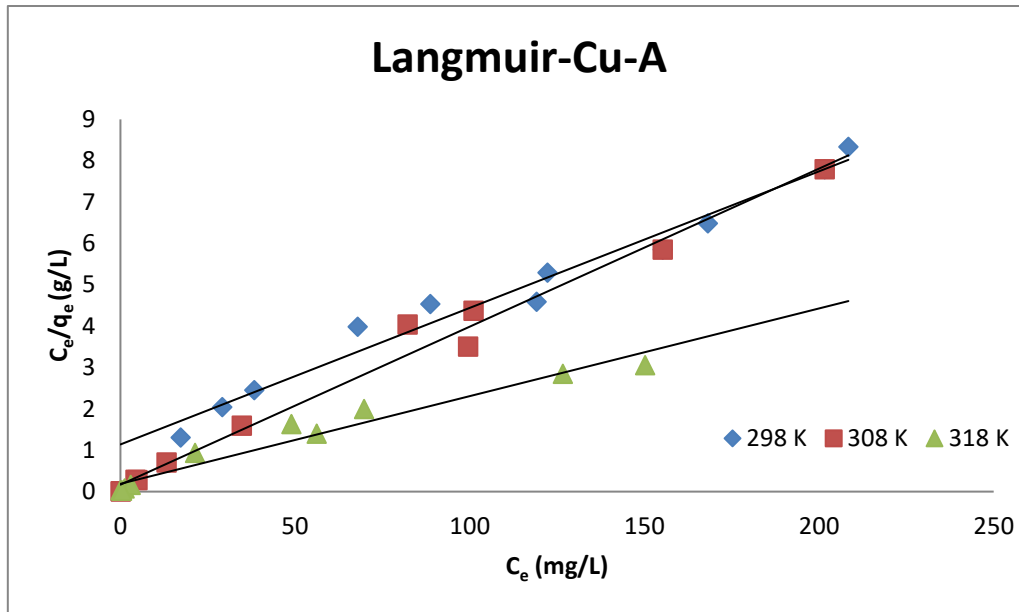
Burada q_e (mol/g) birim kütle başına adsorplanan metal miktarı, q_m (mol/g) tek tabaka kapasitesi, K_{D-R} , ortalama sorpsiyon enerjisi ile ilgili aktiflik katsayısı ve ε , Polanyi potansiyeli, C_e (mol/L) sulu çözeltideki denge metal derişimi, E (kJ/mol) ortalama adsorpsiyon enerjisidir ve denklem 2.7 -2.9 denklemleriyle hesaplanabilir.

D-R modeli sabitleri olan q_m ve K_{D-R} $\ln q_e$ nin ε^2 ye karşı grafiğe geçirilince elde edilen doğrunun eğiminden K_{D-R} , kaymasından ise $\ln q_m$ elde edilir.

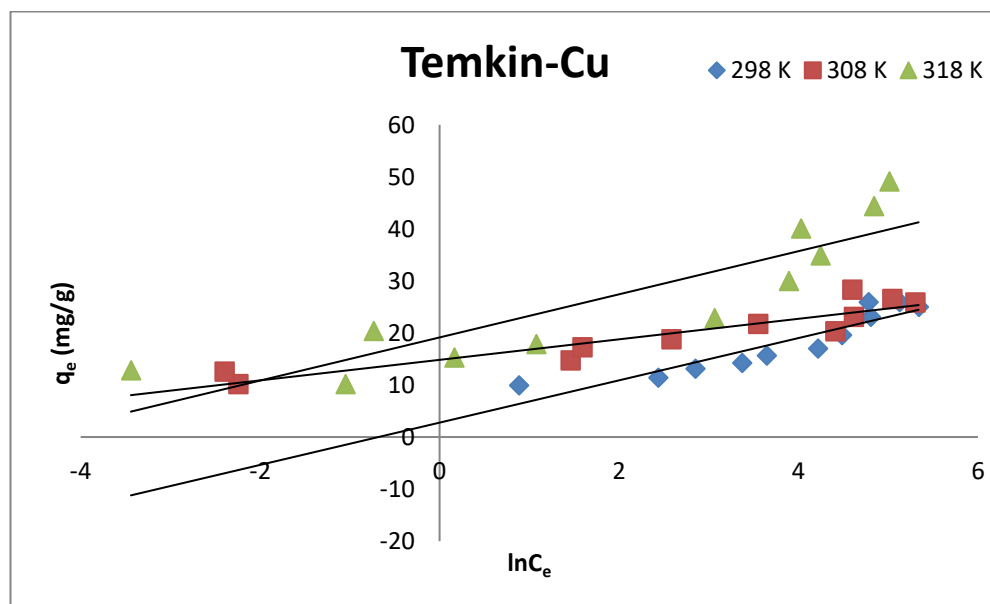
Cu(II) iyonlarının aktive edilmiş karışık tip kil üzerine adsorpsiyonundan elde edilen veriler Freundlich, Langmuir, Temkin ve Dubinin-Radushkevich izoterm modellerine uyarlanarak şekil 1,2,3,4'te verilmiştir.



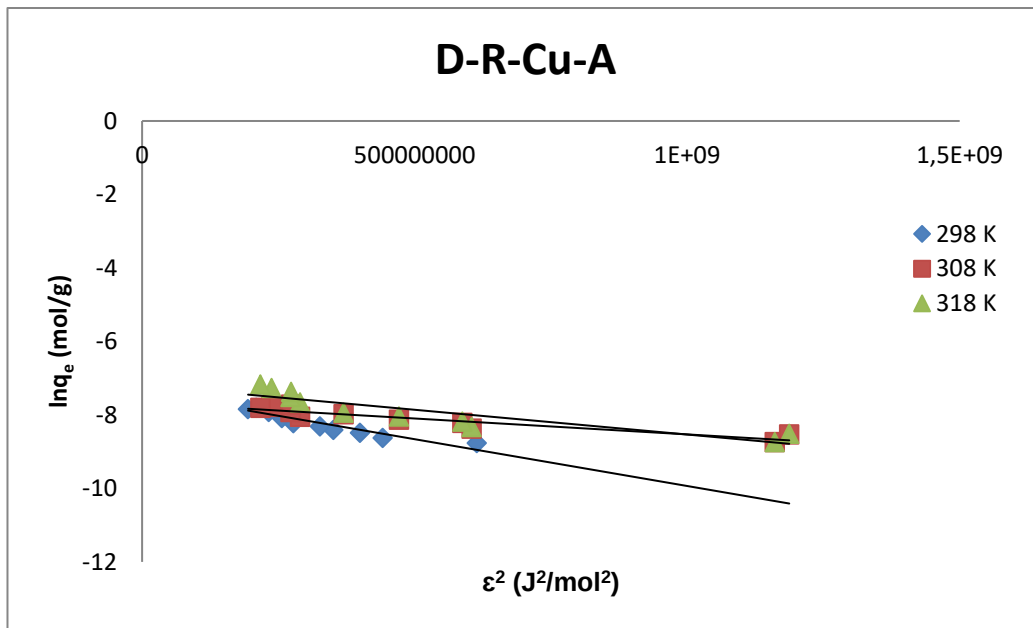
Şekil 1 . Farklı sıcaklıklardaki Cu(II) nin aktive edilmiş karışık tip kil üzerindeki Freundlich izotermi



Şekil 2. Farklı sıcaklıklardaki Cu(II) nin aktive edilmiş karışık tip kil üzerindeki Langmuir izotermi



Şekil 3. Farklı sıcaklıklardaki Cu(II) nin aktive edilmiş karışık tip kil üzerindeki Temkin izotermi



Şekil 4. Farklı sıcaklıklardaki Cu(II) nin aktive edilmiş karışık tip kil üzerindeki D-R izotermi

Çizelge:2. Cu(II)'nin aktive edilmiş kil üzerindeki adsorpsiyonuna ait, Langmuir, Freundlich, Temkin, Dubinin-Radushkevich (D-R) izoterm parametreleri

T (K)	Freundlich İzoterm Modeli $\ln q_e = \ln K_F + 1/n \ln C_e$				Langmuir Adsorpsiyon İzotermi $C_e/q_e = 1/K_L q_{\max} + C_e/q_{\max}$			
	Denklem	K_F	n	R^2	Denklem	K_L (L/mg)	$q_{\max}$ (mg/g)	R^2
293	$Y=0,1623x+1,6125$	5,02	6,16	0,8635	$Y=0,0904x+0,9343$	0,096	11,06	0,9874
303	$Y=0,1753x+2,091$	8,09	5,70	0,8246	$Y=0,053x+0,1326$	0,399	18,86	0,9995
318	$Y=0,1656x+2,8082$	16,58	6,04	0,8782	$Y=0,0269x+0,0645$	0,417	37,17	0,9996
T (K)	Temkin İzoterm Modeli $\ln q_e = B \ln K_T + B \ln C_e$				Dubinin Radushkevich (D-R) İzoterm Modeli $\ln q_e = \ln q_{\max} - B_{D-R} \epsilon^2 \quad \epsilon = RT \ln(1 + 1/C_e)$			
	Denklem	K_T	B	R^2	Denklem	$K_{D-R} \times 10^9$	E (KJ/mol)	$q_{\max}$ (mg/g)
298	$Y=1,4465x+4,4231$	21,28	1,4465	0,7178	$Y=-1.10^{-9}x-8,3133$	1	22,37	15,47
308	$Y=2,0085x+8,5161$	69,40	2,0085	0,919	$Y=-2.10^{-9}x-7,7077$	2	15,81	28,55
318	$Y=3,7212x+17,706$	116,52	3,7212	0,9622	$Y=-2.19^{-9}x-7,093$	2	15,81	52,79

Aktive edilen kil üzerindeki Cu (II) İzoterm sonucu verilerine bakıldığında ise, Langmuir adsorpsiyon izoterm modeline uyduğu belirlenmiş olup, R^2 değerlerinin 0,98'in üzerinde olduğu bulunmuştur.

2.4. Temas Süresi ve Adsorpsiyon Kinetiği

Adsorpsiyon kinetiği, adsorplanan madde ile adsorban arasındaki temas süresini belirleyebildiği gibi, adsorpsiyonun hangi basamaklarda gerçekleştiğini de ifade etmektedir. Kinetik modeller zamana bağlı olarak aşağıda belirtilen modellerde incelenmektedir.

4. Pseudo Birinci Derece Denklem (Lagergen Denklemi)

$$\frac{dq_t}{dt} = k_1 (q_e - q_t) \quad (1.6)$$

Burada q_e (mg/g) dengedeki birim adsorplayıcı başına adsorplanan metal iyonu miktarı, q_t , t zamandaki birim adsorplayıcı başına adsorplanan madde miktarını, k_1 , (dk)⁻¹ birinci dereceden adsorpsiyon hız sabitidir. $t = 0$ iken $q_t = 0$ ve $t = t$ de $q_t = q_t$ aralığında iken 1.6 denkleminin integrali alınır;

$$\ln(q_e - q_t) = \ln q_e - k_1 t \quad (1.7)$$

denklemleri elde edilir. t 'ye karşı $\ln(q_s - q_t)$ nın doğrusal grafiğinin eğim ve kesim noktalarından k_1 ve q_s değerleri bulunabilir (Baran ve Düz 2019).

5. Pseudo (yalancı) İkinci Derece Denklem (Ho-Mc Kay)

$$\frac{dq_t}{dt} = k_2 (q_s - q_t)^2 \quad (1.7)$$

Burada k_2 , (g/mg*dk) ikinci dereceden hız sabiti, q_s (mg/g) maksimum adsorpsiyon kapasitesi, q_t (mg/g) t zamanındaki adsorpsiyon miktarıdır.

$t = 0$ iken $q_t = 0$ ve $t = t$ de $q_t = q_t$ aralığında iken 1.7 denkleminin integrali alınır;

$$\frac{t}{q_s} = \frac{1}{k_2 q_s} + \frac{t}{q_s} \quad (1.8)$$

Denklemleri oluşur. Yalancı ikinci derece kinetik model sabitleri olan k_2 ve q_s , t 'ye karşı t/q_t grafiğe geçirildiğinde elde edilen doğru denkleminin eğim ve kaymasından elde edilir (Baran ve Düz 2019).

3. Elovich Eşitliği

$$q_t = \frac{1}{\beta} (\ln \alpha \beta) + \frac{1}{\beta} \ln t \quad (1.9)$$

Burada α (mg/g*dk) başlangıç sorpsiyon hızı, β (g/mg) kemisorpsiyon için yüzeyi kaplama ve aktivasyon enerjisinin bir ölçüsüdür. $\ln t$ 'ye karşı q_t grafiğe geçirildiğinde elde edilen eğimden $\frac{1}{\beta}$ ve kaymasından ise $\frac{1}{\beta} (\ln \alpha \beta)$ bulunabilir.

6. Weber-Morris Modeli (Orbak, 2009)

$$q_t = k_i \sqrt{t + C} \quad (1.9)$$

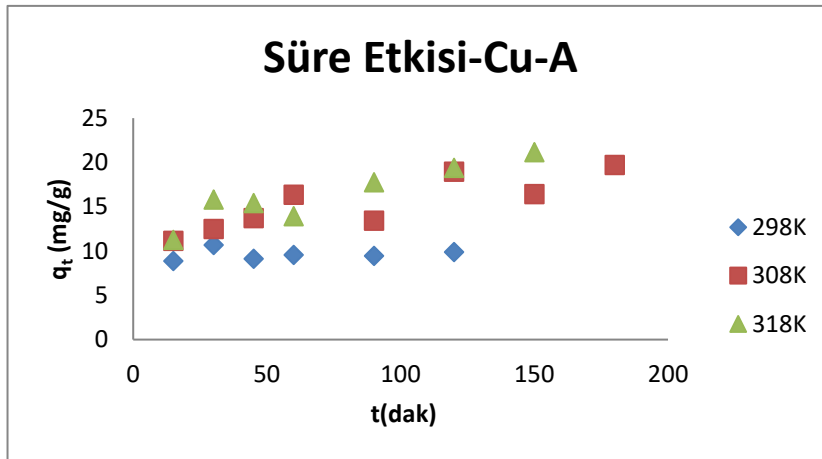
İntrapartikül difüzyon modeli 1.9 denklemi ile ifade edilmiştir. Bu ifadede q_t (mg/g), t zamandaki gram başına adsorplanan madde miktarıdır. k_i (mg/g*dk)^{1/2} hız sabitidir.

$\sqrt{t}$ 'ye karşı, q_t grafiğe geçirildiğinde çok basamaklı grafik eğrileri elde edilebilir. Adsorpsiyon işlemi üç ana aşamada gerçekleşebilir. Bunlar,

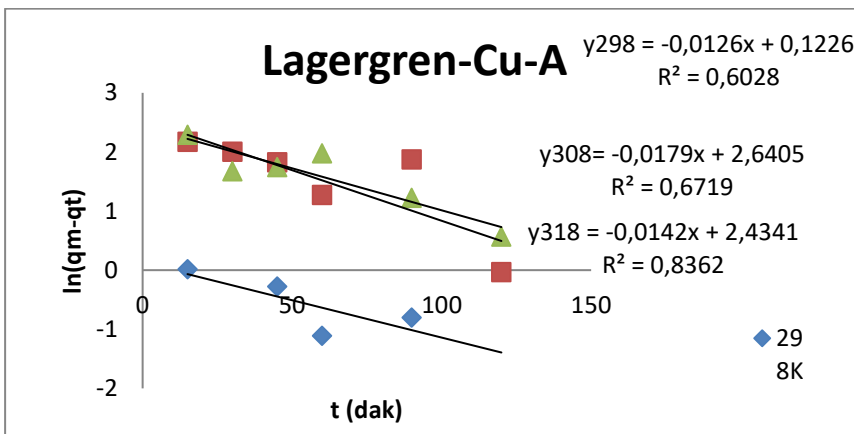
- IV- Film difüzyonu
- V- İntrapartikül veya gözenek difüzyonu
- VI- İç bölgenin yüzeyindeki adsorpsiyon dur.

Cu II'nin aktive edilen kil üzerindeki sürenin etkisi incelendiğinde ilk 30 dakika adsorpsiyon olayının hızlı gerçekleştiği ve 120-150 dakika arasında dengeye geldiği görülmektedir. Bunun nedeni başlangıçta adsorbant'ın yüzeyinde aktif yerlerin boş olduğu, böylece Cu(II) iyonlarının boş olan aktif merkezlerle reaksiyon verdiği, zaman ilerledikçe aktif merkezlerin sayısı azaldığı için reaksiyonun hızı da azalmaktadır.

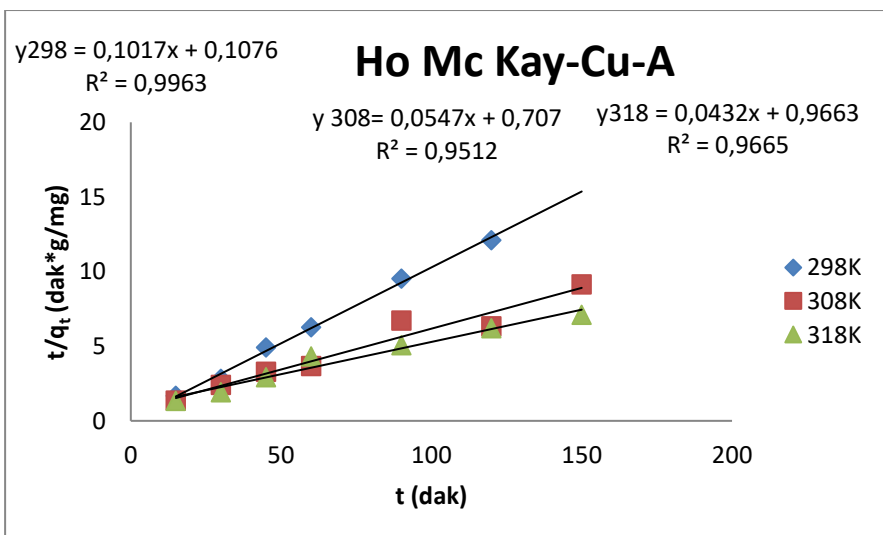
Adsorpsiyon kinetiği ile ilgili adsorpsiyon verileri Lagergren, Ho Mc Kay, Weber-Morris ve Elovich denklemlerine uygulanmış olup sonuçlar çizelge 3' te ve 5,6,7,8,9 no'lu şekillerde verilmiştir.



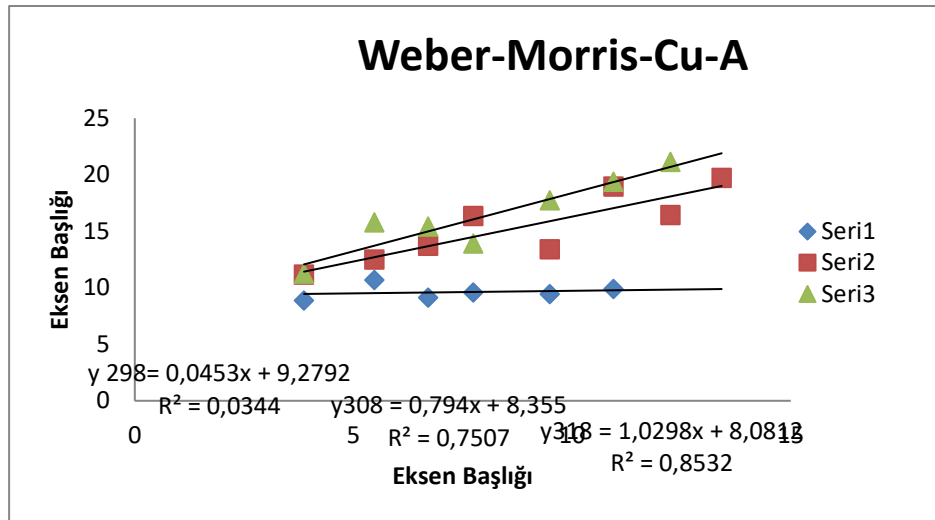
Şekil 5. Farklı sıcaklıklardaki kinetik grafikler



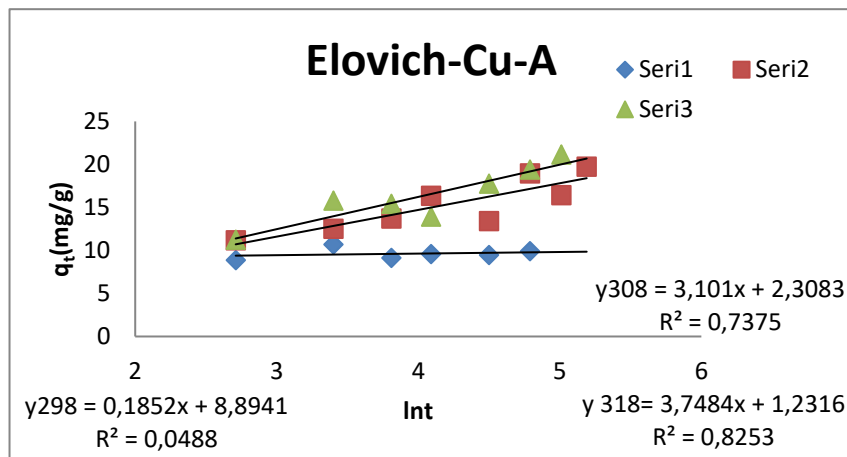
Şekil 6. Farklı sıcaklıklardaki Lagergren grafikleri



Şekil 7. Farklı sıcaklıklardaki Ho Mc Kay grafikleri



Şekil 8. Farklı sıcaklıklardaki Weber-Morris grafikleri

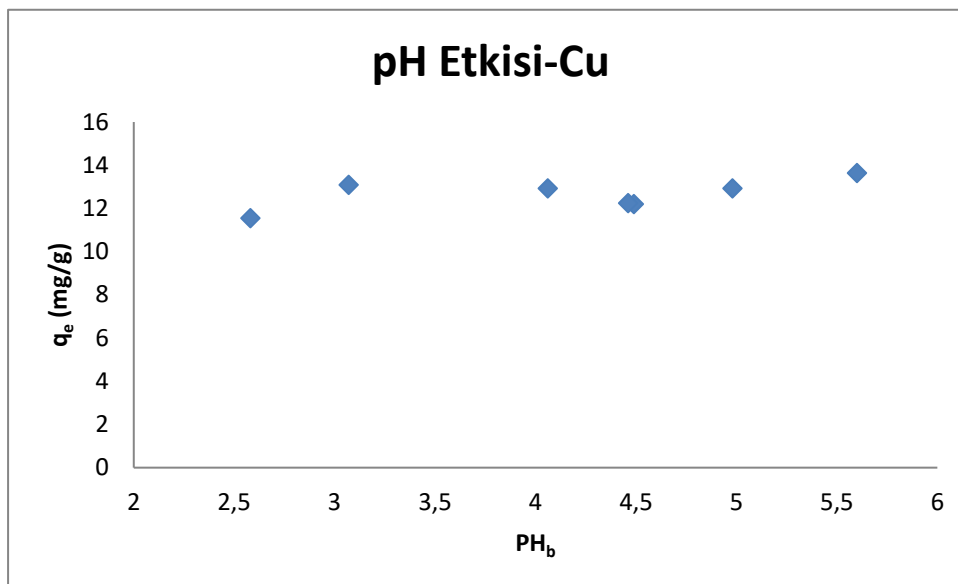


Çizelge 3. Cu(II)'nin aktive edilmiş kil üzerindeki adsorpsiyonuna ait, Lagergren, Ho Mc Kay, Weber-Morris ve Elovich modellerine ait parametreler.

	Pseudo - First Order (Lagergren) Denklemi $\ln(q_e - q_t) = \ln q_e - k_1 t$				Pseudo - Second Order (Ho McKay) Denklemi $t/q_e = t/q_e + 1/k_2 q_e^2$			
Sıcaklık ($^{\circ}\text{K}$)	Doğru Denklemi	R^2	k_1 (dak $^{-1}$)	$\ln q_e$ (mg/g)	Doğru Denklemi	R^2	k_2 (g/mg*dak)	q_e (mg/g)
298	$Y = -0,0126x + 0,1226$	0,6028	0,0126	0,1226	$Y = 0,1017x + 0,1076$	0,9963	0,0962	9,83
308	$Y = -0,0179x + 2,6405$	0,6719	0,0179	2,6405	$Y = 0,0547x + 0,9663$	0,9512	0,0042	18,28
318	$Y = -0,0142x + 2,4341$	0,8362	0,0142	2,4341	$Y = 0,0432x + 0,9663$	0,9665	0,0019	23,15
	Weber- Morris (İntrapartikül Difüzyon Modeli) $q_t = C_b + K_{wm} \sqrt{t}$				Elovich Modeli $qt = 1/\beta \ln(\alpha\beta) + 1/\beta \ln t$			
Sıcaklık ($^{\circ}\text{K}$)	Doğru Denklemi	R^2	K_{wm}	C_b	Doğru Denklemi	R^2	β	α (mg/dk*g)
298	$Y = 0,0453x + 9,2792$	0,0344	0,0453	9,2792	$Y = 0,1852x + 8,8941$	0,0488	5,40	$1,33 \cdot 10^{20}$
308	$Y = 0,794x + 8,355$	0,7507	0,7940	8,3550	$Y = 3,101x + 2,3083$	0,7375	0,32	6,53
318	$Y = 1,0298x + 8,0812$	0,8532	1,0298	8,0812	$Y = 3,7484x + 1,2316$	0,8253	0,26	5,23

Kinetik hız denklemleri incelendiğinde, aktive edilen kilin yalancı Pseudo Second Order (Ho MacKAY-ikinci dereceden) kinetik modeline daha çok uyduğu genelde R^2 'nin 0,95 üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

2.5 pH Etkisi



Şekil 10. pH Etkisinin incelenmesi.

pH adsorpsiyonda önemli rol oynayan parametrelerden biridir. Düşük pH'larda yüzey pozitif olduğundan, metal iyonları ile yarışmaya girer ve metal iyonlarının yüzeyde adsorplanmasını engeller. Yüksek pH' larda ise yüzey negatif olur ve metal iyonları elektrostatik çekim kuvveti etkisi ile daha kolay yüzeyde adsorplanırlar. Cu(II) nin aktif kil üzerine adsorpsiyona pH'ın etkisi şekil 10 da ki gibidir.

2.6 Termodinamik Hesaplamalar

Gibbs serbest enerji değişimi (ΔG) ile entalpi değişimi (ΔH) ve entropi değişimi (ΔS), (1.10) ile (1.11) bağıntıları kullanılarak bulunmuştur.

$$\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S \quad (1.10)$$

$$\ln K_c = -\frac{\Delta H}{R} \cdot \frac{1}{T} + \frac{\Delta S}{R} \quad (1.11)$$

Bu eşitliklerde R ideal gaz sabiti (kJ/mol*K), T mutlak sıcaklık (Kelvin), entropi değişimi ΔS ile entalpi değişimi ΔH ise $1/T$ ye karşılık gelen $\ln K_c$ grafiğinden 1.11'e göre bulunmuştur. Elde edilen verilen çizelge 4'te verilmiştir (Baran ve ark. 2018).

Çizelge 4. Termodinamik Parametreler

Sıcaklık(Kelvin)	ΔG (kJ/mol)	ΔH (kJ/mol)	ΔS (kJ/mol)
298	-5,75	107,07	0,3786
308	-9,54		
318	-13,32		

SONUÇ VE TARTIŞMA

Yapılan deneysel çalışmada, Cu(II) iyonlarının asit ile modifiye edilmiş kilin adsorpsiyonu üzerindeki sıcaklık, süre, karıştırma hızı, pH gibi parametrelerin etkisi araştırılmıştır. Cu(II) metal iyonlarının

adsorpsiyonu için gereken optimum şartlar belirlenmeye çalışılmıştır. Adsorpsiyon çalışmalarında genel olarak sistemin Langmuir izotermine uyduğu R^2 değerlerinden anlaşılmıştır. D-R izoterminden elde edilen E değerlerine bakıldığında adsorpsiyonun kimyasal olduğu anlaşılmaktadır. Kinetik çalışma verileri hızın Pseudo second order (Ho Mc Kay)'a uyduğu R^2 değerlerinden anlaşılmaktadır. Termodinamik hesaplamalar sonucuna göre, bakır iyonlarının aktive edilmiş kil adsorpsiyonunda $\Delta H_{ortalama}$ ve $\Delta S_{ortalama}$ değerleri pozitif olup; reaksiyon endotermiktir. ΔG değerlerinin negatif çıkması sürecin kendiliğinden gerçekleşebileceğini ifade etmektedir. Bakır iyonlarının sudan uzaklaştırılmasının yüksek sıcaklık değerlerinde daha iyi olduğu anlaşılmaktadır. Adsorpsiyon için pH değeri 6,0 'nın üzerinde olan pH'ların uygun olduğu bulunmuştur. Derişim arttıkça adsorplanan madde miktarının da arttığı tespit edilmiştir.

Bu çalışma, ilk yazarın doktora tezinin bir bölümünden alınmış olup, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi BAP 5252 nolu projesi ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Akıncı, Ö. 1968. Seramik Killeri ve jeolojisi. **Maden Tetkik ve Arama Dergisi. (71)**
- Akkaya, G.2012. **Sulu Çözeltiden Bazı Boyarmadde ve Ağır Metallerin Adsorpsiyonu İçin Çeşitli Bitkisel Atıklardan Yeni Tür Biyosorplayıcılar Hazırlanması ve Karakterize Edilmesi.** (Yüksek Lisans Tezi, Basılmamış). Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.
- Aksoy, Ö. 2012. **Sulu Çözeltiden Bazı Boyarmaddelerin ve Bakır Metalinin Uzaklaştırılmasında Yeni Bir Adsorplayıcı Olarak Nar Posasının Değerlendirilmesi** Dicle üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır
- Akyıldız, H. 2007. **H_3PO_4 Aktivasyonu İle Zeytin Çekirdeğinden Aktif Karbon Üretimi,** (Yüksek Lisans Tezi, Basılmamış). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Alkan, E. 2008. **Bardakçı Kili Kullanılarak Sulu Çözeltiden Ağır Metal Uzaklaştırılması ve Adsorbsiyon Kinetiğinin İncelenmesi.** Yüksek Lisans Tezi. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- Ardalı, Y. 1990. **Atıksulardan Ağır Metallerin Adsorpsiyonla Uzaklaştırılması** (Doktora Tezi, Yayınlanmamış). 19 Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun
- Atilla Yıldız, Ö. G. 1997. **Infrared Spektroskopisi.** Ankara: Hacettepe Üniversitesi Yayınları A-64.
- Baran, M. F., Duz, M. Z., Uzan, S., Dolak, İ., Celik, K. S., Kilinc, E. (2018): Removal of Hg(II) from aqueous solution by bacillus subtilis ATCC (B1). – Journal of Bioprocessing and Biotechniques 8(4): 1–7.
- Baran, M. F., Duz,. (2019) Removal of cadmium (II) in the aqueous solutions by biosorption of *Bacillus licheniformis* isolated from soil in the area of Tigris River, International Journal of Environmental Analytical Chemistry, DOI:10.1080/03067319.2019.1669583.
- Baran, M. F., Duz,. Biosorption of Pb^{2+} from aqueous solutions by *Bacillus licheniformis* isolated from Tigris river with a comparative study, *International Journal of Latest Engineering and Management Research (IJLEMR)*, 4(5): 108–121.
- Berkem, A. R., Baykut, S., 1984. **Fizikokimya.** İstanbul Üniversitesi Yayınlan Sayı: 3217, Mühendislik Fakültesi No: 62, Fatih Yayınevi Matbaası, İstanbul
- Büyüksırt, T. ve Kuleaşan, H. 2014. Fourier dönüşümlü kızılötesi (Ftir) spektroskopisi ve gıda analizlerinde kullanımı. **Gıda**, 39(4): 35-241.
- Coğrafya Harita 2018 http://cografyaharita.com/turkiye_toprak_haritalari1.html Erişim Tarihi: 10.09.2018.
- Çağırnkaya, L. B., Avcu, N., Hatipoğlu, M. G. ve Dağlı, F. 2006. Wilson hastalığı Vaka raporu. **Hacettepe Diş hekimliği Fakültesi Dergisi**, 30(3): 50-53.
- Çakıroğlu, E. 2011. **Titanyum Dioksit Esaslı (tio2) Fotokatalizör Kullanılarak Toksik Madde İçerikli Atık Suların Detoksifikasyonu.** Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir
- Çalışkan, F. 2018. **Seramik Hammaddeleri.** http://content.lms.sabis.sakarya.edu.tr/Uploads/70511/47190/seramik_Doğal_maddeleri.pdf. Erişim Tarihi: 25.10.2018
- Çay, S. 2014. **Ağır Metal İyonlarıyla Kirlenmiş Toprakların Karadeniz Bölgesinde Yetişen Bazı Süs Bitkileri Kullanılarak Temizlenebilirliğinin Araştırılması.** Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Samsun
- Çelik, B. 2010. **Şırnak Külünün Cd (II) ve Zn (II) Adsorpsiyonunun Araştırılması.** Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Diyarbakır
- Dinçyürek, Ö. 2006. **Termik Santral Uçucu Kül Tiplerinin Atıksulardaki**

- Fenolün Adsorpsiyon Yöntemi ile Giderim Etkinliklerinin Karşılaştırılması.** Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Adana
- Doğan, M. Alkan, M. **Adsorption of Copper (II) Onto Perlite.** Journal of Colloid and Interface Science. 243, 280-291 (2001). 63
- Duman, O. 2012. **Doğal Nano Killer ile Atıksulardan Zn+2 ve Pb+2 Ağır Metallerinin Giderilmesi.** Yüksek Lisans Tezi, Basılmamış. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Dündar, M. Ş., Altundağ, H., Kaygaldurak, S., Şar, V., Acar, A. 2012. Çeşitli endüstriyel atık sularda ağır metal düzeylerinin belirlenmesi. **Sakarya University Journal of Science**, 16(1): 6-12.
- Erdoğan, Y. A. 2005. **Atıksulardan Çeşitli Adsorbanlarla Arsenik Giderimi.** (Yüksek Lisans Tezi, Basılmamış). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- Eren, Z. ve Acar, F. N. 2004. Uçucu kül adsorpsiyonu ile reaktif boya giderimi **Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi**, 10(2): 253-258.
- Eskier, U. 2017. En eski metallerden kurşun. <https://www.makaleler.com/kursun-nedir/> Erişim Tarihi: 25.09.2018
- Ethem, M. Y. 2010. Bakırın Özellikleri, Alaşımları ve Mineralleri. <http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/c0991344c3d760a> Erişim tarihi: 15.08.2018
- Filiz, E. 2007. **Doğal Kaynaklardan Elde Edilen Adsorbanlarla Sulardan Ağır Metal Giderimi.** (Yüksek Lisans Tezi, Basılmamış). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Giryan, Ç., İ. (2017). Bilim ve Teknoloji "taramalı elektron mikroskobu (sem) nedir?". <https://www.tech-worm.com/taramali-elektron-mikroskobu>.
- Güneren, E. 2010. **Sulu Çözeltilerdeki Kurşun ve Bakır İyonlarının Bentonit ile Adsorpsiyonu.** (Yüksek Lisans Tezi, Basılmamış). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ho, Y.S., G. McKay 1999. Pseudo-Second Order Model For Sorption Processes **Process Biochemistry** 34: (1999) 451-465
- İşçi, Y. 2015. **Farklı Kil Minerallerinin Nanokompozitlere Etkisi ve Vermiküler/ Polimer Nanokompozitlerinin Özellikleri.** (Yüksek Lisans Tezi, Basılmamış). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Jülide YENER, Z. A. 1999. Atıksulardaki Fenol ve Klorofenollerin Aktif Karbon ve Kurutulmuş Aktif Çamura Adsorpsiyonu. **Tr. J. of Engineering and Environmental Science** 23: 93-104.
- Karaağaç, Ö. (1981). www.jmo.org.tr/resimler/ekler/9f793b37dccbff7. Jeoloji Müh. Odası Dergisi.
- Karada, A. 2008. Endüstriyel Atık Sulardan Bazı Metal İyonlarının Biyoadsorbent Kullanılarak Giderimi (Yüksek Lisans Tezi, Basılmamış). Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Karataş, D. (2011). **Sepiyolit Kiline Kuvaterner Amin Surfaktanlarının Adsorpsiyonunun Deneysel ve Teorik Olarak İncelenmesi.** İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kayacan, S. 2007. **Kömür Ve Koklarla Sulu Çözeltilerden Boyar Maddelerin Uzaklaştırılması .** (Yüksek Lisans Tezi, Basılmamış). Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Koçer, O. 2013. **Zeytin Posası (Pirina) Üzerine Malaşit Yeşili'nin Sulu Çözeltiden Adsorpsiyonu** (Yüksek Lisans Tezi, Basılmamış). Kilis 7 Aralık Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kilis
- Koyuncu, F. 2016. **Mandalina Kabuklarından Nano- Gözenekli Aktif Karbon Üretilmesi Ve Sulu Fazdan Bazı toksik Boyar Madde Ve Karışımları İçin Adsorplama Yeteneğinin İncelenmesi.** (Yüksek Lisans Tezi, Basılmamış). Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.
- Köroğlu, Ç. 2007. **Ağaçlı Ve Bolluca (İstanbul) Yöresi Seramik Killerinin Malzeme Özelliklerinin Araştırılması.** (Yüksek Lisans Tezi, Basılmamış). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kul A.R., Selçuk A., Ardalı Y., Ocak S., Alacabey İ., Erge H. 2014 "Citrus Aurantium Kabuklarının Ağır Metal Gideriminde Adsorbent Olarak Kullanılması. Ulusal Katı Atık Yönetimi Kongresi UKAY 2014 , Van, Türkiye, 1-4 Eylül 2014, 63-63
- Kutoğlu, A., Zhang, L., Ahsbahs, H. **Hydrostatic compression and crystal structure of pyrope to 33 GPa**, 25: 301-307
- Malayoğlu, U., A. Akar 1995. Killerin Sınıflandırmasında ve Kullanım Alanlarının Saptanmasında Aranan Kriterlerin İrdelenmesi. **Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu**. İzmir / Türkiye 21-22 Nisan 1995
- Masel, R.L. 1996 **Principles Of Adsorption And Reaction On Solid Surfaces, Wiley Series In Chemical Engineering, John Wiley & Sons Inc. 108-110: 235-252, Isbn 0- 471-51185-4.**

- Orbak, İ. 2009. *Aktif Karbon İle Çevre Kirleticisi Bazı Unsurların Giderilmesi*. (Yüksek Lisans Tezi, Basılmamış). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Önal, G. 2013. *Doğal Kil Ve Ticari Kil İle Sulu Çözeltilerden Boyar Madde Uzaklaştırılması*. (Yüksek Lisans Tezi, Basılmamış). Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Özcan, A. S. 2010. Doğal Bentonitin Karakterizasyonu ve Kurşun(II) İyonlarını Adsorpsiyon Yeteneği. *BAÜ Fen Bil. Enst. Dergisi*. 12(2): 85-97.
- Özgüven, F. E. 2011. *Bir Bentonitik Kil İçindeki Simektit Mineralinin Nicel Olarak Belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi, Basılmamış). Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara
- Paul Djomgoue, D. N. 2013. FT-IR Spectroscopy Applied for Surface Clays Characterization. *Journal of Surface Engineered Materials and Advanced Technology*, 275-282.
- Raffaella, D'auria, 2017. Specific Anion Effects on Na⁺ Adsorption at the Aqueous Solution–Air Interface: MD Simulations, SESSA Calculations, and Photoelectron Spectroscopy Experiments. *The Journal of Physical Chemistry B* 122(2) ·DOI: 10.1021/acs.jpcc.7b06981
- Ralp, E. G. ve Rowland, R. A. 1942. *Differential Thermal Analysis Of Clay Minerals and Other Hydrous Materials*. State of Illinois, Department of Registration and Education, Illinois, USA.
- Sarı, T. 2009. *Edirne Ve Çevresinde Otoban Kenarlarındaki Topraklarda Bazı Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması*. (Yüksek Lisans Tezi, Basılmamış). Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Sayılğan, Ş., Ç. 2013. *Determination of Characteristics of Adsorbent for Adsorption Heat Pumps*. Master's Thesis. The Graduate School of Engineering and Sciences of İzmir Institute of Technology. İzmir
- Sazcı, H. 2001. Seramikte Kullanılan Killerin Tanımı. *4. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu* 118-19 Ekim 2001, İzmir, Türkiye
- Selçuk Üniversitesi İleri Teknoloji Araş. Uygulama Mrkz. Müd. 2009. <https://www.webmaster.selcuk.edu.tr>. Erişim Tarihi: 10.10.2018.
- Tektaş, O. 2011.. *Çitosan/Kil Kompozitlerinin Sentezi, Karakterizasyonu ve Cu(II) Adsorpsiyonunda Kullanımı*. Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır
- Uçar, B. 2009. *Tekstil Atık Sularındaki Reaktif Boyaların Farklı Katı Atıklar Kullanılarak Adsorpsiyonla Giderimi*. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara
- Uddin, M. K. 2017. A review on the adsorption of heavy metals by clay minerals, with special focus on the past decade. *Chemical Engineering Journal*, 308: 438-462.
- Uğur, F. A., 2005 *Kil Minerallerinin Radyoaktif Maddeleri Tutma Özelliklerinin, Kilin Yapısına ve İşlem Koşullarına Bağlılığının İncelenmesi* Çukurova Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi.
- Uyanık, İ. 2011. *Sıvı, Sıvı Ara Yüzeyde Adsorpsiyon ve Kompleks Oluşumu* (Doktora Tezi). Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya
- Uygun, Ö. A. (2016). *Ağır Metal Tayini İçin Biyosorpsiyon Temelli Mikrobiyal Sensör Geliştirilmesi*. Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir
- Yamanoğlu, R. 2015. Powder Metallurgy. (Toz Metalurjisi)/Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Ders Notları
- Yener, J. ;Z. A. 1999. Atıksulardaki Fenol ve Klorofenollerin Aktif Karbon ve Kurutulmuş Aktif Çamur Adsorpsiyonu. *Tr. J. of Engineering and Environmental Science* 23, 93-104.
- Yetiş, C., Demirkol, C., 1984 Kil Minerallerinin Diyajenetik ve Ortamsal Nitelikleri *Dergi Park Jeoloji Mühendisliği Dergisi* Cilt 8, Sayı 3 Sayfalar 39 - 44
- Yıldız, C. 2013. *Maxilon Yellow 4GL Boyar Maddesinin Bazı Oksit Mineralleri Yüzeyine Adsorpsiyonuna Ait Deneysel Dizaynı ve Optimizasyonu*. Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir, 98
- Yiğitarslan, S. 2015 *Adsorpsiyon*. Selçuk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümü Laboratuvarı(II) Ders Notu

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Yüzüncü Yıl Üniversitesi BAP 5252 no'lu proje tarafından desteklenmiştir. Tüm laboratuvar çalışmalarında büyük katkılarından dolayı Prof. Dr. Ömer YAVUZ'a teşekkür ederiz.

