

INSAC Academic Studies on

Natural and Engineering

Sciences

Yazarlar

Chapter 1: Elif Sibel Aslan,
Chapter 2: Alkan Özkan, Sandeep Kaur, Taha Yasin Öztürk,
Chapter 3: Betül Çalışkan, Ali Cengiz Çalışkan,
Chapter 4: Sertaç Serkan Doğru,
Chapter 5: Süleyman Adak,
Chapter 6: Fikriye Ataman, H. Eray Çelik,
Chapter 7: Fikriye Ataman, H. Eray Çelik,
Chapter 8: Hatice Banu Kesinkaya, Cengiz Akköz,
Chapter 9: Mukadder İğdi Şen,
Chapter 10: Didem Şentürk, Sevgi Türker-Kaya, Gül İlbay,
Chapter 11: Betül Çalışkan, Ali Cengiz Çalışkan,
Chapter 12: Furkan Dinçer,
Chapter 13: Furkan Dinçer

Editörler

Doç. Dr. Aydın Ruşen

Doç. Dr. Sadık Alper Yıldız

INSAC

Academic Studies on Natural and Engineering Sciences

gece
kitaplığı

Editörler

Doç. Dr. Aydın Ruşen

Doç. Dr. Sadık Alper Yıldızıl

İmtiyaz Sahibi / Publisher • Yaşar Hız
Genel Yayın Yönetmeni / Editor in Chief • Eda Altunel
Kapak & İç Tasarım / Cover & Interior Design • Gece Kitaplığı

Birinci Basım / First Edition • © TEMMUZ 2021
Yayıncı Sertifika No: 15476

ISBN • 978-625-7462-42-6
© Copyright

Bu kitabın yayın hakkı Gece Kitaplığı'na aittir.
Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin
almadan hiç bir yolla çoğaltılamaz.

The rights to publish this book belong to Gece Kitaplığı.
Citation can not be shown without the source, reproduced in any way
without permission.

Gece Kitaplığı / Gece Publishing
Türkiye Adres / Turkey Address: Kızılay Mah. Fevzi Çakmak 1 Sokak
Ümit Apt. No: 22/A Çankaya / Ankara / TR
Telefon / Phone: +90 312 384 80 40
web: www.gecekitapligi.com
e-mail: geceakademi@gmail.com



Baskı & Cilt / Printing & Volume
Sertifika / Certificate No: 47083

INSAC Academic Studies on Natural and Engineering Sciences

Editörler

Doç. Dr. Aydın Ruşen
Doç. Dr. Sadık Alper Yıldızıl

Yazarlar

Chapter 1: Elif Sibel Aslan,

Chapter 2: Alkan Özkan, Sandeep Kaur, Taha Yasin Öztürk,

Chapter 3: Betül Çalışkan, Ali Cengiz Çalışkan,

Chapter 4: Sertaç Serkan Doğru,

Chapter 5: Süleyman Adak,

Chapter 6: Fikriye Ataman, H. Eray Çelik,

Chapter 7: Fikriye Ataman, H. Eray Çelik,

Chapter 8: Hatice Banu Kesinkaya, Cengiz Akköz,

Chapter 9: Mukadder İğdi Şen,

Chapter 10: Didem Şentürk, Sevgi Türker-Kaya, Gül İlbaý,

Chapter 11: Betül Çalışkan, Ali Cengiz Çalışkan,

Chapter 12: Furkan Dinçer,

Chapter 13: Furkan Dinçer



www.insackongre.com
insackongre@gmail.com

Editörün Notu

Bu kitapta yer alan bölümlerde kullanılan kaynakların, görüşlerin, bulguların, sonuçların, tablo, şekil, resim ve her türlü içeriğin sorumluluğu yazar veya yazarlarına ait olup ulusal ve uluslararası telif haklarına konu olabilecek mali ve hukuki sorumluluğu yazarlara aittir.

Contents

Yazarlar	5
Editörün Notu.....	6
Contents	7
Chapter 1	13
Current Knowledge on Iron Metabolism and Iron Deficiency Anemia (Elif Sibel Aslan)	13
1. Introduction.....	15
1.1 Role of Iron in the Body	16
1.2 Iron Storage.....	16
1.3 Sources of Iron	17
1.4 Recommended Iron Intake	17
2. Iron Deficiency Anemia	18
2.1 Causes of Low Iron Levels	19
2.2 Anemia.....	20
2.3 Types of anemia and its causes.....	21
Iron deficiency anemia	21
Anemia from blood bleeding	22
Anemia of chronic disease.....	22
Anemia caused by a lack of diet.....	22
Sickle cell anemia.....	22
Pernicious anemia.....	23
Aplastic anemia	23
Hemolytic anemia.....	23
Thalassemia anemia	23
Kidney disorder causes anemia.	24
Pregnancy-associated anemia	24
3. Iron Absorption and Its Mechanisms	24
3.1 Factors that Enhance Iron Absorption	27

3.2 Factors that Inhibit Iron Absorption	27
3.3 Iron Metabolism and Homeostasis	28
4. Proteins in Systemic Iron homeostasis and Treatment	29
4.1 Hephaestin (HEPH)	29
4.2 Hcpidin (Hepc)	30
4.3 Current Treatment for Iron Deficiency Anemia	30
5. Summary	31
6. References	32
Chapter 2.....	37
Soft Separation Axioms and Soft Compact Spaces Via Near Soft Sets (Alkan Özkan, Sandeep Kaur, Taha Yasin Öztürk)	37
1. Introduction.....	39
2. Preliminary.....	40
3. Near Soft Separation Axioms	44
4. Near Soft Compact Spaces	47
5. Conclusion.....	51
6. References	51
Chapter 3.....	55
High Energy Particle Radiation and Electromagnetic Radiation (Betül Çalışkan, Ali Cengiz Çalışkan)	55
1. Introduction.....	57
2. Alpha Radiation	58
3. Beta Radiation	59
4. Gamma Radiation	65
5. X-ray	66
6. Conclusion.....	69
7. References	70
Chapter 4.....	71
New Products Based on Mechanics and Theme Parks (Sertaç Serkan Doğru)	71
1. Introduction.....	73
2. Research Findings	74

2.1. Seesaw with Gear Wheels	75
2.2. Lever Seesaw	77
3. Summary and Discussion	78
4. Referanslar	79
Chapter 5	81
Evaluation and Determination of Five Unknown Parameters of a Photovoltaic (Sunpower SPR-X20-250-BLK) Module by an Iterative Method (Süleyman Adak)	81
1. Introduction	83
2. Analysis of single diode equivalent circuit of PV cell	85
3. Finding PV Cell Equivalent Circuit Parameters by Newton-Raphson Method	87
4. I-V and P-V characteristics curves of PV module and cell	92
5. Results and discussion	98
6. References	99
Chapter 6	103
Duygu Analizi ve Kullanılan Yöntemler (Fikriye Ataman, H. Eray Çelik)	103
1. Giriş	105
2. Duygu Analizi Nedir?	106
3. Duygu Analizinde Kullanılan Teknikler Nelerdir?	108
3.1. Makine Öğrenmesi Tabanlı Teknikler	109
3.1.1. Özellik Seçme Teknikleri	110
• minimum Fazlalık Maksimum Uygunluk (mFMU):	111
• Bilgi Kazancı:	112
3.1.2. Sınıflayıcı Teknikler	113
• Multinomial Naive Bayes (MNNB) Sınıflayıcısı	113
• Destek Vektör Makinesi (DVM) Sınıflayıcı	113
3.1.3. Özellik Çıkarım Yöntemleri	114
• N-Gram	114
• POS Tags	114
• Terim Frekansı - Ters Doküman Frekansı	115
• Noktasal Karşılıklı Bilgi:	115
3.2. Duygu Analizinde Sözlük Tabanlı Teknikler	116