AN IMPROVEMENT OF HYBRID WHALE OPTIMIZATION ALGORITHM

Mustafa DANACI

ERU Engineering Faculty, Computer Eng. Dept. Kayseri / TURKEY
danaci@erciyes.edu.tr

Bahadur ALIZADA

ERU, Computer Eng., Grad. School of Natural and Applied Sciences bahadur_alizade@yahoo.com

ABSTRACT

The difficulty in solving engineering problems creates difficulties in the selection of the methods to be used. Nature-inspired herd intelligence-based meta-heuristic optimization techniques have recently become the most popular algorithms for solving such problems. In this work, a new hybrid algorithm model has been developed to adapt to various problems. The developed models were adapted to 23 Benchmark test problems in the literature and compared with meta-heuristic algorithms. The algorithms aim to balance the optimization processes of exploration and exploitation. In the development of a meta-heuristic algorithm, it is very difficult to achieve a balance due to its stochastic structure. In this study, the new hybrid model improved by Multi-Verse Optimization (MVO) on the Sine Cosine Whale Optimization Algorithm (SCWOA) hybrid model, which is available in the literature, has increased the success of test problems. Although the SCWOA hybrid balances exploitation and exploration, the MVSCWOA (Multi-Verse Sine Cosine Whale Optimization Algorithm) hybrid algorithm, which was modified by modifying MVO's wormhole existence probability (WEP) and traveling distance rate (TDR), has succeeded in improving this balance further. WEP is used instead of $r1$ parameter, which determines the update direction in SCA, and TDR is used in place of $a2$ (varies between -1 and -2) used in the update of l , which is the inter-element multiplication parameter in WOA. The results obtained from the newly developed hybrid model have shown that it makes the search and exploitation feature more effective by showing better results than SCWOA, WOA, SCA, and MVO. MVSCWOA was successful in test problems.

Keywords: Benchmark, Sine Cosine Algorithm, Whale Optimization Algorithm, Multi-Verse Optimization

1. INTRODUCTION

In recent years, meta-heuristic algorithms have been used more and more to solve, minimize or maximize various problems in almost every aspect of our lives. This is because these algorithms are user-understandable, adaptable to real-life problems, and are simple because they are inspired by events in nature. Examples of famous meta-heuristic algorithms are Genetic Algorithm (GA) [1,2], Ant Colony Optimization (ACO) [3], Particle Swarm Optimization (PSO) [4], Differential Evolution (DE) [5], Evolutionary Programming (EP) [6,7], Artificial Bee Colony (ABC) [8]. According to No Free Lunch (NFL) [9] theorem, it has proved to be not the most appropriate meta-heuristic technique to solve all optimization problems. Therefore, scientists are creating new meta-heuristic optimization techniques by keeping their motivation high: Firefly Algorithm (FA) [10,11], Black Hole (BH) [12], Grey Wolf Optimization (GWO) [13], Cuckoo Search (CS) [14,15], Gravitational Search Algorithm (GSA) [16], Fast Evolutionary Programming (FEP) [17], Whale Optimization Algorithm (WOA) [18], Multi-Verse Optimizer (MVO) [19], Ant Lion Optimizer (ALO) [20], Sine Cosine Algorithm (SCA) [21].

To improve the efficiency of optimization algorithms, various algorithms such as hybrid, optimization, and modification are developed. Through these processes, more successful results are obtained by balancing exploitation and exploration. The missing aspects of two or more algorithms are eliminated by combining advantageous features.

In this research, a previous study in the literature the hybrid Sine Cosine Whale Optimization Algorithm (SCWOA) [22] is developed with the Multi-Verse Optimizer (MVO) algorithm. Through improvement, the balance between exploitation and exploration has been further improved. The

improved hybrid algorithm has confirmed itself with test problems. Benchmark functions [23] are used as test problems.

Benchmark functions

Any Benchmark is functional for testing an optimization concept. These aggregate functions can be parsed, differentiated, continuous, discontinuous, scalable, unimodal and multimodal features such as existing algorithms that can be effective information about which kind of problems can be obtained by applying these functions.

The unimodal benchmark does not have a local optimum and has only one global optimum. This makes them very suitable for testing convergence speed and retrieving from algorithms [20]. Detailed information can be made in Table 1 (F1-F7).

Multi-mode benchmarks have multiple local and one global optimizations. The goal of the algorithms is to achieve the best global result without having to stick to the local best result. [20].

If there is a problem in the discovery phase of the algorithm, then a wide search cannot be made. Therefore, the algorithm remains stuck to the local best result, which is not desirable. This is one of the reasons why multimode functions are difficult. [23].

Compared to multimodal functions, fixed-dimension multimodal functions do not allow the number of design variables to be set because of their mathematical formulas but provide a different search field [18]. The properties of the multimodal functions are given in Table 1, respectively n-dimensional (F8-F13) and fixed-dimensional (F14-F23).

At the end of the work, the test plans on three groups of Benchmarks with hybrid characteristics were compared to other meta-heuristic optimization algorithms in the literature.

Table 1. Benchmark functions

Name and Function	Dim	Range	f_{min}
Sphere F1(x)= $\sum_{i=1}^n x_i^2$	30	[-100,100]	0
Schwefel2.22 F2(x)= $\sum_{i=1}^n x_i + \prod_{i=1}^n x_i $	30	[-10,10]	0
Schwefel1.2 F3(x)= $\sum_{i=1}^n (\sum_{j=1}^i x_j)^2$	30	[-100,100]	0
Schwefel2.21 F4(x)= $\max_i \{ x_i , 1 \leq i \leq n\}$	30	[-100,100]	0
Rosenbrock F5(x) = $\sum_{i=1}^{n-1} [100(x_{i+1} - x_i^2)^2 + (x_i - 1)^2]$	30	[-30,30]	0
Step F6(x)= $\sum_{i=1}^n ([x_i + 0.5])^2$	30	[-100,100]	0
Quartic F7(x)= $\sum_{i=1}^n i x_i^4 + \text{random}[0,1]$	30	[-1.28,1.28]	0
Schwefel F8(x)= $\sum_{i=1}^n -x_i \sin(\sqrt{ x_i })$	30	[-500,500]	-418.9829 $\times Dim$
Rastrigin F9(x)= $\sum_{i=1}^n [x_i^2 - 10 \cos(2\pi x_i) + 10]$	30	[-5.12,5.12]	0
Ackley F10(x)= $-20 \exp(-0.2 \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2}) - \exp(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \cos(2\pi x_i)) + 20 + e$	30	[-32,32]	0
Griewank F11(x)= $\frac{1}{4000} \sum_{i=1}^n x_i^2 - \prod_{i=1}^n \cos(\frac{x_i}{\sqrt{i}}) + 1$	30	[-600,600]	0
Penalized F12(x)= $\frac{\pi}{n} \{10 \sin(\pi y_1) + \sum_{i=1}^{n-1} (y_i - 1)^2 [1 + 10 \sin^2(\pi y_{i+1})] + (y_n - 1)^2\}$ $y_i = 1 + \frac{x_i + 1}{4}$ $u(x_i, a, k, m) = \begin{cases} k(x_i - a)^m & x_i > a \\ 0 & -a < x_i < a \\ k(-x_i - a)^m & x_i < -a \end{cases}$	30	[-50,50]	0
Penalized2 F13(x) $= 0.1 \{ \sin^2(3\pi x_1) + \sum_{i=1}^n (x_i - 1)^2 [1 + \sin^2(3\pi x_i + 1)] + (x_n - 1)^2 \}$	30	[-50,50]	0
Foxholes F14(x)= $(\frac{1}{500} + \sum_{j=1}^{25} \frac{1}{j + \sum_{i=1}^n (x_i - a_{ij})^6})^{-1}$	2	[-65,65]	1
Kowalik F15(x)= $\sum_{i=1}^{11} \left[a_i - \frac{x_1(b_i^2 + b_i x_2)}{b_i^2 + b_i x_3 + x_4} \right]^2$	4	[-5,5]	0.00030
Camel Six Hump F16(x)= $4x_1^2 - 2.1x_1^{\frac{4}{3}} + \frac{1}{3}x_1^6 + x_1x_2 - 4x_2^2 + 4x_2^4$	2	[-5,5]	-1.0316
Branin RCOS F17(x)= $(x_2 - \frac{5.1}{4\pi^2} x_1^2 + \frac{5}{\pi} x_1 - 6)^2 + 10(1 - \frac{1}{8\pi}) \cos x_1 + 10$	2	[-5,5]	0.398
Goldstein Price F18(x)= $[1 + (x_1 + x_2 + 1)^2(19 - 14x_1 + 6x_1x_2 + 3x_2^2)] \times [30 + (2x_1^2 - 1.5x_1 + 2.5x_2^2 + 1.5x_2)]$	2	[-2,2]	3
Hartman3 F19(x)= $-\sum_{i=1}^4 c_i \exp(-\sum_{j=1}^3 a_{ij}(x_j - p_{ij})^2)$	3	[1,3]	-3.86
Hartman6 F20(x)= $-\sum_{i=1}^4 c_i \exp(-\sum_{j=1}^6 a_{ij}(x_j - p_{ij})^2)$	6	[0,1]	-3.32
Shekel5 F21(x)= $-\sum_{i=1}^5 [(X - a_i)(X - a_i)^T + c_i]^{-1}$	4	[0,10]	-10.1532
Shekel7 F22(x)= $-\sum_{i=1}^7 [(X - a_i)(X - a_i)^T + c_i]^{-1}$	4	[0,10]	-10.4028
Shekel10 F23(x)= $-\sum_{i=1}^{10} [(X - a_i)(X - a_i)^T + c_i]^{-1}$	4	[0,10]	-10.5363

2. RELATED WORKS

2.1. Whale Optimization Algorithm (WOA)

One of the new and successful swarm intelligence-based optimization algorithms introduced by Mirjalili is the Whale Optimization Algorithm (WOA) [18]. The algorithm was created by modeling humpback whale encircling prey; bubble-net attacking, and search for prey behavior. Successful results have been achieved by making improvement by Danacı and Doğan [24], various hybrids by Khalilpourazari and Khalilpourazary [22], Singh and Hachimi [25], Doğan [26] and improvement hybrid model by ALIZADA [27] on WOA.

Encircling prey

Humpback whales encircle it after defining the position of its prey. Since the positions are not predetermined at the beginning, the WOA algorithm considers the best solution for the moment as prey. In other words, hunting is considered to be near optimum. Immediately after the best whale is identified, other whales in the population update their position accordingly. The following equation models this behavior:

$$\vec{D} = |\vec{C} \cdot \vec{X}^*(t) - \vec{X}(t)| \quad (1)$$

$$\vec{X}(t+1) = \vec{X}^*(t) - \vec{A} \cdot \vec{D} \quad (2)$$

t shows the momentary repetition, the position of the best humpback whale (solution) so far $\vec{X}^*$ provides the position of the best humpback whale obtained so far. $\vec{A}$ and $\vec{C}$ vectors are the specific coefficients.

Bubble-net attacking method (exploitation phase)

The behavior of humpback whales is shown by a mathematical model consisting of two parts. These processes are the shrinking encircling and the spiral update of position respectively. The bubble hunting technique of the whale is given in the Figure 1.



Figure 1. Bubble-net feeding behavior of humpback whales.

Humpback whale floats upward in spiral or helical shape for hunting. It is known that humpback whales in nature perform both narrowing circle or spiral swim simultaneously. Therefore, the algorithm uses both behavior mechanisms with a 50 percent probability. This time can randomly choose the narrowing swim.

$$\vec{X}_{(t+1)} = \begin{cases} \vec{X}_{(t)} - \vec{A} \cdot \vec{D} & \text{if } p < 0.5 \\ \vec{X}_{(t+1)} = \vec{D} \cdot e^{bt} \cdot \cos(2\pi l) + \vec{X}_{(t)} & \text{if } p \geq 0.5 \end{cases} \quad (3)$$

Search for prey (exploration phase)

During the exploitation phase, the whale in the population updates its position towards the best whale. But during the exploration phase, an update is made according to a randomly selected whale. The mathematical model of the discovery phase is as follows.

$$\vec{D} = |\vec{C} \cdot \vec{X}_{rand} - \vec{X}| \quad (4)$$

$$\vec{X}(t+1) = \vec{X}_{rand} - \vec{A} \cdot \vec{D} \quad (5)$$

2.2. Sine Cosine Algorithm (SCA)

One of the meta-heuristic optimization algorithms introduced by Mirjالي is the Sine Cosine Algorithm [21]. First, SCO generates a random array of solutions. Next, it chooses the best individual solution to be the target for other solutions according to its objective function value. Each individual in the population updates their position according to the best individual. This update is provided by the following equation.

$$X_i^{t+1} = \begin{cases} X_i^T + r_1 \times \sin(r_2) \times |r_3 P_i^t - X_i^T|, & r_4 < 0.5 \\ X_i^T + r_1 \times \cos(r_2) \times |r_3 P_i^t - X_i^T|, & r_4 \geq 0.5 \end{cases} \quad (6)$$

X_i^T is the individual in the t-th iteration population. P_i^t is the position of the best individual ever obtained, and r_1 (update direction), r_2 (update distance), r_3 (stochastic distance identifier), r_4 (chose a sine or cosine) are random numbers.

2.3. Multi-Verse Optimizer (MVO)

One of the physics-based optimization techniques proposed by Mirjalili is the Multi-Verse Optimizer [19]. Algorithm is inspired by the three main concepts: white holes, black holes, and wormholes.

Two important coefficients are considered: wormhole existence probability (WEP) and travel distance ratio (TDR). WEP represents the possibility that the wormhole exists in the universe. The TDR shows the wormhole irradiation distance around the best universe so far. Mathematical formulas for both coefficients are as in (16) and (17), respectively.

$$WEP = min + l \times \left(\frac{max - min}{L} \right) \quad (7)$$

l represents instantaneous iteration; L represents maximum iteration.

$$TDR = 1 - \frac{l^{2/p}}{L^{2/p}} \quad (8)$$

p defines the accuracy of exploitation. High value means that it has a good phase of exploitation.

2.4. Improved Hybrid Model

SCWOA, which has already been introduced to the literature, is a hybrid model that balances both by taking into account the good search capability of the WOA and the good exploitation feature of the SCA. In this study, a triple hybrid has been developed by making a new improvement on the existing hybrid model by using the Multi-Verse Optimizer features. The motivation source, mathematical model and pseudocode of the model are given below.

SCWOA, a hybrid of SCA and WOA previously found in the literature, is an algorithm that has managed to balance both search and exploitation characteristics. In the study, some of the features of MVO were replaced with the features found in SCWOA. Two features were used in the study. These are the WEP and TDR found in the multi-verse algorithm. WEP is used instead of the parameter r_1 , which determines the update direction in SCA, and TDR is replaced by a_2 (ranging from -1 to -2), which is used for the update of the inter-element multiplication parameter l in WOA. The results from

the newly developed hybrid model have proven to be more effective than SCWOA, WOA, SCA, and MVO, making search and exploitation characteristics more efficient.

4.1. Proposed Mathematical model

In the created model, the function that occurs when the SCA updates operator is replaced by the narrowing containment mechanism of WOA is indicated below.

$$X_i^{t+1} = \begin{cases} X_i^t + r_1 \times \sin(r_2) \times |r_3 X_{(t)}^* - X_i^t|, & q < 0.5 \\ X_i^t + r_1 \times \cos(r_2) \times |r_3 X_{(t)}^* - X_i^t|, & q \geq 0.5 \end{cases} \quad (9)$$

Replicas r_1 and a_2 are also replaced by WEP and TDR that run on iterations. These are more clearly understood in the pseudocode.

Pseudocode

```

Initialize random population.
Calculate the fitness of each search agent.
The best search agent =  $X^*$ .
While the last criterion is not met
  for each search agent
    Update  $A$ ,  $I$ ,  $p$ , WEP Eq. (7), TDR Eq. (8),  $r_2$ ,  $r_3$ , and  $r_4$ 
    if1( $p < 0.5$ )
      if2( $r_4 < 0.5$ )
        Update the position of the current search agent by the Eq. (9)
        else if2( $r_4 \geq 0.5$ )
          Select a random search agent
        Update the position of the current search agent by the Eq. (9)
        end if2
      else if1( $p \geq 0.5$ )
        Update the position of the current search by the Eq. (3)
      end if1
    end for
  Check if any search agent goes beyond the search space and amend it
  Calculate the fitness of each search agent
  Update  $X^*$  if there is a better solution
   $t = t + 1$ 
end while
Return  $X^*$ 

```

5. RESULTS

In the MVSCWOA experiment, the number of populations was 30; the number of iterations was 500, and the dimensions of the Benchmark function were adjusted by setting as previously stated in the Benchmark function tables. Each function was run 30 times, and the mean of the obtained values were calculated. Comparison time MVSCWOA, SCWOA, SCA, MVO algorithms were run. The MVO Matlab code is available from Mirjalili's open-source code. Benchmarking time was run with the same parameters. From the article about WOA, the results of WOA, PSO, GSA, and FEP algorithms were compared and a total of seven algorithms were compared. The results are shown in Table 2.

When the results of the MVSCWOA algorithm are examined, the results of F9 over performance, F1-F4, F7, F9-F11, F16, and F21 functions are very good. Of these, F1-F4, F9-F10, and F16 showed better results than all algorithms in comparison, F7, F11, F21 showed second place in comparison. In other functions showed average and approximate results. Overall, an average improvement was made.

Table 2. Performance analysis with benchmark function results

M	F	f_{min}	MVSCWOA	1-SCWOA	2-WOA	3-SCA	4-MVO	5-PSO	6-GSA	7-FEP
			ave							
UNIMODAL	F1	0	3.6035E-65	2.5662E-30	1.41E-30	17.454462	1.251655	0.000136	2.53E-16	0.00057
	F2	0	1.9681E-34	1.2455E-16	1.06E-21	0.018628	9.913015	0.042144	0.055655	0.0081
	F3	0	1.6432E-55	4.8624E-27	5.39E-07	10016.544	245.75308	70.12562	896.5347	0.016
	F4	0	1.6259E-32	7.3999E-16	0.072581	32.825737	1.782515	1.086481	7.35487	0.3
	F5	0	27.91003	27.2007	27.86558	48385.494	298.2843	96.71832	67.54309	5.06
	F6	0	2.569737	0.232776	3.116266	19.44915	1.256098	0.000102	2.5E-16	0
	F7	0	0.000333	0.000316	0.001425	0.09472	0.037924	0.122854	0.089441	0.1415
MULTIMODAL	F8	-12569.487	-5167.9574	-11515.5	-5080.76	-3712.787	-7844.6521	-4841.29	-2821.07	-12554.5
	F9	0	0	0	0	349.87198	123.0991	46.70423	25.96841	0.046
	F10	0	8.8818E-16	8.3489E-15	7.4043	15.77695	1.951047	0.276015	0.062087	0.018
	F11	0	4.996E-16	0	0.000289	1.049631	0.853236	0.009215	27.70154	0.016
	F12	0	0.191217	0.010909	0.339676	548.78755	1.867438	0.006917	1.799617	9.2E-06
	F13	0	1.934423	0.1918	1.889015	69343.16	0.213151	0.006675	8.899084	0.00016
FIXED-DIMENSION MULTIMODAL	F14	1	5.718113	1.626363	2.111973	1.925526	0.998	3.627168	5.859838	1.22
	F15	0.00030	0.000593	0.000674	0.000572	0.001002	0.004801	0.000577	0.003673	0.0005
	F16	-1.0316	-1.0316	-1.0316	-1.03163	-1.03156	-1.0316	-1.03163	-1.03163	-1.03
	F17	0.398	0.397949	0.397968	0.397914	0.399486	0.39789	0.397887	0.397887	0.398
	F18	3	3.000453	3.00057	3	3.000093	11.1	3	3	3.02
	F19	-3.86	-0.30048	-0.30048	-3.85616	-0.30048	-0.30048	-3.86278	-3.86278	-3.86
	F20	-3.32	-3.23337	-3.21142	-2.98105	-2.69072	-3.27712	-3.26634	-3.31778	-3.27
	F21	-10.1532	-8.22838	-8.41452	-7.04918	-2.874981	-6.70704	-6.8651	-5.95512	-5.52
	F22	-10.4028	-8.34166	-8.8921	-8.18178	-3.160536	-8.570013	-8.45653	-9.68447	-5.53
	F23	-10.5363	-8.677407	-9.51277	-9.34238	-3.552445	-9.12424	-9.95291	-10.5364	-6.57

■ Best result ■ Secondary Best result

The selected parameter settings make the problems more challenging, allowing hybrid algorithms to perform more easily. This can be generally evaluated by selecting the size as 30 in n-dimensional Benchmark functions. Dimensions, search area, population size, iteration number were determined according to various studies and selected articles. Since the algorithms operate with random logic, averaging 30 times, the code is run for each function. Thus, the result becomes more pronounced.

Although the SCWOA hybrid balances exploitation and exploration, MVO's MVSCWOA hybrid algorithm, which was developed using MVO's WEP and TDR, has further improved this balance.

The performance of the newly developed MVSCWOA hybrid algorithm has been compared. MVSCWOA was successful in 9 out of 23 test problems. According to the test results, it showed good results in both unimodal and multimodal test problems. This shows that the developed model has improved the convergence rate further and finds the global optimum without being attached to the local optimum.

6. CONCLUSION

In this study, the performance analysis was evaluated by adapting the developed hybrid algorithm to 23 Benchmark functions for testing purposes. The test functions used differ from each other in terms of features, and comprehensive evaluation is obtained. Compared to the algorithms used in the study and the results of some popular optimization algorithms used in the comparison, the developed hybrid model was observed to be quite successful.

Each of the SCA, WOA, and MVO algorithms affect the results according to their optimization process. Although SCA is good at exploitation, it is not good at exploration. WOA is the opposite. MVO has both exploitation and discovery features. The hybrid model developed in the study aimed to achieve better results by combining the features, and it was found to produce highly successful and competitive results. The performance of the hybrid algorithms can be examined in a wider field by adapting the experiments to future problems such as traveling salesman problem (GSP), real-life problems and engineering problems. Hybridizations can also be performed in different tests in terms of exploitation and exploration.

REFERENCES

- [1] Holland JH. Genetic algorithms. *Sci Am* 1992;267:66–72.
- [2] Holland JH, Reitman JS. Cognitive systems based on adaptive algorithms. *ACM SIGART Bull* 1977. p. 49–49.
- [3] Colorni A, Dorigo M, Maniezzo V. Distributed optimization by ant colonies. In: *Proceedings of the first European conference on artificial life*; 1991. p. 134–42.
- [4] Kennedy, J., & Eberhart, R. (1995, November). Particle swarm optimization (PSO). In *Proc. IEEE Int. Conference on Neural Networks*, Perth, Australia (pp. 1942-1948).
- [5] Storn R, Price K. Differential evolution – a simple and efficient heuristic for global optimization over continuous spaces. *J Global Optim* 1997;11:341–59.
- [6] Fogel LJ, Owens AJ, Walsh MJ. *Artificial intelligence through simulated evolution*; 1966.
- [7] Yao X, Liu Y, Lin G. Evolutionary programming made faster. *IEEE Trans Evol Comput* 1999; 3:82–102.
- [8] Basturk B, Karaboga D . An artificial bee colony (ABC) algorithm for numeric function optimization. In: *Proceedings of the IEEE swarm intelligence symposium*; 2006. p.12–14
- [9] Wolpert DH, Macready WG. No free lunch theorems for optimization. *IEEE Trans Evol Comput* 1997;1:67–82.
- [10] Yang X-S. Firefly algorithm, Levy flights and global optimization. In: *Research and development in intelligent systems XXVI*. Springer; 2010. p. 209–18.
- [11] Yang X-S. Firefly algorithm, stochastic test functions and design optimisation. *Int J Bio-Inspired Comput* 2010;2:78–84.
- [12] Hatamlou A . Black hole: a new heuristic optimization approach for data clustering. *Inf Sci* 2013; 222:175–84 .
- [13] Mirjalili Seyedali, Mirjalili Seyed Mohammad, Lewis Andrew. Grey wolf optimizer. *Adv Eng Software* 2014;69:46–61.
- [14] Yang X-S, Deb S. Cuckoo search via Lévy flights. In: *World congress on nature & biologically inspired computing*, 2009. NaBIC 2009; 2009. p. 210–4.
- [15] Yang X-S, Deb S. Engineering optimisation by cuckoo search. *Int J Math Model Numer Optim* 2010;1:330–43.
- [16] Rashedi, E., Nezamabadi-Pour, H., & Saryazdi, S. (2009). GSA: a gravitational search algorithm. *Information sciences*, 179(13), 2232-2248.
- [17] Yao, X., & Liu, Y. (1996). Fast Evolutionary Programming. *Evolutionary programming*, 3, 451-460.
- [18] Mirjalili, S., & Lewis, A. (2016). The whale optimization algorithm. *Advances in engineering software*, 95, 51-67.
- [19] Mirjalili, S., Mirjalili, S. M., & Hatamlou, A. (2016). Multi-verse optimizer: a nature-inspired algorithm for global optimization. *Neural Computing and Applications*, 27(2), 495-513.
- [20] Mirjalili, S. (2015). The ant lion optimizer. *Advances in Engineering Software*, 83, 80-98.
- [21] Mirjalili, S. (2016). SCA: a sine cosine algorithm for solving optimization problems. *Knowledge-Based Systems*, 96, 120-133.
- [22] Khalilpourazari, S., & Khalilpourazary, S. (2018). SCWOA: an efficient hybrid algorithm for parameter optimization of multi-pass milling process. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 35(3), 135-147.
- [23] Jamil, M., & Yang, X. S. (2013). A literature survey of Benchmark functions for global optimization problems. *arXiv preprint arXiv:1308.4008*.
- [24] Danacı, M., Doğan, C. (2019, Nisan). Improved Whale Optimization Algorithm. *Talas, M Uluslararası Erciyes Bilimsel Araştırmalar Kongresi* (s482-496) Yer: Erciyes üniversitesi
- [25] Singh, N., & Hachimi, H. (2018). A new hybrid whale optimizer algorithm with mean strategy of grey wolf optimizer for global optimization. *Mathematical and Computational Applications*, 23(1), 14.
- [26] Doğan, C (2019). Balina Optimizasyon Algoritması ve Gri Kurt Optimizasyonu algoritmaları kullanılarak yeni hibrit optimizasyon algoritmalarının geliştirilmesi. *Erciyes Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri*

- [27] ALIZADA, B. (2019) Sürü tabanlı karınca aslanı ve balina optimizasyonu algoritmalarının fizik tabanlı algoritmalarla Hibritleştirilmesi.(Yüksek lisans tezi) Erciyes Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.

**ÇÖREK OTU BITKİSİ (*Nigella sativa* L.) ÖZÜTÜ KULLANILARAK TiO₂NP'lerin SENTEZİ
VE ANTIMİKROBİYAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**
SYNTHESIS AND DETERMINATION OF ANTIMICROBIAL PROPERTIES OF TiO₂NPs USING
NIGELLA SATIVA L. EXTRACT

Mehmet Fırat BARAN¹, Hilal ACAY², Cumali KESKİN^{2*}, Hüsamettin AYGÜN³, Ayfer YILDIRIM⁴

^{1,4}Mardin Artuklu Üniversitesi, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu

²Mardin Artuklu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü,

³Dicle Üniversitesi Biyoloji Bölümü Diyarbakır.

*Sorumlu yazar: ckeskinoo@gmail.com

ÖZET

Nanopartiküllerin biyolojik yeşil yolla sentezi, kimyasal ve fiziksel yöntemlere alternatif olarak kullanılan bir yöntemdir. Nanopartiküller sahip oldukları eşsiz özellikler ve geniş yüzey alanlarına bağlı olarak antimikrobiyal etki göstermektedirler. Bu çalışmada atık durumdaki biyolojik materyalden (çörek otu yaprak özütünden) yararlanarak titanyum dioksit nanopartikülleri (TiO₂NPs) etkili bir şekilde sentezlenmiştir. Bu amaçla sentezlenen titanyum dioksit nanopartikülleri gram pozitif, gram negatif ve mantar mikroorganizmaları üzerinde minimum inhibisyon yöntemi (MİC) ile antimikrobiyal etkileri araştırıldı. Elde edilen nanopartiküllerin karakterizasyonu Fourier-transform infrared spektroskopisi (FTIR), taramalı elektron mikroskobu (SEM), enerji dağılımlı X-ışını (EDX), ultraviyole ve görünür ışık absorpsiyon spektrofotometresi (UV-Vis), termogravimetrik ve differansiyel termal analiz (TGA-DTA) ve X-ışını kırınımı (XRD) cihazları kullanılarak yapıldı. Sonuç olarak biyolojik kaynakla sentezlenen ve karakterizasyonu yapılan TiO₂NP'lerin güçlü antimikrobiyal etkiye sahip oldukları ve alternatif antimikrobiyal ajan olarak kullanılabilecekleri tespit edildi.

Anahtar kelimeler: TiO₂, yeşil sentez, *Nigella sativa*, XRD ve TGA-DTA, FTIR, SEM.

ABSTRACT

The green-way synthesis of nanoparticles is an alternative to chemical and physical methods. Nanoparticles have an antimicrobial effect due to their unique properties and large surface areas. In this study, titanium dioxide nanoparticles (TiO₂NPs) were efficiently synthesized by utilizing waste biological material (*Nigella sativa* L. leaf extract). Antimicrobial effects of synthesized titanium dioxide nanoparticles on gram-positive, gram-negative and fungal microorganisms were investigated with the minimum inhibition method (MIC). Characterization of the obtained nanoparticles was determined by using Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR), scanning electron microscopy (SEM), energy dispersive X-ray (EDX), ultraviolet and visible light absorption spectrophotometry (UV-Vis), thermogravimetric and differential thermal analysis (TGA-DTA) and X-ray diffraction (XRD) devices. As a result, it was determined that TiO₂NPs synthesized and characterized by biological sources have a strong antimicrobial effect and can be used as an alternative antimicrobial agent.

Keywords: TiO₂; green synthesis; *Nigella sativa*; XRD; TGA-DTA, FTIR, SEM

1.Giriş

Nanoteknoloji, nano düzeyde yeni malzemeler üretmek amacıyla bilim ve teknolojiye uygulamalarla hızla büyüyen bir alandır (Santhoshkumar vd. 2014). Nano yapıları metal oksitler geniş kullanım alanlarından dolayı bilim insanlarının ilgisini çekmektedir. Özellikle yeşil yolla sentezlenmiş metal-metal oksit nanoparçacıkları, gümüş, altın, ve titanyum dioksit (TiO₂) gibi materyaller, gıda ürünlerinin korunmasında, ilaç üretiminde ve biyoremediasyon da kullanılmaktadırlar (Ansari ve Kurian 2017). TiO₂NP'leri tıp alanındaki yeni tekniklerin geliştirilmesinde, termodinamik kararlılıklarına bağlı olarak malzeme bilimlerinde, foto katalitik aktiviteleri ve organik kirleticilerin su ve sulu atıklarda giderimi gibi birçok alanda kullanılmaktadır (Nasrollahzadeh ve Sajadi 2015). Ayrıca

TiO₂, kristalimsi formda bulunan ucuz maliyetli ve toksik olmayan bir nano malzemedir (Mulmi vd. 2018). Kristalimsi yapıya sahip olan nanopartiküllerin antimikrobiyal etki gösterdikleri bilinmektedir (Acay ve ark. 2019; Baran 2019). Bu çalışmada Çörek otu (*Nigella sativa* L.) yeşil yaprakları kullanılarak TiO₂ nanopartikülleri sentezlendi ve karakterize edildi (Şekil 1). Sentezlenen nanopartiküllerin antimikrobiyal aktivitesi minimum inhibisyon yöntemi ile belirlendi.



Şekil 1. Çörek otu bitkisi.

2. Materyal ve Metot

2.1. Çörek otu (*Nigella sativa* L.) bitki özütü ve titanyum(III) klorid (TiCl₃) çözeltisinin hazırlanması

Çörek otu bitkisi Mardin Kızıltepe yolu 5. Km'de çiçeklenme döneminde (Temmuz-Ağustos 2019) toplandı. Atık durumdaki yeşil yapraklar musluk suyu ile yıkanarak topraktan arındırıldı, yıkama işlemi saf su ile tekrarlanarak çeşme suyundaki olası metal kontaminasyonu giderildi. Yıkanan çörek otu bitki yaprakları oda koşullarına kurumaya bırakıldı. Kurutulan bitki yaprakları öğütülerek toz haline getirildi ve deneysel çalışmalarda kullanılmak üzere nemsiz bir ortamda muhafaza edildi. 5 gr bitki örneği 100 ml saf su ile birlikte bir beherin içerisine konulduktan sonra kaynamaya bırakıldı. Kaynayan özüt oda koşullarında soğutuldu. Elde edilen özüt süzme işlemine tabi tutuldu. Elde edilen süzöntü deneylerde kullanılmak üzere +4 °C'de muhafaza edildi. Ticari olarak temin edilen (Sigma-Aldrich marka) % 12.0 saflıkta titanyum(III) klorid (TiCl₃)'ten 1 mM sulu çözelti hazırlandı.

2.2. Nanopartikül sentezi ve karakterizasyonu

100 ml çörek otu bitki özütü ile titanyum(III) klorid çözeltisi (pH:6.0) bir behere konuldu. Isıtıcı manyetik karıştırıcı yardımıyla 45°C'de bitki özütü ve metal çözeltisi reaksiyon ortamına bırakıldı. 4 saat sonra renk değişimi gözlemlendi. Agilent Cary 60 UV-Visible spektroskopi cihazı ile 30 dakika aralıklarla alınan örneklerden TiO₂NP'lerin oluşumu ve varlığı gözlemlendi. Agilent Cary 630 FT-IR cihazı ile çörek otu bitki özütünde varolan fonksiyonel gruplar ve reaksiyon sonunda indirgemeden sorumlu olan fonksiyonel gruplardaki değişim tespit edildi. Oluşan renkli çözelti 6000 rpm de 10 dakika santrifüj (OHAUS FC 5706) edildi. Her defasında süpernatant ayrılarak çöken kısımlar toplandı. Bu işlem sonucunda elde edilen çökelti saf su ile birkaç defa yıkama işlemine tabi tutuldu. Toplanan çökelti 80 °C'de 24 saat kurutulmaya bırakıldı. Elde edilen nanopartikül materyallerin X-ışını difraktometresi (RadB-DMAX II bilgisayar kontrollü) ve taramalı elektron mikroskobu (EVO 40 LEQ) kullanılarak görünüşleri (kristal yapı, boyut) ve element kompozisyonları belirlendi. TGA-50 (Shimadzu) cihazı kullanılarak TiO₂NP'lerin farklı sıcaklıklardaki termogravimetrik ve difarensiyel termal (TGA-DTA) bozunumları incelendi.

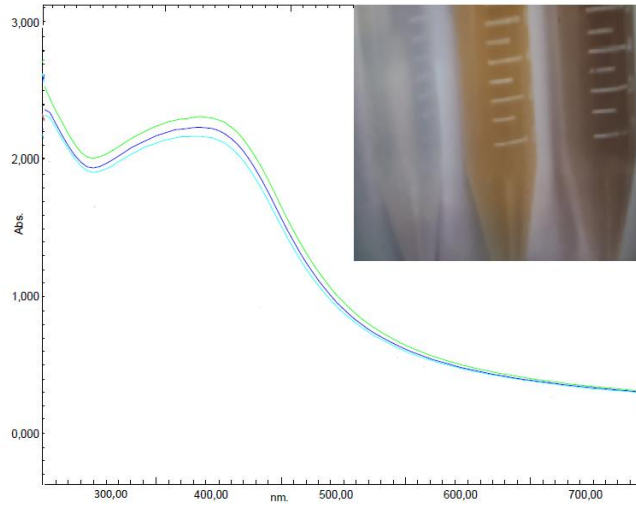
2.3. TiO₂NP'lerin antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi

Sentezlenen TiO₂NP'lerin bazı mikroorganizmaların üremesi üzerindeki inhibisyon etkileri gram negatif (*Escherichia coli* ATCC 25922), gram pozitif (*Staphylococcus aureus* ATCC 29213) bakteriler ve *Candida albicans* mayası kullanılarak minimum inhibisyon konsantrasyonu (MİK) mikrodilüsyon metoduyla belirlendi. Mikroplaka kuyucuklarına Muller Hinton besiyeri, farklı konsantrasyonlarda TiO₂NP çözeltisi ve Mc Farland standardı 0.5'e (bulanıklık) göre hazırlanan mikroorganizma

karışımından konuldu. 37 °C de 24 saat inkübasyona bırakıldı. TiO_2NP 'lerin antimikrobiyal etkilerinin karşılaştırması için ticari olarak temin edilen *S.aureus* bakterisi için vankomisin, *E.coli* bakterisi için colistin ve *C. albicans* mayası için flukanazol standart antibiyotikleri kullanıldı. Böylece 1 mM TiO_2NP sulu çözeltisinin mikroorganizmalar üzerindeki antimikrobiyal etkilerine araştırıldı.

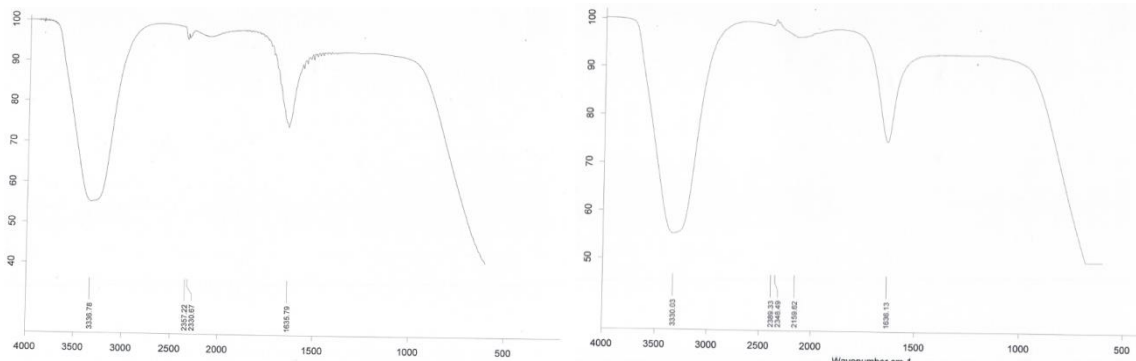
3.Bulgular ve tartışma

Atık durumdaki çörek otu yeşil yapraklarından elde edilen 100 mL özüt ile 1 mM 250 mL $TiCl_3$ çözeltisi bir behere konularak 45°C'de dört saat boyunca karıştırıldı ve reaksiyon sonunda renk değişimi meydana geldi (Şekil 2). Meydana gelen bu renk değişimi plazma yüzeyindeki titreşimlerle TiO_2NP 'lerin varlığını ifade eder. Maksimum absorbans olan 390 nm'de tespit edilen pikler TiO_2NP 'lerin oluştuğunu göstermektedir (Şekil 2). Nasrollahzadeh ve Sajadi (2015), yapmış oldukları bir çalışmada TiO_2NP 'lerin yakın dalga boylarında benzer pikler verdiğini bildirmiştir.



Şekil 2. Titanyum dioksit (TiO_2NP) nanopartiküllerin farklı zamanlarda alınan örneklerin UV-vis verileri.

İnfrared spektroskopi (FTIR) analizinde TiO_2NP 'lerin yeşil sentezinde indirgemedan sorumlu fonksiyonel gruplar incelendi. Çörek otu bitkisinde var olan belli gruplardaki (3330, 2330 ve 1636 cm^{-1}) kaymalar, reaksiyonun bu fonksiyonel gruplar üzerinde gerçekleştiğini düşündürmektedir (Şekil 3). Benzer bir çalışmada titanyum dioksit nanopartikül sentezinde etkin grupların 3300 cm^{-1} deki fonksiyonel grubun reaksiyonda rol aldığını ifade etmişlerdir (Mulmi vd. 2018),(Acay, Baran, ve Eren 2019)(Li vd 2019).



Şekil 3. FT-IR Analiz Sonucu ; A. Çörek otu Bitki Özütünün FT-IR görünümü, B. Reaksiyon sonrası fonksiyonel grupların değerlendirilmesi.

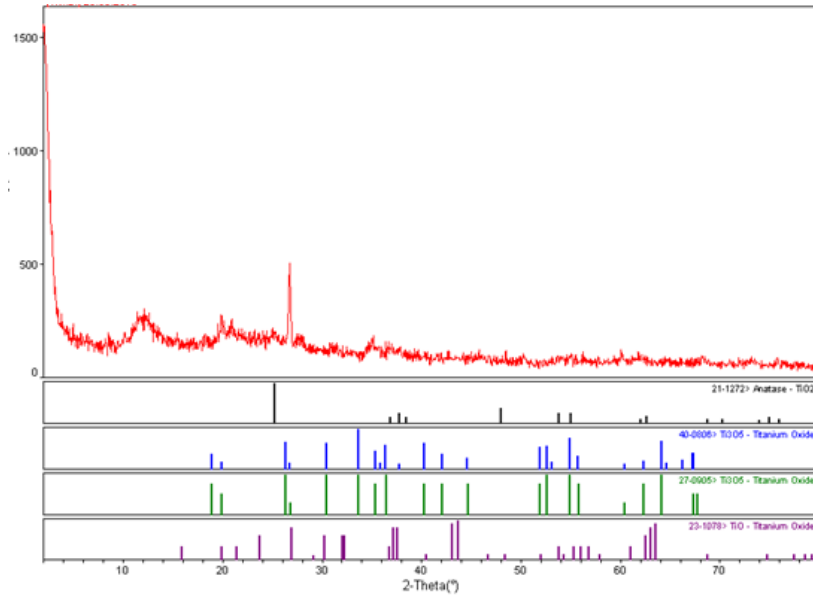
Çörek otu bitkisinin yeşil yaprakları ile sentezlenen TiO_2NP 'lerin X-ışınımı kırınımı (XRD) değerlendirildi (Şekil 4). XRD sonuçlarında (1 0 1), (1 0 3), (0 0 4), (1 1 2), (2 0 0), (1 0 5), (2 1 1), (2 0 4), (1 1 6), (2 2 0) ve (2 1 5) de ki piklerin titanyum dioksitin karakteristik kristal yapısına ait olduğu

ve bu piklerin 2θ da değerleri sırası ile 24.08, 26.76, 35.17, 39.70, 41.66, 43.89, 53.72, 55.51, 68.19 ve 76.34 olduğu görülmektedir. Diğer çalışmalar ile karşılaştırıldığında sonuçların uyumlu olduğu tespit edildi (Santhoshkumar vd. 2014)(Nasrollahzadeh ve Sajadi 2015)(Srinivasan vd. 2019). Yapılan bu çalışmada titanyum dioksit nanopartiküllerin boyutunu xrd deseninden en yüksek pikin 2 θ'daki değerinden hesaplandı.

XRD analizi sonucunda TiO₂NP'lerin kristal tanecik boyutunun 30.61 olduğu Debye-Scherrer eşitsizliği kullanılarak hesaplandı.

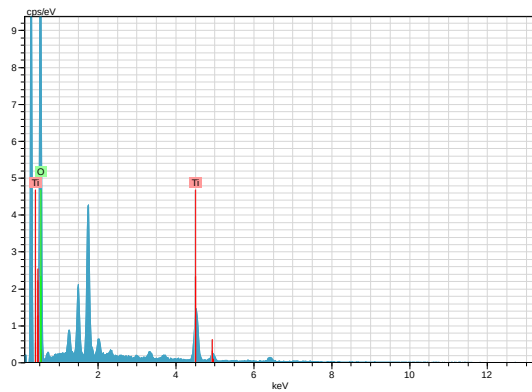
$$D = K\lambda / (\beta \cos\theta)$$

Eşitsizlikte D= Parçacığın boyutu (nm), K= Sabit (0.90), λ = Dalgaboyu X-ray (1.5406 oA), β = En yüksek pikin değerinin yarısı radyan cinsinden (FWHM), θ = Kırılma açısı olarak belirtilmiştir (Baran ve acay 2019; Eren ve Baran 2019).



Şekil 4. TiO₂NP'lerin XRD analiziyle kristal yapısı ve titanyumdioksit fazlarının incelenmesi.

Taramalı elektron mikroskobu (SEM) analizi verileri incelendiğinde titanyum dioksit nanopartiküllerinin küresel yapıda olduğu tespit edilmiştir. EDX analizi sonuçları ise titanyum dioksit nanopartiküllerinin oksitli yapıda olduğunu göstermektedir (Şekil 5). Diğer bitkisel kaynaklı nanopartikül sentez çalışmaları da bu yapıların genellikle küresel formda olduğunu göstermektedir (Santhoshkumar ve ark. 2014; Goutam ve ark. 2018; Zhang ve ark. 2018).

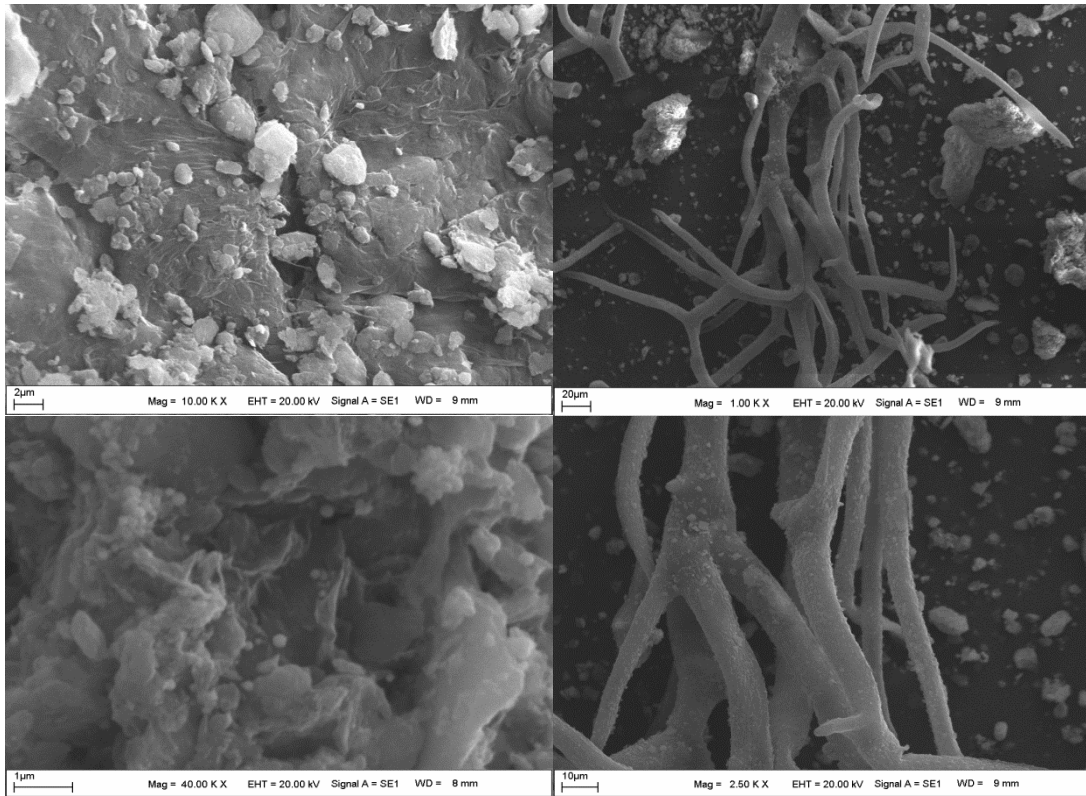


Spectrum: Objects

El AN Series	unn. C norm.	C Atom.	C Error
	[wt.-%]	[wt.-%]	[at.-%]

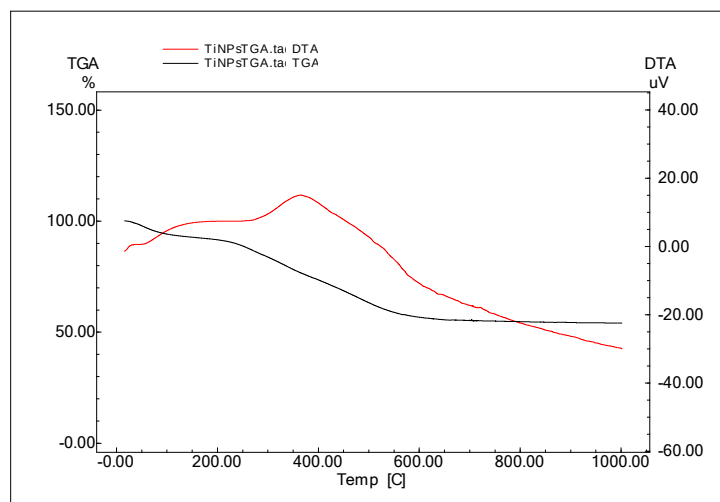
Ti 22 K-series	7.50	7.50	2.64	0.3
O 8 K-series	92.50	92.50	97.36	65.0

Total: 100.00 100.00 100.00



Şekil 5. Bitkisel kaynaklı sentezlenen TiO_2NP 'lerin SEM/EDX görünümü ve element kompozisyonları.

Termalgravimetrik ve diffarensiyel termal analiz sonucu (TGA-DTA) verileri incelendiğinde titanyum dioksit nanopartiküllerin 25-230°C de kütle kaybının nemden kaynaklı olduğu 230-790°C'de meydana gelen kütle kaybına ise çörek otu bitkisi özütünden gelen fitokimyasalların sebep olduğu söylenebilir. Yapılan bir çalışmada PbO nanoparçacıklarının bozunma sıcaklıkları 50-800°C olduğu TGA verileri rapor edilmiştir (Yousefi ve ark. 2014; Baran ve ark. 2018; Baran ve Düz 201). Sonuç olarak çalışmada kullanılan çörek otu bitki özütü ile sentezlenen titanyum dioksit nanopartiküllerin 800 °C'ye kadar dayanıklı olduğu tespit edilmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. TiO_2NP 'lerin TGA-DTA analiz sonucu.

Son yıllarda mikroorganizmalara karşı kullanılan antibiyotiklerin bilinçsiz kullanımı bu organizmaların antibiyotiklere karşı direnç geliştirmesine neden olmuştur. Bu durum ticari olarak kullanılan ilaçların etkisinin çok zayıf kalmasına sebep olmaktadır. Bu problemin giderilmesinde

alternatif antimikrobiyal ajanların aranması noktasında çevre dostu bir sentez ile elde edilen titanyum, gümüş, altın ve çinko nanopartikülleri anahtar rol oynayabilir. Bitki özütlerinden elde edilen nanopartiküllerin etkili antimikrobiyal özelliklerinin olduğunu destekleyen çalışmalar mevcuttur (Acay ve ark. 2019; Baran ve ark. 2019; Eren, ve Baran 2019). Çalışmada bu bilgiler doğrultusunda biyolojik atık materyalle sentezlenen TiO_2NP 'lerin alternatif bir antimikrobiyal ajan olarak kullanımı değerlendirildi. (Tablo 1.) Elde edilen sonuçlar TiO_2NP 'lerin standart olarak kullanılan antibiyotiklerden daha etkili olduğunu göstermiştir.

Tablo 1. Sentezlenmiş titanyum oksit nanopartiküllerin (TiO_2NP 'ler) (mg mL^{-1}), titanyum klorid çözeltisi ve vankomisin, flukonazol, colistin antibiyotiklerinin *S. aureus*, *S. Albicans* ve *E. coli* mikroorganizmaları üzerindeki MİK değerlerinin karşılaştırılması.

Organizma	TiO_2NPs (mg mL^{-1})	Titanyum (III) klorid (mg mL^{-1})	Antibiyotik (mg mL^{-1})
<i>S. aureus</i> ATCC 29213	0.34	0.5	1
<i>C. albicans</i>	0.17	1.0	2
<i>E. coli</i> ATCC25922	0.68	1.0	2

5. SONUÇ

Çalışmada biyolojik materyal olarak çörek otu bitkisinin atıl durumdaki yeşil yaprakları kullanılarak sentezlenen titanyum dioksit nanopartikülleri kullanıldı. Bu çalışmanın diğer yöntemlerden üstünlüğü atık durumdaki bitki materyalinin TiO_2 nanopartiküllerinin büyük ölçekli sentezi için çevre dostu, ucuz ve herhangi bir toksik madde içermemesidir. Ek olarak yeşil yolla sentezlenen TiO_2NP 'leri hem kararlı hem de dayanıklı olması yöntemin önemli bir diğer avantajıdır. Bu özellikleri sebebiyle çörek otu yaprakları özütleri ile elde edilen titanyum nanopartiküllerinin ilaç sanayisi ve diğer pek çok endüstriyel alanlarda alternatif antimikrobiyal ajan olarak kullanılabileceğini düşünüyoruz.

6.KAYNAKÇA

- Acay, A., M.F. Baran, ve A., Eren. 2019. "Investigating Antimicrobial Activity Of Silver Nanoparticles Produced Through Green Synthesis Using Leaf Extract Of Common Grape (*Vitis Vinifera*), Applied Ecology And Environmental Research , 17(2): 4539–46.
- Ansari, Mahalakshmi, ve Gino A. Kurian. 2017. "Differential effect of aqueous *Desmodium gangeticum* root extract mediated TiO_2 nanoparticles on isolated mitochondria, cells and Wistar rats". *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine* 7(11): 1031–35. <https://doi.org/10.1016/j.apjtb.2017.09.020>.
- Baran, M.F., Koç, A., ve Uzan, S. "Kenger (*Gundelia Tournefortii*) Yaprığı İle Gümüş Nanopartikül(Agnp) Sentezi, Karakterizasyonu Ve Antimikrobiyal Uygulamaları". *EJONS International Journal on Mathematic, Engineering and Natural Sciences*. 2(2018).
- Baran., M.F. 2019. "Alıç Bitkisinin Yaprak Özütü Kullanılarak AgNP'erin Yeşil Sentezi ve Anti-Mikrobiyal Aktivitelerinin Değerlendirilmesi" *Fen Bilimleri Ve Matematik Alanında Araştırma Ve Değerlendirmeler, Gece akademi gece kitap evi*. (mart 2019): 110–120.
- Baran., M.F. 2019. Synthesis, Characterization And Investigation Of Antimicrobial Activity Of Silver Nanoparticles From *Cydonia Oblonga* Leaf, *Applied Ecology And Environmental Research* 17(2):2583-2592.
- Baran, Mehmet Fırat. 2019. "Prunus avium kiraz yaprağı özütü ile gümüş nanopartikül (AgNP) sentezi ve antimikrobiyal etkisinin incelenmesi". *Dicle üniversitesi mühendislik dergisi*, mart 2019, 1: 221–27.
- Baran M.F. ve Acay H."kiraz yaprak özütü kullanılarak altın nanopartikül sentezi. *EJONS International Journal on Mathematic, Engineering and Natural Sciences*. (2019).
- Baran, M. F., Duz, M. Z., Uzan, S., Dolak, İ., Celik, K. S., Kilinc, E. (2018): Removal of Hg(II) from aqueous solution by bacillus subtilis ATCC (B1). – *Journal of Bioprocessing and Biotechniques* 8(4): 1–7.

- Baran, M. F., Duz., (2019) Removal of cadmium (II) in the aqueous solutions by biosorption of *Bacillus licheniformis* isolated from soil in the area of Tigris River, International Journal of Environmental Analytical Chemistry, DOI:10.1080/03067319.2019.1669583.
- Doğaroğlu, Zeynep Görkem., Abdullah Eren, ve Mehmet Fırat Baran. 2019. "Effects of ZnO Nanoparticles and Ethylenediamine- N , N ' - Disuccinic Acid on Seed Germination of Four Different Plants". Global Challenges. 3(9):1800111: 1–5.
- Eren., A, Baran M. F. 'Fıstık (*Pistacia vera* L.) Yaprından Gümüş Nanopartikül (AgNP)'lerin Sentezi, Karakterizasyonu ve Antimikrobiyal Aktivitesinin İncelenmesi' Siirt üni. Türkiye tarımsal araştırmalar dergisi. Turk J Agric Res 2019, 6(2): 165-173.
- Eren., A, Baran M. F. 'Green Synthesis, Characterization And Antimicrobial Activity Of Silver Nanoparticles (AgNps) From Maize (*Zea Mays* L.)', Applied Ecology And Environmental Research , 17(2):4097-4105.
- Goutam, Surya Pratap, Saxena, Gaurav Singh, Varunika Yadav, Anil Kumar Bharagava, Ram Naresh Thapa, Khem B. Green synthesis of TiO₂nanoparticles using leaf extract of *Jatropha curcas* L. for photocatalytic degradation of tannery wastewater. Chemical Engineering Journal.
- Li, Songtao., Li, Gen., Chen, Qiang., Wang, Feng.' Facile green synthesis of Degraded-PVA coated TiO₂ nanoparticles with enhanced photocatalytic activity under visible light. Journal of Physics and Chemistry of Solids. volume 129. 92-98(2019).
- Mulmi, Deependra Das vd. 2018. "Optical and photocatalytic properties of lysozyme mediated titanium dioxide nanoparticles". *Optik* 154: 769–76. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijleo.2017.10.120>.
- Nasrollahzadeh, Mahmoud, ve S. Mohammad Sajadi. 2015. "Synthesis and characterization of titanium dioxide nanoparticles using *Euphorbia heteradena* Jaub root extract and evaluation of their stability". *Ceramics International* 41(10): 14435–39. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ceramint.2015.07.079>.
- Rolim, Wallace R. vd. 2019. "Green tea extract mediated biogenic synthesis of silver nanoparticles: Characterization, cytotoxicity evaluation and antibacterial activity". *Applied Surface Science* 463(August 2018): 66–74. <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2018.08.203>.
- Santhoshkumar, Thirunavukkarasu vd. 2014. "Green synthesis of titanium dioxide nanoparticles using *Psidium guajava* extract and its antibacterial and antioxidant properties". *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine* 7(12): 968–76. [http://dx.doi.org/10.1016/S1995-7645\(14\)60171-1](http://dx.doi.org/10.1016/S1995-7645(14)60171-1).
- Srinivasan, Malar vd. 2019. "Green synthesis and characterization of titanium dioxide nanoparticles (TiO₂ NPs) using *Sesbania grandiflora* and evaluation of toxicity in zebrafish embryos". *Process Biochemistry* (February): 2–7.
- Zhang, Yushu vd. 2018. "Biologically synthesized titanium oxide nanostructures combined with morphogenetic protein as wound healing agent in the femoral fracture after surgery". *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology* 182(27): 35–41. <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2018.03.005>.

MERKEZ ANKARA PROJESİ VE EKOLOJİK KENTSEL TASARIM
CENTRAL ANKARA PROJECT AND ECOLOGICAL URBAN DESIGN

Sümeyye AKBABA

Gazi Üniversitesi Şehir ve Bölge Planlama Ana Bilim Dalı smy.akb0@gmail.com

Prof. Dr. Özge Yalçiner ERCOŞKUN

Gazi Üniversitesi Şehir ve Bölge Planlama Ana Bilim Dalı, ozgeyal@gmail.com

ÖZET

Ekolojik planlama ve tasarım sosyal, ekonomik ve çevresel açıdan sürdürülebilir kentler için bir gerekliliktir. Doğal kaynakların kullanılırken verimlilik ve yararlılığının geliştirilmesi, zararlı atıkların azaltılması, atıkların geri dönüşümü, toplu taşıma sistemlerinin geliştirilmesi, yenilenebilir enerji kaynaklarının etkin kullanılması, kentsel planlamada formun verimlilik ve yararlılık eşikleri içinde oluşturulması ekolojik planlamaya temel oluşturabilecek kriterlerdir.

Bu bağlamda başta son dönem artış gösteren büyük projelerde; her boyutuyla sürdürülebilir ve insan ihtiyaçları ile uyumlu bir yaşam alanı tasarlamak temel amaçtır. Bu doğrultuda incelenmek üzere Ankara Yenimahalle ilçesi, İstasyon Mahallesinde bulunan özel konumu, millet bahçesi, tren garı gibi alanlara yakınlık ve prestijli bir bölge içerisinde bulunması nedeniyle Merkez Ankara Projesi seçilmiştir.

Bu çalışmada; Merkez Ankara Projesinin ekolojik kentsel tasarım ilkelerine göre, yer seçiminden ulaşımına, bina formlarından gölge durumlarına kadar, genelden özele bir değerlendirmesi yapılmaktadır.

Anahtar kelimeler: Ekolojik Tasarım, Merkez Ankara Projesi, Sürdürülebilirlik

ABSTRACT

Ecological planning and design is a requirement for socially, economically and environmentally sustainable cities. Improving efficiency and capability while using natural resources, reducing harmful wastes, recycling waste, developing public transportation systems, using efficient renewable energy resources, forming the form within the efficiency and threshold capability in urban planning are the criteria that can form the basis of ecological planning.

In this context; The main objective is to design a living space that is sustainable and compatible with human needs in all aspects especially in the recent projects. For this purpose, the Central Ankara Project was chosen for its location in the Yenimahalle district of Ankara, in the neighborhood of İstasyon, due to its proximity to areas such as the national garden, the railway station and its location in a prestigious area.

In this study; The Central Ankara Project, is evaluated according to the ecological urban design principles from general to specific, from site selection to transportation, from building forms to shadow analyzes.

Key words: Ecological Design, Central Ankara Project, Sustainability

Giriş

İnsanların, yaşam alanlarında gerçekleştirmiş olduğu bütün müdahaleler doğaya yapılan müdahalelerdir. Doğadaki dengenin bozulmasıyla geliştirilen ekolojik yaklaşımlı çözüm yolları planlama ve tasarım açısından bir zorunluluk oluşturmıştır.

Bu kapsamda sürdürülebilir yerleşimler; iklim ve topografya verilerine saygılı, kaynakların etkin kullanıldığı, çevreye duyarlı, yaya ve toplu-taşıma odaklı ulaşım sisteminin hâkim olduğu, güneş, rüzgâr gibi alternatif enerjilerden faydalanan, doğru konumlandırılmış akıllı yapılardan oluşur. Malzemeler genelde geri dönüştürülebilir yapı malzemeleridir. Bu yapılar çevreye karşı duyarlılığını

ortaya koyar, uzun dönemde daha kazançlı bir işletim sağlar ve sağlıklı bir yaşam alanı sunar (Ünal, 2014).

Amaç ve Kapsam

Bu çalışmanın amacı kent merkezlerindeki kompakt, karma kullanımlı bu lüks konut alanlarının kullanıcıya sunduğu imkânlar dışında, çevreye karşı ne kadar duyarlı olduğunu, yakın çevresi ile uyumlu olup olmadığını ve sağlıklı bir yaşam alanı sunup sunmadığını saptamaktır.

Hedef

Belirlenen amaç doğrultusunda alan çalışması olarak seçilen Merkez Ankara Projesini ekolojik açıdan çok ölçütlü değerlendirmek. Her ölçütü kendi içerisinde incelemek ve bütün ile ilişkisini kurmak.

Yöntem

Bu çalışma kapsamında, Wheeler (2003) ve Tönük (2001)'den yola çıkılarak çalışma alanına uygun ekolojik tasarım kriterleri belirlenmiş ve bu ilkelerle birlikte gerekli analizler (güneş-gölge vb.) yapılmıştır. Binaların birbirlerine göre güneş-gölge durumlarını göstermek için SketcUp ve Revit programları kullanılarak dijital ortamda analizler gerçekleştirilmiştir. Proje alanı yerinde incelenmiş, satış ofisi, proje şefi ve tasarım ofiste çalışan bir mimar ile görüşülmüş, gerekli bilgiler alınmıştır. Değerlendirme ölçütü Excel programı kullanılarak geliştirilmiştir. Sağlanan her kriter için 1 puan, sağlanmayan kriter için 0 puan verilmiştir. Toplam puanlar yüzdelik değere çevrilmiş ve başarı sağlanan oran belirlenmiştir. Başarı sağlanan oran içerisinde ağırlık yüzdesi en fazla olan kriterleri belirlemek için ağırlık yüzdeleri hesaplanmıştır.

Ekolojik Tasarım İlkeleri

Ekolojik tabanlı tasarımın ortaya çıkış noktası ekolojik planlamadır. Ekolojik planlamayı gündeme getiren ise sürdürülebilirlik ve yaşam kalitesi kavramlarıdır. Ekolojik kentsel tasarım; kentin çevre üzerinde etkisini azaltabilen, yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanan, düşük düzeyde atık üreten, ürettiği atığı hammadde olarak kullanabilen ve geri dönüşümlü malzeme kullanan tasarım olarak tanımlanabilir. Eko-tasarımda doğa hareketlerinin gözlenerek yaşamın içine alınabilmesi için tasarımın doğanın kendisi ve hareketleri ile birlikte oluşturulması gerekir (Gülbüz, Arıdağ, 2013).

Wheeler ise kentleri çevresel, sosyal ve ekonomik olarak sürdürülebilir kılmak için 9 maddede açıklamıştır:

- “• Kompakt ve etkin arazi kullanımı,
- Daha az motorlu araç kullanımı, erişim kolaylığı,
- Etkin kaynak kullanımı, daha az kirlilik ve atık,
- Doğal sistemlerin restorasyonu,
- Kaliteli barınma ve yaşam çevrelerinin oluşturulması,
- Sağlıklı sosyal ekoloji,
- Sürdürülebilir ekonomi,
- Halk katılımının sağlanması,
- Yerel kültürün korunmasıdır.” (Wheeler, 2004)

Krusche, Gabriel ve Althaus ise ekolojik tasarım için gerekli kriterler için aşağıdaki gibi bir çerçeve çizmiştir (Tönük, 2001):

- Çevreye ve enerjiye akılcı bir şekilde yaklaşım yapının konumunu, tasarımını, biçimini, mekânsal düzen ve işlevselliğini, malzeme seçimi ve tesisatlarını, fonksiyonel peyzaj alanlarını tercih etmek,
- Enerjiyi ve sınırlı kaynak kullanımını, yapı inşa ve kullanım sürecinde en etkin şekilde planlamak ve yönetmek,
- Yenilenebilir enerji kaynaklarını akılcı şekilde kullanmak (güneş enerjisi, yağmur suyu, doğal iklimlendirme, peyzaj)
- Bölgedeki ekosistemi olabildiğince korumak, miktarını ve çeşitliliğini desteklemek, sağlıklı bir yaşam alanı yaratmaktır.

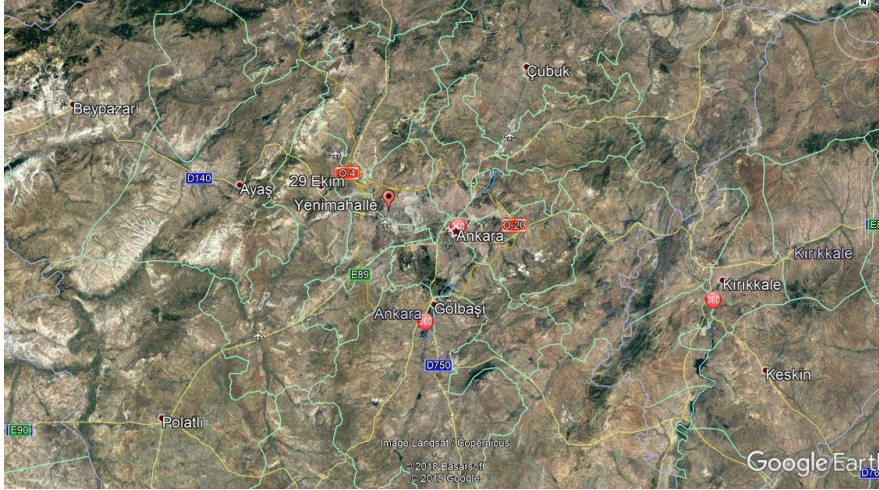
Çalışma alanında kullanılacak ekolojik tasarım kriterleri Wheeler (2003) ve Tönük (2001)'den yola çıkarak hazırlanmıştır.

Proje Alanının Ekolojik Kentsel Tasarım Kriterlerine Göre Değerlendirilmesi

Konum

Ankara İli Yenimahalle İlçe Konumu:

Yenimahalle, 1946-1949 yılları arasında yakın yerleşim alanı olarak planlanmış ve 1950'li yıllarda memur ve işçiler için iki katlı olarak tasarlanmıştır. Hızlı bir gelişme göstermiş ve 1957'de ilçe merkezi olmuştur (Yetkin, 2018). Merkezi hariç eğimli bir topografyaya sahiptir. Yüz ölçümü 274 m²'dir. 2018 TÜİK verilerine göre nüfusu 663.580 kişidir. Bölge ağırlıklı olarak orta ve üst gelir grubuna hitap etmektedir (Şekil 1).



Şekil 1: Ankara İli, Yenimahalle İlçesi Konumu, Google Earth

Merkez Ankara Proje Alan Konumu:

Ankara ili, Yenimahalle ilçesi, İstasyon mahallesi 63865 ada 2 parsel üzerinde bulunmaktadır. Gayrimenkulün Kuzeyinde Hipodrom Caddesi, Güneyinde Ankara bulvarı ve Celal Bayar bulvarı, Batısında ise Mevlana bulvarı (Konya Yolu) yer almaktadır. Proje yaklaşık 39.94334598 enlem, 32.83116102 boylam koordinatlarında konumlanmaktadır (Şekil 2, 3).



Şekil 2: Ada – parsel, (Yetkin, 2018)



Şekil 3: Konum, Proje Kataloğu

Bölgede ulaşım toplu taşıma araçları (otobüs, minibüs, metro) vasıtasıyla sağlanmakta olup; bölge araç trafiğinin yoğunlukta olduğu bir bölgedir. Taşınmazın çevresinde Büyükşehir Belediyesi, Ankara Üniversitesi, Anıtkabir, Cumhurbaşkanlığı Külliyesi, Gençlik Parkı, 19 Mayıs Stadyumu, Ankara

Etiler Orduevi, AnkaMALL Avm, TCDD Tren Garı, Ankara Arena Kapalı Spor Salonu yer almaktadır (Şekil 4, 5).

Proje, Ankara- Eskişehir Karayolu'na yaklaşık 20,0 km, Ankara Çevre Yolu'na yaklaşık 37 km, Ankara- Konya Karayolu'na yaklaşık 24 km mesafede yer almaktadır.