4. Sonuç.....	116
5. Referanslar	117
Chapter 7	123
Büyük Veri ve Hadoop (Fikriye Ataman, H. Eray Çelik)	123
1. Giriş.....	125
2. Büyük Veri Nedir?	127
2.1. Büyük verinin özellikleri nelerdir?	128
• Laney'in 3V tanımı.....	128
• IBM 4V tanımı	129
• Microsoft 6V tanımı	130
3. Hadoop Dağıtık Dosya Sistemi Nedir?	130
3.1 Hadoop common.....	131
3.2. HDDS mimarisi.....	131
3.3. Datanode ve namenode	132
3.4. Hadoop yarn.....	133
3.5. MapReduce modeli	134
3.6. Hadoop MapReduce çalışma mimarisi	134
4. Sonuç.....	136
5. Referanslar	137
Chapter 8.....	141
Siyanobakteriler ve Toksinleri (Hatice Banu Kesinkaya, Cengiz Akköz)	141
1. Giriş.....	143
1.1. Siyanobakterilerin Morfolojisi ve Taksonomisi.....	144
2. Siyanobakteri Toksinleri.....	145
2.1. Siklik peptitler	146
2.2. Alkaloidler	148
3. Sağlık Üzerindeki Etkileri.....	149
4. Siyanotoksin İçeren Sularda Arıtma	151
5. Referanslar	152
Chapter 9.....	155
Research on Improving Drone Efficiency (Mukadder İğdi Şen)	155

1. Introduction.....	157
2. Material And Method	158
2.1. Drone Parts Affecting Performance	159
3. Results And Conclusions.....	166
4. References	167
Chapter 10.....	169
Neonatal Caffeine Administration Causes Biomolecular Alterations in Cerebellum Brain Region in Epileptic Rats (Didem Şentürk, Sevgi Türker-Kaya, Gül İlbay)	169
1. Introduction.....	171
2. Material and Methods	172
2.1. Animal Experiments	172
2.2. Spectroscopic Studies	173
2.3. Biochemical Assays	173
2.4. Statistical Analysis	173
3. Results and Discussion	174
4. Conclusion.....	179
5. References	179
Chapter 11	187
Kara Delikler, Nötron Yıldızları ve Beyaz Cüceler (Betül Çalışkan, Ali Cengiz Çalışkan).....	187
1. Giriş.....	189
2. Kara Delikler	196
2.1. Yıldız Kütleli Kara Delikler	201
2.2. Süper Kütleli Kara Delikler.....	202
2.2.1. Radyo Gürültüsüz Aktif Glaktik Çekirdek.....	203
2.2.2. Radyo Gürültülü Aktif Glaktik Çekirdek.....	204
3. Nötron Yıldızları	204
3.1. Pulsarlar	205
3.2. Magnetarlar	206
4. Beyaz Cüceler (Dejenere Cüceler)	207
5. Referanslar	212

Chapter 12.....	219
Termal Güneş Enerjisi Kollektörü ile Havuz Isıtma Uygulaması: Kahramanmaraş Örneği (Furkan Dinçer)	219
1. Giriş.....	221
2. Modelleme	221
3. Bulgular.....	222
4. Sonuç.....	227
5. Kaynaklar.....	227
Chapter 13.....	229
Güneş Enerjisinden Elektrik Enerjisi Üretiminde YEKA Ges Yarışmaları ve Ekonomik Analiz (Furkan Dinçer)	229
Özet	231
1. Giriş.....	231
2. YEKA GES Yarışmaları	232
3. Çatı Tipi Güneş Enerjisi Santrali için Ekonomik Analiz ve Fizibilite	234
4. Arazi Tipi Güneş Enerjisi Santrali için Ekonomik Analiz ve Fizibilite	235
5. Değerlendirme ve Sonuç	237
6. Kaynaklar.....	239

INSAC
Academic Studies on
Natural and Engineering
Sciences



**Current Knowledge on Iron Metabolism and Iron Deficiency
Anemia (Elif Sibel Aslan)**

Current Knowledge on Iron Metabolism and Iron Deficiency Anemia

Elif Sibel Aslan¹

¹*Biruni University, Molecular Biology and Genetics Department,
E-mail: easlan@biruni.edu.tr*

1. Introduction

Iron is a nutrient element essential for red blood cells to carry oxygen in the hemoglobin throughout the body to supply the cells with oxygen and help in removing carbon dioxide, which leads cells to produce energy.

Iron has the atomic number 26 and is the sixth most prevalent element in the universe. The properties of iron are stable, so it is often used for comparison and calibration. It is considered a transition metal, that can easily accept and donate electrons as well as, it contributes in redox reactions, which are crucial for many biological processes.

Moreover, iron has an important role in almost all living organisms, and may its history back to the origins of life. It is found in several proteins as a component to them for example, heme proteins (such as hemoglobin, myoglobin, etc.), and iron-sulfur proteins (such as respiratory complexes I-III, mitochondrial aconitase), and other functional groups (such as hypoxia-inducible factor prolyl hydroxylases) (Dev & Babitt, 2017).

These proteins (iron-containing) are needed for cellular and organismal functions involving oxygen transport, nucleic acid replication and repair, mitochondrial respiration, iron homeostasis, metabolism, and cell signaling.

Iron can be found in several oxidation statuses. While most of the iron is existing in two statuses are ferric (FeIII) and ferrous (FeII) due to the ions that take place more frequently.

On earth, the iron trivalent ferric (FeIII) exists abundantly due to the oxygenation of the atmosphere over years. Hence, many of the soluble ferrous (FeII) oxidized to ferric (FeIII) insoluble form. Even more, in the human body, iron mainly exists as ferric due to the dietary. The redox reaction of the (FeIII) and (FeII) pair occurs depending on acidity and cofactors, this makes iron an excellent stimulus for various biochemical processes in different cells (Scribbr, 2017).

Furthermore, iron is essential to systemic iron homeostasis. In organisms, there are special proteins that tightly regulate the iron homeostasis for absorb, store, transport, and uses of iron to provide enough iron for biological process and limits the toxicity of over the amount of iron.

There are 4 natural stable iron isotopes are: ^{54}Fe , ^{56}Fe , ^{57}Fe , and ^{58}Fe . Only ^{57}Fe has a nuclear spin. Iron isotopes are used in nutritional studies, and the most commonly used iron isotopes are ^{57}Fe and ^{58}Fe .

The iron element exists in various parts of the body. For instance, most of it is found in RBCs as heme in hemoglobin protein (exists as 1.5 g of iron in females and 2g in males) as well as in ferritin and hemosiderin (storage substances), in muscle cells as myoglobin (Ems et al., 2021). Even more than that, it can be found associated with proteins such as heme and non-heme proteins that participate in redox reactions and electron transfer. Furthermore, roughly 2.2 % of the iron in the body is present in called labile pool, which is a transitory reservoir of chelatable and redox-active iron that acts as a crossroads for cell iron metabolism. Because of the abundance of iron ligands in cells, the chemical identity of this pool has remained unknown. Iron chelators are used to combat iron overload, which is often caused by transfusion treatments used to treat thalassemia and other anemias (Ems et al., 2021).

1.1 Role of Iron in the Body

Iron is a vital element to all living organisms on the earth. It plays a crucial role in many biochemical processes in the body. The deep red color of the blood is due to rich iron proteins. This element has a function to ensure optimal metabolism, growth, and development. The World Health Organization (WHO) considers the iron element to be one of the most important in several micronutrients and lists it with the essential medicines (Bharat, 2020).

Moreover, iron has a basic life function, as it one component of hemoglobin proteins, which are the main function of red blood cells. The iron in hemoglobin allows it to bind or carry oxygen to perform its function in transporting oxygen from lungs to tissues to provide the cells with oxygen.

1.2 Iron Storage

Most of the iron is stored in the liver in two forms: ferritin and hemosiderin. Ferritin is a protein that has a capacity to contain about 4500 iron FeIII ions per protein and is considered the major form of iron storage. If the amount of iron storage in ferritin is more than ferritin capacity, form a complex molecule of iron with phosphate and hydroxide called hemosiderin, as well, it is physiologically available.

Mainly, the iron is found in the red blood cells (hemoglobin) and can be recycled by using the process of erythro-phagocytosis by reticuloendothelial macrophages. These types of recycling macrophages are considered to be the main storage site for iron in addition to the liver.

A ferritin protein molecule is an intracellular globular protein, used for storage and accumulate a great amount of ferric FeIII in a large core in its cavity, and it consists of 24 protein subunits forming a wall with many metal protein interactions. They are used to store and release iron when the body

needed. Moreover, this molecule exists in two types of cells; prokaryotes and eukaryotes. Especially present in the liver, bone marrow, spleen, intestinal mucosa, cytoplasmic, plasma, mitochondria, and plant plastids.

Ferritin is attracting iron ions to the inner wall of the sphere and oxidized them by using ferroxidase activity to stimulate the mineralization properties of the cavity environment.