Tablo 1: Alan Bilgileri, (Yetkin, 2018)

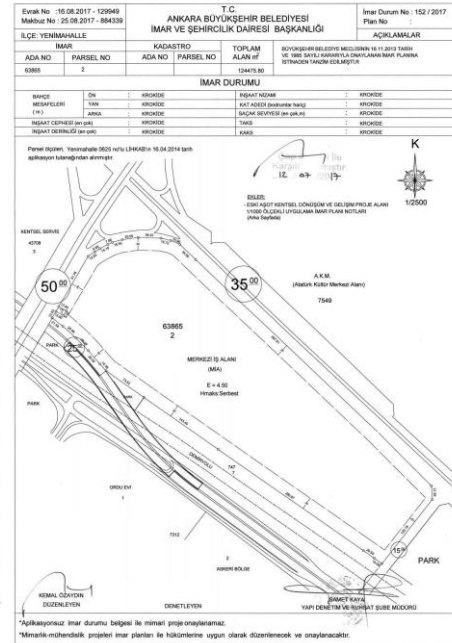
Proje Özellikleri			(Hektar)
İlçe Nüfusu (2018):	663.580	Parsel Yüzölçümü:	12.4
Ada /Parsel:	63865 /2	Satılabilir Konut Alanı:	21.2
İnşaat Alanı:	1.213.374,88 m ²	Satılabilir Ofis Alanı:	32.9
İmar Fonksiyonu:	MİA (Merkezi İş Alanı)	Satılabilir Otel Alanı:	1.6
Önceki Fonksiyonu:	EGO Garajı	Satılabilir Dükkan Alanı:	0.3
KAKS:	4.50	Satılabilir AVM Alanı:	3.5
Hmax:	Serbest	Toplam Satılabilir Alan:	59.7
		Toplam İnşaat Alanı:	121.3

PLAN NOTLARI

- 1- MERKEZİ İŞ ALANINDA(MİA); TİCARET, BÜRO, REZİDANS, OTEL, İŞ MERKEZİ İLE KAMU KURULUŞLARI, KÜLTÜR, EĞLENCE, SAĞLIK TESİSLERİ, KONGRE MERKEZİ, VB. GİBİ KENTSEL SOSYAL TEKNİK ALTYAPI ALANLARI YER ALABİLİR. 0,00 KOTU ALTI EMSAL HABİRDİR. BU ALANDA YAPILACAK OLAN REZİDANS YAPILARINDAKİ İNŞAAT ALANI MİKTARI TOPLAM İNŞAAT ALANININ %20' SİNDEN FAZLA OLMAMAZ ANCAK ALANA İLİŞKİN HAZIRLANACAK OLAN VAZİYET PLANINDA %10 DEĞİŞİKLİK YAPILABİLİR.
- 2- MERKEZİ İŞ ALANINDA(MİA); E=4.50 HMAX=SERBEST OLACAKTIR.
- 3- BELEDİYE HİZMET ALANINDA(63866/1) MEVCUT DURUM İMAR DURUMUDUR.
- 4- HAVA MANİA PLANI KRİTERLERİNE UYULACAKTIR.
- 5- CELAL BAYAR BULVARI İLE İPİODROM CADDELERİNİ BİRBİRİNE BAĞLAYAN 15. M. GENİŞLİĞİNDEKİ YOL ŞEMATİK OLUP KAVŞAK DÖZENLEMESİ (ALT- ÖST GEÇİT) YOL PROJESİ İLE KESİNLEŞECEKTİR. DDY GEÇİŞİ İÇİN İLGİLİ KURUMUN GÖRÜŞÜ ALINACAKTIR.
- 6- YAPILANMAYA İLİŞKİN TESVİYELER, KOTLANDIRMA, BİNALAR ARASI MESAFELER, KAVŞAK KULLANIMLARI VB. HUSUSLAR HAZIRLANACAK OLAN VAZİYET PLANI İLE BELİRLENECEKTİR.
- 7- PLANDA PARK ALANI OLARAK AYRILAN ALANDA 0,00 KOTU ALTINDA KAPALI OTOPARK YAPILABİLİR.
- 8- YOLLAR, YEŞİL ALANLAR, KAMU ELİNE GEÇMEDEN İNŞAAT RUHSATI, 3194 SAYILI İMAR KANUNUNUN 23. MADDESİNE İSTİNADEN 1/1000 ÖLÇEKLİ PARSELAYON PLANLARI ARDINDAN HAZIRLANARAK İLGİLİ KAMU KURULUŞLARINCA PROJELERİ ONANACAK OLAN TEKNİK ALTYAPI GERÇEKLEŞTİRİLMEDEN YAPI KULLANMA İZİN BELGESİ VERİLEMEZ.
- 9- YAPILACAK TÜM YAPILARDA AFET BÖLGELERİNDE YAPILACAK YAPILAR HAKKINDAKİ YÖNETMELİK HÜKÜMLERİNE UYULACAKTIR.
- 10- PLANDA BELİRLENEN TEKNİK ALTYAPI ALANLARI DIŞINDA GEREKSİNİM DUYULMASI HALİNDE REGAJ İSTASYONU, TRAFİKO, SU DEPOSU VB. KULLANIMLARI YAPI YAKLAŞMA MESAFELERİ YOLLARA 5 M, YAPILARA 20 M'DEN FAZLA YAKLAŞMAMAK KOŞULUYLA YAPI ADALARI İLE PARK İÇİNDE YAPILABİLİR.
- 11-YAYA YOLLARI YANGIN ÇÖP VB. SERVİS AMAÇLI VE GEREKİĞİNDE BİNAYA OTOPARK GİRİŞ ÇIKIŞ AMAÇLI OLARAK KULLANILABİLİR.
- 12- ÖZEL OTOPARK GEREKSİNİMİ YÜRÜRLÜKTEKİ OTOPARK YÖNETMELİĞİ DOĞRULTUSUNDA PARSEL İÇERİSİNDE KARŞILANACAKTIR.
- 13- ADA BAZI UYGULAMALARDA 0,00 KOTU ALTINDAKİ BODRUM KATLARDA YAPILACAK KAPALI OTOPARKLAR YOLLARA EN FAZLA 5 MT. KADAR YAKLAŞTIRILABİLİR.
- 14- PARK ALANLARI İÇERİSİNDE ÇOCUK OYUN ALANLARI, ÜNİTE SPOR ALANLARI, KAFETERYA, HAVUZLAR, PERGOLALAR VE GENEL WC VB. TESİSLER YAPILABİLİR. BU ALANDA E=0,10 Hmax=2 KATTIR.
- 15- PARSELİN YOLA CEPHELİ OLAN BÖLÜMÜNDE, PARSELDE GERÇEKLEŞTİRİLECEK İNŞAAT UYGULAMASINDAN BAĞIMSIZ OLARAK CAMİ, MÜŞTEMLATİ VE OTOPARKI VAZİYET PLANI İLE BELİRLENİR VE UYGULAMASI GERÇEKLEŞTİRİLİR. YAPILACAK CAMİ, MÜŞTEMLATİ VE OTOPARKININ İNŞAAT ALANI EMSALE DAHİL DEĞİLDİR. UYGULAMA TAMAMLANDIKTAN SONRA CAMİ, MÜŞTEMLATİ, OTOPARKI PEYZAJ ALANLARI İLE BİRLİKTE İFRAZ EDİLEREK İLGİLİ KURUMA DEVRİ SAĞLANACAKTIR.

KEMAL ÖZAYDIN
Harita ve Kad. Tekn.

Şekil 4: Plan Notları, (Yetkin, 2018)



Şekil 5: İmar Durum Bilgisi, (Yetkin, 2018)

TMMOB Şehir Plancıları Odası basın açıklamasında plan notlarında bahsedilen kullanım kararlarının MİA gibi tek bir kullanım altında birleştirilemeyeceğini, gelecek olan nüfusa yönelik sosyal ve teknik altyapı alanı ayrılmadığını, bölgenin altyapı dengesinin bozulacağını ve oluşacak olan trafik yüküne karşın bir öneri getirilmediğini vurgulamıştır. Planda emsal kapsamına alınmayan yapılaşma ile yapı ruhsatlarında verilen inşaat hakkının değeri %18,23 aştığını ve gerçek emsal değerinin 5,35 olduğunu belirtmiştir (Şekil 4, 5).

(TMMOB Şehir Plancıları Odası Ankara Şubesi, 2018)

Merkez Ankara Projesi Emlak Konut güvencesinde, Pasifik-Çiftay ortaklığında yapılmıştır. New York asıllı KPF Mimarlık mimari projesini üstlenmiştir. Merkez Ankara Proje künyesi tablodaki gibidir (Tablo 2).

Tablo 2: Proje Künyesi, Proje Tanıtım Kataloğu

Proje İsmi	MERKEZ ANKARA
Arsa Sahibi	EMLAK KONUT GYO A.Ş.
Yatırımcı	PASİFİK-ÇİFTAY ORTAKLIĞI
Mimari Proje	KPF NEW YORK
AVM Konsept Proje	DDG BALTIMORE
Mimari Uygulama Projeleri	A TASARIM, ACE MİMARLIK, YAZGAN MİMARLIK
Peyzaj Projesi	DS MİMARLIK
İç Mimari Proje (Konutlar)	BRIGITTE WEBER MİMARLIK
Cephe Danışmanı	WERNER SOBEK
Rüzgâr Danışmanı	RWDI
Otopark Danışmanı	2A GRUP

Proje Tanıtımı:

Proje pazarlama stratejileri arasında Millet Bahçesi'ne (1,7 milyon m²) , tren garına yakınlık gibi faktörler önemli yer tutmaktadır. Proje Millet Bahçesi'ne bir yaya köprüsü ile ulaşma imkânı vaat etmektedir. Alanın batısındaki 220 m uzunluğundaki 50 katlı iş kulesini Ankara'nın imar planında yer alan en yüksek gökdelen olarak tanımlamaktadır (Şekil 6, Tablo 3).

(Merkez Ankara Konut Projesi Tanıtım Kataloğu).

Yerleşim Planı



Şekil 6: Yerleşim Planı, Proje Tanıtım Kataloğu

Tablo 3: Konut, Ofis, Mağaza sayısı, Proje Tanıtım Kataloğu

Konut	1425	Mağaza	150
Ofis	1500	Alışveriş Cad.	600m açık AVM

Proje alanındaki konut alanları aile konutları (5 blok) ve şehir sütleri olarak ikiye ayrılmaktadır. İki konut alanı birbirinden 600 metre uzunluğundaki bir alışveriş caddesi ile ayrılmaktadır. Proje alanının batısında kamuya tahsis edilecek 3 blok ve bir ibadet alanı bulunmaktadır. Alanın doğusunda iş yerleri olarak kullanılacak olan 3 kule tasarlanmıştır. İlk etapta kamu binaları, ikinci etapta konutlar, son olarak da ofis binaları inşa edilecektir. 10.000 – 15.000 kamu personeli 10.000 -15.000 arası da konut alanlarında yaşayacak nüfus öngörülmektedir (Proje Satış Ofisi, 2019). Aile konutları 3+1, 4+1,

4,5+1, 5+1 ve 6+1 olarak tasarlanmıştır ve fiyatları 994 bin tl ile 1.782.000 tl arasında değişmektedir. Şehir süiti konutları 1+1 ve 2+1 olarak tasarlanmıştır ve 625 bin tl ile 1.165.000 tl arasında değişmektedir (Proje Satış Ofisi, 2019) . Daire büyüklüklerine göre değişen kapalı otoparklar bulunmaktadır. Ulaşım başlığı altında detaylı olarak incelenmiştir (Şekil 6, Tablo 3).

Ekolojik Tasarım Kriterleri:

Krusche, Gabriel, Althaus ve Wheeler’ın ekolojik tasarım kriterlerinden yola çıkılarak oluşturulan ana ve alt başlıklar aşağıdaki gibidir (Tablo 4). Kriterler seçilirken alan, proje, projenin vaat ettikleri dikkate alınmıştır. Merkez Ankara gibi kompakt, karma kullanımlı, lüks konut projelerinin uzun vadede daha ekonomik işletim için, daha sağlıklı ve çevreye duyarlı bir yaşam alanı için ne gibi tasarım önlemleri aldığı ölçmek için aşağıdaki 10 kriter seçilmiştir.

Tablo 5: Seçilen Kriterler

SEÇİLEN KRİTERLER	
1. Yer Seçimi	Eğim, Altyapı, Güneşe yönelme, Rüzgâr, Yakın çevreyle ilişki, Donatı öğeleri
2. Enerji Etkin Bina Biçim ve Kabuğu	Enerjinin korunması, mekânın planlanması, akıllı cepheler, gün ışığı, akıllı sistemler, malzeme
3. Mekânsal Yapının Ekolojik Tabanlı Planlama ve Tasarımı	Kentsel biçim, Etkin alan kullanımı, Yakın çevreyle uyum, Geri dönüşümlü malzeme kullanımı, Gölge analizi, Engelsiz tasarım
4. Yağmur Suyu Kazanımı ve Etkin Kullanımı	Yağmur suyu kazanımı, Atık su yönetim sistemi, Binalarda tasarruflu tesisat ve teçhizat kullanımı
5. Yenilenebilir Enerji	Enerji tasarrufu, temiz enerji
6. Atık Yönetim Sistemi	Atıkların geri dönüştürülmesi
7. Yeneliler Peyzaj	Peyzaj deseni, yeneliler peyzaj
8. Sürdürülebilir Ulaşım	Ulaşım tasarımı (yaya bisiklet ağırlıklı tasarım), otopark, toplu taşıım
9. Sosyal Tesisler	Kültürel sosyal tesislerin varlığı
10. Karma Gelir Grubu	Farklı gelir gruplarına hitap edebilme

Merkez Ankara Konut Proje Alanı’nın Ekolojik Tasarım Kriterlerine Göre Değerlendirilmesi

Her iklim bölgesi kendine özel ekolojik faktörleri barındırdığından, ekolojik tasarım kriterleri seçilirken proje alanı dikkate alınarak değerlendirme yapılmıştır.

1. Yer Seçimi

Proje alanı düz bir alandır. Hâkim rüzgâr yönü kuzeybatıdır. Bina yönelimleri kuzeydoğu yönüne, Millet Bahçesi’ne bakmaktadır. Proje alanından millet bahçesine referans verecek bir köprüyle ilişki kurulması planlanmaktadır. Alan altyapısının tamamlanmış ve toplu taşıım güzergâhlarında yer almaktadır.

Alandaki aile konut alanlarının Millet Bahçesi’ne bakan tarafının yönü kuzeydoğudur, güney yönü Anıtkabir, Atakule’yi görmektedir. Kurgu; Binalar manzaradan ve güneşten faydalanacak şekilde yönlendirilmiş ve ortogonal bir düzen takip edilmiştir. Bu düzen doğu – batı yönlerinde uzanarak projenin tüm bileşenlerini birleştiren bir kamusal alan oluşturulmuştur. Binalar çapraz şekilde konumlandırılmıştır (Şekil 7).



Şekil 7: Binaların Yönelimi, Proje Tanıtım Kataloğu

Yapı yükseklikleri 17 kat (71m) ile 50 kat (220m) arasındadır. Yapılar arası mesafe 30m’dir. Alanda aile blokları ve şehir sütleri olmak üzere iki tür konut alanı tasarlanmıştır. Bu konut alanları 600m’lik alışveriş caddesi ile ayrılmaktadır. Alanın güneyinde bulunan aile blokları 31-41 kat aralığında, Şehir sütleri 17-31 kat aralığındadır (Şekil 8).



Şekil 8: Kat Yükseklikleri, Proje Satış Ofisi

Güneş; “Görsel ve ısısal açıdan binaların uzun yönlerinin doğu-batı yönünde olması istenmektedir. Yani binaların uzun yönlerinin güney yönüne bakması beklenir”. (Ofloğlu, 2018) Burada bloklar daha çok güney doğu ve batı yönünde bulunmaktadır. Daireler ya sabah ya da öğleden sonra güneşi almaktadır. Detaylı güneş gölge analizi Ekolojik Tabanlı Mimari Yapıların Planlama ve Tasarımı başlığı altında değerlendirilmiştir.

Çatı alanları çok az olduğu için güneş paneli kullanımı çok etkili olmayacaktır. D blokta ısıtma giderlerinin yüksek olabileceği değerlendirilmiştir.

Rüzgâr; “Yüksek yapılar rüzgâr etkisini artırır. Yüksek ve dikdörtgen yapı rüzgâr yönündeki yüzeyi nedeniyle en sorunlu yapıdır. Ayrıca binalar aynı hizada konumlanarak rüzgâra maruz yüzey azaltılabilir.” (Ofloğlu, 2018) Aile bloklarının güney tarafında olması daha iyi olarak değerlendirilmiştir. Kuzeydeki Otel ve Şehir Sütleri bloklarının farklı yüksekliklerde olması rüzgâr için olumsuz olarak değerlendirilmiştir. Aile Konutlarında rüzgâr iki cepheyi içine alacak şekilde gelmekte ve 45 derece civarı bir açıyla açılmış pencerelerle iç mekânlarda iyi bir hava sirkülasyonu yapabilir. Kütlelerin genelde ince olması da havalandırmalarını kolaylaştırabilir. Ancak blokların çok yüksek olması yaya seviyesine incek kuvvetli rüzgârlara sebep olabilir. Yaya alanlar/parklarda rahatsız edici bir rüzgâr etkisi olabilir.

Yer Seçimi başlığı altında incelenen kriterler aşağıdaki tabloda değerlendirilmiştir (Tablo 5).

Tablo 6: Yer Seçimi

1. Yer Seçimi		
Eğim ve Yapı Yönlenmesi	Güney ve Güney Doğu Yönü	1
Topografya	Topografyaya saygılı tasarım	1
Altyapı	Alanın altyapısının tamamlanmış ve toplu taşıma güzergâhlarında yer alması	1
Güneş Yönlenme/ Rüzgâr	Güneş ve rüzgârdan azami yararlanacak şekilde yerleşmenin yönlenmesi	0
Yakın Çevresiyle İlişki	Çevresindeki rekreatif alanlarla bütünleşme	1
Donatılar	Kentsel donatılara yakınlık	1
Toplam		5
Başarı Yüzdesi		83.33%

2. Enerji Etkin Bina Biçim ve Kabuğu

Dikdörtgen formu yapılaşma kullanılmıştır. Yapılar arası mesafe 30 metredir. Enerjinin kazanımı için uygun biçimde ve ısı yalıtım başarısı yüksek bir yapı kabuğu tasarlanmıştır. Proje alanı içerisindeki açık alanlar, bina cepheleriyle takip edilebilir bir kapalılık hissi oluşturmuş ve bir iç yaya dolaşım bölgesi şeklinde tasarlanmıştır.

Aile konutları ile şehir sütleri denilen 1+1 ve 2+1 dairelerden oluşan şehir sütleri arasında 600 m'lik bir alışveriş caddesi oluşturulmuştur (Şekil 9, 10).

Akıllı sistem altyapısı bulunmaktadır. Dileyen kullanıcı aktif hale getirebilecektir. Emlak Konut güvencesinde malzemeler genelde yereldir ancak ithal malzemelerde kullanılmıştır.



Şekil 9: 600m'lik Alışveriş Caddesi, Katalog



Şekil 10: 600m'lik Alışveriş Caddesi, Katalog

Konutlarda tasarımları değişen doğal havalandırma bulunmaktadır. Daha küçük m²'li ofis binalarında doğal havalandırma kullanılmamıştır. Cam açılarak yapılan bir sistemle değil, cephede cam bölmeler arasında profil içerisinde kanadı çevirerek aktif hale getirilen bir sistem bulunmaktadır. Aktif hale gelince havayı içeri alan bir sistem kurulmuştur. Konutlarda doğal havalandırma kullanılmıştır.

Güneş kırıcılar, konutlarda da ofis binalarında da olacak şekilde tasarlanmıştır. Ancak güneş hareketlerine göre hesaplanan güneş kırıcılar lansmana çıktıktan sonra kapanan manzara gerekçesiyle kullanıcılar tarafından azaltılmıştır (Şekil 11).



Şekil 11: Konut Bloklarının Cephesi, Proje Tanıtım Kataloğu

Süper kule olarak adlandırılan 50 katlı 220 m yüksekliğindeki ofis binası için proje tamamlanınca LEED sertifikası başvurusu yapılması planlanmaktadır. Bu sebeple güneş kırıcılar, doğal havalandırma, kat bahçeleri, standart üstü tesisat, yeşil teras, gri su arıtma sistemi gibi nitelikler bu iş kulesinde daha ön plandadır.

Bina Biçim ve Kabuğu başlığı altında incelenen kriterler aşağıdaki tabloda değerlendirilmiştir (Tablo 6).

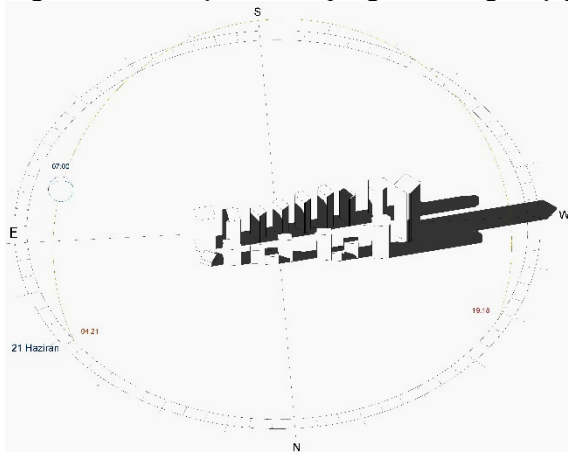
Tablo 7: Enerji Etkin Bina Biçim ve Kabuğu

2. Enerji Etkin Bina Biçim ve Kabuğu		
Enerjinin Kazanımı	Enerji kazanımı için elverişli yapısal form ve ısı performanslı yapı kabuğu dizaynı	1
Kentsel Mekânın Planı	Konut alanları içerisindeki açık alanların bina cepheleriyle takip edilebilir bir kapalılık hissi ve bir iç yaya dolaşımı oluşturması	1
Akıllı Cepheler	Doğal havalandırma	1
	Güneş kırıcılar	0
Gün Işığı	Gün ışığını etkin kullanmak	0
Akıllı Sistemler	Akıllı sistem altyapısı	0
İklim	Yapılarda iklimle dengeli tasarımın göz önüne alınması	0
Toplam		3
Başarı Yüzdesi		42.86%

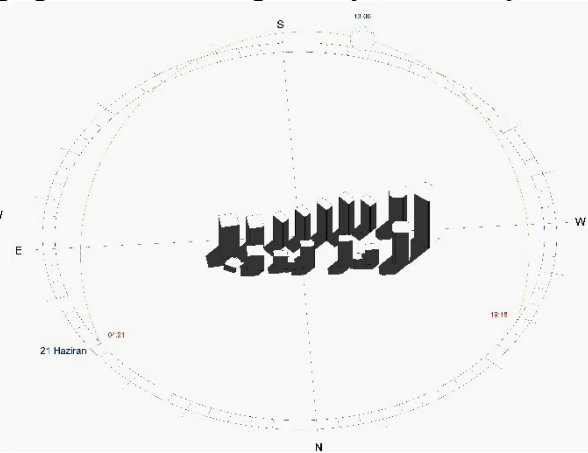
3. Mekânsal Yapının Ekolojik Tabanlı Planlama ve Tasarımı

Otopark alanlarının yaklaşık %80'nin yer altında olması görüntü kirliliğine engel olmuştur. Yapılarda geri dönüşümlü malzemelerden yararlanılmamıştır. Isınmada; merkezi ve ayarlanabilen (ısı pay ölçer) olması enerji kayıplarına engel olacaktır. İç mekânlarda yangın detektörleri ve tesisatının bulunması kullanıcının güvenliğini olumlu etkilemiştir. Asansörler, rampalar engelsiz tasarım için uygun tasarlanmıştır. LEED Sertifika (ABD yeşil sertifika sistemi) alımı planlanan iş kulesinde mevzuat standartlarının üstünde engelsiz tasarım uygulanacağı planlanmaktadır.

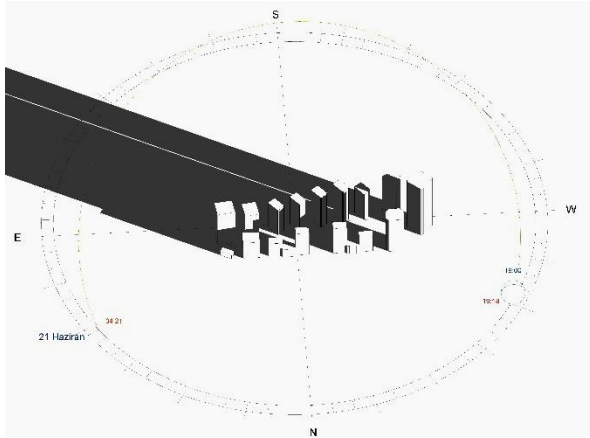
Alanın güneş – gölge analizleri yapıların birbirlerine göre güneş-gölge durumlarını belirlemek için en uzun gün (21 Haziran, Yaz Gündönümü) (Şekil 12, 13, 14) , en uzun gece (21 Aralık, Kış Gündönümü) (Şekil 15, 16, 17) ve ekinokslar (21 Mart ve 23 Eylül) (Şekil 18, 19, 20, 21, 22, 23) için yapılmıştır. Analizler SketchUp programında vaziyet planı üzerinden üç boyut verilerek Revit programına atılmış ve Revit programında güneş-gölge durumları saat, gün ve ay olarak hesaplanmıştır.



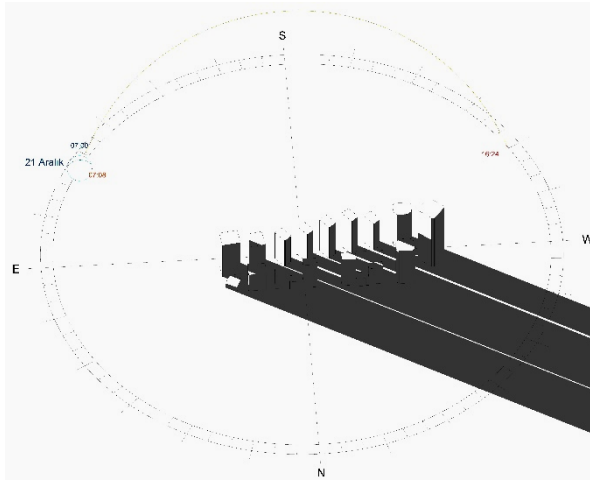
Şekil 12: 21 Haziran, Sabah (07:00)



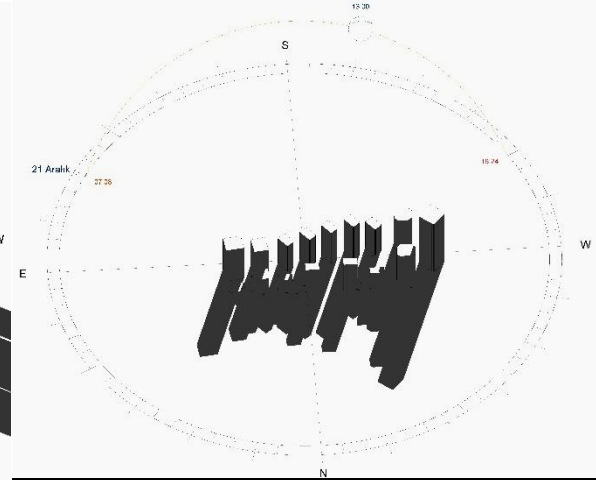
Şekil 13: 21 Haziran, Öğlen (13:00)



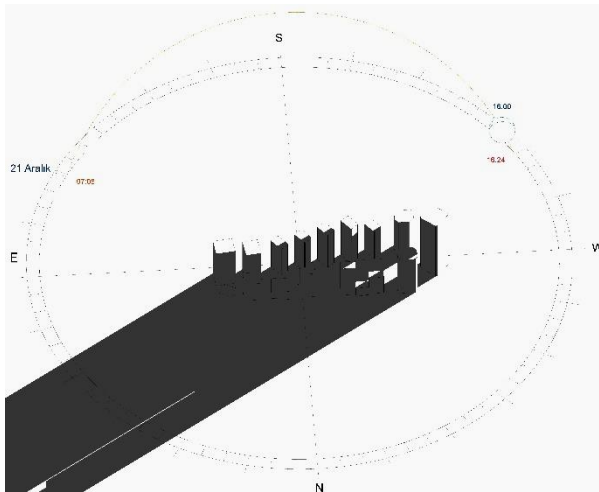
Şekil 14: 21 Haziran, Akşam (19:00)



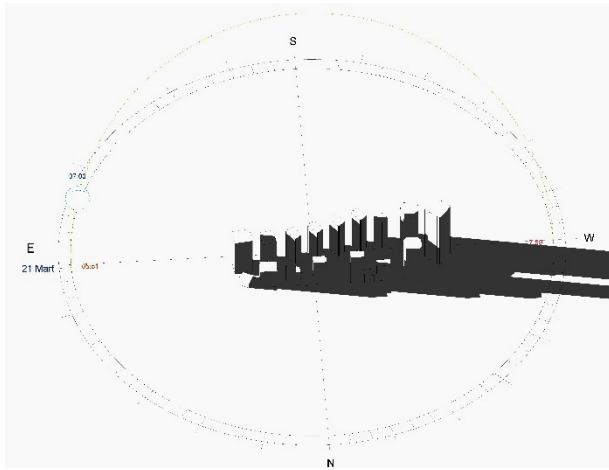
Şekil 15: 21 Aralık, (Sabah, 07:00)



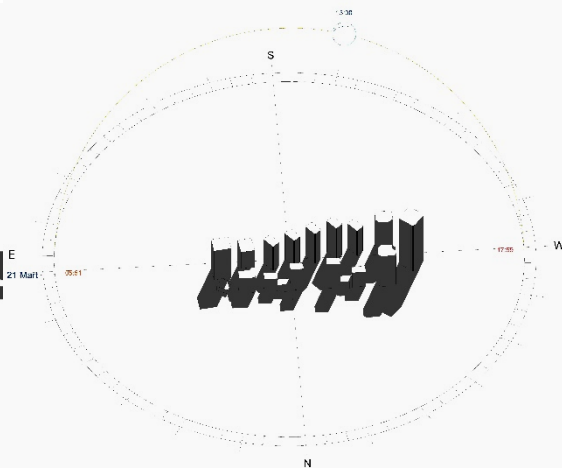
Şekil 16: 21 Aralık, (Öğlen, 13:00)



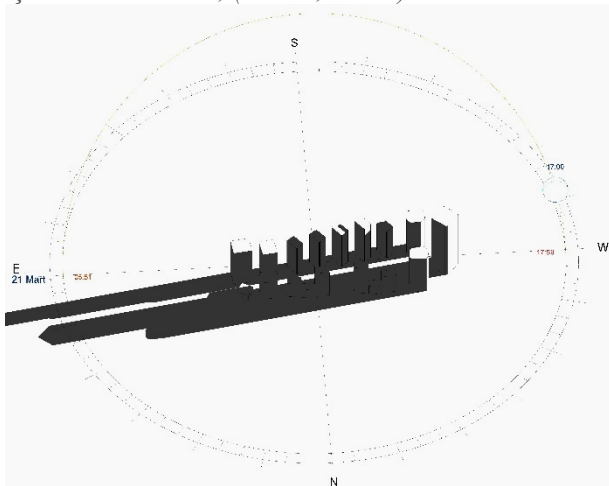
Şekil 17: 21 Aralık, (Akşam, 16:00)



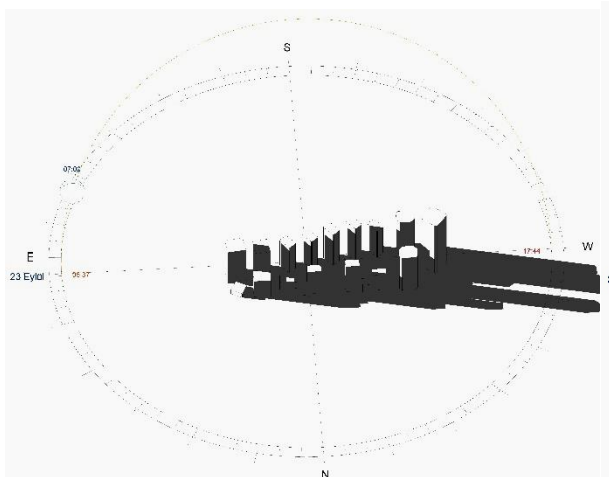
Şekil 18: 21 Mart, (Sabah, 07:00)



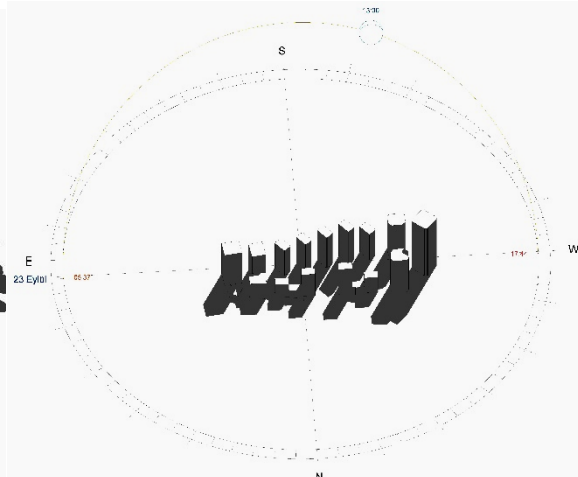
Şekil 19: 21 Mart, (Öğlen, 13:00)



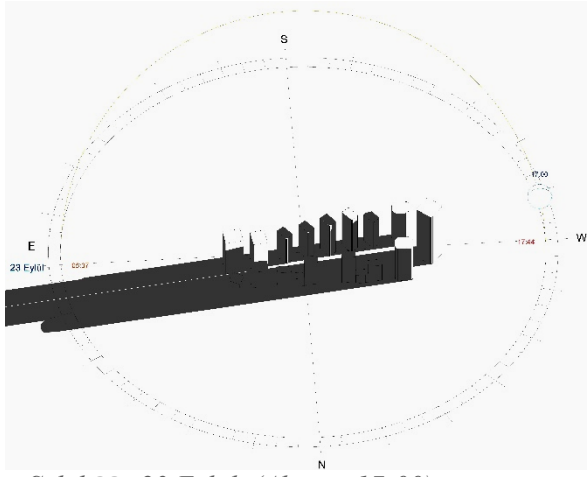
Şekil 20: 21 Mart, (Akşam, 17:00)



Şekil 21: 23 Eylül, (Sabah, 07:00)



Şekil 22: 23 Eylül, (Öğlen, 13:00)



Şekil 23: 23 Eylül, (Akşam, 17:00)

Yapılan gölge analizlerinde ortak alan olan 600m’lik açık AVM’nin neredeyse hiç güneş almadığı, aile konutlarının güney cepheleri dışında yapıların birbirlerinin güneşlerini engellediği sonucuna varılmıştır.

Alan yakın çevresi ile ele alındığında;

Emsal 1: Gazi Mahallesinde, değerlendirme konusu taşınmaza kuş uçuşu yaklaşık 1,2 km mesafede yer alan, konut alanı, 3 kat yapılaşma koşullu 329 m², 5922 ada 15 parselde konumlu,

Emsal 2: Mebusevleri Mahallesinde, değerlendirme konusu taşınmaza kuş uçuşu yaklaşık 1,0 km mesafede yer alan, konut alanı, 4 kat yapılaşma koşullu 605 m², 4259 ada 12 parselde konumlu,

Emsal 3: Anıttepe Mahallesinde, değerlendirme konusu taşınmaza yakın mesafede yer alan, konut alanı, 4 kat yapılaşma koşullu 273 m².

Dolayısı ile Proje alanı 4.50 emsal değeri ile mevcut yapı çevreyle uyumlu değildir (Şekil 24).



Şekil 24: Proje Konumu ve Çevresi, Google Earth

Mekânsal Yapının Ekolojik Tabanlı Planlama ve Tasarımı başlığı altında incelenen kriterler aşağıdaki tabloda değerlendirilmiştir (Tablo 7).

Tablo 8: Mekânsal Yapının Planlama ve Tasarımı

3. Mekânsal Yapının Planlama ve Tasarımı		
Kentsel Biçim	Karma kullanımı destekleyen, kompakt kentsel biçim	1
Etkin Alan Kullanımı	Yayılmayan, bütüncül tasarım	1
Çevreyle Uyum	Yapı tasarımlarının (biçim, yükseklik, vb.) yakın çevresiyle uyumu	0
Malzeme Seçimi	Geri dönüştürülebilir ve doğal malzeme	0
Gölge Analizi	Güneş hakkı	0
Engelsiz Tasarım	Herkes için eşit erişim	1
Toplam		3
Başarı Yüzdesi		50.00%

4. Suyun Kazanımı ve Etkin Kullanımı

Projede yağmur suyu için herhangi bir sistem kurulmamıştır. Atık suların dönüştürülme sistemi mevcut değildir. Gri su artırma sistemi A blok (kule) için LEED sertifikası alma planından dolayı düşünülmektedir. Diğer yapılar için böyle bir sistem kurulmamıştır. Yapılarda genelde standart tesisat kullanılmıştır. Bu nedenle su tüketiminin azaltımı sağlanamamıştır. Yine A blok için bu durum farklı düşünülmektedir (Görüşme, Proje Satış Ofisi).

Suyun Kazanımı ve Etkin Kullanımı başlığı altında incelenen kriterler aşağıdaki tabloda değerlendirilmiştir (Tablo 8)

Tablo 9: Suyun Kazanımı ve Etkin Kullanımı

4. Suyun Kazanımı ve Etkin Kullanımı		
Yağmur Suyu Kazanımı	Topografik alanları ya da yapıları kullanarak suyun bir noktaya toplanmasının sağlanması	0
Atık Su Yönetim Sistemi	Atık suların (gri su, siyah su) dönüştürülmesi ve çeşitli amaçlar ile yeniden kullanımının sağlanması	0
Yapı İçerisinde Tasarruflu Tesisat ve Teçhizat Kullanımı	İhtiyaca göre su kontrolünü sağlayabilen musluk ve duş başlıkları, vb.	0
Toplam		0
Başarı Yüzdesi		0.00%

5. Yenilenebilir Enerji

Fosil yakıt kullanımını ve sera gazı salınımı azaltmak için enerjinin etkin kullanıldığı yapıları tasarlamak ve yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanmak oldukça önemlidir. Fakat bu projede yenilenebilir enerji kaynakları göz ardı edilmiştir. Yapı dış tasarımında güneş panelleri kullanılmamış, rüzgâr enerjisi ve yağmur suyu için herhangi bir sistem kurulmamıştır. Yapı iç tasarımında akıllı ev sistemi altyapısı olumlu enerji tasarrufu düşüncelerinden biridir. Fakat akıllı sistem altyapısı maliyeti artırdığı için bu şekilde teslim edilmeyecektir. İsteyen kullanıcılar sistemi aktif hale getirip kullanacaklardır. Yapılarda gün ışığını ve güneş ısını kontrol eden güneş kırıcılar kullanılacak şekilde tasarlanmıştır. Fakat bunda da azaltıma gidilmiştir (maliyet + talep edilmemesi), müşteriler manzarayı engellediği için istememişlerdir (Görüşme, Proje Satış Ofisi).

Yenilenebilir Enerji başlığı altında incelenen kriterler aşağıdaki tabloda değerlendirilmiştir (Tablo 9).

Tablo 10: Yenilenebilir Enerji

5. Yenilenebilir Enerji		
Enerji Kullanımı	Yenilenebilir ve temiz enerji kullanımı	0
	Enerji tasarrufu	0
	Yalıtım	1
Toplam		1
Başarı Yüzdesi		33.33%

6. Atık Yönetim Sistemi

Atıkların azaltımı ve atıkların başka bir üretim sürecinde hammadde olarak kullanımı anahtar kriterlerden biridir. Bu projede atıkların yönetimi (ayırıştırma, geri kazanım) ile ilgili herhangi bir sistem bulunmamaktadır. A blok (kule) için sertifika alma planından dolayı düşünce aşamasındadır, diğer yapılar için ekonomik sebeplerden dolayı düşünce askıda kalmıştır (Görüşme, Proje Satış Ofisi).

Atık Yönetim Sistemi başlığı altında incelenen kriterler aşağıdaki tabloda değerlendirilmiştir (Tablo 10).

Tablo 11: Atık Geri Dönüşümü

6. Atık Geri Dönüşümü		
Atık Geri Dönüşümü	Atıkların azaltılması	0
	Atık ayrıştırma	0
	Atıkların geri kazanımı	0
Toplam		0
Başarı Yüzdesi		0.00%

7. Yenebilir Peyzaj

Sürdürülebilir binalarda peyzaj deseni görsel konfor dışında fonksiyonel bir amaç da taşımaktadır. Burada yapılar yüksek katlı olduğu için ağaçlar binaları güneşten koruma işlevini ve rüzgârı yönlendirme işlevini yitirmiştir. Yalnız yürüyüş parkurlarında bu işlev ortaya çıkmaktadır. Yenebilir peyzaj tasarımı alanda tercih edilmemiştir (Şekil 25, 26).

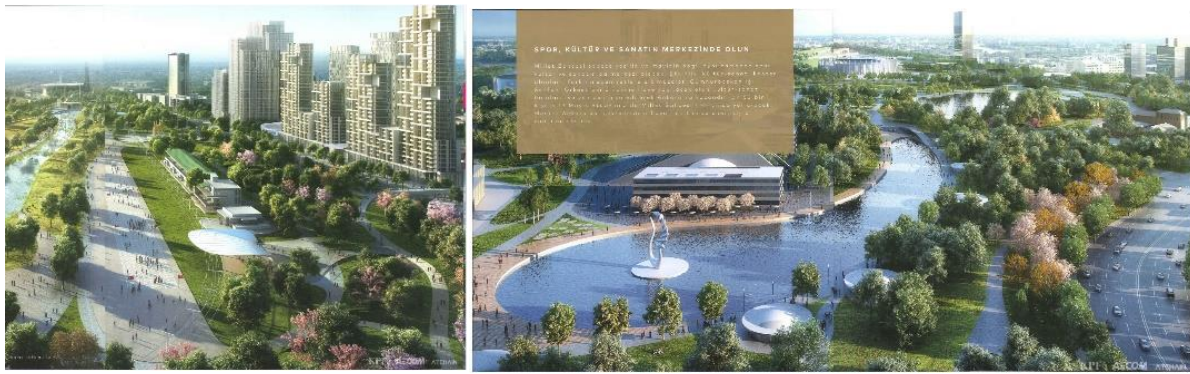


Şekil 25: Yeşil Alanlar, Proje Tanıtım Kataloğu



Şekil 26: Yeşil Alanlar, Proje Tanıtım Kataloğu

Alanda konut alanlarına özel peyzaj alanı da bulunmaktadır. Yenebilir peyzaj tasarımı alanda tercih edilmemiştir. Proje alanından Millet Bahçe'sine bir yaya köprüsü ile geçiş sağlanması planlanmaktadır (Şekil 27).



Şekil 27: Millet Bahçesi, Proje Tanıtım Kataloğu

Konut proje alanı ve Millet Bahçesi konumu şekildeki gibidir (Şekil 28).



Şekil 28: Konut Proje Alanı ve Millet Bahçesi, Proje Tanıtım Kataloğu

Yenabilir Peyzaj başlığı altında incelenen kriterler aşağıdaki tabloda değerlendirilmiştir (Tablo 11).

Tablo 12: Yenabilir Peyzaj

7. Yenabilir Peyzaj		
Peyzaj Tasarımı	Peyzaj Tasarımı	0
	Yenabilir Peyzaj	0
Toplam		0
Başarı Yüzdesi		0.00%

8. Sürdürülebilir Ulaşım

Planlamada nüfus yoğunluğu ulaşım ağını önemli derecede etkiler. Karma kullanımlı, kompakt bir alan ortak yaya yolu sistemini, toplu taşımayı ve yürümeyi destekler. Açık alan kullanımında canlılığı artırır ve kentsel hizmetleri destekler.

Proje alanında yaya kullanımı sağlanabilmekteyken bisiklet için özel bir alan tasarlanmamıştır. Dışarıdan alana bisiklet yoluyla ulaşılacak bir hat bulunmamaktadır. Bisiklet ulaşımı proje alanından Millet Bahçe'sine ulaşan yaya köprüsü ile Millet Bahçesi içerisinde bisiklet ulaşımı öngörülmektedir. Dezavantajlı gruplar için uygun asansörler tasarlanmıştır ve engel teşkil edecek rampa vs. göze çarpmamaktadır. Alanda toplu taşıma sorunu bulunmamaktadır. Hem lastik tekerlekli toplu taşıma duraklarına, hem de metro istasyonlarına yürünebilir mesafededir. Akköprü metro istasyonu yaklaşık 800m uzaklıkta, AKM metro istasyonu yaklaşık 600m uzaklıkta bulunmaktadır. Alanda -4 kat otopark alanı bulunmaktadır (Tablo 12, 13).

Tablo 13: Otopark Planı

B1	İlk kat AVM'ye ait
B2	Ortak alan (akşam 10'dan sonra AVM kapanınca ortak, öncesinde herkes kendi katında olmak zorunda)
B3	Yarısı aile konutlarının, diğer yarısı şehir sūtlerinin
B4	Aile konutlarının kendi izi altındaki otoparkı

Tablo 14: Otopark Sayısı

4+1, 5+1	2 otopark alanı tahsis edilmiş
6+1	3 otopark alanı tahsis edilmiş
2+1	1 ya da 2 otopark alanı üzerinden hesaplanmış
1+1	Genelde ortak alan kullanımı

Sürdürülebilir Ulaşım başlığı altında incelenen kriterler aşağıdaki tabloda değerlendirilmiştir (Tablo 14).

Tablo 15: Sürdürülebilir Ulaşım

8. Sürdürülebilir Ulaşım		
Ulaşım Tasarımı	Bütün kullanıcıları (yaya ve bisiklet ağırlıklı) kapsayan ulaşım deseni	0
Otopark	Daire başına düşen otopark, otoparkın alan içinde görüntü kirliliği yapmadan çözülmesi	1
Toplu Taşıma	Toplu taşıma duraklarına yakınlık	1
Nüfus	Getirilecek nüfusun trafik yüküne yönelik bir çözüm/öneri	0
Toplam		2
Başarı Yüzdesi		50.00%

9. Sosyal Tesisler

Proje, spor, sosyal ve dinlenme tesislerini kendi içerisinde çözmüştür. Bu tesislere yürünebilir mesafede olması ekolojik tasarım kriterleri açısından olumlu değerlendirilmiştir.

Sosyal Tesisler başlığı altında incelenen kriterler aşağıdaki tabloda değerlendirilmiştir (Tablo 15).

Tablo 16: Sosyal Tesisler

9. Sosyal Tesisler		
Sosyal ve Kültürel Tesislerin Varlığı	İnsan sağlığını olumlu etkileyecek sosyal (spor, dinlenme) tesislerinin yürünebilir mesafede olması (en fazla 15 dk)	1
Toplam		1
Başarı Yüzdesi		100.00%

10. Karma Gelir Grubu

Bölge geçmişten bu yana konut ve yatırım amaçlı olup, orta ve üst gelir grupları tarafından tercih edilmektedir. Merkez Ankara Konut Projesi de üst gelir grubuna hitap etmektedir (Şekil 29).

KONUT TİPİ	BRÜT (m ²)	NET (m ²)	LANSMAN ÖNCESİ LİSTE FİYATI (TL)	
			Min.Fiyat	Maks.fiyat
1+1	81	55	625,000	777,000
2+1	132	98	910,000	1,165,000
3+1	165	123	994,000	1,277,000
4+1	193	142	1,236,000	1,454,000
4,5+1	220	162	1,420,000	1,650,000
5+1	228	169	1,432,000	1,782,000

LİSTE FİYATI - 625.000 TL OLAN BİR DAİRE İÇİN %5 PEŞİNATLI 60 AY VADELİ ÖRNEK ÖDEME PLANI				
PEŞİNAT (TL)	TAKSİTLER (TL)	ARA ÖDEME -1 9 AY SONRA	ARA ÖDEME - 2 18 AY SONRA	ARA ÖDEME -3 27 AY SONRA
31,250	3,125	93,750	93,750	218,750

%10 İNDİRİM
120 AY
"0.98"
VADE ORANI

% 5 PEŞİNAT VE
3.125 TL'DEN
BAŞLAYAN
TAKSİTLER

60 AY'A VARAN
VADE FARKSIZ
ÖDEME
SEÇENEKLERİ

* Lansman öncesi fiyatlar 31 Mart 2019 tarihine kadar geçerlidir.
 * Fiyatlara **KDV dahildir.**
 * Projeimiz kapsamında yapılan satışlar **TAPU HARC'I'ndan muaf**tır.
 * Fiyatlarımız stoklar ile sınırlıdır.

Şekil 29: Fiyat Tablosu, Proje Satış Ofisi

Karma Gelir Grubu başlığı altında incelenen kriterler aşağıdaki tabloda değerlendirilmiştir (Tablo 15).

Tablo 17: Karma Gelir Grubu

10. Karma Gelir Grubu		
Karma Gelir Grubu	Farklı gelir gruplarına hitap edebilecek konut tasarımı	0
	Farklı gelir grupları için fiyatlandırma	0
Toplam		0
Başarı Yüzdesi		0.00%

Değerlendirme

Sürdürülebilir yerleşimlerde; enerji etkin kullanılmalı, atıklar yönetilmeli, topografyaya ve iklime saygılı tasarımlar yapılmalı ve çevre ile uyumlu bir yaşam alanı tasarlanmalıdır. Merkez Ankara Projesi 10 ana kriter ve alt kriterlerle ekolojik tasarım ilkeleri kapsamında değerlendirilmiştir. Toplu taşıma sorunu bulunmamaktadır. İçerisindeki sosyal ve ticari alanlara yürünebilir mesafede olması sera gazı salınımını düşürmektedir. Bina biçim ve kabuğunun yalıtım performansı olumlu değerlendirilmiştir. Kompakt ve karma kullanımlı bir mekânsal form seçilmesi alan kullanımı açısından olumludur.

Buna karşın;

- Güneş ve rüzgârdan maksimum fayda elde edilememesi,
- Ortak alanların rüzgâr ve gölgeye maruz kalması,
- Yapıların güneş almaması,
- Geri dönüştürülebilir malzeme kullanılmaması,
- Yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanılmaması,
- Suyun kazanımı için bir çalışmanın bulunmaması,
- Bir atık yönetim sistemi olmaması,
- Yenebilir peyzaj tasarımı olmaması olumsuz olarak değerlendirilmiştir (Tablo 17).

Merkez Ankara Projesi seçilen ve ayrıntılı olarak incelenen 10 ana ve alt kriterleriyle beraber aşağıdaki tabloda değerlendirilmiştir (Tablo 17).

Tablo 18: Seçilen Kriterler ve Değerlendirme

SEÇİLEN KRİTERLER		Maksi- mum Puan	Alı- nan Puan	Toplam Başarı Yüzdesi
1.Yer Seçimi	Eğim, Altyapı, Güneşe yönelme, Rüzgâr, Yakın çevreyle ilişki, Donatı öğeleri	6	5	83.33%
2.Enerji Etkin Bina Biçim ve Kabuğu	Enerjinin korunması, mekânın planlanması, akıllı cepheler, gün ışığı, akıllı sistemler, malzeme	7	3	42.86%
3.Mekânsal Yapının Ekolojik Tabanlı Planlama ve Tasarımı	Kentsel biçim, Etkin alan kullanımı, Yakın çevreyle uyum, Geri dönüşümlü malzeme kullanımı, Gölge analizi, Engelsiz tasarım	6	3	50.00%

4. Yağmur Suyu Kazanımı ve Etkin Kullanımı	Yağmur suyu kazanımı, Atık su yönetim sistemi, Binalarda tasarruflu tesisat ve teçhizat kullanımı	3	0	0.00%
5.Yenilenebilir Enerji	Enerji tasarrufu, temiz enerji	3	1	33.33%
6.Atık Yönetim Sistemi	Atıkların geri dönüştürülmesi	3	0	0.00%
7.Yenibilir Peyzaj	Peyzaj deseni, yenibilir peyzaj	2	0	0.00%
8.Sürdürülebilir Ulaşım	Ulaşım tasarımı (yaya bisiklet ağırlıklı tasarım), otopark, toplu taşıma	4	2	50.00%
9.Sosyal Tesisler	Kültürel sosyal tesislerin varlığı	1	1	100.00%
10.Karma Gelir Grubu	Farklı gelir gruplarına hitap edebilme	2	0	0.00%
Toplam		37	16	43.24%

Merkez Ankara Proje Alanı seçilen kriterler ve alt başlıklarıyla birlikte incelenmiş, gerekli analizler yapılmış ve değerlendirilmiştir. Projenin değerlendirme ölçütüne göre 19 kriterden alabileceği maksimum puan 37 iken 16 puan almış ve %43'lük bir başarı sağlayabilmiştir. %43'lük başarıyı (16 puanı) ağırlıklı olarak Yer Seçimi (%31.25), Enerji Etkin Bina Form ve Kabuğu (%31.25) ve Mekânsal Yapının Ekolojik Tabanlı Planlama ve Tasarımı (%18,75) kriterlerinden almıştır (Tablo 18)

Tablo 19: Seçilen Kriterler ve Ağırlık Yüzdesi

SEÇİLEN KRİTERLER	Maximum Puan	Alınan Puan	Toplam Başarı Yüzdesi	Ağırlık Yüzdesi
1. Yer Seçimi	6	5	83.33%	31.25%
2. Enerji Etkin Bina Biçim ve Kabuğu	7	3	42.86%	18.75%
3. Mekânsal Yapının Ekolojik Tabanlı Planlama ve Tasarımı	6	3	50.00%	18.75%
4. Yağmur Suyu Kazanımı ve Etkin Kullanımı	3	0	0.00%	0.00%
5. Yenilenebilir Enerji	3	1	33.33%	6.25%
6. Atık Yönetim Sistemi	3	0	0.00%	0.00%
7. Yenibilir Peyzaj	2	0	0.00%	0.00%
8. Sürdürülebilir Ulaşım	4	2	50.00%	12.50%
9. Sosyal Tesisler	1	1	100.00%	6.25%
10. Karma Gelir Grubu	2	0	0.00%	0.00%
Toplam	37	16	43.24%	

Sonuç

Proje tanıtımındaki “uçsuz bucaksız yeşil alanlar, binlerce ağaçla dolu yemyeşil korular, masmavi göller, doğal göletler, ıslıl ıslıl dereler ve su kanallarını küçük köprülerle aşan kilometrelerce uzunluğa sahip yürüyüş koşu ve bisiklet yolları” ifadesi projenin kendisinden ziyade yakınındaki Millet Bahçesi’nden söz etmektedir. Proje alanı içerisinde koru, gölet gibi alanlar bulunmamaktadır. Proje alanı içerisinde bisiklet sürmek için uygun alan bulunmamaktadır. Bisiklet kullanımı Millet Bahçesi içerisinde öngörülmektedir (Proje Satış Ofisi). Bahsedilen tramvay hattının yine Millet Bahçesi içerisinde çözülmesi planlanmaktadır (Görüşme, Proje Satış Ofisi). Projenin tanımıyla sürdürülebilir tasarım çözümleri sunan ABD merkezli DDG tarafından tasarlanan alışveriş caddesinin, yapılan gölge analizleri sonucu neredeyse hiç güneş almadığı ve yapı yüksekliklerinden dolayı rüzgârlı olacağı sonucuna varılmıştır. Konutlar yüksek katlı (ortalama 30-40 kat) olduğundan, ağaçlar binaları güneşten koruyamamış ve rüzgârı yönlendirememiştir. Sadece yürüyüş parkurlarında bu kaygı görülmektedir. Yine bu alanda yenibilir peyzaj tasarımı alanda tercih edilmemiştir. Ve alternatif enerji kaynakları için herhangi bir sistem kurulmamıştır (Proje Satış Ofisi).

Kent merkezindeki bu lüks konut alanları valesinden resepsiyonuna kadar ayrıcalıklı olmaya meyilli kentliye diğerlerinden daha güvenli bir ortam sunmayı vaat etmektedir (Yüksek ve Akbulut, 2009). Ancak bu tarz karma kullanımlı (ofis, AVM, konut, sosyal tesis vs.) büyük projeler son dönemde popülerleşse de (Sinpaş Altınoran, Next Level, Mahall Ankara, İncek Life, Merkez Ankara vb.) kent için farklı sorunları da beraberinde getirmektedir. Gündelik hayatı kolaylaştıracak birçok işlevi bir arada barındıran bu projeler üst gelir grubu tarafından tercih edilmekte, hem sosyal hem mekânsal ayrışmayı beraberinde getirmektedir. Bunun yanında dikey mimari komşuluk ilişkilerini ve insan psikolojisini de olumsuz etkilemektedir. Bu projede de ortalama 30-40 kat olan yapılar duvar etkisi

oluşturmakta insan ölçeğinden çıkmaktadır. Yüksek yapılar ulaşım, altyapı ve otopark gibi yoğunlukları beraberinde getirmekte ve yaya erişilebilirliğini kısıtlamaktadır. Fakat iyi tasarlanmış mekân yaya için hareket üretir, kamusal alanlarıyla sosyal ilişkileri güçlendirir ve insan psikolojisini olumlu etkiler.

Üst gelir grubunu hedefleyen bu projelerde ödenen bedeller de oldukça yüksektir. Ödenen bu bedellere karşılık alternatif enerji çeşitlerinin, atık yönetim sisteminin ve geri dönüşüm uygulamalarının, yağmur suyunun, güneş ve rüzgârdan maksimum fayda elde edilecek şekilde tasarım ve planlamanın, yenibilir peyzaj öğelerinin ve çevre dostu malzemelerin dâhil edilmesi uzun vadede daha ekonomik işletim sağlayacaktır. Daha sağlıklı ve kaynaklarını etkin kullanan yaşam alanları için bu kriterler desteklenmeli, uygulama projelerinde yer almalıdır.

KAYNAKÇA

1. Tönük, S. (2001). Bina Tasarımında Ekoloji. İstanbul: Nadir.
2. Wheeler, S. (2003). Planning Sustainable and Livable Cities. LeGates, R.T. ve Stout, F. (Ed.), The City Reader (p 487-496). New York: Routledge Urban Reader Series.
3. Yetkin Gayrimenkul Değerleme A.Ş., (18 Mayıs, 2018)., Ankara Yenimahalle Merkez Ankara Projesi Değerleme Raporu
4. Esin, T., Yüksek, İ. (2009). Çevre Dostu Ekolojik Yapılar. 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09). Karabük.
5. Krusche, P., und M., Althaus, D., Gabriel, I. (1982). Ökologisches Bauen. Berlin: Bauverlag GMBH/Umweltbundesamt.
6. Merkez Ankara Tanıtım Katoloğu, 2018.
7. Aklanoğlu, F. (2009). Geleneksel Yerleşmelerin Sürdürülebilirliği ve Ekolojik Tasarım: Konya-Sille Örneği. Ankara Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
8. Ofluoğlu, S. (2018), Güneş Gölge ve Işıma Analizi, http://www.sayisalmimar.com/kurslar/beykent/bpa_04_seminer.pdf Erişim Tarihi: 24.04.2019
9. Ofluoğlu, S. (2018), Rüzgâr/Hava Akımı Analizi, http://www.sayisalmimar.com/kurslar/beykent/bpa_05_seminer.pdf Erişim Tarihi: 26.04.2019
10. Ünal, S. (2014)., Ankara Sinpaş Altınoran Konut Projesi ve Ekolojik Tasarım, Planlama, 24(2), s.95-106
11. Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği. (2013). Yeşil Bina Sertifika Kılavuzu. <http://www.cedbik.org/sayfalar.asp?KatID=3&KatID1=25&ID=359>. Erişim Tarihi: 23.04.2019.
12. Zengel, R. ve Deneri, B. (2007), “Yükselen Yapı Bağlamında Türkiye’deki Kondominyumlara Bir Bakış”, *Yapı Dergisi*, <http://www.yapidergisi.com/makaleicerik.aspx?MakaleNum=32>
13. Yüksel, U. ve Akbulut, M. T. (2009) “Tüketim Odaklı Mimarlığın Son Yıllardaki Yeni Ürünleri: Rezidanslar”, *Megaron*, 4(2), 110-118
14. Ercoşkun, Ö. (2015), “Ankara’daki Büyük Konut Projeleri Ve Sürdürülebilirlik”, Uluslararası Sürdürülebilir Yapılar Sempozyumu Kitabı, Ankara, s.1091-1097.
15. Proje Şantiye Şefi, Görüşme: 15.04.2019
16. Merkez Ankara Proje Design Ofis/ Mimar, Görüşme: 15.04.2019
17. Merkez Ankara Projesi Satış Ofisi, Görüşme: 10.04.2019
18. Mimar Sinan Üniversitesi, Prof. Dr. Salih Ofluoğlu, Görüşme: 28.04.2019

**HARRAN OVASI SULU KOŞULLARINDA İKİNCİ ÜRÜN OLARAK YETİŞTİRİLEN İKİ
MISIR ÇEŞİDİNDE FARKLI AZOT DOZLARININ HASIL VE TANE VERİMİ İLE BAZI
TARIMSAL KARAKTERLERE ETKİLERİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

A RESEARCH ON THE EFFECT OF HERBAGE AND GRAIN YIELDS AND SOME
AGRICULTURAL CHARACTERS TWO MAIZE CULTIVARS GROWN AT DIFFERENT
NITROGEN LEVELS AS SECOND CROP UNDER IRRIGATED CONDITIONS OF HARRAN

Behiye ÇELLİK

Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, behiye45@gmail.com

Gülşah BENGİSÜ

Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, gbengisu@hotmail.com (Sorumlu Yazar)

ÖZET

Bu araştırma, Harran ovası sulu koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilen iki mısır çeşidinde farklı azot dozlarının tane ve hasıl verimi ile bazı tarımsal karakterlere etkisini saptamak amacıyla, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Alanında 2003 yılı ikinci ürün yetiştirme sezonunda bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Denemede çeşitler ana parselleri, azot dozları ise alt parselleri oluşturmuştur. Araştırmada, uygulanan değişik azot dozlarıyla elde edilen değerler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar saptanmıştır. Azot dozları arttıkça tane ve hasıl verimi ile incelenen bütün özelliklerde artış görülmüş, ancak belli bir noktadan sonraki azot artışları verimde önemli azalmalara neden olmuştur. Yapılan analizler sonucunda bölge için en uygun azot dozunun 25 kg/da olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Mısır, Çeşit, Azot Dozu

ABSTRACT

This research was conducted as a split plot with three replication at the trial field of Harran in 2003 second cropping season. The objective of this study was to determine of grain herbage and grain yields and some agricultural characters two maize cultivars grown at different nitrogen levels. The cultivars were considered as main plots and five nitrogen doses were considered as subplots in this study. There were statistically significant differences among different nitrogen doses applications. Nitrogen doses increased of herbage and grain yields with all of the examining characters, but decreased yield on the higher nitrogen doses. 25 kg/da nitrogen dose was found to be the most applicable result in relation to analysis.

Keywords: Maize, Cultivars, Nitrogen Level

Giriş

Ülkemiz hayvancılık yönünden büyük bir potansiyele sahip olmasına rağmen arzu edilen hayvansal üretim gerçekleştirilememektedir. Sorun yetiştiricilik yönünden ele alındığında, hayvanların yeterli düzeyde beslenmediği dikkati çekmektedir. Bölgemizdeki hayvan varlığının kaba yem gereksinimi; verim gücü oldukça düşmüş çayır-mera alanları (Seydoğlu ve ark. 2018; Seydoğlu ve Kökten, 2019), nadas alanları ve bitkisel üretim artıklarından sağlanmaktadır. Tarla tarımı içerisinde yem bitkileri yetiştiriciliği çok düşük düzeylerde olup ekili alanların sadece % 0.3'ünü kapsamaktadır (Anonymous, 1999). Hayvancılık sektörünün yem gereksinimini sağlamak için tarla tarımı içerisinde yem bitkileri yetiştiriciliğine mutlak surette ağırlık verilmelidir (Kökten ve ark. 2018; Kökten ve ark. 2019)

Bu çalışmanın amacı; Harran ovası sulu koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilen iki mısır çeşidinde farklı azot dozlarının tane ve hasıl verimi ile bazı tarımsal karakterler üzerine etkilerini saptamaktır.

Materyal ve Yöntem

Araştırmada materyal olarak MAY tohumculuk firmasından temin edilen Bora ve Sele çeşitleri kullanılmıştır. Bora çeşidi orta erkenci, ikinci ürün tarımına uygun, beyaz sömekli, taze tüketim için uygun bir çeşittir. Sele çeşidi ikinci ürün, silaj ve tane üretimi için uygun, orta erkenci bir çeşittir.

Deneme yeri topraklarının ana materyali kolluviyal olup, kırmızımsı kahverengi derin toprak özelliğindedir. Yapılan analizler sonucunda deneme yeri topraklarının ağır bünyeli, tuzlulukları zararsız, hafif alkali reaksiyonda, kireçli, organik madde yönünden fakir, fosforca yetersiz, potasyumca zengin durumda olduğu bulunmuştur (Dinç ve ark., 1988).

Şanlıurfa'da sıcak iklim hakimdir. Akdeniz iklimi de görülmektedir. Bölgemizdeki yüksek sıcaklığın sebebi; güneydeki çöl iklimi ile kuzeydeki dağların kuzeyden gelen serin hava kitlelerinin bölgeye girmesine engel olmasıdır. Ortalama yıllık sıcaklık 18.5 °C, en düşük sıcaklık -3.7 °C olarak kaydedilmiştir.

Araştırma, 2003 yılı ikinci ürün yetiştirme sezonunda Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve uygulama alanında bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Araştırmada ana parsellere çeşitler, alt parsellere ise azot dozları (0-10-20-30 ve 40 kg N/da) yerleştirilmiştir. Her bir alt parsel, 5 m uzunluğunda 6 ekim sırasından oluşmuştur. Ayrıca, etki karışımını önlemek için alt parseller arasında iki sıra boşluk bırakılmış (yaklaşık 2.1 m) ve sedde yapılarak sulama suyunun komşu parsellere geçişi engellenmiştir. Sulama karık sulama yöntemine göre yapılmıştır. Deneme alanı, buğday hasat edildikten sonra anız pulluğuyla işlenmiş, kültivatör ve tapan çekilerek ekime hazır hale getirilmiştir. Toprak hazırlığı esnasında deneme alanına dekara 10 kg saf P₂O₅ gelecek şekilde TSP (triple süper fosfat) gübresi uygulanmıştır. Ekim markörle 70 cm aralıklarla açılmış sıralara elle yapılmıştır. Sıra üzeri mesafe 20 cm tutulmuştur. Deneme konusu azot dozlarının yarısı ekimle birlikte, diğer yarısı ise bitkiler 40 cm boylandığında verilerek toprağa karıştırılmıştır. Azot kaynağı olarak üre gübresi kullanılmıştır. Ekimden önce toprağın 0-30; 30-60; 60-90 cm derinlikten alınan toprak örneklerinin azot rezervleri saptanmış ve verilen azot dozlarından bu oranlar düşürülmüştür.

Araştırmada yeşil ot ve tane verimi özellikleri ayrı ayrı incelenmiştir. Parsel başlarından 0.5 m'lik kısım ve kenarlardan birer sıra kenar tesiri olarak çıkarıldıktan sonra, geriye kalan 4 sıranın, iki sırası hasıl verimi ve unsurları, iki sırası ise tane verimi ve unsurlarının gözlenmesi için kullanılmıştır. Hasıl için hasat hamur olum döneminde, tane için hasat; kavuzlar kuruyup, taneler iyice sertleştiğinde yapılmıştır.

Araştırma sonunda elde edilen veriler; MSTATC paket programı kullanılarak, bölünmüş parseller deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuş, ortalamalar arasındaki fark ise L.S.D (%5)'ye göre bulunmuştur.

Bulgular ve Tartışma

Bitki boyu yönünden azot dozları arasındaki farkın önemli olduğu saptanmıştır. Azot dozu arttıkça bitki boyunun da arttığı izlenmektedir. Ancak 30 kg/da azot dozundan sonra bitki boylarında azalmalar meydana gelmektedir (Çizelge 1). Bunun nedeni; bitki kök bölgesinde yüksek dozlarda bulunan azotun kök gelişmesini engellemesi ve bunun ileriki gelişme dönemlerinde su ve besin madde alımını olumsuz yönde etkilemesinden kaynaklandığı belirtilmektedir (Fubeder ve ark., 1984). Azot miktarının artmasıyla bitki boyunun da arttığı birçok araştırmacı (Kaplan ve ark., 1993; Sönmez ve ark., 1995; Aydın ve Ülger, 1996; Sağlamtimur ve Yılmaz, 1996; Sönmez, 2001; Serin ve Sade, 1995; Akay ve Sarı, 1998) tarafından da kaydedilmiştir.

Yeşil ot verimi yönünden çeşitler ve azot dozları arasındaki farkın önemli olduğu saptanmıştır (Çizelge 1). Yeşil ot verimine ait en yüksek değerler her iki çeşitte de 30 kg/da azot dozunda elde edilmiştir. Azot dozu arttıkça yeşil ot verimi de artmaktadır. Azot bitki gelişiminde gerekli olan en önemli bitki besin elementidir. Vejetatif gelişimde büyük rol oynar. Nitekim Bertin ve Gallais (2000) azot gübresi verilmeyen mısır bitkilerinde, azot gübresi verilenlere göre vejetatif gelişimde %14, tepe püskülü oluşum sürecinden sonraki gelişimde %29 azalma olduğunu bildirmişlerdir. Yeşil ot verimine ait bulgularımız Simenov ve Tsankova (1992); Munasvarmyve ark., (1992); İbrahim (1996); Tansı ve ark. (1996); Sağlamtimur ve Yılmaz (1996) ile uyum göstermektedir.

Kuru madde verimleri azot dozu attıkça artış göstermiştir (Çizelge 1). En yüksek kuru madde

verimleri Bora çeşidinde 20 kg/da, Sele çeşidinde ise 30 kg/da azot dozunda elde edilmiştir.

Yaprak oranı yönünden çeşitler arasında önemli farklılıklar çıkmıştır. Çizelge 1’de izlendiği gibi yaprak oranları azot dozlarından etkilenmemiştir. Çeşitler arasında yaprak oranı bakımından fark vardır. Bora çeşidi Sel çeşidinden daha fazla yaprak oranına sahiptir. Azot dozu uygulamalarıyla bitkilerdeki yaprak oranının değişmemesinin nedeni; uygulamalar sonucu bitkide kitlesel bir büyümenin meydana gelmesinden kaynaklandığı belirtilmektedir (Sağlamtimur ve Yılmaz 1996).

Sap oranı hem çeşitlerden hem de azot dozlarından önemli derecede etkilenmiştir. Düşük azot dozları koçan özelliklerine azalan yönde tesir ettiğinden bitkideki sap oranını artmıştır. Dolayısıyla düşük azot dozlarında sap oranı değerleri daha yüksek çıkmıştır. Çeşit ortalamalarına göre en düşük sap oranı Bora çeşidinden elde edilmiştir. Aynı çeşidin koçan oranı ortalaması da Sele çeşidinden daha yüksek çıkmıştır. Sap oranlarıyla koçan oranları arasında ters orantı olduğu gözlenmiştir. Bulgularımız Sağlamtimur ve Yılmaz (1996)’ın bulgularıyla kısmen farklılık göstermektedir.

Çizelge 1. Araştırmaya ait bazı özellikler

Bitki Boyu (cm)			
Azot Dozu	Çeşitler		Ortalama
	SELE	BORA	
0 kg/da	186.57	179.00	182.78 b
10 kg/da	189.83	192.27	191.05 b
20 kg/da	205.87	221.57	213.72 a
30 kg/da	205.37	216.00	210.68 a
40 kg/da	186.47	174.70	180.58 b
Ortalama	194.82	196.71	
Yeşil Ot Verimi (kg/da)			
0 kg/da	3043.47	3258.44	3150.95 b
10 kg/da	3766.47	3434.85	3600.66 b
20 kg/da	3823.53	4614.75	4219.14 a
30 kg/da	4554.31	4644.83	4599.57 a
40 kg/da	3288.95	3863.80	3576.38 b
Ortalama	3695.35	3963.34	
Kuru Madde Verimi (kg/da)			
0 kg/da	830.53 g	950.87 f	890.70 c
10 kg/da	1052.77 ef	1161.34 cd	1107.06 b
20 kg/da	1145.29 cde	1397.53 a	1271.41 a
30 kg/da	1239.63 bc	1300.12 ab	1269.87 a
40 kg/da	1140.71 cde	1084.58 de	1112.65 b
Ortalama	1081.79	1178.89	
Yaprak Oranı (%)			
0 kg/da	20.93	26.23	23.58
10 kg/da	19.22	25.83	22.52
20 kg/da	16.35	23.96	20.16
30 kg/da	16.29	25.09	20.69
40 kg/da	19.03	27.34	23.19
Ortalama	18.36	25.69	
Sap Oranı (%)			
0 kg/da	46.51	41.91	44.21 b
10 kg/da	56.25	43.92	50.09 a
20 kg/da	49.36	36.45	42.90 b
30 kg/da	48.58	36.67	42.63 b
40 kg/da	52.09	38.46	45.28 b
Ortalama	50.56	39.48	

Sap oranında olduğu gibi, koçan ağırlığı yönünden çeşitler ve azot dozları arasında önemli farklılıklar ortaya çıkmış (Çizelge 1), azot dozları arasında üç farklı grup oluşmuştur (Çizelge 1). Çeşit ortalamaları bakımından Bora çeşidi Sele çeşidinden daha yüksek koçan oranına sahiptir. Elde edilen koçan oranları azot dozu uygulamalarına paralel bir değişim göstermemiştir. Bu durum azot dozu uygulamalarıyla bitkilerde kitlesel artışın meydana gelmesinden kaynaklanmaktadır (Sağlamtimur ve Yılmaz, 1996).

Çizelge 2. Araştırmada incelenen bazı özellikler

Koçan Oranı (%)			
Azot Dozu	Çeşitler		Ortalama
	SELE	BORA	
0 kg/da	33.36	31.55	32.46 b
10 kg/da	24.66	30.24	27.45 c
20 kg/da	34.13	39.53	36.83 a
30 kg/da	35.07	38.62	36.85 a
40 kg/da	28.83	34.17	31.50 b
Ortalama	31.21	34.82	
Koçan Yüksekliği (cm)			
0 kg/da	75.97 de	74.20 e	75.08 bc
10 kg/da	75.50 de	75.50 de	75.50 b
20 kg/da	87.23 bc	94.50 ab	90.87 a
30 kg/da	85.57 bcd	98.33 a	91.95 a
40 kg/da	77.57 cde	57.43 f	67.50 c
Ortalama	80.37	79.99	
Koçan Boyu (mm)			
0 kg/da	18.37 cd	18.07 d	18.22 c
10 kg/da	18.87 cd	18.63 cd	18.75 c
20 kg/da	20.70 b	24.27 a	22.48 a
30 kg/da	21.60 b	25.10 a	23.35 a
40 kg/da	19.90 bc	20.70 b	20.30 b
Ortalama	19.89	21.35	
Koçan Ağırlığı (g)			
0 kg/da	174.70	199.80	187.25 c
10 kg/da	243.60	266.70	255.15 b
20 kg/da	269.95	305.47	287.71 a
30 kg/da	283.74	298.73	291.24 a
40 kg/da	258.93	274.37	266.65 b
Ortalama	246.18	269.01	
Tane Verimi (kg/da)			
0 kg/da	605.57	569.62	587.60 c
10 kg/da	982.04	996.51	989.28 b
20 kg/da	1067.52	1194.74	1131.13 a
30 kg/da	1113.40	1160.91	1137.15 a
40 kg/da	1006.72	1071.87	1039.30 b
Ortalama	955.05	998.73	

Koçan yüksekliğine ait verilerde bitki boyuna benzer şekilde değişim göstermiştir (Çizelge 2). Azot dozu arttıkça koçan yüksekliği de artmıştır. Nitekim Aydın ve Ülger (1996) azot dozu arttıkça koçan yüksekliğinin de arttığını bildirmektedir.

Koçan boyu çeşit ve azot dozlarından önemli derecede etkilenmiş, ayrıca çeşitlerin koçan boyları azot dozlarıyla farklılık göstermiştir (Çizelge 2.). Azot dozu arttıkça koçan boyu da artmıştır. Ancak 20 kg/da azot dozundan sonraki artışlar önemli olmayıp 30 kg/da azot dozundan sonra azalmalar meydana gelmiştir. En uzun koçanlar Bora çeşidinden elde edilmiştir.

Koçan ağırlığına ait değerler çeşit ve azot dozlarından önemli düzeyde etkilenmiştir. Azot dozu arttıkça koçan ağırlığı da artmıştır. Ancak, 20 ve 30 kg N/da azot dozlarından sonraki azot dozundaki artış koçan ağırlığında düşümlere neden olmuştur. Bulgularımız; Karım et al. (1985), Parasad ve Sighn (1990) ile Dede (2001)'nin sonuçlarıyla uyum göstermektedir.

Azot dozu arttıkça tane verimi de artmıştır. Ancak çeşitler için farklı olmakla birlikte belli bir noktadan sonraki artışların verimde düşümlere neden olduğu bulunmuştur.

Sonuç

Harran Ovası sulu koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilen iki mısır çeşidinde farklı azot dozlarının tane ve hasıl verimi ile bazı tarımsal karakterlere olan etkilerini saptamak amacıyla yapılan bu çalışma sonucunda ; bölge için en uygun azot dozunun 25 kg/da olduğu tespit edilmiştir. Daha yüksek

oranlarda uygulanan azotlu gübrenin verimde önemli düşüşlere neden olduğu saptanmıştır. Ayrıca yüksek dozlarda kullanılan gübrelerin çevre kirlenmesine ve dolayısıyla insan ve hayvan sağlığı açısından büyük bir tehdit oluşturduğu ve üreticiye büyük maddi yük getirdiği bilinmektedir. Bu nedenle; bitkisel üretimin temel hedefi olan maksimum gelire ulaşılabilmesi için verimliliği artırıcı uygulamaların doğru kullanılması gerekmektedir.