The Iron is stored in oxidation state ferric FeIII, but the absorbed iron is in the ferrous FeII state. By attaching to the inner wall of the sphere, the two reactions oxidation and mineralization occur.

The main functions of ferritin are iron storage, regulation of iron levels in the body, and release iron when the body needs to produce hemoglobin and heme protein. That being said, the iron must be changed to a ferrous FeII state. Thus, the ferritin structure is important for proteins to perform their functions well. The ferritin is stimulated to be synthesis by a high amount of iron.

1.3 Sources of Iron

Iron is present naturally in many foods and available as a dietary supplement. The dietary of iron is divided into two forms: heme and nonheme. Heme is formed by combining iron with protoporphyrin IX (Abbaspour et al., 2014). Its primary sources are meat and seafood. Generally, it has high bioavailability around (15%-35%) and the nutrient factors have a small effect on its absorption. While, nonheme is found in plants, seeds, and legumes. The amount of nonheme iron in the dietary is greater than heme-iron in most meals. Whereas, the absorption of non-heme iron is much lower (2%-20%) and is greatly affected by other food ingredients. Its bioavailability is low, but it contains more iron nutrients than heme iron (Abbaspour et al., 2014).

Sources of heme iron: Liver, red meat, seafood, chicken, tuna and sardine.

Sources of non-heme iron: Leafy greens, nuts and seeds, vegetables, beans and grains, lentils.

1.4 Recommended Iron Intake

It is important to know the needed amount of iron and other nutrients for a healthy body in order not to face any deficiency or excess. In this case, employ dietary reference iron intakes (DRIs), which is a set of healthy reference values utilized to determine the amount iron dietary takes for healthy persons. These values vary according to age and sex.

Recommended Dietary Allowance (RDA): The average daily iron requirement for practically all (97–98%) normal adults; usually used to design nutritionally balanced meals for persons. **Acceptable Upper Consumption Level (UL):** The daily maximum consumption is not likely to cause health problems.

Vegetarians have an RDA that is 1.8 times higher than meat-eaters. Heme iron is considerably more accessible in meat than non-heme iron in plant-based diets (Scribbr, 2015). The human body should contain around 120 g for women and 130 g for men. The majority of iron is found in hemoglobin and myoglobin (these proteins have a function in metabolism, oxygen transport, and oxygen storage in muscles).

Moreover, the human body needs around 8 -18 mg iron intake per day depending on gender and age. As well as the rate of iron intake every day from nutrition and supplement is different in children, men, and women. For example, for children in age 2-11 years the average daily of iron is 13.7–15.1 mg, around 8 - 45 mg per day in men, and 18– 45 mg per day in women, for pregnant, the average iron is 27 mg for a day (National Institute of Health, n.d).

2. Iron Deficiency Anemia

The body can't produce iron by itself. Nevertheless, it loses the iron through many ways such as enteropathies, blood loss, inflammation associated with gastrointestinal parasites, and frequent blood donation. Without nutritional iron, compensation leads to iron deficiency which is the most common deficiency in the world. That means it is required to get a sufficient amount of iron as part of a healthy balanced diet.

Iron deficiency is considered as the most common type of anemia, it happens when there is an insufficient level of iron in the body, which leads to hypoxia in the tissues due to a decrease in the process of making red blood cells. Furthermore, iron is needed for the bone marrow to produce hemoglobin and without enough iron, the red blood cells can't contain enough hemoglobin and the body does not produce enough of it.

Usually, persons who have iron deficiency, also have other nutrient deficiencies. Iron deficiency is one of the top ten risk diseases in the world. Even though, iron deficiency considers a common reason for anemia, but, also other nutrients deficiencies such as vitamin B12 and folate and other factors like inflammation can reason several forms of anemia or increase their severity (National Institute of Health, n.d).

However, taking fewer amounts of iron over time will result in developing severe iron deficiency and usually causes complications in health including; growth problems in children with severe iron deficiency lead to anemia, delayed in growth and development, and increase the risks of infections.

Heart problems the deficiency in iron (anemia) leads to a rapid or irregular heartbeat, as the heart has to pump more to compensate for the lack of oxygen. Therefore, leads to heart failure or heart enlargement. Severe iron deficiency anemia during the pregnancy leads to earlier births and low birth weight babies and leads to a lack of oxygen to the pregnant (Mayo Clinic, 2019).

Hence, iron is very crucial to the cardiovascular system's healthy. Iron is a component of red blood cells that transfer oxygen to the whole body. But, with iron deficiency, which happens due to long-term disorder in the iron balance, and inadequate iron intake to meet the needs of the body, the red blood cells can't be synthesis in bone marrow, which leads to oxygen deficiency in the body and result in health complications as above mentioned.

Iron deficiency can be diagnosed by evaluation of hemoglobin or serum ferritin levels. Whilst, in conditions of chronic inflammatory, the diagnosis may be harder. So, it is needed to analyze serum ferritin, reticulocyte count, and evaluation of transferrin saturation. There are some iron supplements that can be taken as oral or intravenous for a cure and increase the iron level in the body.

The anemia caused by chronic disease is known as the second most common type of anemia. For instance, for persons who have anemia from a chronic disease, the hepcidin hormone is increased due to inflammatory cytokines, which leads to disrupt iron homeostasis and transfer the iron from the circulation to storage sites, that result in limiting the amount of iron available for erythropoiesis

2.1 Causes of Low Iron Levels

There are various causes of iron deficiency (ID) physiologic, lifestyle, pathologic and genetic (as seen in figure 1).

Physiologic factor: in pregnancy the iron stores need to increase blood volume for growing the fetus, blood loss due to menstruation.

Environmental or lifestyle factor: as poor iron diet. A diet with inadequate iron over time leads to iron deficiency. Also, malabsorption syndromes or iron absorption disorders from food. In addition, if a small piece of the intestine is surgically removed, that will affect the capability to absorb iron and other nutrients.

Pathologic factors: losing blood within the body such as a peptic ulcer a colon polyp or colorectal cancer, and gastrointestinal bleeding due to take some over-the-counter pain relievers, especially aspirin.

Genetic factors: intravascular hemolysis, anemia, thalassemia anemia, sickle cell anemia.

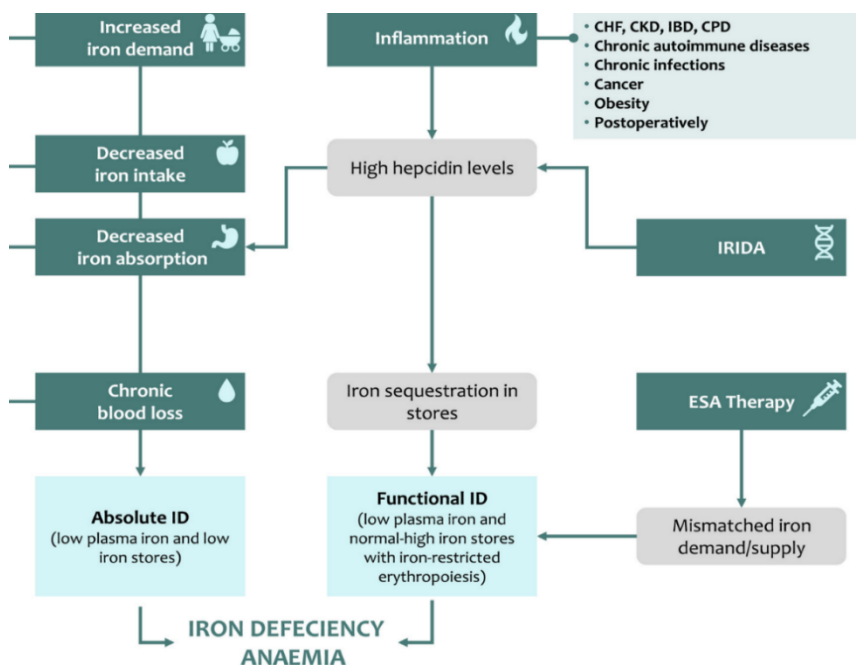


Figure 1 Various causes of iron deficiency anemia.

Figure 1. Disease's name: CHF, chronic heart failure; CKD, chronic kidney disease; CPD, chronic pulmonary disease. The figure shows the pathway that leads to decrease iron levels in the body, for example, inflammation from diseases, or syndrome Iron-refractory iron deficiency anemia (IRIDA) or any therapy causes high hepcidin that leads to low absorption and iron out of storage that resulted in iron deficiency. Additionally, the increase in the demand for iron in the body and decrease iron intake over time leads to IDA. (Figure adapted from Cappellini et al., 2019).

Overall, in some cases when the iron deficiency is not severe in specific clinical conditions, the patient can get along with it. For instance, thalassemia anemia, in which the red blood cell is smaller than normal and carries a low amount of iron.

2.2 Anemia

Anemia has described the condition of lacking red blood cells. Hence, having a low level of hemoglobin, which carrying and transporting oxygen to the body's tissues.

Anemia is a common problem in the world that affects people of all ages causing many health problems that can be shown on the patient or not shown that depends on the range of iron deficiency. Usually, patients with a mild range of anemia may be without symptoms. However, in more serious cases the anemia can become life-threatening.

Hemoglobin is a protein in RBCs that is responsible for carrying and transferring oxygen to the body. Red blood cells are made inside bone marrow. Even that, many other factors contribute to its production. For instance, iron is a component of hemoglobin protein, and the erythropoietin molecule which is secreted by the kidneys facilitates the production of RBCs in the bone marrow.

In order to have a proper number of RBCs and avoiding anemia necessitates collaboration with the bone marrow, kidneys, and nutrients inside the body. If there is a dysfunction in bone marrow or kidneys, or if the body suffering from malnutrition, then that is difficult to maintain a proper number of RBCs.

Red blood cells have a lifespan of around 100 days, so the body always replaces them. If the body doesn't produce enough RBCs that would lead to anemia. In order to determine the cause of it, it is needed to figure out the cause of the low number of RBC whether resulting from decreased production of RBC, which comes from bone marrow, or increased blood loss. Also, the number of platelets and white blood cells can be used to help determine the cause of anemia.

Anemia is a symptom of a disease mechanism, not the disease itself. Normally, it is divided into two categories: chronic and acute. Chronic anemia develops gradually over time, and the symptoms are usually appeared rapidly and develop steadily. Whereas Acute anemia is typically rapid happens, and the symptoms may be more severe and distressing.

Identifying if the anemia occurs for a long time or recent occurrence that aids doctors in determining the cause and aids in predicting the severity of anemia symptoms.

Anemia can be classified according to mean corpuscular volume (MCV) and reticulocyte count, to microcytic (less than 80 fL), normocytic (80-100 fL), or macrocytic (greater than 100 fL) allowing for more precise and thorough investigation assessment (Lanier et al., 2018). As well as, there is an algorithm to learn the reason for anemia depending on the patient's history and laboratory analysis, which include: reticulocyte count, serum ferritin and CRP, serum vitamin B12, serum or erythrocyte folate, and serum creatinine.

2.3 Types of anemia and its causes

Anemia results from many causes, and each cause creates a type of anemia. So, anemia has many types including the following:

Iron deficiency anemia

Iron deficiency is the most widespread cause of anemia. Anemia may occur if iron consumption is reduced or insufficient due to poor dietary intake. Also, iron deficiency anemia happens if there are stomach ulcers, chronic bleeding, colon cancer, intestinal polyps, uterine cancer, etc.

Anemia from blood bleeding

Anemia can be caused by blood loss due to excessive menstrual bleeding or wounds. As well, stomach and intestinal ulcers, or colon cancer, can cause anemia by slow blood loss.

Anemia of chronic disease

Anemia is often caused by any long-term medical problem. This form of anemia, which occurs in patients with acute or chronic systemic diseases such as cancer or inflammation. It is the second most common after iron deficiency anemia. Therefore, this condition is called anemia of inflammation because of increased hepcidin, which inhibits both iron recycling from macrophages and iron absorption.

Anemia caused by a lack of diet

RBCs require vitamins and minerals to be produced. Additional to iron, RBCs require vitamin A, vitamin B12, folic acid, and copper for hemoglobin synthesis (Abbaspour et al., 2014). Further, anemia can be resulted from a lack of any of these micronutrients due to insufficient RBC supply. Thus, poor diet is a major cause of low vitamin levels and, as a result, anemia.

Sickle cell anemia

One of the most prevalent genetic disorders in sickle cell anemia. It is a blood disorder condition that causes changes in the shape of red blood cells and effects on the hemoglobin molecule. The hemoglobin problem, in this case, is functional. So, disorder hemoglobin cause defect in the stability of RBC structure, causing them to become crescent-shaped (sickle cells) seen in figure 2.

There are many forms of sickle cell anemia, each of varying degrees of severity. It's more common in people of Middle Eastern, African, and Mediterranean heritage (Mayo Clinic, 2019).

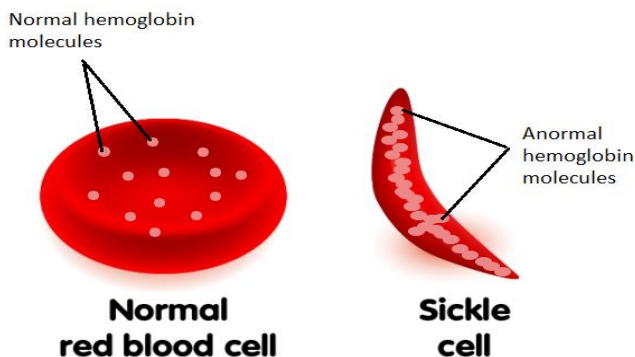


Figure 2. Shape of Sickle cell with abnormal hemoglobin

Pernicious anemia

It is an autoimmune disease that involves the formation of autoantibodies against factors that important for B12 absorption. This leads to defect in RBCs production and hemoglobin synthesis due to the inability of the body to absorb vitamin B12, which is needed for the proper maturation of red blood cells in the bone marrow. As well, it is a type of anemia (Mayo Clinic, 2019).

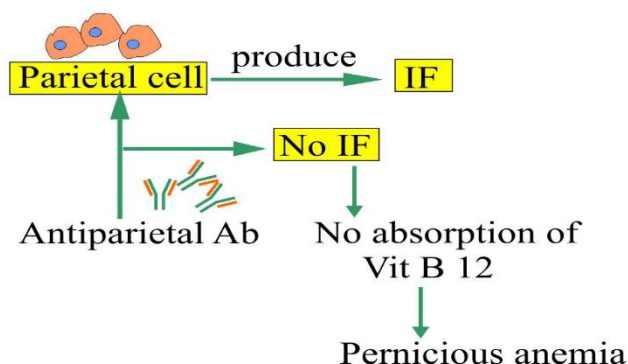


Figure 3. Autoantibody causes Pernicious anemia. The parietal cells of the stomach produce intrinsic factors for absorbing vitamin B12, but the presence of anti parietal that inhibit the absorption of vitamin B12, which is important for red blood cell formation, causes pernicious anemia (figure adapted from labpedia.net, 2020).

Aplastic anemia

It is a disease that destroyed bone marrow and reduces the production of blood cells. This condition results in a lack of all three forms of blood cells, including white blood cells (causing leukopenia), red blood cells (causing anemia), and platelets (causing thrombocytopenia). This form of anemia can occur as a side effect of several different drugs in certain people.

Hemolytic anemia

It is a type of anemia, characterized by splitting RBCs and killed quicker than the bone marrow regenerates them, this condition is known as hemolysis. Hemolytic anemia may occur for several reasons and is often classified as either inherited or acquired. Autoimmunity, inflammation, and microangiopathy are all common acquired causes of hemolytic anemia. Hereditary hemolytic anemia is caused by problems with RBC enzymes, hemoglobin, and membranes (Mayo Clinic, 2019).

Thalassemia anemia

It is a disorder in hemoglobin causing anemia, characterized by lack of or abnormalities in the genes that are responsible for hemoglobin synthesis.

Hemoglobin molecule contains three common types of subunits are alpha, beta, and globin chains. The type of alpha or beta thalassemia is determined by the absence of a certain subunit (Abbaspour et al., 2014).

There are many forms of thalassemia, ranging in severity from moderate thalassemia minor to extreme thalassemia major. as well, thalassemia is hereditary, involves abnormalities of hemoglobin quantity, which means that an insufficient number of the proper hemoglobin molecules is generated. The alpha and beta-thalassemia are the most prevalent hereditary single-gene defects worldwide and more common in malaria-endemic areas.

Kidney disorder causes anemia.