Açıklama

Bu çalışma, ilk yazarın yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Kaynaklar

- Anonymous, 1999. Tarımsal Yapı Devlet İstatistik Enstitüsü. Ankara.
- Akay, A.; Sarı D. S., 1998. Konya Şartlarında Yetiştirilen TTM-813 Melez Mısır Çeşidine Azotlu ve Fosforlu Gübre Uygulamasının Etkileri. S.Ü. Ziraat Fak. Dergisi 12 (17): 96-104, Konya.
- Aydın, H. Ve Ülger, A.C.1996.A Research effect of different nitrogen levels and row spacings on yield and yield components in second crop corn (Zea mays L.) in Çukurova ecological condition. Journal of Science and Engineering, Vol., 6, No:3, p.42, Adana
- Dinç, U., Özbek, H., Yeşilsoy, P., Çolak, A.K., Dericci, R., 1988. Harran Ovası Toprakları. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, TÜBİTAK- TOAG 534 No'lu Proje, Adana.
- Fubeder, A. 1984. Der Einfluß von Boden avf Purchlftung des Bodens, N- Ernährung und Rhizosp hörenflora avf die morphologie des Seminalen Wurzel system von mais. Z. Pflanzener nahrung und bodenkunde, 147: 533-564
- Kökten, K., Kaplan, M., Seydoşoğlu, S., Yılmaz, H.Ş., Uçar, R. 2018. Bingöl Koşullarında Bazı Burçak [Vicia ervilia (L.) Willd] Genotiplerinin Ot Verimi ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi, Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 5(3), 236-245.
- Kökten, K., Kaplan, M., Seydoşoğlu, S., Tutar, H., Özdemir, S. 2019. Bingöl Koşullarında Bazı Burçak (Vicia ervilia (L.) Willd) Genotiplerinin Tohum Verimi, Kes Verimi ve Kes Kalitesinin Belirlenmesi, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 56(1): 60-68.
- Kaplan, M., Aktaş M., 1993. Amonyum nitrat ve üre Gübrenmesinin Hibrit Mısırdaki Etkinliklerinin Karşılaştırılması ve Bitkinin Azotlu Gübre İsteğinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Türk Tarım Ormancılık Dergisi, 17: 649-657.
- Munaswamy, V., Sıra Mamur Thy, V.M., Reddy, C.N., 1992. Effect of Fertilizer Nitrogen Levels on Dry Matter Yield of Maize. Field Crop Abstract 45: 9.
- Parasad, K.: Sing, P. 1990. Response of Promising Rainfed Maize Varieties Tonitrogen Application in North-Western Himalagan Region Indian Journal of Agricultural Sciences 60 (7) 475-477 (En 2 ref) India
- Seydoşoğlu, S., Kökten, K. 2019. Batman Mera Vejetasyonlarının Bazı Özellikleri, Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 23(1): 27-33
- Seydoşoğlu, S., Kökten, K., Sevilmiş, U. 2018. Basic Vegetation Characteristics of Village Pastures Connected to Mardin Province and Its Provinces, Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences, 5(4): 406-413.
- Sönmez F., 2001. Azotun bazı mısır çeşitlerinde tane verimi ve verim komponentlerine etkisi. Gazi Osman Paşa Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Dergisi 18 (1) 107- 112.
- Sağlamtimur, T., Yılmaz, Ş., 1996. The Effect of Top Application of the Different Forms and Nitrogen Festilizer on Herbage Yield end Duality Of main Crop Maize. J. Agricultural Faculty Mustafa Kemal Universty 1(1): 113-124 Hatay
- Sönmez F., 2001. Azotun bazı mısır çeşitlerinde tane verimi ve verim komponentlerine etkisi. Gazi Osman Paşa Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Dergisi 18 (1) 107- 112.
- Serin, İ., Sade, B., 1995. Farklı Azot ve Potasyum Dozlarının TTM-813 Melez Mısır Çeşidinin Tane Verimi Morfoloik Özellikleri ve Ham Protein Oranı Üzerine Etkileri. S. Ü. Ziraat Fak. Dergisi 6(8): 105-115, Konya.
- Simenov, N., Tsankova, G., 1992. Effect of fertilizers and plant density on yield of maize hybrids with two ears. Field crops. Abstracts. 45(7) : 18 No: 1373

**SÜRDÜRÜLEBİLİR YEREL GELİŞMEDE YAVAŞ ŞEHİR HAREKETİ:
ANKARA – GÜDÜL ÖRNEĞİ**
THE MOVEMENT OF CITTASLOW IN SUSTAINABLE LOCAL DEVELOPMENT:
THE CASE OF ANKARA - GÜDÜL

Ali Burak ASLAN

Y. Şehir Plancısı, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Şehir ve Bölge Planlama ABD, Ankara,
aliburakaslan@gmail.com

Prof. Dr. Özge Yalçın ERCOŞKUN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Şehir ve Bölge Planlama ABD, Ankara,
ozgeyal@gmail.com

ÖZET

Küreselleşmenin etkisiyle kentler hızlı bir büyümeye ve tek tipleşmeye doğru gitmektedir. Bu hızlı büyümenin ve homojenleşmenin paralelinde kentler hızla tüketmeye ve kendi kendine yetmemeye başlamıştır. Kentlerin bu hıza ayak uydurması kentte yaşayan insanların alışkanlıklarını da değiştirmeye başlamıştır. 1986 yılında, Roma’da bir “Fast Food” dükkânı açılışı esnasında Carlo Petrini önderliğindeki grup tarafından gerçekleştirilen protesto ile bu hızlı yaşama dair ilk tepki verilmiş olup, sonrasında 1989 yılında, İtalya’nın Barolo kentinde Yavaş Beslenme Birliği kurulmuştur. Ardından hareket büyüyerek kentsel bir boyut almış ve hızlı yaşama karşı 1999 yılında İtalya’da Greve in Chianti’nin eski belediye başkanı Paolo Saturnini’nin önderliğinde “Cittaslow” (Yavaş Şehir) Hareketi kurulmuştur. Şehirlerin yerel değerlerini koruyarak ve sürdürerek yaşam kalitesini arttırmayı hedefleyen bu hareket, 2019 yılı Haziran ayı itibarıyla 30 ülkede 252 üyeye ulaşmıştır. İzmir’e bağlı Seferihisar İlçesi de, 2009 yılında, Türkiye’nin ilk Yavaş Şehir unvanına sahip olmaya hak kazanmıştır. Günümüzde Türkiye’den bu birliğe katılan 17 adet şehir bulunmaktadır. Bu şehirlerin yanı sıra birliğe katılarak sürdürülebilir yerel gelişmeyi ön plana çıkarmak isteyen ve adaylık başvurusunda bulunan birçok şehir de vardır. Bu çalışmada, bu birliğe katılmak için adaylık başvurusunda bulunan, Ankara’nın Gündül İlçesi’nin Yavaş Şehir Tüzüğü’nde yer alan 72 adet kriter çerçevesinde başvuru dosyasının incelenmesi, mevcut durumunun belirlenerek şehrin adaylığa uygunluğunun değerlendirilmesi ile Yavaş Şehir Birliği’ne üyelik için yapılması gereken adımların tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda, adaylık sürecinde Gündül’de yapılan ve yapılması planlanan projeler irdelenmiş, bu projelerin kente kattığı değer belirlenmiş ve Gündül’ün hangi kriterleri sağladığı tespit edilmiştir. Sonuç kısmında ise, Başta Gündül olmak üzere benzeri aday şehirlere yönelik stratejiler belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yavaş Şehir, Sürdürülebilirlik, Yerel Gelişme, Gündül – Ankara.

ABSTRACT

With the effect of globalization, cities are moving towards rapid growth and homogenization. In parallel with this rapid growth and homogenization, cities have become a center of consumption. This situation started to change the habits of the people living in the city. In 1986, the protest by the group led by Carlo Petrini during the opening of a Fast Food shop in Rome was the first reaction to this rapid life. In 1989, “Slow Food Association” was established in Barolo, Italy. After that, the movement has taken an urban dimension by growing, and in 1999, the “Cittaslow” was founded in Italy under the leadership of Paolo Saturnini, past Mayor of Greve in Chianti. This movement, which aims to increase the quality of life by preserving and maintaining the local values of the cities, has reached 252 members in 30 countries in 2019. In 2009, Seferihisar in İzmir, became Turkey's first Cittaslow title. Today, there are 17 cities participating in the Cittaslow. In addition to these cities, there are also cities that apply for candidacy to join this union. This study deals with the Gündül District of Ankara, which applied for the candidacy to join Cittaslow. The application of Gündül's candidacy has been examined within the framework of 72 criteria in the Cittaslow Regulation. Gündül's current status was determined and the suitability of the city for the candidacy was evaluated. It is aimed to determine the steps to be taken for membership of the Cittaslow Association. In this context, the projects carried out and planned to be done in Gündül during the candidacy process were examined and the value that these

projects added to the city was determined. In the conclusion part, Strategies for similar candidate cities such as Gdl have been determined.

Keywords: Cittaslow, Sustainability, Local Development, Gdl – Ankara.

1. GİRİŞ

İtalya’da, “Fast Food” kltrne tepki olarak ortaya çıkan “Slow Food” (Yavaş Beslenme) hareketinin devamı olan “Cittaslow” (Yavaş şehir) hareketi, 1999’dan itibaren kabul görmüştür. Amacı yaşanabilir şehirler yaratarak, buradaki yaşam kalitesini artırmak olan bu hareket, şehirlerin gerçek kimliklerini kazanması, markalaşması ve yerel gelişimde avantajlı duruma gelmesinde büyük bir önem arz etmektedir. Sürdürülebilir yerel gelişme akımı olarak benimsenen Yavaş şehir küreselleşmenin ortaya çıkardığı homojen meknlerden biri olmak istemeyen, yerel kimliğini ve özelliklerini koruyarak dünya sahnesinde yer almak isteyen, kasabaların ve şehirlerin katıldığı bir harekettir (<http://www.cittaslow.org>). Bu hareket, tarihsel öğeleri ve kentsel dokuyu korumayı, alternatif ve yenilenebilir enerji kaynakları kullanmayı, yerel üretimi desteklemeyi, yerel kaynakların kullanımını teşvik etmeyi, şehrin kimliğine sahip çıkmayı, daha yaşanabilir ve sürdürülebilir şehirler tasarlamayı amaçlamaktadır (Hekimci, 2014; zmen ve diğeri, 2016). Mayer ve Knox (2006) ise yavaş şehirleri, yerel yöneticilerin ve halkın tarihi önemsedikleri, daha iyi ve sürdürülebilir bir gelişme için yerel kaynakların kullanıldığı bir hareket olarak görmektedir. Yavaş şehir, şehre ait mirası korumak, geri dönüşümle birlikte evre dostu projeler üretmek, kadınların üretime katılımını sağlamak ve yerel değerleri canlandırmak; kısacası sürdürülebilir bir şehir yaşamını savunmak amacıyla şehirlerin bir araya geldiğı bir harekettir (Zoğal ve Arslan, 2018). Birliğe katılan şehirler, şehrin kimliğini yansıtan, dokusunu ortaya çıkaran faaliyetleri desteklemekte; şehrin ana özelliğı olan yöresel mutfak ve yerel folkloru ön plana çıkarmaktadır. Meknı sosyal olarak yeniden inşa eden ve bunu şehrin yeniden tasarımıyla gerçekleştirmeyi hedefleyen Yavaş şehir, sakinlerini geleneksel mirasla buluşturmayı amaçlamaktadır. Bu sayede, yerel halkın ihtiyaçlarının dikkate alınmadığı günümüz şehirlerinde, farklı yaklaşımı ile kendine bir yer edinmeyi öngörmektedir (Kavas, 2012).

Yavaş şehir hareketi, Türkiye’de de şehirlerin sürdürülebilir yerel gelişme akımını benimsemeleri ve fark yaratmaları için yeni yollar bulmalarına rehberlik etmektedir. Bu kapsamda, 2019 yılı itibariyle Türkiye’den 17 adet şehir bu birliğe katılmaya hak kazanmış olup, bu şehirlerin yanı sıra birliğe katılmak için adaylık başvurusunda bulunan birçok şehir de bulunmaktadır. Bu alışmada; Yavaş şehir Birliğı’ne adaylık başvurusunda bulunan, Ankara’nın Güdül İlçesinin Yavaş şehir Tüzüğü’nde yer alan 72 adet kriter çerçevesinde uygunluğunun değerlendirilmesi, başvuru dosyasının incelenmesi, mevcut durumunun belirlenmesi ve Yavaş şehir Birliğı’ne üyelik için yapılması gerekenlerin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda Güdül İlçesindeki yerel yöneticilerle, kamu kurum ve kuruluşları yetkilileri ile mülakat yöntemi kullanılarak gerekli bilgiler temin edilmeye çalışılmıştır. Bu görüşmelerin sonucunda elde edilen bilgiler doğrultusunda adaylık sürecinde olan Güdül’n Yavaş şehir Birliğine katılma potansiyeline ilişkin değerlendirmeler literatür çalışması ile ilişkilendirilerek ortaya konulmuştur. Sonuç olarak, Yavaş şehir Tüzüğü’nde yer alan evre politikaları, altyapı politikaları, kentsel yaşam kalitesi politikaları, tarımsal, turistik, esnaf ve sanatkarlara dair politikalar, misafirpervelik, farkındalık ve eğitim için planlar, ortaklıklar ve sosyal uyum başlıkları altında yer alan 72 adet kriter üzerinden Güdül’n hangi kriterleri sağlayıp sağlayamadığı belirlenmiş, Güdül ve benzeri aday olabilecek kentlere yönelik stratejilerin sıralanması hedeflenmiştir.

Bu kapsamda, ilk olarak yavaş şehir birliğı hakkında genel bilgiler verilip, birliğe katılacak şehirlerin hangi özelliklere sahip olması gerektiğı, aday kentlerin başvuru süreçleri ve kriterler, Yavaş şehir birliğinin tarihsel sürecinden bahsedildikten sonra çalışmanın yöntemi, çalışma alanı Güdül hakkında genel bilgiler anlatılacaktır. Daha sonra adaylık sürecinde Güdül’de yapılan ve yapılması planlanan projeler irdelenerek, Yavaş şehir Birliğine katılma potansiyeli değerlendirilecektir. Sonuç kısmında, Güdül’de yapılanlara ilişkin bulgulara ve bundan sonra birliğe katılmayı düşünen şehirler için önerilere yer verilecektir.

2. YAVAŞ ŞEHİR BİRLİĞİ'NİN TARİHSEL GELİŞİMİ, AMACI, ÇALIŞMA ŞEKLİ VE KRİTERLERİ

Kelime kökeni İtalyanca "Città" ve İngilizce "Slow" kelimelerinin birleşmesiyle türetilen "Cittaslow", "Yavaş Şehir" anlamında kullanılmaktadır. Anlamını, "festina lente" yani "yavaşça acele etmek" şeklindeki Latince bir deyim olan ifadeden almıştır (Sezgin ve Ünüvar, 2010). Yavaş Şehir kavramının çıkış noktası ise Yavaş Beslenme'dir. 1986 yılında Roma'nın simgesel meydanlarından birisi olan İspanyol Merdivenlerinde (Piazza di Spagna) yapılan McDonalds açılışı esnasında Carlo Petrini önderliğindeki grup tarafından gerçekleştirilen protesto ilk kıvılcım olmuştur. Protestocular yeni açılan bu mekânın hem meydanın estetiğini bozduğunu hem de İtalyan yemek kültürüne ve beslenme alışkanlığına uymadığını savunmuşlardır (Ünal, 2016). Sıradan bir protestonun ötesine geçerek, McDonalds'ın yapmadığı her şeyi yapma ve gerçekleştirme iddiasında bulunmuşlardır. Protestonun ardından İtalya'nın Barolo kentinde Yavaş Beslenme Birliği oluşturuldu. 9 Kasım 1989'da kurucu üye Falco Portinari'nin kaleme aldığı bildiri, Paris'te 15 üye ülke tarafından onaylanarak hayata geçirilmiş ve Venedik'te 1990 yılında ilk uluslararası kongresini gerçekleştirmiştir (Sırım, 2012; Zoğal ve Arslan, 2018).

1999 yılında ise İtalya'da Greve in Chianti'nin eski belediye başkanı Paolo Saturnini'nin çağrısıyla bir araya gelen 30 kentin yayınladığı ilk bildirgeyle Yavaş Şehir kavramı çerçevesinde bir ağ oluşturulmuştur. Yavaş Şehir hareketi, küreselleşmenin ortaya çıkardığı homojen mekânlardan biri olmak istemeyen, yerel kimliğini ve özelliklerini koruyarak dünya sahnesinde yer almak isteyen kasabaların ve şehirlerin katıldığı bir birlik olarak ortaya çıkmıştır. İlk yıllarında İtalya'da genişleyen Yavaş Şehir Birliği 2019 yılı Haziran ayı itibarıyla 30 ülkede toplam 252 kente yayılmıştır. 84 şehir ile Birliğin kuruluş yeri olan İtalya en fazla yavaş şehre sahiptir. İtalya'nın ardından Avrupa ülkeleri olan Polonya 30 şehirle, Almanya 20 şehirle ve Türkiye 17 şehirle sıralanmaktadır. Avrupa kıtası dışında yer alan ülkelerde Güney Kore'den 16 şehir ve Çin'den 12 şehir bu unvana sahiptir (<http://www.cittaslow.org>). İzmir'in Seferihisar İlçesi Türkiye'den birliğe katılan ilk şehirdir. 2009 yılında birliğe katılan Seferihisar ile birlikte son katılan şehir Ahlat (Bitlis), Akyaka (Muğla), Eğirdir (Isparta), Gerze (Sinop), Gökçeada (Çanakkale), Göynük (Bolu), Halfeti (Şanlıurfa), Köyceğiz (Muğla), Mudurnu (Bolu), Perşembe (Ordu), Şavşat (Artvin), Taraklı (Sakarya), Uzundere (Erzurum), Vize (Kırklareli), Yalvaç (Ordu) ve Yenipazar (Aydın) Türkiye'den Yavaş Şehir unvanına sahiptir.

Kasım 1999'da Orvieto'da hazırlanan sözleşmeye göre Yavaş Şehir kriterleri 7 başlık altında toplanmış olup, 31'i zorunlu olmak üzere toplam 72 kriterden oluşmaktadır. Bunlar, "çevre politikaları", "altyapı politikaları", "kentsel yaşam kalitesi politikaları", "tarımsal, turistik, esnaf ve sanatkârlara dair politikalar", "misafirperverlik, farkındalık ve eğitim için planlar", "ortaklıklar" ve "sosyal uyum"dur (<http://www.cittaslow.org>).

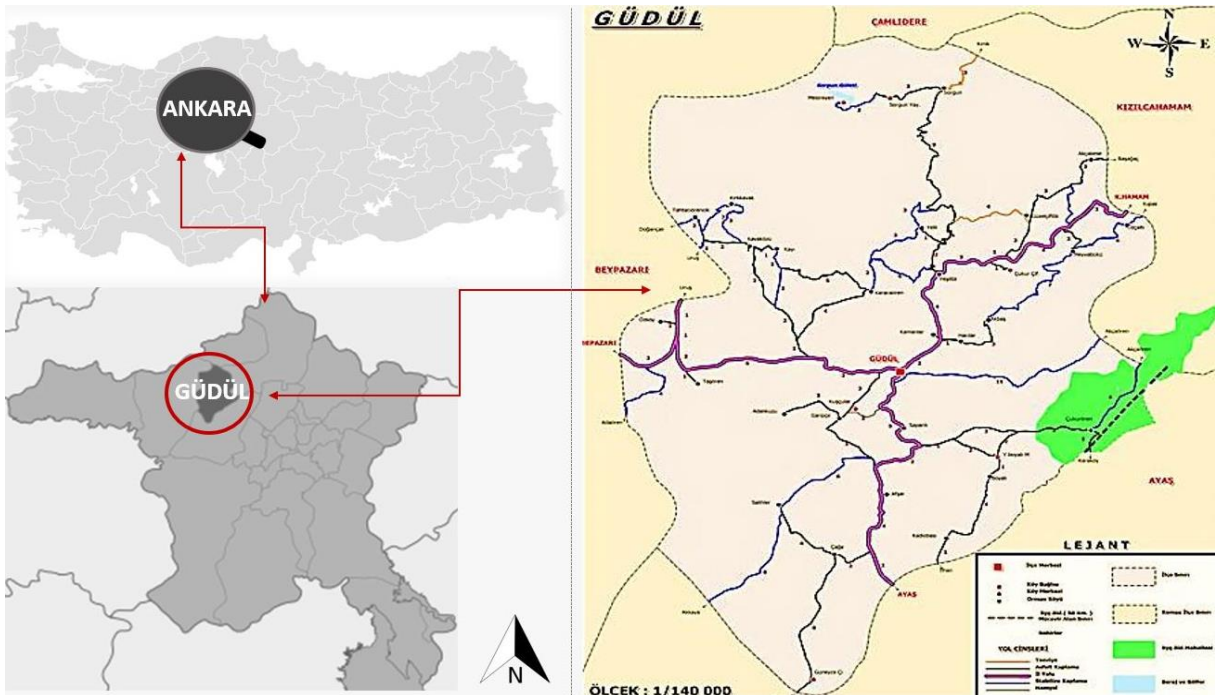
Yavaş Şehir Birliğine katılmak için aday kentin nüfusunun 50.000'nin altında olması zorunludur. Bu koşul sağlandıktan sonra yapılması gereken, Uluslararası Yavaş Şehir Başkanlığı'na hitaben kentin birliğe üyeliğini açıklayan bir başvuru mektubunun sunulması olacaktır (Sezgin ve Ünüvar, 2010). Başvuru mektubuyla ilgili incelemelerin ardından değerlendirme sonucu, gerekçeleriyle birlikte şehre bildirilir. Olumlu olması durumunda, Yavaş Şehir Koordinasyonu şehre adaylık değerlendirme ziyaretinde bulunur ve rapor düzenler. Bu raporun da olumlu olması durumunda, aday kent ilan edilir. Adaylık sürecinde, Yavaş Şehir Koordinasyonu tarafından hazırlanan kentin, kriterlere ilişkin eksikliklerini belirten hazırlık raporundaki eksiklikleri gidermesi beklenir. Bu kapsamda, aday kent birliğe katılım için kriterleri gerçekleştirmek üzere projeler üretir ve uygular. Üyeliğin gerçekleşmesi için, bu projelerden oluşan başvuru dosyasının değerlendirilmesi sonucunda 50 ve üzerinde puan alması gerekmektedir. Kriterler perspektif ve zorunlu kriterlerden oluşmaktadır. Perspektif kriterler, gerçekleştirilmeleri durumunda, yer aldıkları kriter başlıklarında %15 oranında puan artışı sağlamaktadır. Kriterler puanlanırken, kriter kapsamında yapılan çalışmaların seviyesi de dikkate alınmaktadır. Birliğe katılmak üzere başvuran şehir, gerekli kriterler sağlanması durumunda, bir sertifika ile birlikte 'Salyangoz Bayrağı' dalgalandırma hakkını elde etmektedir (<https://cittaslowturkiye.org>).

3. YÖNTEM

Çalışma, nitel bir alan araştırması olduğundan yöntem olarak görüşme tekniğinden faydalanılmıştır. Gündül Belediyesi adına Yavaş Şehir Başvuru Dosyasını hazırlayan Educa Life Eğitim, Danışmanlık Proje Ltd. Şti. firma yetkilisi Vahide AKDEMİR ile yarı yapılandırılmış soru formu üzerinden görüşü alınmıştır. Görüşme formu, 24 adet yarı yapılandırılmış açık uçlu sorudan oluşmaktadır. Çalışma hakkında görüşme yapılacak diğer kurum ve kuruluşların yetkilileri hususunda Gündül Belediyesi Yavaş Şehir danışmanı Vahide AKDEMİR'e danışılmış olup; bu kapsamda, Gündül'ün Yavaş Şehir unvanı alabilme potansiyeli, Gündül Kaymakamı, Gündül İlçe Tarım ve Orman Müdürü, TOSYÖV (Türkiye Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeler Serbest Meslek Mensupları ve Yöneticiler Vakfı) Yönetim Kurulu Başkanı başta olmak üzere Gündül Kaymakamlığı, Gündül Belediye Başkanlığı, Gündül Halk Eğitim Merkezi ve Gündül Tarım ve Orman Müdürlüğü çalışanları ile 2019 yılı Mayıs ayında yapılan görüşmeler sonucunda değerlendirilmiştir. Ayrıca Gündül Belediyesi tarafından Ocak 2019'da hazırlanan "Yavaş Şehir Başvuru Dosyası" incelenmiş olup; elde edilen veriler, alanda 2019 yılı Mayıs ayı içerisinde yapılan gözlem ve incelemelerle birlikte yorumlanmıştır.

4. GÜDÜL'DE YAPILAN ÇALIŞMALAR VE GÜDÜL'ÜN YAVAŞ ŞEHİR KRİTERLERİ ÇERÇEVESİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ

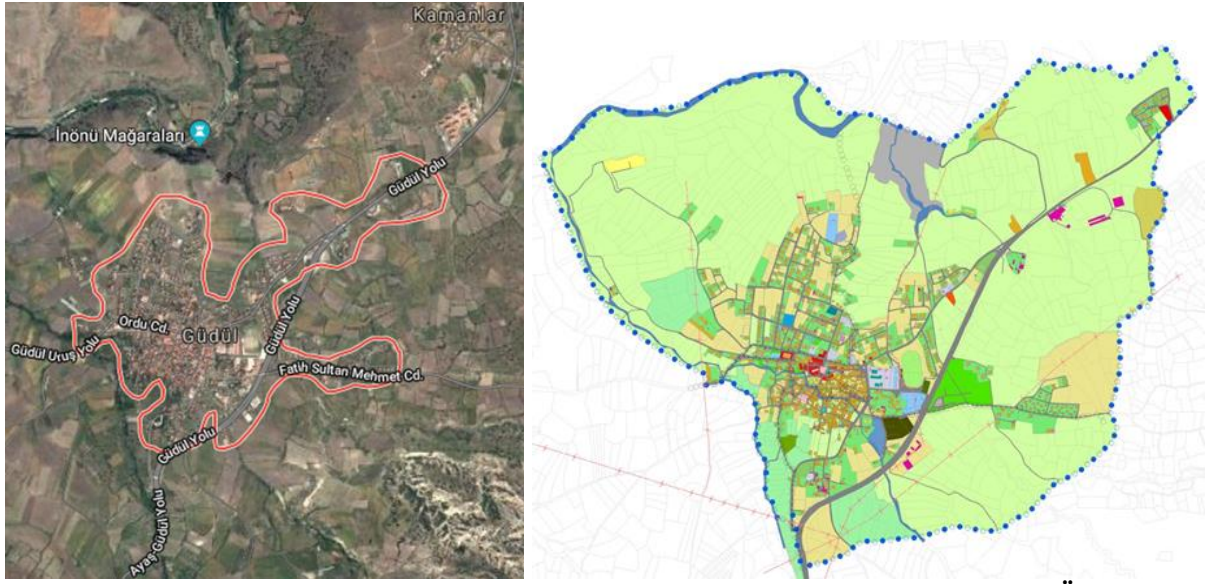
1 Eylül 1957 tarihinde 7030 sayılı Kanun ile ilçe olan Gündül, Ankara'nın 90 km. kuzeybatısında yer almakta olup; komşuları Ayaş'a 32 km. Beypazarı'na 33 km. Çamlıdere ve Kızılcahamam'a ise 60'ar km. mesafededir. Kentin yüzölçümü 419 km² olup, nüfusu 10.074 kişidir. Arazi yapısı oldukça dağlık olan ilçeden Sakarya Nehri'nin kolları Kirmir, Suvari ve İlhan Çayları geçmektedir. Gündül'ün tarihi M.Ö. 3.000 – 3.500 yıllarına kadar uzanmakta olup, Kirmir Çayı vadisinin İnözü mevkiinde kayalara oyulmuş mağaralarınsa Hitit Uygarlığına ait olduğu sanılmaktadır (<http://www.ankarakulturturizm.gov.tr>). Bu mağaralar ile birlikte Sorgun Yaylası civarındaki orman alanı ve Sorgun Gölet'i de ilçenin doğal zenginliklerinden olup, turist çekme noktaları arasında yer almaktadır (<http://www.ankara.gov.tr/gudul>).



Şekil 1: Çalışma alanının konumu (<https://www.turkiye-rehberi.net/ankara-haritasi.asp>)

Bunlara ek olarak, tarım Gündül için en önemli ekonomik geçim kaynağı olup; domates, hünnap, alıç, üzüm, kiraz, havuç gibi birçok meyve ve sebze Gündül'de yetişmektedir. Gündül ile Yeşilöz arasındaki alanda yaklaşık 450 tür bulunmakta olup, bitkilerin %8'i endemik bitki kategorisindedir. İlçede yaygın ve doğal olarak yetişen üvez, dünyadaki 5 endemik çeşitten birisidir (<http://www.ankara.gov.tr/gudul>). Gerek turizm gerekse tarım potansiyeli dikkate alındığında Gündül, "Tarımsal, Turistik, Esnaf ve

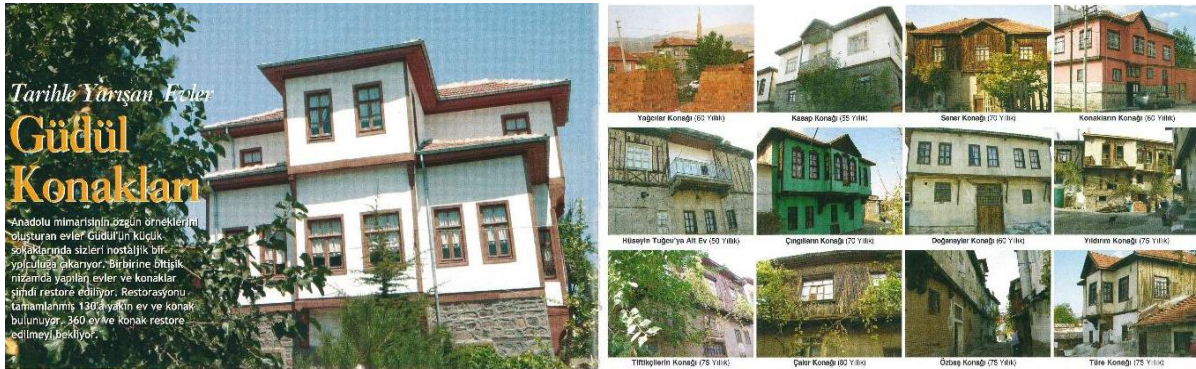
Sanatkârlara Dair Politikalar” başlığı altında yer alan kriterleri yerine getirmek için önemli bir potansiyele sahiptir.



Şekil 2: a) Uydu görüntüsü (Google Maps, 2019) b) Güzül arazi kullanımı (Gazi Üniversitesi-Şehir ve Bölge Planlama Bölümü 2.sınıf şehircilik projesi)

Türkiye genelinde sayıları çok azalmış olmasına rağmen Güzül ilçesinde “tıftık keçisi” varlığı halen önemli miktarlardadır. Yaklaşık 68.500 adet keçi bulunmaktadır. Ankara’da tıftık keçisinin en fazla üretildiği yer Güzül’dür. Ankara ilindeki üretimin % 25’i Güzül’den sağlanmaktadır (Güzül İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, 2019).

Güzül, Ankara Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulu’nun 27.06.1996 tarih ve 4705 sayılı kararı ile kentsel sit alanı ilan edilmiştir. İlçe genelinde 58 adet tescilli yapı bulunmaktadır. Kentsel sit alanı içerisinde ise 3 adet cami ve 2 adet tarihi çeşme bulunmaktadır (Güzül Yavaş Şehir Başvuru Dosyası, 2019: 26).



Şekil 3: Güzül Konakları (Güzül Yavaş Şehir Başvuru Dosyası, 2019: 32).

Kirmir Çayı Vadisinde yer alan mağaraların ve kaya yazıtlarının bulunduğu bölge, Ankara Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulu tarafından Bizans Dönemine ait yer altı şehri olduğu düşünülerek 1. derece arkeolojik ve doğal sit alanı olarak tescillenmiştir (Güzül Yavaş Şehir Başvuru Dosyası, 2019:21).



Şekil 4: a) Kirmir Çayı Vadisinde yer alan mağaralar b) Anadolu Medeniyetleri Müzesi tarafından yapılan Tarihi Roma Hamamı'nın bulunduğu bölgedeki kazı çalışmaları (Güdül Yavaş Şehir Başvuru Dosyası, 2019: 21).

Güdül'ün Çağa Beldesinde, Tarihi Roma Hamamı'nın yer aldığı bölgede, Anadolu Medeniyetleri Müzesi tarafından 2003 yılında kazı çalışmaları başlatılmıştır. 400 m² alanda devam eden çalışmalar sonucunda ise Roma Döneminde piskoposluk merkezi olduğu bilinen Kayıp Antik Kent Mnizos'a ait bina bulunmuştur (Güdül Yavaş Şehir Başvuru Dosyası, 2019: 20).

Yukarıda bahsedilen özelliklerden de anlaşılacağı üzere, Yavaş Şehir Birliği'ne adaylık başvurusunda bulunan Güdül, 10.074 kişi olan nüfusuyla, tarihsel süreç içerisinde birçok medeniyete ev sahipliği yapmasıyla, tarihi mağaraları ve yaylaları ile turist çekim destinasyonlarına sahip olmasıyla, sürdürülebilir tarım ürünleri yetiştirmesiyle Yavaş Şehir unvanını alabilmek için önemli bir potansiyele sahiptir. Bu doğrultuda, Güdül'ün Yavaş Şehir Birliğine üyelik sürecinde hangi kriterleri sağlayıp hangilerini sağlayamadığı Güdül'deki yerel yöneticilerle, kamu kurum ve kuruluşları yetkilileri ile hazırlanan görüşme formları üzerinden değerlendirilmiştir. Ayrıca Güdül Belediyesi tarafından Ocak 2019'da hazırlanan "Yavaş Şehir Başvuru Dosyası" da incelenmiş olup; elde edilen veriler, alanda yapılan gözlem ve incelemelerle birleştirilerek Güdül'ün Yavaş Şehir potansiyeli belirlenmeye çalışılmıştır. Tüm bu veriler sonucunda Yavaş Şehir Tüzüğü'nde yer alan kriterler tam (+), yarım (⊥) veya eksik (-) olarak değerlendirilmiş ve tablolar oluşturulmuştur. Tablolarda yer alan kriterlerin sonunda bulunan asteriks (*) işareti o kriterin zorunlu kriter olduğunu, iki asteriks (**) ise perspektifi kriterleri göstermektedir. Buna ek olarak, Yavaş Şehir kriterleri ile doğrudan veya dolaylı olarak ilişkili Güdül'de yapılan veya yapılması planlanan projeler kriter başlıkları altında değerlendirilmiştir.

4.1. Çevre Politikaları Kapsamında Yapılanların Değerlendirilmesi

Bu başlık altında, Ankara'nın ilk uygulama örneği olan, istenildiği zaman modüler şekilde büyütülebilecek içme suyu deposu yapılmıştır. Tüm okul ve kamu kurumlarına Güdül Belediyesi tarafından geri dönüşüm ve atık pil toplama kutuları (Şekil 5.b) yerleştirilmiştir. Kanalizasyon altyapısı bulunmayan Yeşilöz, Emirler, Çağa ve Güneyce mahallelerinin kanalizasyon altyapı çalışmalarına 2018 tarihinde başlanıldığı bilgisi Güdül Belediyesi çalışanlarınca belirtilmiştir. Güdül sınırları içerisinde kalan 750 dönüm alanda jeotermal enerji kullanılarak "Organize Sera Bölgesi" yapılması planlanmaktadır. Bu sayede yenilenebilir jeotermal enerji kaynaklarından seraların ısınması

için enerji üretimi gerçekleştirilebilecektir (Educa Life Eğitim, Danışmanlık Proje Ltd. Şti., 2019). Saha çalışmaları sırasında İlçe merkezinde ki halk pazarı yerine, içinde pazar yerini de kapsayacak çok amaçlı bina (Şekil 6.a) yapıldığı, çarşı içi yol zeminlerinin ve kaldırımların sökülerek yerine Arnavut taşı (Şekil 6.b) döşendiği gözlemlenmiştir. Belediye yetkilileri Gütül Çevre Yolu projesiyle şehirlerarası ulaşım yolunun şehir merkezinden çıkarılacağını söylemişlerdir.



Şekil 5: a) Garipçe Mahallesi'ndeki içme suyu deposu b) Gütül Belediyesi tarafından dağıtılan atık pil toplama kutuları (Gütül Yavaş Şehir Başvuru Dosyası, 2019: 5).



Şekil 6: a) Çok amaçlı bina inşaatı, b) Çarşı içi yol zeminleri ve kaldırımlar sökülerek yerine Arnavut taşı döşeme çalışmaları

Çevre politikaları başlığı altında yer alan 12 kriterden 7 tanesinin (1, 2, 7, 8, 10, 11 ve 12. kriterler) yerine getirildiği; 4 adet (4, 5, 6 ve 9. kriterler) kriterin kısmen sağlanabildiği tespit edilmiştir. Gütül'de kanalizasyon altyapısı bulunmayan hiçbir mahallenin kalmamış olması, geri dönüşüm kapsamında kent sakinlerinin bilinçlendirilmesi, yenilebilir enerji kaynaklarının kullanımına yönelik uygulamalara gidilmesi adaylık sürecinin kente kazandırdığı önemli başlıklardır.

Tablo 1: Çevre Politikaları Kapsamında İncelenmesi.

1. Çevre Politikaları	Değerlendirme
1.1. Hava temizliğinin yasa tarafından belirtilen parametrelerde olduğunun belgelenmesi *	+
1.2. Su temizliğinin yasa tarafından belirtilen parametrelerde olduğunun belgelenmesi *	+
1.3. Halkın içme suyu tüketiminin ulusal ortalamayla karşılaştırılması	-
1.4. Kentsel katı atıkların ayrıştırılarak toplanması *	⊥
1.5. Endüstriyel ve evsel kompostlamanın desteklenmesi	⊥
1.6. Kentsel ya da toplu kanalizasyon için atık su arıtma tesisinin bulunması *	⊥
1.7. Binalarda ve kamu kullanım alanlarında enerji tasarrufu	+
1.8. Kamunun yenilebilir enerji kaynaklarından enerji üretimi	+
1.9. Görsel kirliliğin ve trafik gürültüsünün azaltılması	⊥
1.10. Kamusal ışık kirliliğinin azaltılması *	+
1.11. Hane başına düşen elektrik enerjisi tüketimi	+
1.12. Biyoçeşitliliğin korunması	+

Not: Tablolarda yer alan kriterlerin sonunda bulunan asteriks (*) işareti o kriterin zorunlu kriter olduğunu, iki asteriks (**) ise perspektifi kriterleri göstermektedir.

4.2. Altyapı Politikaları Kapsamında Yapılanların Değerlendirilmesi

Mevcutta Gündül’de bisiklet yolu bulunmamaktadır. Bunu çözmek için Gündül Çevre Yolu Projesinin yanında 40 km. bisiklet yolunun projelendirildiği; proje dâhilinde bisiklet park yerlerinin de planlanmıştır (Educa Life Eğitim, Danışmanlık Proje Ltd. Şti., 2019). Ayrıca, halk ve esnaf tarafından doğa dostu mini elektrikli bisiklet kullanımı İlçe genelinde başlatılmıştır.

Ankara Kalkınma Ajansı 2015 yılında “Toplumsal Birliktelik” Projesi kapsamında seçilmiş ve şiddet görmüş 32 kadına psiko-sosyal destek vermiştir. 2018 yılı içinde Gündül Kaymakamlığı tarafından “Yaşlı Bakım Projesi” başlatılmış olup, proje kapsamında yaşlılara yönelik ev temizliği hizmeti verilmektedir (Gündül Yavaş Şehir Başvuru Dosyası, 2019: 16).

Bu başlık altında yer alan toplam 9 kriterden çoğunun (1, 2, 3, 4 ve 8. kriterler) Gündül tarafından sağlanamadığı tespit edilmiştir. 7 başlık altında en çok eksikliğin bulunduğu başlık altyapı politikalarıdır. Adaylık süreci ile bu eksik olan kriterlerin tamamlanmasına yönelik gerçekçi ve ciddi adımların olabildiğince erken atılması gerekmektedir. Özellikle bisiklet kullanımına yönelik politikaların hayata geçirilmesi kentin sürdürülebilir ve çevreci bir ulaşım politikası yaklaşımı için de önemli bir adım olacaktır.