The kidneys secrete erythropoietin hormone that aids RBC production in the bone marrow. The synthesis of this hormone is reduced in patients with chronic kidney disease, which leads to a reduction in RBC production, resulting in anemia (Abbaspour et al., 2014).

Pregnancy-associated anemia

Anemia may occur as a result of an increase in the volume of plasma during pregnancy, which dilutes RBCs. Additionally, 75 % of anemia cases during pregnancy are caused by iron deficiency.

3. Iron Absorption and Its Mechanisms

Usually, the iron can be absorbed from digested food through the duodenum and proximal jejunum. The rate of absorption is determined by the physiologic pH of the gastric acid. As well as the iron exists in the digested food as oxidized state ferric (FeIII) and to be absorbable must be in reduction state ferrous (FeII) or linked a protein like heme.

Therefore, the decrease in the pH of gastric acid in the proximal duodenum facilitates iron absorption and enables the duodenal cytochrome B (Dcytb) enzyme to convert the insoluble ferric (FeIII) to absorbable ferrous (FeII) in the intestinal lumen (as seen in figure 1.10). Also, gastric acid plays a crucial role in plasma iron homeostasis, as its PH value determines absorption.

Iron absorption in the intestinal is passed across three phases: (Collins et al., 2018)

(1) In The intraluminal phase, the food is digested by the stomach and pancreatic enzymes, and iron is produced in a soluble form, and enters the enterocyte.

(2) Intracellular phase, the iron is absorbed by the mucosal cell and stored as ferritin, or used in the enterocyte or can be moved through the serosal side.

(3) The corporeal phase, or also called the transfer step, the iron is absorbed by transferrin in the plasma on the serosal side of the mucosal cell

and transferred to bone marrow and liver, due to that it's called the transfer step.

The intracellular phase is the absorption phase. The dietary iron is found in two forms heme (meat source) and non-heme (plant source). When digested food arrives at the small intestine the cells start to absorb the iron through heme transporter for heme iron, and protein divalent metal transporter 1 (DMT1), which exists in enterocytes transports the iron across the apical membrane into the enterocyte luminal, for non-heme iron FeIII (Ems, 2021). The FeIII is converted to FeII by the duodenal cytochrome B enzyme. Then, enter the enterocyte luminal. For the heme iron is degraded by the heme oxygenase enzyme and produces ferrous ion, biliverdin, and carbon monoxide.

Some ferrous iron is stored in enterocytes as ferritin and the others transport to basolateral to be exported through ferroportin and the hephaestin protein oxidized it to ferric state for bind transferrin and transported in the blood.

The hepcidin protein which is released from the liver regulates the iron absorption by inactivating the ferroportin and inhibit the iron absorption.

The multicopper ferroxidases (MCFs) enzymes (Hephaestin and Ceruloplasmin) that exist in the intestinal are contributing to systemic iron recycling, and play a crucial role in absorption and maintaining body iron homeostasis (Ems, 2021).

Once the ferrous iron is absorbed by enterocytes, it enters the intracellular labile iron pool (LIP), and the strongly reacting ion is chelated by low molecular weight amino acids, proteins, and organic acids. Then, it can be produced by a common (ferroportin 1) FPN1-mediated pathway.

When the body has an adequate level of iron and the demand is low, the absorbed iron is stored in the enterocyte as ferritin. While, when the iron level inadequate, the demand for it is high, the absorbed iron FeII transported through the basolateral membrane to the blood.

This process is regulated by FPN1, which is an iron (FeII) production protein that regulates the amount of absorbed iron in the circulation by permitting or not the iron to enter from mucosal cell to plasma. Even more than that, the protein FPN1 is strongly controlled by the liver hormone hepcidin. There is a nutritional mechanism contributing to improving iron absorption for those who had a deficiency (Abbaspour, 2014). While, for the people who have an overload of iron, they inhibit the iron absorption by hepcidin and ferroportin.

After absorbed the ferrous iron, it is required to be converted to a ferric state for transporting across plasma protein transferrin (Tf). For the hephaestin (HEPH) and ceruloplasmin proteins, which are a multi-copper ferroxidase enzyme, the hephaestin associated with the enterocyte membrane, and ceruloplasmin transferred protein in the blood. These enzymes stimulate the oxidation of FeII ion to FeIII ion. Then, the FeIII binds to transferrin

(seen in figure 4) and allows the iron to move around the body (Yiannikourides & Latunde-Dada 2019).

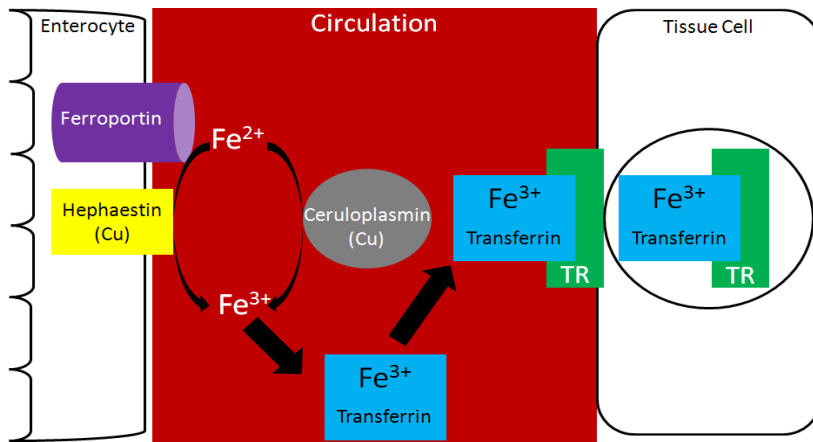


Figure 1. Transport the iron. The mechanism of iron transport, after iron absorption and insertion of the Fe^{II} ferrous to the circulation, is needed for transporting to be in ferric state Fe^{III} . So, by the action of the multi-copper enzymes (hephaestin and ceruloplasmin), it converts to oxidation state Fe^{III} and binds transferrin. Then, the transferrin is transported to cell tissues and bound to transferrin receptor (TR), and spreads in cells (figure adapted from Nutrition Flexbook, n.d).

The Apotransferrin (Apo-Tf) is an unconnected type of this transporter, has two ferric binding sites. Normally, only 30 % of transferrin is filled, this has an essential function in temporary storage for preventing any sudden accumulation of non-transferrin bound iron (NTBI) that, due to its high reactivity, can cause oxidative damage if absorbed by the tissues (Yiannikourides & Latunde-Dada 2019).

The amount of absorbed iron by the intestine is associated with the luminal iron concentration in the biphasic method (Collins, 2018). In low iron levels, there is a relationship between iron concentration and absorption. However, when the levels of luminal iron increase, small amounts of nutrients are absorbed, indicating that the method can be saturable. This particular represents iron absorption mechanisms. On the other hand, Iron absorption never completely saturates, and for very heavy concentrations of iron. There is a linear relationship between luminal iron content and absorbed volume is found once more.

These indicate that at physiologic intraluminal iron concentrations, iron absorption is a saturable, carrier-mediated mechanism, but at higher concentrations, a high-capacity, nonspecific process (possibly paracellular flux) is at work. This situation is also used to describe other essential element absorption like calcium (Collins, 2018).

3.1 Factors that Enhance Iron Absorption

The PH of the stomach plays a crucial role in iron absorption. In another word, the food ingested changes the PH gradients, which affects absorption. Moreover, ascorbic acid (vitamin C) has a crucial work as a catalyst enhancement of iron absorption. It acts as a reducing agent with ferric (FeIII) iron to form ferrous (FeII). In the low pH of the stomach, which continues and remains soluble in the alkaline environment of the duodenum. As well as it is recommended to improve iron absorption, include vitamin C in the diet with high iron availability. Drinking citrus juice or consuming other vitamin C-rich foods at the same time as eating high-iron foods will help the body absorb more iron. Food rich in vitamin C is also found in broccoli, kiwi, peppers, orange, and many others, etc.

Iron absorption is aided by ascorbate and citrate, which serve as weak chelators to help solubilize the metal in the duodenum. These compounds readily migrate iron into the mucosal lining cells. Researchers have discovered that natural ascorbic acid enhances iron absorption (Abbaspour et al., 2014). It has an ability to reduce ferric to ferrous iron, as well as its ability to chelate iron, which contributes to the enhancing effect. Also, this acid is considered the only enhancer for iron absorption in the diet.

3.2 Factors that Inhibit Iron Absorption

Although this effect has not been unequivocally identified, calcium might interfere with iron absorption. Consequently, some experts recommend that people take calcium and iron supplements at various times in the day (National Institute of Health, n.d). The absorption of non-heme iron from the diet is greatly aided by gastric acid. Since proton pump inhibitors like lansoprazole and omeprazole lower stomach acidity, they can lower iron absorption (National Institute of Health, n.d). In people with regular iron stores, treatment with proton pump inhibitors for up to 10 years is not linked to iron deficiency or anemia (Abbaspour et al., 2014). What's more, phytic acid, polyphenols, calcium, and peptides from partly digested proteins are also major inhibitors of iron absorption.

Polyphenols have been shown to inhibit iron absorption in herbal teas, legumes, cereals, berries, and vegetables. Calcium blocks both heme and non-heme iron absorption at the stage of initial uptake into enterocytes, unlike other agents including polyphenols and phytates, which only block non-heme iron absorption (National Institute of Health, n.d). Animal proteins like casein, whey, and egg whites, as well as plant proteins like soy protein, have been found to suppress iron absorption in humans.

Phytates can be found in a variety of foods, including grains, peas, nuts, vegetables, roots (such as potatoes), and fruits. Phytates are inositol hex phosphate salts, which are phosphate and mineral storage types. Non-heme iron absorption has not been shown to be inhibited by other phosphates (National Institute of Health, n.d). Phytates have a large inhibitory effect on iron absorption, and even small concentrations of phytates have a noticeable effect.

Bran contains a lot of phytates, which prevent iron absorption. As a result, whole-wheat flour contains much more phytates than white wheat flour. Phenolic compounds are used in almost all plants as a part of their defense system against insects, animals, and humans. Only a few phenolic compounds (mostly those of galloyl groups) seem to be responsible for iron absorption inhibition.

The mechanism of absorption inhibition is unclear, but the evidence clearly suggests that it occurs inside the mucosal cell itself during the common final transfer stage for heme and non-heme iron. Recent studies of the dose-effect relationship show that the first 40 mg of calcium in a meal has little effect. Afterward, there was a sigmoid interaction, and 300-600 mg of calcium inhibited iron absorption by 60%. This connection helps to understand some of the seemingly contradictory findings of calcium-iron interaction research.

3.3 Iron Metabolism and Homeostasis

Iron is an important element for many different metabolic processes in the body, but if its level was high that leads to negative toxic effects in the form of dangerous reactive oxygen species.

So, the absorption and production of iron should be tightly regulated in the body. Hence, the liver is considered the main regulator in metabolic and homeostasis, which involves two protein molecules are hepcidin and ferroportin that cooperate to control the flow of iron from cells into the bloodstream (Wallace, 2016). In addition, the enterocytes (site of iron absorption), erythroid compartments, and macrophages (site of iron recycling) are contributing to iron regulation (Ganz, 2013).

The major issues in iron metabolism are the duodenum and small intestine, which are responsible for iron absorption. The absorbed iron can store in enterocytes or enters the bloodstream to bind to transferrin and transports throughout the body. The tissues take up they're needed for iron to perform its process, such as creating new RBCs in bone marrow, oxidative metabolism in respiring cells, and synthesis of myoglobin in muscles. The macrophages in the spleen, liver, and bone marrow play a crucial role in iron recycling from senescent RBCs. As well, the liver has an important function in regulating and storing iron. By releasing hepcidin hormone, which is responsible for regulating the release of iron from macrophages and enterocytes into circulation. Therefore, maintain the plasma iron concentration.

Most iron exists in hemoglobin of RBCs and can be recycled by reticuloendothelial macrophages during the erythrophagocytosis process.

All cells in the body have a low amount of iron in order to perform cellular processes. The circulation pool of iron is relatively limited around (2– 4 mg) (Dev & Babitt, 2017). Therefore, should be changed every few hours to achieve the normal demand of iron for erythropoiesis and other body functions.

Around (1-2 mg) of iron remains in the duodenum from dietary absorption, this is counterbalanced by an uncontrolled depletion of (1–2 mg) of iron, mostly due to epithelial desquamation and blood loss, (Dev & Babitt, 2017). The amount of iron losses in the urinary is pretty low due to the protein-binding form of circulating iron (transferrin) and many processes for iron extraction in the kidney. Although the body's iron loss is uncontrolled, managing dietary iron renewal and iron release from circulating macrophages and hepatocytes is the main method to monitor systemic iron balance. After enterocytes consume iron, the circulatory system transports it to other organs and tissues in the body. Iron in the blood is found either bonded to the protein transferrin (transferrin-bound iron (TBI) or exists as non transferrin bonded iron (NTBI), but most of the iron in the form of transferrin bonded iron (Dev & Babitt, 2017).

The iron in senescent red blood cells can be recycled via macrophages of the reticuloendothelial system. Ferroportin (FPN) is known as an iron exporter, responsible for an iron release from cells.

The hepcidin hormone contains 25-amino acid peptide, is produced from the liver, and responsible for controlling the iron in the body by determining the amount of released iron into the blood. Also, can control the expression of hepcidin by many factors include hypoxia, erythropoiesis, inflammation, and iron status (Rishi & Subramaniam, 2017).

4. Proteins in Systemic Iron homeostasis and Treatment

A number of iron transport mechanisms have been identified since 1996. Rapid progress has been made in recent years in iron studies, which has led to the characterization of several newly identified key proteins.

4.1 Hephaestin (HEPH)

Hephaestin (HEPH) is a multicopper oxidase protein containing copper, has ferroxidase activity, involved in the homeostasis and metabolism of iron, the major role of this protein is regulating iron balance through oxidizing the ferrous FeII to ferric FeIII to be transported from enterocytes into the circulatory system.

The ferroxidase activity is an important process for iron to bind transferrin (iron transporting protein) and as well for ferritin (iron storage protein).

Hephaestin protein is somewhat comparable to ceruloplasmin, with half of the amino acids being equivalent. It aids in releasing iron through the cell membrane by oxidizing iron to ferric, which then binds to transferrin. Also, it assists in the absorption of iron in the intestine (Dunaief et al., 2014).

The mechanism of hephaestin is expressed in iron homeostasis and metabolism by converting the ferric to ferrous in the intestine. Where, taking high amounts of iron and have adequate iron reserves result in down-regulation of ferroportin, hephaestin, and divalent metal transporter 1

(DMT1). Therefore, iron absorption is reduced from the intestinal cells into the bloodstream.

As it contrasts, when the iron intake is low and has inadequate iron reserves, that leads to up-regulation of ferroportin, hephaestin, and divalent metal transporter 1 (DMT1), in the same time it increases the capacity of enterocyte for absorption on the basolateral surface and releases into the bloodstream.

In the condition of inactive ferroxidase in hephaestin, the ferroportin degenerates, and the redacted iron in the gut can't be returned through the intestinal cells. So, it is released to the bloodstream that binds to transferrin, and is secreted in the gut.

4.2 Hepcidin (Hepc)

The iron level in the body is regulated in a constant range. With the decrease iron level, the uptake increases, and with the increased iron level, the uptake decreases. As well as this homeostasis is controlled by hepcidin.

Hepcidin protein is synthesized in liver cells. Then, it is extracted into circulating plasma. The production of hepcidin depends on the iron stores. Mainly, it is found in the bloodstream and is filtered via kidneys. Its main role is regulating iron releases from intestinal cells and macrophages to the blood plasma through control membrane proteins (ferroportin).

The hepcidin binds to ferroportin. Then, the ferroportin is endocytosed, and the hepcidin is destroyed in lysosomes in the cells. This mechanism decreases iron absorption and prevents exporting iron from the stores (enterocyte and hepatocyte) into the bloodstream (Freeman, 2015).

The synthesis of hepcidin is controlled by iron. When the iron level is high, more hepcidin is produced, and when the level of iron is low the hepcidin production is decreased. As well, the hepcidin synthesis can be controlled through hepcidin inhibitor in the bone marrow, which response to elevated erythropoietin result from severe bleeding or lack of oxygen (Freeman, 2015). In addition, this result may increase iron transporter ferroportin because it does not rely on hepcidin control.