Tablo 2: Altyapı Politikaları Kapsamında İncelenmesi.

2. Altyapı Politikaları	Değerlendirme
2.1. Kamu binalarına bağlı verimli bisiklet yolları	-
2.2. Mevcut bisiklet yollarının araç yollarıyla kilometre üzerinden karşılaştırılması *	-
2.3. Metro ve otobüs durakları gibi aktarma merkezlerinde bisiklet park yerleri	-
2.4. Özel taşıt kullanımına alternatif olarak eko ulaşım planlanması *	-
2.5. Engellilere yönelik mimari engellerin kaldırılması *	⊥
2.6. Aile hayatı ve hamile kadınlar için girişimler *	⊥
2.7. Sağlık hizmetlerine onaylanmış ulaşılabilirlik	+
2.8. Kent merkezlerinde malların sürdürülebilir dağıtımı	-
2.9. Şehir dışında çalışan şehir sakinlerinin oranı *	+

4.3. Kentsel Yaşam Kalitesi Politikaları Kapsamında Yapılanların Değerlendirilmesi

Bu başlık altında yer alan politikalar kapsamında Belediye yetkilileri ile yapılan görüşmeler sonucunda, İlçede restorasyonu tamamlanmış 130’a yakın yapının bulunduğu; 360 adet yapının ise restore edilme sürecinde olduğu; sit alanı dışında kalan Tarihi Merkez Çarşı Cami restorasyonuna başlanıldığı; ayrıca, merkezdeki tüm binaların birbiriyle uyumlu olması amacıyla yeni yapılacak binalara kahverengi ve beyaz boya kullanılma zorunluluğunun getirildiği belirtilmiştir.

Yerel halkla yapılan görüşmelerde, Gündül’de 1990’lı yıllarda ellinin üzerinde leblebi üretimi yapan imalathane bulunmasına rağmen, günümüzde birkaç tane imalathanenin kaldığı belirtilmiştir. Bunların korunması ve devamının sağlanması için Gündül Belediyesi bu imalathanelerin bulunduğu sokağın adını Gündül Belediyesince “Leblebiciler Sokağı” (Şekil 7.b) olarak değiştirilmiştir. Ayrıca, Gündül Kent Müzesi (Şekil 7.a) hizmete açılmıştır.



Şekil 7: a) Gündül Kent Müzesi b) Leblebiciler Sokağı

3. başlık altında yer alan meyve ağaçları kullanılarak sosyal yeşil alanların oluşturulması kapsamında; ilçe genelinde 500 adet ıhlamur ile 5.000 adet hünnap fidanı, 20.000 adet çam ağacı ve 55.000 adet akasya ağacının dikimi gerçekleştirilmiştir. 3. Başlık altındaki zorunlu kriterlerden olan “Yerel ürünlerin ticarileşmesi için alanların yaratılması” için yerel ürünlerin tanıtıldığı <http://gudulticari.net/> isimli web sitesi kurulmuştur (Güdül Yavaş Şehir Başvuru Dosyası, 2019: 33).

Sonuç olarak bu başlık altında kriterlerin çoğuyla ilgili plan ve projeler geliştirildiği, başlık altında yer alan 17 kriterden sadece 2 tanesi (13 ve 17. kriterler) için herhangi bir projenin bulunmadığı anlaşılmaktadır. Özellikle kentte yer alan bir çok tescilli yapının restorasyon işlemlerinin tamamlanması veya devam ediyor olması, yerel atölyelerin ve zanaatkarların korunması ve doğal/yerel ürün üretiminin teşvik edilmesi kentin yerel ekonomik gelişimi açısından ciddi adımlardır.

Tablo 3: Kentsel Yaşam Kalitesi Politikaları Kapsamında İncelenmesi.

3. Kentsel Yaşam Kalitesi Politikaları	Değerlendirme
3.1. Kentin direnci için planlama **	⊥
3.2. Kente ait değerlerin iyileştirilmesi, kent merkezlerinin ve kamu binalarının değerlerinin artırılması için programlar *	⊥
3.3. Verimli bitkiler ve meyve ağaçları kullanılarak sosyal yeşil alanların iyileştirilmesi ve/veya oluşturulması **	+
3.4. Kentsel yaşanabilirliğin artırılması	⊥
3.5. Marjinal alanların tekrar değerlendirilip kullanılması *	+
3.6. Vatandaşlara ve turistlere yönelik interaktif hizmetlerin geliştirilmesinde bilgi ve iletişim teknolojilerinden faydalanılması *	⊥
3.7. Sürdürülebilir mimari için hizmet masası oluşturulması *	⊥
3.8. Kentin internet ağına sahip olması *	⊥
3.9. Kirleticilerin izlenmesi ve azaltılması *	+
3.10. Tele çalışmanın geliştirilmesi	-
3.11. Kişisel sürdürülebilir kentsel planlanmanın teşviki	⊥
3.12. Sosyal altyapıyı desteklemek	+
3.13. Kamusal sürdürülebilir kentsel planlanmanın teşviki *	-
3.14. Kent içindeki kullanışlı yeşil alanların verimli bitkiler ile değerlendirilmesi **	+
3.15. Yerel ürünlerin ticarileşmesi için alanların yaratılması *	+
3.16. Atölyelerin korunması ve değerlerinin artırılması – doğal/yerel alışveriş merkezlerinin yaratılması *	+
3.17. Yeşil alanlarda kullanılan beton miktarı	-

4.4. Tarımsal, Turistik, Esnaf ve Sanatçılara Dair Politikalar Kapsamında Yapılanların Değerlendirilmesi

T.C. Türk Patent ve Marka Kurumundan güvey çiçeği, şibit, domates fidesi ve keyman ürünlerinin marka tescillerinin alındığı, yeni marka tescili ile coğrafi işaret başvurularının yapılmaya devam edildiği belirtilmiştir (Educa Life Eğitim, Danışmanlık Proje Ltd. Şti., 2019). İlçe Tarım Müdürü Güdül’de üretimi son yıllarda artan hünnap meyvesinin, Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu tarafından hibe verilen endemik bitkiler arasına alındığını söylemiştir. Ayrıca 2018 yılında, Güdül’de 24 çiftçiye Permakültür ve Agroekoloji Eğitimi yapılmıştır. Bu konuyla ilgili çalışmalarda bulunan, Tahtacıörencik Köyünde, 2013 yılında “Dört Mevsim Ekolojik Yaşam Derneği” ismiyle kurulan dernek, küçük ölçekte doğal tarım ve hayvancılık yapılmasını teşvik etmekte ve köylüyle birlikte üretim yapmaktadır. Dernek, Güdül’de ki köyleri dolaşarak yerel tohumları bulmuş ve depolamış olup, daha sonra ulusal ve uluslararası tohum takas şenliklerine katılmıştır. Zorunlu kriterlerden biri olan “Etiketli veya markalı esnaf/sanatkar ürünlerinin korunması” amacıyla Güdül İlçe Merkezinde geleneksel bıçak üretimi yapmakta olan atölye desteklenmektedir (Güdül Yavaş Şehir Başvuru Dosyası, 2019: 38-46).

Saha çalışması yapılan dönemde, yerel ürünlerin üretilmesi ve pazarlanması amacıyla İlçe kadınlarının potansiyelinden yararlanmak için “Kadınlar Kooperatifi” kurulma aşamasındadır. Güdül Halk Eğitim Merkezi Müdürü ilçe kadınlarına yönelik “kooperatifçilik ve girişimcilik”, “sağlıklı gıda hazırlama ve hijyen” eğitimleri ile “aşçılık ve aşçı yardımcılığı” ve “mutfak içi yiyecek üretimi konusunda işbaşı eğitimi” kurslarının verildiğini belirtmiştir. Ayrıca, kadınlar için, Suzeni ve oyaya yönelik üretim

amaçlı kurslar (Şekil 8.a) açıldığını; üretilen ürünlerin hepsine, yöreye özgü 100 yılı aşkın süredir evlerde kullanılan bir motif olan “Güdül Gözü” dikildiğini belirtmiştir.



Şekil 8: a) Güdül gözü damgalı bez torbalar (<http://gudulhalkagitim.meb.k12.tr/tema/index.php>) b) Güdül Belediyesi tarafından işletilen “Güdül Sofrası Yöresel Ürünler Mutfağı”

“Kamuya ait restoranlarda (okul kantinleri, aş evleri vb.) yerel, mümkünse organik ürünlerin kullanılması” zorunlu kriteri kapsamında ilçe merkezinde yer alan tarihi binalardan biri restore edilerek, Güdül Belediyesi tarafından işletilen, yöresel yemeklerin yapıldığı ve organik ürünlerin kullanıldığı “Güdül Sofrası Yöresel Ürünler Mutfağı” (Şekil 8.b) olarak lokantaya çevrilmiştir. Okul kantinlerinde, yatılı okulların yemekhanelerinde benzer uygulamalara gidildiği Belediye çalışanlarınca belirtilmiştir.



Şekil 9: Sorgun Yaylası ve teneke evler (Güdül Yavaş Şehir Başvuru Dosyası, 2019: 27)

Güdül’ün zorunlu kriterler içerisinde yerine ivedilikle getirmesi gereken husus otel kapasitelerinin artırılmasıdır. Saha çalışması safhasında mevcutta tamamlanmış herhangi bir konaklama biriminin bulunmadığı tespit edilmiştir. Mülkiyeti Belediyeye ait olan Trikoların Konağının restore edilerek otel olarak hizmet açılmasıyla ilgili girişimlerin henüz sonuçlanmadığı Belediye yetkililerince belirtilmiştir. Sorgun Tabiat Parkı içerisinde yer alan bina, 5 odalı pansiyon şeklinde restore edilmektedir. Ayrıca, Belediye Sorgun Yaylası’nda bulunan yayla (teneke) evlerinin pansiyona dönüştürülmesini planlamaktadır.

Bu başlık altında yer alan kriterlerin yarısının tam olarak sağlandığı (2, 3, 5, 7 ve 9. kriterler) tespit edilmiştir. Özellikle tarımda GDO kullanımının yasaklanması, ata tohumlarının kullanımının ve organik tarıma yönelik uygulamaların teşvik edilmesi adaylık sürecinde kentin tarımsal faaliyetlerinin sağlıklı bir çerçevede yapılmasına yönelik ciddi katkı sağlamıştır. Zorunlu kriterlerden biri olan otel kapasitelerinin artırılması konusu Güdül’ün en büyük eksikliklerinin başında gelmektedir. Bunun çözümüne yönelik gerçekçi projelerin ivedilikle hayata geçirilmesi gerekmektedir.

Tablo 4: Tarımsal, Turistik, Esnaf ve Sanatkârlara Dair Politikalar Kapsamında İncelenmesi.

4. Tarımsal, Turistik, Esnaf ve Sanatkârlara Dair Politikalar	Değerlendirme
4.1. Agroekolojinin geliştirilmesi **	⊥
4.2. El yapımı ve etiketli veya markalı esnaf/sanatkâr ürünlerinin korunması *	+
4.3. Geleneksel iş tekniklerinin ve zanaatların değerinin artırılması *	+
4.4. Kırsal bölgede yaşayanların hizmetlere erişimini artırarak kırsal bölgelerin değerini arttırmak *	⊥
4.5. Kamuya ait restoranlarda (okul kantinleri, aş evleri vb.) yerel, mümkünse organik ürünlerin kullanılması *	+
4.6. Kişisel kullanımda ve yemek sektöründe tat eğitimlerinin verilmesi ve mümkünse organik yerel ürünlerin kullanılmasının teşvik edilmesi *	⊥
4.7. Yerel ve geleneksel kültürel etkinliklerin korunması ve değerlerinin artırılması *	+
4.8. Otel kapasitelerin artırılması *	-
4.9. Tarımda GDO kullanımının yasaklanması	+
4.10. Önceden tarım için kullanılmış alanların kullanımı hakkındaki imar planları için yeni fikirlerin varlığı	-

4.5. Misafirperverlik, Farkındalık ve Eğitim İçin Planlar Kapsamında Yapılanların Değerlendirilmesi

Bu başlık altında öncelikle halkın Yavaş Şehir felsefesini kavramasına yönelik çalışmaların yapıldığı yapılan görüşmelerde anlaşılmaktadır. Başta bu felsefeye karıcı çıkan yerel halkın görüşlerinin yapılan eğitimler, yavaş şehir unvanına sahip diğer kentlere yapılan teknik geziler ile değiştiği halkla yapılan görüşmelerden fark edilmiştir.

Ayrıca, 33 esnafa, 24 muhtara, 16 kamu çalışanına ve 15 öğretmene “Halkla İlişkiler, Kaliteli Ağırlama ve Misafirperverlik, Turizm İşletmelerinde İletişim” konularını içeren dörder saatlik Yavaş Şehir eğitimleri verildiği; Gündül’de ikamet edenlere yönelik Yavaş Şehir ile ilgili olarak 90 kişinin katıldığı anket yapıldığı; farkındalık sağlanması açısından kent sakinlerinin, resmi kurum ve kuruluşların, sivil toplum kuruluşlarının ve esnafların; broşürler ve yeni kurulan “<http://www.sakinsehirgudul.net>” web sitesi ile bilgilendirilmeye çalışıldığı belirtilmiştir (Educa Life Eğitim, Danışmanlık Proje Ltd. Şti. 2019).



Şekil 10: Yavaş Şehir Tanıtım Eğitimleri (Gündül Yavaş Şehir Başvuru Dosyası, 2019: 50-51).

Bu başlık altında yer alan kriterlerin tamamıyla ilgili plan ve projenin bulunduğu; tüm kamu çalışanlarının, dernek ve vakıfların, kent sakinlerinin ve esnafın Yavaş Şehir hakkında broşürler, toplantılar ve eğitimler ile bilgilendirilip farkındalıklarının artırıldığı tespit edilmiştir.

Tablo 5: Misafirperverlik, Farkındalık ve Eğitim İçin Planlar Kapsamında İncelenmesi.

5. Misafirperverlik, Farkındalık ve Eğitim İçin Planlar	Değerlendirme
5.1. İyi karşılama *	⊥
5.2. Esnafın ve operatörlerin farkındalıklarını arttırmak *	⊥
5.3. Yavaş güzergâhların mevcut olması	⊥
5.4. Önemli yönetsel kararlara tabandan tavana katılım sürecini sağlayacak aktif tekniklerin benimsenmesi	⊥
5.5. Eğitimciler, yöneticiler ve çalışanların Cittaslow temaları hakkında sürekli eğitim görmesi **	⊥
5.6. Sağlık eğitimleri	+
5.7. Yöre halkına Cittaslow'un anlamı hakkında sistematik ve kalıcı eğitim vermek *	+
5.8. Cittaslow üzerine yerel yönetim ile çalışan derneklerin aktif varlığı	+
5.9. Cittaslow kampanyalarının desteklenmesi *	+
5.10. Cittaslow logosunun internet sayfasında ve antetli kağıt üzerinde kullanımı *	⊥

4.6. Sosyal Uyum Kapsamında Yapılanların Değerlendirilmesi

Sosyal uyum başlığı altında yer alan 1. ve 2. kriterlerdeki azınlık ve farklı etnik kökene sahip insanlarla ilgili kentte bir ayrımcılık olmadığı yerel halk ile yapılan görüşmeler sonucunda anlaşılmıştır. Gençlere yönelik olarak hazırlanan proje içerisinde futbol ve basketbol sahaları, koşu yolu ve gençlik merkezi gibi alanlar bulunmaktadır. Çocuk bakımının desteklenmesi konusunda ise yapımına başlanılan, Ankara ilinde örnek bir uygulama olan kreş ve anaokulu kompleksinde çocuk el sanatları atölyesi ve mini sera yapımı da düşünülmektedir (Güdül Yavaş Şehir Başvuru Dosyası, 2019: 22).

Sonuç olarak bu aşlık altında yer alan 11 kriterden 6 tanesinin (1, 2, 4, 8, 9 ve 11. kriterler) eksiksiz yerine getirildiği; 2 kriterle (5. ve 10. kriterler) ilgili herhangi bir girişimde bulunmadığı tespit edilmiştir.

Tablo 6: Sosyal Uyum Kapsamında İncelenmesi.

6. Sosyal Uyum	Değerlendirme
6.1. Azınlıklara yönelik ayrımcılığa karşı çalışmalar	+
6.2. Farklı etnik kökene sahip insanların aynı mahallede yaşaması	+
6.3. Engelli kişilerin entegrasyonu	⊥
6.4. Çocuk bakımının desteklenmesi	+
6.5. Genç neslin istihdam durumu	-
6.6. Yoksulluk	⊥
6.7. Toplumsal ortaklıklar/sivil toplum kuruluşların mevcudiyeti	⊥
6.8. Farklı kültürlerin entegrasyonu	+
6.9. Politikaya katılım	+
6.10. Belediyenin kamu konut yatırımı	-
6.11. Gençlik faaliyetlerinin yürütüldüğü bir alanların ve bir gençlik merkezinin mevcudiyeti	+

4.7. Ortaklıklar Kapsamında Yapılanların Değerlendirilmesi

Educa Life Eğitim, Danışmanlık Proje Ltd. Şti. firma yetkilisinden alınan bilgilerde; bu başlık altında yer alan kriterler için yavaş şehir ve yavaş beslenme tanıtımının yaygınlaştırılması amacıyla broşürler hazırlanarak ilçedeki tüm resmi kurum, kuruluş, sivil toplum kuruluşları, esnaf ve halka dağıtıldığı ve Yavaş Şehir tanıtımı için kurulan web sayfasında yavaş beslenme aktiviteleri ile kampanyaları yayınlandığı belirtilmiştir.

Tablo 7: Ortaklıklar Kapsamında İncelenmesi.

7. Ortaklıklar	Değerlendirme
7.1. Slowfood aktiviteleri ve kampanyaları için destek	+
7.2. Doğal ve geleneksel yiyecekleri Slowfood veya diğer kurumlar ile desteklemek	⊥
7.3. Eşleştirme projelerini desteklemek ve geliştirmekte olan ülkelerin Cittaslow ve Slowfood felsefelerinin yayılmasını da sağlayacak şekilde gelişmeleri için işbirliği yapmak	-

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yukarıdaki tablolarda ve başlıklar altında sunulan çalışmalar, Gündül'de Yavaş Şehir kriterleri kapsamında birçok projenin hayata geçirildiğini ya da planlandığını göstermektedir. Yavaş Şehir Birliğine katılabilmek için yerine getirilmesi gereken kriterlere göre hazırlanan görüşme formlarından elde edilen sonuçlar ile Gündül Yavaş Şehir Başvuru Dosyası üzerinden yapılan incelemeler başlıklar halinde değerlendirilmiş, bu değerlendirmeler arazi gözlem ve incelemelerimizle birleştirilerek Gündül'ün Yavaş Şehir potansiyeli belirlenmeye çalışılmıştır. Yavaş Şehir Tüzüğü'nde yer alan 72 adet kriterden 32 tanesinin Gündül'de gerçekleştirildiği ya da projelendirilip yapım aşamasında olduğu, 26 tane kriterle ilgili girişimlerin ve projelerin bulunmasına rağmen bazı eksikliklerin bulunduğu, 14 tane kriterin ise hiçbir şekilde sağlanamadığı tespit edilmiştir. 31 adet zorunlu kriterden ise 14 tanesinin eksiksiz olarak gerçekleştirildiği, 13 tanesinde kısmi eksikliklerin olduğu ve 4 adet zorunlu kriterin ise eksik olduğu belirlenmiştir. Eksik olan bu zorunlu kriterler;

- ✓ Bisiklet yolları ve bisiklet park yerlerine yönelik çalışmaların yapılması,
- ✓ Özel taşıt kullanımına alternatif olarak eko ulaşım planlanması,
- ✓ Kamusal sürdürülebilir kentsel planlamanın teşviki (Pasif ev vb.),
- ✓ Otel kapasitesinin artırılmasıdır.

Üye olmak için kriterler üzerinden 50 puan ve üzerini almak yeterlidir. Bu nedenle, öncelikli olarak Tüzük'te yer alan zorunlu kriterlere yönelik adımlar atılması adaylığın olumlu sonuçlanması için daha uygun olacaktır. Bu kapsamda, proje olarak öngörülen bisiklet yollarının ve bisiklet park yerlerinin tamamlanması, Çevre Yoluna yapılması planlanan bisiklet yolunun şehir merkezine devam ettirilerek yeni projeler ile bisiklet kullanımının teşvik edilmesi ve otel kapasitesinin artırılmasına yönelik yeni kararlar alınması öncelikli olarak ele alınmalıdır. Bu eksikliklerin tamamlanması durumunda Gündül'ün Yavaş Şehir olabilmesi için diğer kriterlerle ilgili yapılan çalışmaların yeterli olacağı düşünülmektedir. Gündül'ün, tüm kamu ve özel kurum ve kuruluşları ile en önemlisi de halkı ile Yavaş Şehir adaylığını benimsediği ve sahiplendiği görülmektedir. Özellikle Yavaş Şehir adaylığından önce, arka planda kalan bölge kadınlarının, kurulan kooperatif bünyesinde şehrin üretimine ve istihdama katılarak, Yavaş Şehir hareketini benimsemesi önemli bir adımdır. Bu sahiplenme, sadece adaylığın kabulü için değil sürdürülebilir bir yerel gelişim içinde en önemli husus olarak değerlendirilmektedir.

Bu kapsamda, başta Gündül olmak üzere aday şehirler ile adaylığa başvurmayı düşünen şehirler için Yavaş Şehir Birliğine katılım için zorunlu tutulan kriterler, şehirlerin kentsel planlamada yararlanabileceği bir rehber olarak ele alınabilir. Söz konusu kriterler, yerel ve organik ürün üretimini teşvik ederek yerel ekonomiyi canlandırmaktadır. Ayrıca, eko-turizm açısından yerel gelişmeye katkılar sağladığı üye şehirlerin turizm açısından gösterdikleri gelişimlerden anlaşılmaktadır. Olumlu özelliklerinin yanı sıra, Yavaş Şehir Birliğinin olumsuz özellikleri de bulunmaktadır. Yavaş Şehir projelerine yerel halkın katılımının az olması durumunda yapılan yatırımların boşa harcanması oluşabilecek sorunların en başında sayılabilir. Gündül örneğinde olduğu gibi Yavaş Şehrin tüm kent sakinlerince benimsenmesi başarılı bir adaylık süreci için en başta gelmektedir. Ayrıca, Yavaş Şehir adaylığının sürdürülebilir olması için belli bir süreç içine yayılarak tamamlanması gerekmektedir. Acele atılacak adımlar Birliğin amacının dışına çıkmaktır. Bu konu Gündül içinde kritik bir husustur.

Sonuç olarak, Yavaş Şehir kriterlerini uygulayan kentlerin, adaylık sürecinde dahi ulusal ve uluslararası düzeyde bir cazibe merkezi haline geldiği ve adaylık işleminin tamamlanmasında sonra "Salyangoz Bayrağı" ile tanınırlığının arttığı anlaşılmaktadır. Yavaş Şehir ağına katılmak isteyen şehirlerin yöneticilerinin öncelikli olarak bu cazibeye kapılarak hareket etmek yerine, birliğin amacını ve felsefesini kavrayarak sürece dâhil olması en önemli husustur. Ardından halkın katılımının sağlanması için gerekli adımlar atılmalıdır. Yavaş Şehir Hareketi'nin başarılı bir sürdürülebilir yerel gelişme sağlaması için halkın katılımı ve sahiplenmesi zaruridir. Yavaş Şehir Birliğine katılmak için hazırlanan plan ve projeler hakkında acele karar verilmemesi ve kaynakların bilinçli bir şekilde yönetilmesi bir başka önemli husustur. Üye olmak için kriterler üzerinden 50 puan ve üzerini almak yeterlidir. Bu nedenle, öncelikli olarak Tüzük'te yer alan zorunlu kriterlere yönelik adımlar atılması adaylığın olumlu sonuçlanması için daha uygun olacaktır. Son olarak, Yavaş Şehir Birliği'nin öncelikli amacının yerel ekonomik kalkınmadan önce yerelin korunması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması olduğu hiçbir aşamada unutulmamalıdır.

KAYNAKÇA

- Akman, E., Negiz, N., Akman Ç. (2013). Sürdürülebilir Bir Kalkınma İçin Yavaşça Acele Et (Festina Lente). Celal Bayar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2013, Manisa.
- Güdül Belediyesi. (2019). Güdül Belediyesi Yavaş Şehir Başvuru Dosyası. <http://www.sakinsehirgudul.net/home/sunum>. (Erişim tarihi: 03.05.2019)
- Hekimci, F. (2014). Sürdürülebilir Geleceğimiz; Yavaş Şehirler. ODTÜ'lüler Bülteni, Sayı: 235, s. 36-37, Ocak, 2014, Ankara.
- Hekimci, F. (2014). Sürdürülebilir Bir Yerel Kalkınma Modeli: "Yavaş Şehirler" ve Ekoturizm. Anahtar Dergisi, Sayı: 306, Haziran, 2014, T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Ankara.
- Hekimci, F. (2013). Sürdürülebilir Bir Kentsel Yaşam Örneği; Yavaş Şehirler. IV. Ulusal Verimlilik Kongresi, Bilkent Otel, Ankara, <http://www.verimlilikkongresi.gov.tr/>.
- Kavas, G. ve Kavas, N. (2012). Slow Food (Yavaş Yemek) ve Cittaslow (Yavaş Şehir). Dünya Gıda, Sayı: 74.
- Mayer, H. ve Knox, P. (2006). Slow Cities: Sustainable Places in a Fast World. Journal of Urban Affairs, Vol.28, No.4.
- Nilsson J.H., Svärd A.C., Widarsson A., Wirell, T. (2011). Cittaslow Eco-Gastronomic Heritage as a Tool for Destination Development. Current Issues in Tourism, 14(4), 373-386.
- Özmen, A., Can, M. C. (2018). Cittaslow Hareketi'ne Eleştirel Bir Bakış. TMMOB Şehir Plancıları Planlama Dergisi. 28(2):91-101.
- Özmen, Y., Ş., Birsen, Ö. ve Birsen, H. (2016). Kentleşme Dinamiklerine Cittaslow Kentler Üzerinden Bakmak: Türkiye'deki Cittaslow Şehirleri Üzerine Bir Araştırma. Anadolu Üniversitesi İletişim Bilimleri Fakültesi Uluslararası Hakemli Dergisi. Cilt: 24, Sayı: 2.
- Petrini, C., (2003). Slow Food, The Case for Taste. Columbia University Press, New York.
- Rådström, S. J. (2011). A Place Sustaining Framework for Local Urban Identity:an Introduction and History of Cittaslow. Italian Journal of Planning Practice, 1(1), 90-113.
- Sezgin, M. ve Ünüvar, Ş. (2011). Sürdürülebilirlik ve Şehir Pazarlaması Ekseninde Yavaş Şehir, Konya.
- Serin, A. (2009). Yavaş Şehir Hareketi 100 Kente Yayıldı. Hürriyet, 11.05.2009.
- Sırım, V. (2012). Çevreyle Bütünleşmiş Bir Yerel Yönetim Örneği Olarak "Sakin Şehir" Hareketi ve Türkiye'nin Potansiyeli. Tarih Kültür ve Sanat Araştırmaları Dergisi, Vol.1, No. 4.
- Sırım, V. (2012). Çevreyle Bütünleşmiş Bir Yerel Yönetim Örneği Olarak "Sakin Şehir" Hareketi ve Türkiye'nin Potansiyeli. Tarih Kültür ve Sanat Araştırmaları Dergisi, Vol.1, No. 4.
- Ünal, Ç. (2016). Turizm Coğrafyasında Yeni Kavramlar "Yavaş Şehirler ve Yavaş Turizm". Doğu Coğrafya Dergisi, 21 (36): 13-28.
- Zoğal, V. ve Arslan, F. (2018). Sakin Şehir (Cittaslow) Unvanı Alabilme Potansiyeli Açısından Sındırgı. Güncel Araştırmalar Işığında Sındırgı (Bildiriler Kitabı). Ege Üniversitesi Yayınları, Edebiyat Fakültesi Yayın No: 200.
- <http://www.cittaslow.org>, erişim tarihi: 30.06.2019
- <http://www.cittaslowturkiye.org/cittaslow-turkiye.html>, erişim tarihi: 01.06.2019
- <http://www.gudul.gov.tr/genel-bilgiler>, erişim tarihi: 15.05.2019
- <http://www.sakinsehirgudul.net/>, erişim tarihi: 15.05.2019
- <https://www.slowfood.com/>, erişim tarihi: 30.06.2019
- <https://gudul.bel.tr/>, erişim tarihi: 15.05.2019
- www.ankarakulturturizm.gov.tr, erişim tarihi: 30.05.2019
- <http://www.ankara.gov.tr/gudul>, erişim tarihi: 15.05.2019
- <http://gudulhalkegitim.meb.k12.tr/tema/index.php>, erişim tarihi: 15.09.2019

Yapılan Görüşmeler

- Educa Life Eğitim, Danışmanlık Proje Ltd. Şti. firma yetkilisi ve Güdül Belediyesi Yavaş Şehir danışmanı, V. AKDEMİR, 05.05.2019.
- Güdül Kaymakamı, D. Dinç, 10.05.2019.
- Güdül İlçe Tarım ve Orman Müdürü, H. Tanrıseven, 10.05.2019
- Güdül İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü çalışanı, K. Yıldız, 10.05.2019
- Güdül Belediyesi çalışanı, T. Buğdaycı, 10.05.2019
- TOSYÖV (Türkiye Küçük ve Orta lekli İşletmeler Serbest Meslek Mensupları ve Yöneticiler Vakfı) Yönetim Kurulu Başkanı, N. Kuleyin, 10.05.2019

**YIELD AND YIELD COMPONENTS OF SOME COMMON VETCH (*Vicia sativa* L.)
VARIETIES IN ECOLOGICAL CONDITIONS OF CEYLANPINAR**

Yakup ALKIŞ

Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa

Mustafa OKANT

Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü (Sorumlu yazar)

mokant@yahoo.com

ABSTRACT

This study was conducted to determine yield and yield components of common vetch (*Vicia sativa* L.) varieties grown in semi-arid ecological conditions in southeastern Turkey. Field experiment was established at Ceylanpınar district in Şanlıurfa province, and carried out in winter season of 2014-2015. Experimental layout was a complete randomized block design with three replications. Registered 11 common vetch varieties were used in the experiment. All traits investigated, except for pod numbers per plant, were significantly ($P<0.05$) different among the varieties. The results indicated that plant height ranged from 77.47-91.77 cm, fresh forage yield from 1749-2701 kg da⁻¹, dry forage yield from 408.1-643.6 kg da⁻¹, crude protein ratio from 16.46-24.22%, pod numbers per plant from 17.50-21.70 pods, seed numbers per pod from 6.57-5.43, seed yield from 130.2-186.7 kg da⁻¹, 1000-seed weight from 45.77-63.20 g. Green forage yield, dry forage yield and seed yield characteristics, which are the most important traits for common vetch, of Ürkmez variety was superior compared to the other 10 common vetch varieties. However, the results revealed that Özveren variety came to the fore in terms of plant height and 1000-seed weight in Ceylanpınar ecological conditions.

Keywords: Common vetch, fresh forage yield, dry forage yield, seed yield, crude protein ratio

1. INTRODUCTION

Vetch (*Vicia sativa* L.) is an annual legume forage crop that is cultivated in plant-animal production systems to obtain green or dry hay and grain; thus, is widely used for feeding the livestock in many parts of the world (Ramos et al., 2000; Açıkgöz, 2001; Cabellero et al., 2001; Chowdhury et al., 2001; Han, 2010). Vetch is of great importance in providing quality forage and concentrated feed required by animal husbandry in Southeast Anatolia Region of Turkey (Tosun, 1974). The vetch has about 150 species in the world and the most widely cultivated species is common vetch (*Vicia sativa* L.). Climbing growth nature and high protein content of common vetch are the main reasons why many farmers extensively prefer vetch in intercropping with cereals (Dhima et al., 2007).

Various studies have been conducted to investigate the yield and yield components of the common vetch, an annual legume forage crop. Seydoşoğlu (2014) reported that the plant height of common vetch was between 33.9 and 62.6 cm, green hay yield was between 1522.0 and 3232.3 kg da⁻¹, dry hay yield between 308.0 and 919.5 kg da⁻¹ and seed yield 92.2 and 293.7 kg da⁻¹. Kökten et al. (2018) reported that the average plant height, green hay yield and dry hay yield of bitter vetch, which is an annual legume forage crop was 31.1 cm, 412.8 kg da⁻¹ and 95.7 kg da⁻¹. Similarly, Kökten et al. (2019) reported that the average crude protein content in bitter vetch genotypes was 7.3%.

Most of the pastures in Southeastern Anatolia region are included in the weak pasture class (Seydoşoğlu ve ark. 2018; Seydoşoğlu ve Kökten, 2019), reported that forage crops are important.

This study was carried out to investigate the production potential and yield components of some commercial common vetch varieties breed in recent years in Ceylanpınar district of Şanlıurfa province, Turkey.

2. MATERIAL AND METHODS

This research was conducted in a farmer field located at Yüksektepe village of Ceylanpınar district, Sanliurfa province in 2014-2015 production season. The registered Alper, Cumhuriyet-99, Selçuk-99, Özveren, Ürkmez, Yücel, Gökem, Albayrak, Doruk, Bakır-2001 and Alınoğlu-2001 common vetch varieties were used as materials.

Soil samples were collected from 0-30 cm depth of the plots to determine some chemical characteristics of the experimental field. The analysis of soils revealed that soil in the experimental field was very calcareous (12.31%), high in available potassium (316 kg ha⁻¹), low in organic matter (1.49%) and very low in plant-available phosphorus (50.4 kg ha⁻¹) (Ülgen and Yurtseven, 1995).

Total annual rainfall during vegetation period of common vetch was slightly higher than the average for long-term. Meteorological data indicated a very high rainfall (100.8 mm) in February 2015. The average monthly temperature and relative humidity during the vegetation period were close to the average for long term (Table 1). Precipitations in April and May, which were flowering and broad bean periods were 24.3 and 10.3 kg m⁻¹, respectively. Precipitation during this period was not adequate, therefore plants were irrigated twice at field capacity with a sprinkler system.

Table 1. Meteorological data of the experiment site during experiment and long-term (Anonymous, 2018)

Time	Average temperature (°C)	Relative humidity (%)	Precipitation (mm)
November 2014	12.1	53.9	78.6
November Long-Term	12.8	59.9	44.2
December 2014	9.5	79.4	55.4
December Long-Term	7.5	69.9	78.7
January 2015	6.2	65.6	82.5
January Long-Term	5.6	70.3	84.8
February 2015	7.6	74.3	100.8
February Long-Term	7.0	66.9	71.0
March 2015	11.7	58.9	79.0
Long-Term	10.9	60.4	66.1
April 2015	15.7	49.7	24.3
March Long-Term	16.2	56.2	49.2
May 2015	22.8	38.0	10.3
May Long-Term	22.1	44.9	29.1
June 2015	27.7	35.3	0.7
June Long-Term	28.1	32.8	4.0

3. METHODS

The experiment was established in the last week of December. The experimental was laid out according to a randomized block design with 3 replications. Each plot consisted of 6 rows with 8 m length and 20 cm interrow spacing. The amount of seed used for each variety was determined by considering 1000-grain weights (8-10 kg da⁻¹). The plot size was 1.2m×8m = 9.6 m² and treatments were separated by 1 m buffer zone from each other. The first and the last rows of each plot and the first and last 50 cm of each row were not included in the harvest and observations to eliminate the side effect. Half of each plot (2 rows) was harvested for observations on hay yield and the other half (2 rows) was harvested for observations on seed yield. Basal fertilizer as 30 kg pure nitrogen per hectare and 60 kg pure phosphorus per hectare was applied at seed sowing (Çil et al., 2004; Yücel et al., 2008). During the growing period of vetch, irrigation (twice), hoeing and other necessary maintenance operations were performed. Green hay was harvested at 50% flowering stage and the grain harvest was performed by hand at the full ripening stage when the lower pods become brown color (Sahar, 2006).

Plant length was determined by the average of the distance between the soil surface and the last bud of 10 plants randomly selected from each plot. The average values were recorded by counting the number of pods and number of seeds per 10 plants selected from each plot. The yield of green hay harvested from each plot was determined by weighing the weights of green hay at field conditions. The yield values determined per plot were converted to yield per decare. A portion of (0.5 kg) green hay harvested from each plot was dried in an oven at 70 °C for 48 hours (Anonymous, 2016). The dried hay samples were weighed and dry hay yields of different vetch varieties were determined. The dried

hay yield values determined per plot were converted to yield per decare. Plant samples taken from dry hay were ground in a mill with a sieve diameter of 1 mm and used for analysis. The raw ash content of the feeds was determined by burning hays in an ash oven at 550 °C for 8 hours. The Kjeldahl method was used to determine the nitrogen (N) content of the samples. The crude protein ratio was calculated by multiplying the N ratio by 6.25 (AOAC, 1990).

4. STATISTICAL ANALYSIS

The differences in properties investigated among the vetch varieties were assessed by one-way analysis of variance (ANOVA). Treatment means of varieties were separated by using the least significant test (LSD) at $P < 0.05$ level of confidence. All statistical analyses were carried out using the SPSS 20.0 software.



Figure 1. The study area Ceylanpınar district of Sanliurfa (in Turkey)

5. RESULTS AND DISCUSSION

The differences in plant size, yields of green hay, dry hay and seed were statistically significant among vetch varieties (Table 2). Mean plant height varied between 77.47 cm and 91.77 cm. The lowest plant height was recorded in Almoğlu-2001 variety, whereas the difference in plant height among the rest of 10 vetch varieties was not statistically significant.

Table 2. Some characteristics of the varieties examined in the experiment

Varieties	Plant height (cm)	Green hay yield (kg da ⁻¹)	Dry Hay yield (kg da ⁻¹)	Seed yield (kg da ⁻¹)
Alper	84.53ab ^{&}	1987.0b-e	506.32bc	184.45a
Cumhuriyet -99	91.70a	2298.0a-c	515.03b	172.78ab
Selçuk-99	84.57ab	1855.3c-e	408.07d	144.22bc
Özveren	91.77a	2457.67ab	499.29bc	184.11a
Albayrak	84.53ab	2054.00b-e	463.53b-d	175.33ab
Görkem	79.63ab	2124.67b-e	472.20b-d	136.33ab
Almoğlu-2001	77.47b	1749.00e	422.60cd	130.22c
Doruk	83.83ab	1805.00de	454.53b-d	176.89ab
Ürkmez	89.60a	2701.00a	643.56a	186.67a
Bakır-2001	83.93ab	2196.00b-e	516.65b	172.33ab
Yücel	89.60a	2294.67a-d	503.62bc	181.56a
Mean	85.56	2138.39	491.40	167.71
LSD	8.23**	491.22**	84.94**	14.18**

& Different letters in a column indicate significant differences ($P < 0.05$) among vetch varieties, ** Significant at $P \leq 0.01$.