Furthermore, if the level of hepcidin is low, and the level of ferroportin not regulated to it, the enterocyte exports ferrous FeII, to be oxidized by the multicopper proteins (ceruloplasmin and hephaestin) to ferric FeIII in order to bind transferrin. The main function of transferrin is to chelate iron, making it soluble, blocking the production of reactive oxygen species, and promoting its transfer to cells (Ems et al., 2021).

4.3 Current Treatment for Iron Deficiency Anemia

It is necessary for anemia treatment, which happens due to a low level of iron, to determine its causes and type. More than that, evaluate its severity to determine the best treatment. For example, in some cases, the iron dietary is enough for a cure. While in severe cases it needs to give the patient iron

supplements intravenous or oral. Also, B vitamins especially B12 and folic acid B9 supplements can be used in the case of iron deficiency, in regard to their role in hemoglobin formation.

The oral iron supplement is considered the first option for iron deficiency treatment. As it is efficacious, convenient, and safe. However, it has side effects such as pains in the stomach and not well effective in some patients. For patients who don't respond and don't bear oral iron, intravenous iron is preferred to use. Where, most clinical situations, including pregnancy, indicate that the intravenous (IV) iron supplement is safe and effective for the treatment of severe iron deficiency anemia (Auerbach & Adamson, 2015).

Intravenous iron therapy consists of a core of iron hydroxide covered with carbohydrate ligands. After given the complexes, the macrophages take them up by endocytosis. Then, they are either secreted into the serum in the form of ferrous FeII or combined with ferritin for storage. The iron secreted by macrophages is rapidly oxidized to ferric iron FeIII and combined with transferrin so that it can be transported to the target site of bone marrow to synthesize red blood cells and be stored in the liver (StatPearls, 2020).

The oral iron supplements, after taken orally arrive at the duodenum to be absorbed via enterocyte by the divalent metal-ion transporter 1 (DMT1). Then, it is either integrated into ferritin or secreted into serum via ferroportin 1 on the basolateral membrane. The ferroportin 1 transporter binds to multiple copper oxidases, which oxidize FeII to FeIII to bind transferrin for transport to the liver (for storage) and bone marrow (for Hb production).

The active absorption mechanism only absorbs a certain amount of iron. When iron intake exceeds these thresholds, it is negatively absorbed into the bloodstream through the paracellular pathway (StatPearls, 2020).

5. Summary

The main idea of this review is to highlight the functions of iron in the body, and providing its important mechanisms in helping transport oxygen to organs, and perform the cellular process such as converting the sugar into energy. In addition, it indicates the lacking of iron that leads to anemia. As well, anemia has many types that depend on its causes, for example, iron deficiency anemia is a result of lacking iron due to bleeding or low iron intake. Furthermore, iron deficiency anemia is also a public health issue and may have severe clinical effects on people of all ages. For the treatment, the iron supplements can be taken orally or intravenously.

This condition of lacking iron leads to hypoxia and impair body organs. It is important to know the anemia type for treatment but, in the case of slight iron deficiency the diagnosis is hard, so it is required to take tests such as serum ferritin to learn the iron level in the body. The cure of iron deficiency anemia usually by taking iron supplements orally or intravenously.

The iron metabolic mechanism and homeostasis are regulated by cooperating between ferroportin 1 and hepcidin where they control the amount of absorbed iron in the circulation by permitting or not the iron to

enter plasma from mucosal intestinal cells. Also, they contribute in balancing iron in plasma, when iron levels are low, the ferroportin allows the iron to enter the circulation. While, if the iron level is high, the hepcidin integrated with ferroportin, thereby reducing the absorption of iron and preventing iron export from intestinal epithelial cells.

Additionally, the dietary iron can't be absorbed in the ferric state, so it is needed to convert to a ferrous state to insert into the intestinal lumen. Then, by the action of hephaestin and ceruloplasmin enzymes, the iron is oxidized and again return to ferric to associate the transferrin and transport in the body. Some of it goes to bone marrow for RBCs production and others to ferritin for storage and to be released when the body needs it.

The Recent studies are focused on enhancing the understanding of the iron metabolism process and the function of hepcidin as a diagnosis and therapy method.

6. References

- Abbaspour, N., Hurrell, R., & Kelishadi, R. Review on iron and its importance for human health. February 2014. 164–174. from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3999603/>.
- Arosio, P., Elia, L., & Poli, M. Ferritin, cellular iron storage and regulation. 2017, March 27. 414-422. from <https://iubmb.library.wiley.com/doi/full/10.1002/iub.1621>.
- Auerbach, M., & Adamson, J. How we diagnose and treat iron deficiency anemia. 17 November 2015. 31-38. From <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ajh.24201>.
- Auerbach, M., & Adamson, J. How we diagnose and treat iron deficiency anemia. 2015, November 17, from <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ajh.24201>.
- Bharat, D. "Iron: Functions, Food Sources, Supplements, Deficiency and Toxicity." Netmeds. 13 February 2020, From <https://www.netmeds.com/health-library/post/iron-functions-food-sources-supplements-deficiency-and-toxicity>.
- Browna. (n.d.). Nutrition Flexbook. Chapter 12, 12.72 Iron Transport & Storage, from <https://courses.lumenlearning.com/suny-nutrition/chapter/12-72-iron-transport-storage/>.
- Cappellini, M., Musallam, K., & Taher, A. Iron deficiency anaemia revisited. 12 November 2019, 153-170. from <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/joim.13004>.

- Chaparro, C., & Suchdev, P. Anemia epidemiology, pathophysiology, and etiology in low- and middle-income countries. 2019, August. From <https://ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6697587/>.
- Chapter 22: Autoimmune diseases, pernicious Anemia (Vitamin B12 Deficiency). (2020, November 16). from <https://www.labpedia.net/elementary-immunology/chapter-22-autoimmune-diseases-pernicious-anemia-vitamin-b12-deficiency/>.
- Collins F., Anderson G. et al. in Physiology of the Gastrointestinal Tract (Sixth Edition), 2018 60.4.1 General Characteristics of Iron Absorption, from <https://www.sciencedirect.com/topics/biochemistry-genetics-and-molecular-biology/iron-absorption>.
- Dahlerup, J., Lindgren, S., Moum, B., Järnbrist och järnbristanemi är globala hälsoprob [Iron deficiency and iron deficiency anemia are global health problems]. 2015 Mar 10;112. Swedish. PMID: 25756711.
- Dev, S., & Babitt, J. Overview of iron metabolism in health and disease. 2017, March 15, S6–S20. from <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/hdi.12542>.
- Dev, S., & Babitt, J. Overview of iron metabolism in health and disease, 2017, March 15, 6–20 from <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/hdi.12542>.
- Dr. Miller, P. "Iron Metabolism Part I: Sources, Transport, Testing." Times of India Blog. 05 Sept. 2018. From <https://timesofindia.indiatimes.com/blogs/antiaging/iron-metabolism-part-i-sources-transport-testing/>.
- Dunaief, D., Cwanger A. Dunaief, J. Iron-Induced Retinal Damage, in Handbook of Nutrition, Diet and the Eye, December 2014, 619–626. From 10.1016/B978-0-12-401717-7.00063-.
- Ems, T. St Lucia K., Huecker MR. "Biochemistry, Iron Absorption". StatPearls [Internet]. U.S. National Library of Medicine, 26 Apr. 2021. From <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK448204/#:~:text=The%20absorption%20of%20most%20dietary,a%20protein%20such%20as%20heme>.
- Freeman, HJ., Iron deficiency anemia in celiac disease. World J Gastroenterol 2015; 21(31): 9233–9238 [PMID:from <https://www.wjgnet.com/1007-9327/full/v21/i31/9233.htm>].
- Ganz, T. Systemic iron homeostasis, American physiological society, 2013, October 01, 1721–1741. From <https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/physrev.00008.2013>.