The mean green hay yield ranged between 1749.00 and 2701.00 kg da⁻¹. The highest green hay yield (2701.00 kg da⁻¹) was obtained with Ürkmez variety, however, the difference between Ürkmez, Özveren, Cumhuriyet-99 and Yücel varieties were not statistically significant. The lowest green hay

yield was recorded in Alınoğlu-2001 variety. The mean yields of common vetch varieties ranged from 408.07 to 643.56 kg da⁻¹. The highest hay yield was obtained from Ürkmez cultivar while the lowest hay yield was recorded in Selçuk-99 cultivar (Table 2). The mean grain yield of the varieties ranged from 130.22 kg da⁻¹ to 186.67 kg da⁻¹. Ürkmez, Alper, Cumhuriyet, Özveren, Albayrak, Doruk, Copper and Yücel varieties had higher grain yield compared to the grain yields of other varieties. The grain yields of Gökem and Alınoğlu-2001 varieties were lower than the other varieties (Table 2).

Crude protein ratio and the number of seeds per pod among common vetch varieties were significantly different, however, the difference in the number of pods per plant among vetch varieties was statistically insignificant. The mean crude protein ratio ranged from 16.46 to 24.22%. The highest protein ratio among the common vetch varieties was obtained in Albayrak cultivar with 24.22%, while the lowest protein ratio was recorded in Cumhuriyet-99 cultivar with 16.46% (Table 3).

The mean number of seeds per pod among common vetch varieties ranged from 5.43 to 6.57. Yücel, Özveren and Cumhuriyet -99 varieties were included in a group with the highest number seeds per pod while the lowest number of seeds per pod was recorded in Albayrak variety. Several studies have been conducted to investigate the characteristics of common vetch and other legume forage crops and reports have been published. Seydoşoğlu et al. (2015) conducted a study on grasspea (*Lathyrus sativus* L.) varieties and reported that plant height varied between 39.25 and 59.17 cm, green hay yield was between 1379.50 and 3154.17 kg da⁻¹, hay yield was between 330.67 and 767.38 kg da⁻¹ and seed yield was between 181.00 and 269.83 kg da⁻¹.

Table 3. Some characteristics of the varieties examined in the experiment

Varieties	Crude protein ratio (%)	Number of seed per pod (piece)	Number of pods per plant (piece)
Alper	19.42c	5.53de	19.6
Cumhuriyet -99	16.46d	6.20a-c	20.1
Selçuk-99	20.07bc	5.57de	21.3
Özveren	20.14bc	6.43ab	20.8
Albayrak	24.22a	5.43e	21.7
Gökem	21.68b	6.00b-d	20.3
Alınoğlu-2001	16.58d	5.83c-e	20.8
Doruk	20.63bc	5.77c-e	19.1
Ürkmez	20.13bc	5.63de	21.7
Bakır-2001	19.89bc	5.90c-e	21.2
Yücel	19.71c	6.57a	17.5
Mean	19.90	5.90	20.4
LSD	1.84**	0.53	Non-significant

& Different letters in a column indicate significant differences ($P < 0.05$) among vetch varieties, ** Significant at $P \leq 0.01$.

Albayrak et al. (2005) reported that the average seed yield of some common vetch genotypes was 122.3 kg da⁻¹ and the number of seeds per pod was 6.17. Kaplan (2013) found that ADF ratio in some common vetch genotypes ranging between 26.28 and 45.43%, NDF rate was between 32.32 and 49.56%, green hay yield was between 1212.1 to 4386.0 kg da⁻¹, dry hay yield was between 213.7 to 709.6 kg da⁻¹ and crude protein ratio was between 17.21 and 24.76%. Yücel et al. (2012) reported that crude protein ratio of vetch genotypes grown under different ecologies varied between 14.68 and 24.60%.

The results obtained in this study show similarities and differences with the findings of the aforementioned studies. Dhima et al. (2007) indicated that types of cultivars, seeding ratio and many other factors significant impact on growth and performances of crops grown in a region. The differences in finding can be attributed to the materials used in experiments, sowing times and ecological conditions of the experimental sites.

6. CONCLUSION

Yield and yield characteristics of some common vetch (*Vicia sativa* L.) varieties grown as winter intermediate crop in Southeastern Anatolia Region, Turkey were determined. Green and dry hay yields Ürkmez variety were superior to other varieties. Similarly, grain yields of Alper, Cumhuriyet, Özveren, Albayrak, Doruk, Bakır and Yücel varieties in addition to Ürkmez variety were higher compared to the rest of the vetch varieties. The results of the study revealed that superior varieties obtained in this research should be preferred for common vetch cultivation in semi-arid environmental conditions such as Ceylanpınar district and similar ecologies.

ACKNOWLEDGEMENT

This study has been prepared from a Master's Thesis (No: 54033) in Harran University, Turkey.

REFERENCES

1. Açıkgöz, E. (2001). Forage Crops. Uludag University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, No: 182, Bursa, p. 410 (in Turkish).
2. Albayrak, S., Güler, M., Töngel, B. C. (2005). The relationship between seed yield and yield components of common vetch (*Vicia sativa* L.) lines. Ondokuz Mayıs University, Journal of Agricultural Faculty 20: 56-63 (in Turkish with English abstract).
3. Anonymous. (2018). Ministry of Agriculture and Forestry General Directorate of State Meteorological Affairs; Meteorological data of Şanlıurfa province, Turkey.
4. Anonymous. (2016). Technical Instructions for Testing of Agricultural Values. Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Seed Registration and Certification Center, Ankara.
5. AOAC. (1990). Association of Official Analytical Chemists. Official Method of Analysis. 15th. Ed. Washington, DC. USA. p.66-88.
6. Caballero, R., Alzueta, C., Ortiz, L.T., Rodriguez, M.L., Barro, C., Rebole, A. (2001). Carbohydrate and Protein fractions of fresh and dried common vetch at three maturity stages. Agronomy Journal 93: 1006–1013.
7. Chowdhury, D., Tate, M. E., McDonald, G. K., Hughes, R. (2001). Progress towards reducing seed toxin levels in common vetch (*Vicia sativa* L.). Proceeding of the Australian Society of Agronomy. The regional institute Ltd. Online Community Publishing. Australia.
8. Çil A. N., Yücel C., Çil A. and Fırıncıoğlu H. K. (2004). Determination of Yield and Yield Related Traits of Some Common Vetch (*Vicia sativa* L.) Lines in South Eastern Project Region Conditions. Journal of Field Crops Central Research Institute 13 (1-2): 37-46 (in Turkish with English abstract).
9. Dhima, K. V., Lithourgidis, A. S., Vasilakoglou, I. B., Dordas, C. A. (2007). Competition indices of common vetch and cereal intercrops in two seeding ratio. Field Crops Research, 100(2-3): 249-256.
10. Kaplan, M. (2013). The effect of harvest time on the yield and quality of common vetch (*Vicia sativa* L.) genotypes. Erciyes University, Journal of the Institute of Science and Technology, 29(1): 76-80 (in Turkish with English abstract).
11. Kökten, K., Kaplan, M., Seydoşoğlu, S., Tutar, H., Özdemir, S. (2019). Determination of Seed Yield, Straw Yield and Quality of Some Bitter Vetch (*Vicia ervilia* L. Willd) Genotypes in Bingöl Ecological Conditions. Ege Univ. Journal of Agricultural Faculty, 56 (1):27-33.
12. Kökten, K., Kaplan, M., Seydoşoğlu, S., Yılmaz H.Ş. Uçar R. (2018). Determination of Herb Yield and Quality Characteristics of Some Bitter Vetch [*Vicia ervilia* (L.) Willd] Genotypes Under Bingöl Conditions. Turkey Agricultural Research Journal, 5(3): 236-245 (in Turkish with English abstract).
13. Ramos, E., Alcaide, E.M., Yanez-Ruiz, D., Fernandez, J.R., Sanz Sampelayo, M.R. (2000). Use of different leguminous seeds for lactating goats. Amino acid composition of the raw material and the rumen undegradable fraction. Options Mediterranean 74: 285-290.
14. Seydoşoğlu, S. (2014). Research on Determination of Yield and Yield Components of Some Common Vetch (*Vicia sativa* L.) Genotypes in Diyarbakır Ecological Conditions. Turkey Agricultural Research Journal, 1(2): 117-127 (in Turkish with English abstract).
15. Seydoşoğlu, S. Saruhan, V. Kökten, K. Karadağ, Y. (2015). Determination of Yield and Yield Components of Some Grasspea (*Lathyrus sativus* L.) Genotypes in Diyarbakır Ecological

- Conditions. Gaziosmanpaşa University, Journal of Agricultural Faculty, 32 (3): 98-109 (in Turkish with English abstract).
16. Seydoşoğlu, S., Kökten, K. 2019. Batman Mera Vejetasyonlarının Bazı Özellikleri, Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 23(1): 27-33
17. Seydoşoğlu, S., Kökten, K., Sevilmiş, U. 2018. Basic Vegetation Characteristics of Village Pastures Connected to Mardin Province and Its Provinces, Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences, 5(4): 406–413.
18. Şahar, K. (2006). A Research on Hay and Seed Yields of Some Vetch Species and Varieties. Thesis, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Yüzüncü Yıl University, Van, p. 44 (in Turkish with English abstract).
19. Tosun, F. (1974). Cultures of Legume and Wheat Forage Crops. Atatürk University Publication No: 242, Agricultural Faculty Publication No: 123. Textbook Series No:8, Erzurum, p. 30.
20. Ülgen N, and Yurtsever, N. (1995). Turkey Fertilizer and Fertilizer Application Guide. –T.C. Prime Ministry General Directorate of Rural Services, Directorate of Soil and Research Institute Publications, Publication No: 209, Technical Publications No: T.66, Ankara, p. 230.
21. Yücel, C., Gültekin, R., İnal, İ., Avcı, M. (2008). Determination of Yield and Yield Characters of Some Common Vetch (*Vicia sativa* L.) Lines. – Anatolian Aegean Agricultural Research Institute Journal, 18(2): 38-54 (in Turkish with English abstract).
22. Yücel, C., Sayar, M.S., Yücel, H. (2012). Determination of Some Characteristics Related to Hay Quality of Common Vetch (*Vicia sativa* L.) Genotypes in Diyarbakır Conditions. Harran University, Faculty of Agriculture Journal, 16(2):45-54 (in Turkish with English abstract).

IMPACT OF RADIO PROPAGATION MODELS ON A CROSS-LAYER PROTOCOL TO PROVISION QoS IN WIRELESS MULTIMEDIA SENSOR NETWORKS

Alper K. DEMIR

Assist. Prof. Dr. Dept. of Computer Engineering Adana Alparslan Turkes Science and Technology University, Adana, Turkey, Email: akdemir@atu.edu.tr

ABSTRACT

Wireless multimedia sensor networks (WMSNs) depend upon novel Quality of Service (QoS) protocols for real-time and multimedia applications because of having limited resources and inherent features. In this paper, we examine the impact of radio propagation models, namely Friis Free Space, 2 Ray Ground and Hata Urban, on a cross-layer protocol, XLCP, to offer QoS in Wireless Multimedia Sensor Networks. XLCP, unifying network routing and MAC functionalities, is a cross-layer protocol that enables scalable service differentiation. Performance results indicate that radio propagation models influence QoS level in simulations for XLCP protocol. As far as we know, both exploring the impact of physical layer propagation model on the higher layer protocols and development of physical layer aware protocols are still an unexplored area.

Index Terms: Wireless multimedia sensor networks, multimedia, QoS, radio propagation model.

Introduction

Technological advances in hardware devices such as CMOS cameras and microphones have enabled low cost curtailed embedded sensor devices equipped with video and audio assemble components [1], [2]. Networking such hardware devices gathering multimedia content from physical environment is named as Wireless Multimedia Sensor Networks (WMSNs) [3], [4]. In order to successfully run WMSN applications, a concrete degree of Quality of Service (QoS) guarantees, such as reliable and timely transmission of multimedia content, is expected from the WMSN. QoS describes satisfaction level of application concerns from the underlying communication network or discerned traffic quality level that the underlying network gives to an application. For having constrained resources such as memory, storage, processing and bandwidth, WMSNs indicate considerable QoS provisioning challenge. On the other hand, protocols developed for traditional wireless networks and ad hoc networks are not applicable to WMSNs. Therefore, brand-new generations of protocols are required for WMSNs. Increasing number of WMSN applications, such as mission critical target tracking in battlefields and real-time emergency response will become reality once challenges are tackled.

Traditional layered wireless protocols are inadequate for WMSNs since layered design inherits redundancy and common dependencies exist in different layers. Thus, cross-layer design approaches have emanated to address performance enhancement of WMSN protocols [5], [6]. In order to meet QoS requirements of WMSN applications, cross layer design is very crucial for improving the performance and efficiency of protocols. In our previous studies, we presented a cross-layer communication protocol, XLCP [7] that unifies routing and MAC functionalities and enables scalable service differentiation in order to meet QoS requirements of WMSN applications. XLCP is also tested and confirmed in an image, voice and activity transmission applications [8]–[10].

The performance of a wireless protocol is affected by the underlying radio propagation model. The number of nodes within a collision domain that is a crucial parameter for contention and interference is obtained by the radio propagation model [11]. Consecutively, ability of transmitting a packet to a node is directly affected where QoS metrics, such as reliability, throughput and delay, results in different figures. In this paper, the impact of radio propagation models on XLCP to provision QoS in WMSNs is examined.

Related Work

There is not much research on how radio propagation models impact on the performance of the protocols in wireless multimedia sensor networks (WMSNs). There has been some research in wireless ad hoc networks [11], [12] and sensor networks [13]–[15]. The impact of acoustic

propagation models on the higher layer protocols are investigated in the scope of underwater wireless sensor networks [16]. The literature review shows that the influence of propagation models on the performance of the WMSN are not investigated deeply yet. This gap within the research inspired this work.

XLCP: A Xross-Layer Communication Protocol for Service Differention

XLCP unifies MAC and Routing protocol functionalities into a single module [7]. XLCP is a fairly simple protocol because of resource limitation of sensor nodes. It is completely stateless, based on localized packet forwarding, and assumes location awareness. Each node is required to find out its location relative to sink. Localized packet forwarding decisions are determined by a cost function leveraging feedback on the level of energy, data rate, channel quality and available buffer length in order to determine the best next hop. During CSMA/CA-like MAC operation, nodes randomly access to channel. XLCP also utilizes back-off interval, inter frame spacing and MAC frame retransmission counts. By differentiating such parameters and utilizing the cost function, QoS (i.e. reliability, throughput, delay, reliability, or combinations) differentiation is achieved.

Every sensor nodes achieve distributed duty cycling. First of all, all sensor nodes reside in IDLE state where they listen to the communication channel. Upon detecting a communication over the channel, a sensor node sets the channel busy until timer expires. Whereas a packet associated to class Q is determined and the channel is available, a sensor node sets itself to RTSI state to send an RTS-I packet. During RTSI state, the $CSMA_{RTSI}$ algorithm similar to CSMA/CA method with parameter values depending upon QoS class of the packet is applied by a sensor node. RTS-I packets are investigation packets to determine the quality level of the next forwarding node. Such different QoS parameters results with service differentiation. Subsequently, a sensor node broadcasts an RTS-I packet and it transfers into WCTSQ state to receive for a CTS-Q packet. Then, it collects all CTS-Q packets associated with the packet for $WCTSQ^Q$ period.

When a sensor node receives a broadcast RTS-I packet, the sensor node transfers into CTSQ state and determines the QoS-cost value that will be inserted into unicast CTS-Q packet provided that the sensor node is in IDLE state and is closer to sink within a given threshold. The QoS-cost value is determined by a cost function based on SNR, remaining energy, data rate and buffer length. CTS-Q packets carry out quality level of a node, cost value, computed by a cost function. Cost value is used as one-hop feedback control in routing decisions. During CTSQ state, the sensor node performs $CSMA_{CTSQ}$ algorithm akin to CSMA/CA approach with parameter values assigned to QoS class of the packet.

The sensor node collects the CTS-Q packets during $WCTSQ^Q$ period to select the best candidate node that send the highest QoS-cost value in CTS-Q packet to transmit the data packet by getting into DATA state. In DATA state, the sensor nodes send the data packet to a relay node that transmitted the highest QoS-cost value injected into CTS-Q packet. In order to send data packet to candidate relay node, sensor node applies $CSMA_{DATA}$ algorithm. Immediately, if acknowledgement is enabled, the sensor node gets into WACK state to receive an acknowledgement packet. Otherwise, it gets into IDLE state. When a sensor node receives a packet, it updates received SNR value of related packet by applying exponential weighted moving average.

Radio Propagation Models

We examine the impact of radio propagation models, Friis Free Space, 2 Ray Ground and Hata Urban, on a cross-layer protocol, XLCP, to provision QoS. For Friis, the received power by an antenna in dBm is given as:

$$Pr = Pt + Gt + Gr - (32.46 + 20 \cdot \log_{10} B + 20 \cdot \log_{10} d) \quad (1)$$

where B is in mega hertz, and d is in kilo meters.

For 2 Ray Ground, the received power by an antenna in dBm is given as:

$$Pr = Pt + Gt + Gr - (20 \cdot \log_{10} 50 + 20 \log_{10} 1.5 - 40 \cdot \log_{10} d) \quad (2)$$

where d is in meters.

For Hata Urban, the received power by an antenna in dBm is given as:

$$PL_{11} = (1.1 * \log_{10} B - 0.7) * 1.5 - (1.56 * \log_{10} B - 0.8) \quad (3)$$

where d is in meters.

$$PL_1 = 69.55 + (26.16 * \log_{10} B - (13.82 * \log_{10} 50) - PL_{11}) \quad (4)$$

$$PL_2 = 44.9 - 6.55 * \log_{10} 50 \quad (5)$$

$$Pr = Pt + Gt + Gr - (PL_1 + PL_2) \quad (6)$$

where B is in mega hertz.

Performance Evaluation

In sequence to gain insights on the impact of radio propagation models on XLCP protocol, we carried out detailed simulations on an in-house developed simulator in Matlab environment [17]. The NS-2 simulator [18], [19] is used as a reference for implementing XLCP in Matlab language. Table I represents the general simulation environment parameters.

Sensor Network Terrain Area	$40m \times 40m$
Node Number and Placement	48 Uniform
Sink Coordinate	(0,20) m
Simulation time	10 sec
Number of Events	2
Event Impact Range	8 m
Bandwidth	1 Mbps
Radio Range	10 m
Transmit (Tx) Energy	24.75 mW
Receive (Rx) Energy	13.5 mW
Idle Energy	1.45 mW
Sleep Energy	15 μ W
Total Buffer Length	100 packets
Max Retransmission	8 times
Scheduler	FIFO
Data Packet Length	100 bytes
RTS-I, CTS-Q and ACK Packet Length	20 bytes, 20 bytes, 15 bytes

Table I: WSMN Simulation Parameters

$\beta_{duty-cycle}^{all-Q}$	1
$\beta_{minNB-x}^Q$	4
$\beta_{maxNB-x}^Q$	10
$\beta_{minBE-x}^Q$	3
$\beta_{maxBE-x}^Q$	8
$\beta_{minCW-x}^Q$	1
$\beta_{snr-x-c}^Q$	0.2
$\beta_{ACK-enable}^Q$	TRUE

Table II: Simulation Parameters used in XLCP (X=rtssi, ctsq, data, ack)

In simulations, 48 sensor nodes are randomly deployed in a 40m×40m sensor network field. It is presumed that the nodes and sink are stationary and the network does not have any vacated region. Constantly, the sink is located at coordinates (20,0)m. In each simulation, concurrently, 2 events occur. At coordinates (10,30)m, the first event is fired up and at coordinates (30,30)m, the second event is fired up. The impact of an event is 8m. Figure 1 represents an example sensor network topology.

Only 2 QoS classes are specified in simulations. Source sensor nodes around the impact range of the events generate data packets to be delivered to the sink node. In other words, 2 event packets are generated at each certain period around the event impact range. If a sensor node has not got available buffer, it drops the generated or forwarded packets. Substantial XLCP parameters for both Q=1 and Q=2 QoS classes are presented at Table II. Duty-cycling is not applied in simulations ($\beta_{duty-cycle}^{all-Q} = 1$). In all simulations, it is assumed that the channel has constant bit error rate (BER) of 10^{-8} . Each simulation is run for 10 sec. Moreover, the average of 5 trials is run with different network topologies to evaluate the performance of simulations. In simulations, related XLCP parameters are conformed to the IEEE 802.15.4 parameters. Unless otherwise specified, all simulations are rigorously run with these parameters.

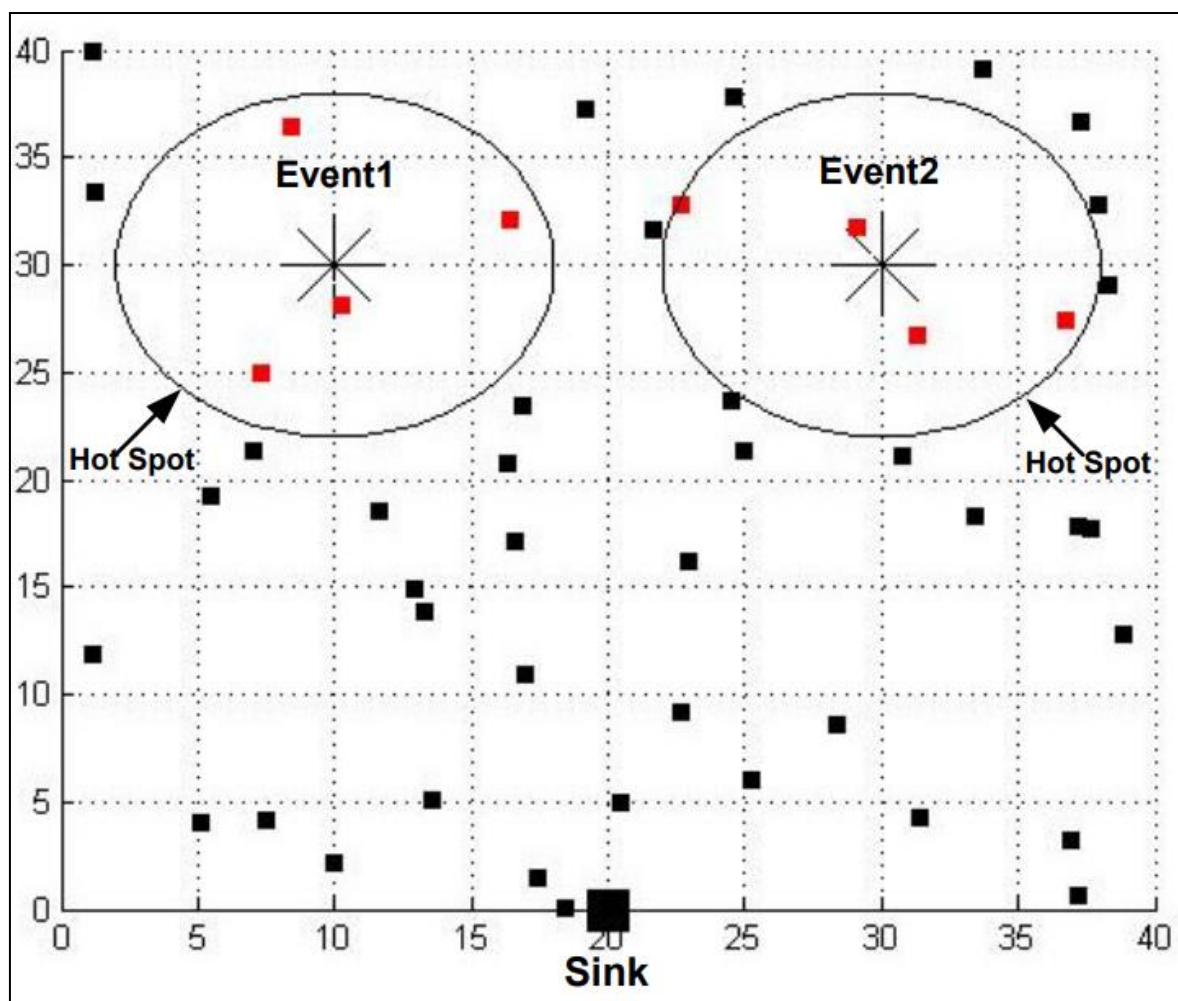


Fig. 1: An Example Sensor Network Topology

We explored the subsequent QoS performance metrics in performance evaluation:

- *Per-packet Energy Overhead*: This metric represents the consumed total energy of a unique data packet received at the sink.
- *Event Miss Ratio*: This metric represents the proportion of total lost data packets to total generated event data packets.
- *Average Delay*: This metric represents the average of end-to-end time delay of all data packets received at sink.
- *Event Reliability*: This metric represents the proportion of total received unique data packets at the sink to total number of generated data packets at source sensor nodes.
- *Sensed Event Reliability*: This metric represents the proportion of total received unique data packets at the sink to total number of generated and placed into the buffer of a source node data packets at source sensor nodes.
- *Throughput* is the number of bits received at the sink per second.

In Figure 2 Per-packet Energy Overhead, Event Miss Ratio and Average Delay graphics are presented. For Per-packet Energy Overhead in Joules, Friis and Hata Urban radio propagation models show similar linear constant function behavior.

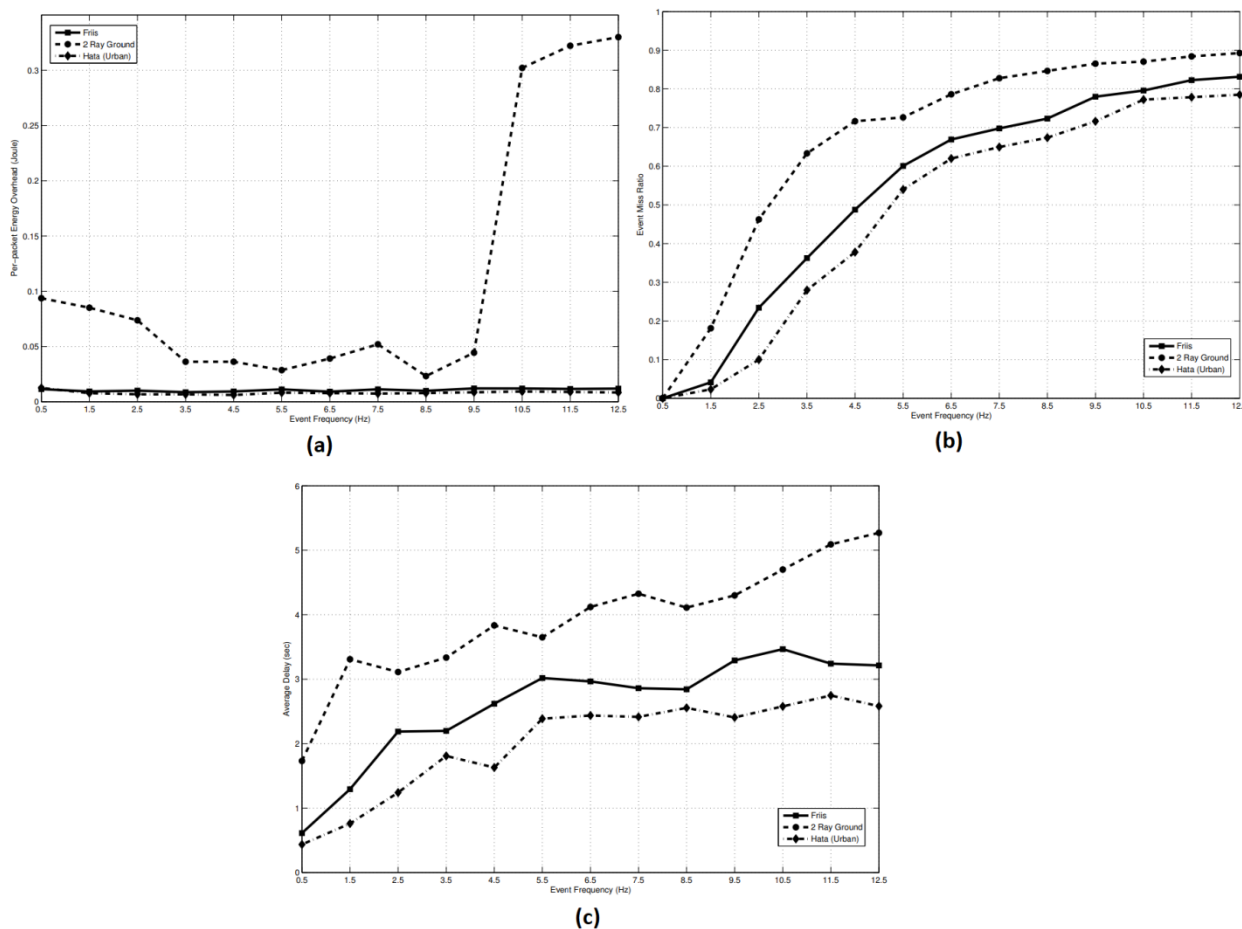


Fig. 2: Per-packet Energy Overhead, Event Miss Ratio and Average Delay Graphics

For Friis and Hata Urban radio propagation models, increasing event frequency do not change Per-packet Energy Overhead. Hata Urban results with slightly lower Per-packet Energy Overhead than that of Friis. 2 Ray Ground radio propagation model shows variable function behavior for Per-packet Energy Overhead. It is obvious that when event frequency increases, Event Miss Ratio also gets increased. All Event Miss Ratio graphics are exponential up to a certain event frequency, and then logarithmic. However, Hata Urban radio propagation model results with lower Event Miss Ratio than that of Friis and 2 Ray Ground models. And, 2 Ray Ground radio propagation model results with the highest Event Miss ratio. It is clear that when event frequency increases, Average Delay also gets increased gradually. All Average Delay functions are in part logarithmic. Hata Urban radio propagation model results with lower Average Delays than that of Friis and 2 Ray Ground models. And, 2 Ray Ground radio propagation model results with the highest Average Delay.

In Figure 3, Reliability, Sensed Event Reliability and Throughput graphics are presented. For Reliability, Friis, 2 Ray Ground and Hata Urban radio propagation models show similar negative exponential function behaviour. Hata Urban results with the best Reliability, and 2 Ray Ground results with the worst Reliability. Friis, 2 Ray Ground and Hata Urban radio propagation models

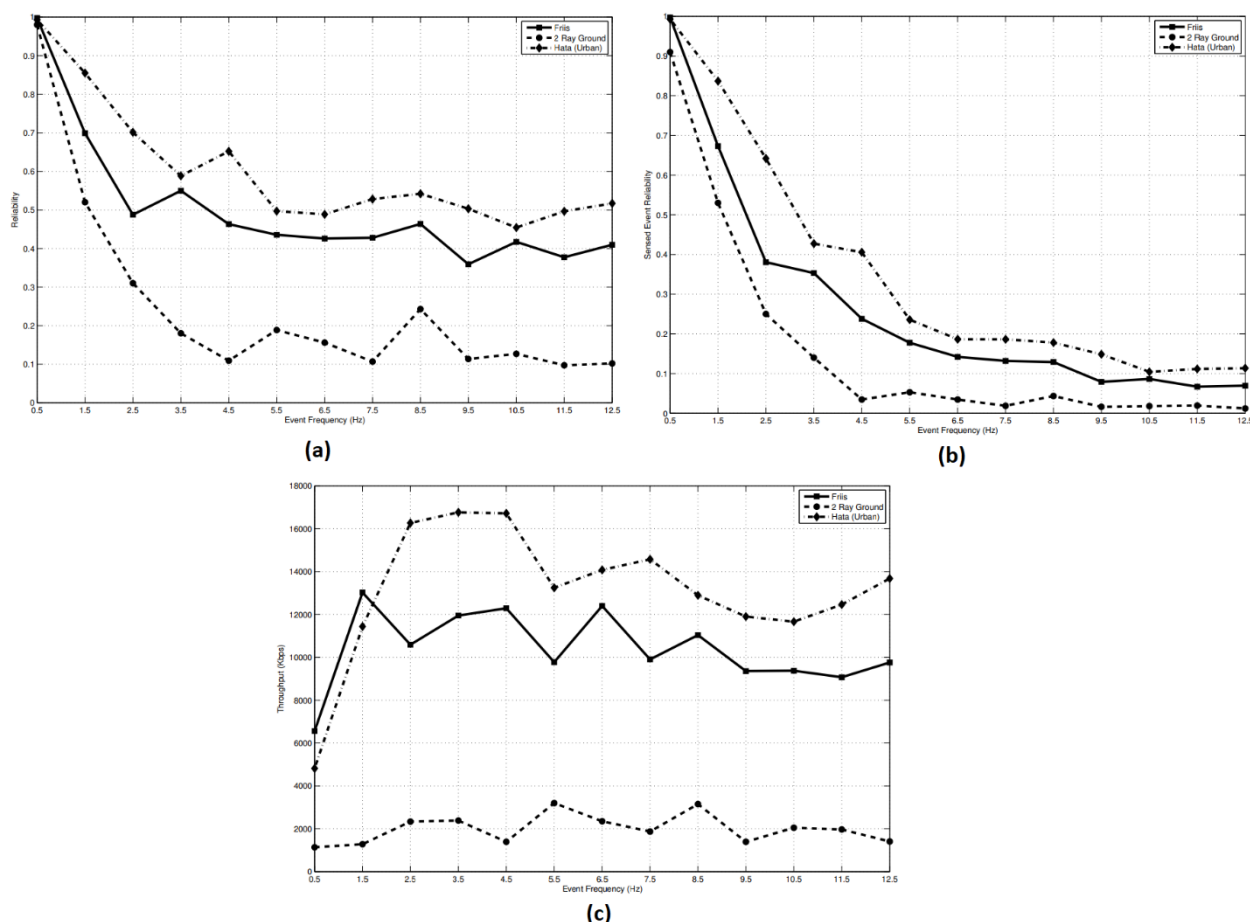


Fig. 3: Reliability, Sensed Event Reliability, Throughput Graphics

show similar negative exponential function behavior for Sensed Event Reliability. Hata Urban results with the best Sensed Event Reliability, and 2 Ray Ground results with the worst Sensed Event Reliability. For Throughput, again, 2 Ray Ground ends up with the worst results, and Hata Urban ends up with the best results.

Conclusion

Evaluating performance of the protocols on top of physical layer propagation models is a frequently neglected research area in WMSN. However, accurate knowledge of propagation models assists the progress of more efficient, effective and robust network protocols. This study investigates the effect of propagation model on the performance of a XLCP communication protocol that is developed for the needs of WMSNs. The simulations show that physical layer propagation model impacts the performance of XLCP. This implies that superior protocols can be designed while considering physical layer propagation model.

REFERENCES

- [1] S. Soro and W. Heinzelman, "A survey of visual sensor networks," *Advances in Multimedia*, vol. 2009, 2009.
- [2] Y. Charfi, N. Wakamiya, and M. Murata, "Challenging issues in visual sensor networks," *Wireless Communications, IEEE*, vol. 16, no. 2, pp. 44–49, 2009.
- [3] I. F. Akyildiz, T. Melodia, and K. R. Chowdhury, "A survey on wireless multimedia sensor networks," *Computer Networks*, vol. 51, no. 4, pp. 921–960, 2007.
- [4] I. Almalkawi, M. Guerrero Zapata, J. Al-Karaki, and J. Morillo-Pozo, "Wireless multimedia sensor networks: current trends and future directions," *Sensors*, vol. 10, no. 7, pp. 6662–6717, 2010.

- [5] T. Melodia, M. Vuran, and D. Pompili, "The state of the art in cross-layer design for wireless sensor networks," *Wireless Systems and Network Architectures in Next Generation Internet*, pp. 78–92, 2006.
- [6] L. Mendes and J. JPC Rodrigues, "A survey on cross-layer solutions for wireless sensor networks," *Journal of Network and Computer Applications*, vol. 34, no. 2, pp. 523–534, 2011.
- [7] A. K. Demir, H. E. Demiray, and S. Baydere, "Qosmos: cross-layer qos architecture for wireless multimedia sensor networks," *Wireless networks*, vol. 20, no. 4, pp. 655–670, 2014.
- [8] A. K. Demir, K. Irgan, H. E. Demiray, and S. Baydere, "Transmitting objects in images with service differentiation based source coding in wireless sensor networks," in *International Wireless Communications and Mobile Computing Conference (IWCMC)*, 2013 9th. IEEE, 2013.
- [9] A. K. Demir, O. Turkes, and S. Baydere, "Differentiating emergency voice traffic in indoor wireless activity monitoring network," in *IEEE 10th International Conference on Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications (WiMob)*. IEEE, 2014, pp. 598–603.
- [10] G. Uslu, B. Sebnem, and A. K. Demir, "On the network packet loss tolerance of svm based activity recognition," in *XIII International Conference on Health Informatics*, 2015.
- [11] E. Van Eenennaam, "A survey of propagation models used in vehicular ad hoc network (vanet) research," *Paper written for course Mobile Radio Communication, University of Twente*, vol. 46, 2008.
- [12] A. Rhattoy and A. Zatni, "The impact of radio propagation models on ad hoc networks performances," *Journal of Computer Science* 8 (5): 752-760, 2012., 2012.
- [13] Z. Gao, W. Li, Y. Zhu, Y. Tian, F. Pang, W. Cao, and J. Ni, "Wireless channel propagation characteristics and modeling research in rice field sensor networks," *Sensors*, vol. 18, no. 9, p. 3116, 2018.
- [14] A. M. Aldosary, "The impact of different propagation environments on the performance of wireless sensor networks," Ph.D. dissertation, 2017.
- [15] S. Kurt and B. Tavli, "Path-loss modeling for wireless sensor networks: A review of models and comparative evaluations." *IEEE Antennas and Propagation Magazine*, vol. 59, no. 1, pp. 18–37, 2017.
- [16] J. Llor and M. P. Malumbres, "Underwater wireless sensor networks: how do acoustic propagation models impact the performance of higher-level protocols?" *Sensors*, vol. 12, no. 2, pp. 1312–1335, 2012.
- [17] Mathworks, "Matlab," Website, last checked: 14.04.2015. [Online]. Available: <http://www.mathworks.com/>
- [18] K. Fall and K. Varadhan, "The network simulator (ns-2)," Website, last checked: 01.10.2012. [Online]. Available: <http://www.isi.edu/nsnam/ns> [19] S. McCanne, S. Floyd, K. Fall, K. Varadhan *et al.*, "Network simulator ns-2," 1997.