- Human Vitamin and Mineral Requirements (book), Chapter 13. Iron .2002. from <http://www.fao.org/3/Y2809E/y2809e0j.htm>.
- Kalgaonkar, S., & Lönnnerdal, B. Effects of dietary factors on iron uptake from ferritin by caco-2 cells. 2009 January. from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2265087/>.
- Michels, K., Nemeth, E., et. al., Defense against Infectious Diseases. SourcePubMed, August 2015, from <https://10.1371/journal.ppat.1004998>.
- Labpedia.net. Ferritin (serum ferritin level). 18 September 2020. from <https://www.labpedia.net/ferritin-serum-ferritin-level/>.
- Madeddu, C., Gramignano, G. et. al., Pathogenesis and treatment options of cancer related anemia: Perspective for a targeted Mechanism-Based Approach. 28 August 2018.
- Mayo Clinic. Iron deficiency anemia. 18 October 2019. from <https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/iron-deficiency-anemia/symptoms-causes/syc-20355034>.
- Milman, N. A review of nutrients and compounds, which promote or Inhibit Intestinal Iron Absorption: Making a platform for Dietary measures that can Reduce iron uptake in patients with genetic Haemochromatosis. 2020, September 14.
- National Institute of Health. Iron. n.d. from <https://ods.od.nih.gov/fact-sheets/Iron-HealthProfessional/#en5>.
- Rishi, G., & Subramaniam, V. The liver in regulation of iron homeostasis. American physiological society, 2017, September 01. 157–165.
- Lakhal-Littleton, S., and Robbins, P., The interplay between iron and oxygen homeostasis with a particular focus on the heart. 2017, October 26. 967–973.
- Tandy, S., Williams, M., et. al. Nramp2 Expression Is Associated with pH-dependent Iron Uptake across the Apical Membrane of Human Intestinal Caco-2 Cells. Journal of Biology Chemistry. 2000 January 14, pp. 1023–1029. From <https://doi.org/10.1074/jbc.275.2.1023>.
- StatPearls.(2020,July 10). Iron. from <https://www.statpearls.com/ArticleLibrary/viewarticle/23765>
- Wallace, D. The regulation of iron absorption and homeostasis. 2016, May. 51–62 from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5198508/>.
- Wang, C., & Babitt, J. Liver iron sensing and body iron homeostasis. 2019, January 03, from <https://ashpublications.org/blood/article/133/1/18/6615/Liver-iron-sensing-and-body-iron-homeostasis>.

Yiannikourides, A., and Latunde-Dada, G., A Short Review of Iron Metabolism and Pathophysiology of Iron Disorders. Medicines. 5 August 2019.

Harris, Z., in Clinical and Translational Perspectives on Wilson Disease, The Multicopper Oxidase Family, 2019.

INSAC

Academic Studies on Natural and Engineering Sciences



**Soft Separation Axioms and Soft Compact Spaces Via Near
Soft Sets (Alkan Özkan, Sandeep Kaur, Taha Yasin Öztürk)**

Soft Separation Axioms and Soft Compact Spaces Via Near Soft Sets

Alkan Özkan¹, Sandeep Kaur², Taha Yasin Öztürk³

¹*Department of Mathematics, Faculty of Arts and Sciences, Iğdır University, Iğdır, Turkey,*

E-mail: alkan.ozkan@igdir.edu.tr

²*Department of Mathematics and Statistics, Central University of Punjab, Bathinda, India,*

E-mail: sandybrar86@gmail.com

³*Department of Mathematics, Faculty of Arts and Sciences, Kafkas University, Kars, Turkey,*

E-mail: taha36100@kafkas.edu.tr

1. Introduction

Several set theories are considered in literature as tools for dealing with uncertainties and vagueness. In 1999, Molodtsov [18] introduced the notion of soft set theory as a new mathematical approach to deal with uncertain objects. Theoretical and applied studies of soft sets have been studied by various authors in [5, 6, 7, 10, 4]. In 2003, the basic set-theoretic process and properties of the soft sets are given by Maji et al. [16]. These operations and properties of the soft set have expanded in more detail by Ali et al. [3] and Maji et al. [17]. In the continuation of this study, Aygünoğlu and Aygün in [8], Cagman et al. in [9] and then Georgiou et al. in [11] made important contributions to the development of the notion of soft topological spaces. Pei and Miao [35] defined some special soft sets and discussed their relationship with information systems where he examined that a soft set can be represented by Boolean-valued information system. Aktas and Cagman [2] and Acar et al. [1] introduced the concept of soft group and soft ring respectively and examined their related features.

In 2002, Pawlak and Peters [25] developed the near set theory as a generalization of approximated sets which is a generalization of rough set theory. Later, Peters conducted research on the topological applications via near sets in [19], computer applications in [28, 30, 31, 32, 33] and especially on image analysis in [12, 13, 14, 15, 29]. In the studies Peters carried out in 2007 [26, 27], the problem dealt with was the approximate determination of the perceptual objects that were qualitatively near to each other. The qualitatively near term means the proximity of the descriptions or the distinguishing properties of objects. The solution to this problem was inspired in the early 1980s by Pawlak's work on the classification of objects

through the attributes [24].

Many new set definitions have been introduced through soft sets. One of these is the near soft set defined by Tasbozan et al. [34] in 2017, who studied the basic properties of near soft sets and the concept of near soft topological space. Basic definitions and properties such as point, interior, closure, and continuity in near soft sets were studied by Ozkan in 2019, and the theoretical studies of near soft sets were continued [20]. In 2020, Ozkan et al. defined connectivity in near soft topological spaces via near soft sets and examined their basic properties [21].

In this study, we present the concepts of near soft separation axioms and near soft compactness by means of near soft sets in near soft topological spaces. In section 2, we recall the basic concept related to nearness approximation space and near soft set theory. Section 3 begins by introducing separation axioms namely near soft nT_i -spaces with examples and discuss their relationships with each other. Some properties of these axioms are also discussed. Later, we define the concept of near soft regular and near soft normal spaces and discuss their characterizations. In section 4, we define the notion of near soft compact spaces and some basic results based on near soft compact spaces are determined. Moreover, it is thought that these structures will form the basis for future studies on near soft sets.

2. Preliminary

First we recall some descriptions of near soft sets. From now on, let $\mathcal{O}$ be an primary universal set and $\mathcal{F}$ be a set of parameter according to $\mathcal{O}$ and $B \subset \mathcal{F}$ unless otherwise stated. Let $N_r(B)(X)$ be a family of neighbourhoods of a set X where $X \subseteq \mathcal{O}$.

Definition 2.1. [34] Let $NAS = (\mathcal{O}, \mathcal{F}, \sim_{B_r, N_r, v_{N_r}})$ be a nearness approximation space and $\sigma = G_B$ be a soft set over $\mathcal{O}$. The soft sets $N_{r*}(\sigma) = G_{*B}$ and $N_r^*(\sigma) = G_B^*$ over $\mathcal{O}$ are the lower and upper near approximations of $\sigma = G_B$ according to NAS defined by

$$G_*(\eta) = N_{r*}(G(\eta)) = \cup \{a \in \mathcal{O} : \bar{a}_{B_r} \subseteq G(\eta)\}$$

$$G^*(\eta) = N_r^*(G(\eta)) = \cup \{a \in \mathcal{O} : \bar{a}_{B_r} \cap G(\eta) \neq \emptyset\}$$

for all $\eta \in B$.

The soft set σ is called a near soft set if $Bnd_{N_r(B)}(\sigma) \geq 0$.

Unless otherwise specified, we will take parameter B over a universe $\mathcal{O}$. The notation $NSS(\mathcal{O}_B)$ will represent the set of all near soft sets over $\mathcal{O}$.

Definition 2.2. [20] Let $F_B \in NSS(\mathcal{O}_B)$ and $a \in \mathcal{O}$. Then a belongs to the

near soft set F_B denoted by $a \in F_B$ if $a \in F(\eta)$ for all $\eta \in B$.

Note that for $a \in \mathcal{O}$, $a \notin F_B$ if $a \notin F(\eta)$ for some $\eta \in B$.

Definition 2.3. [34] Let $G_B \in NSS(\mathcal{O}_B)$. Then G_B is called a null near soft set $G(\eta) = \emptyset$, for every $\eta \in B$ and whole near soft set if $G(\eta) = \mathcal{O}$, for every $\eta \in B$.

Definition 2.4. Let $a \in \mathcal{O}$; then a_B denotes the near soft set over $\mathcal{O}_B$ for which $a(\eta) = \{a\}$, for every $\eta \in B$.

Definition 2.5. [34] Let $F_B, G_B \in NSS(\mathcal{O}_B)$. Then F_B is a near soft subset of G_B if $N_*(F_B) \subseteq N_*(G_B)$ for every $\eta \in B$, i.e., $N_*(F(\eta), B) \subseteq N_*(G(\eta), B)$ for every $\eta \in B$, denoted by $F_B \subseteq G_B$.

F_A is said to be a near soft superset of G_B i.e. G_B is a near soft subset of F_A , denoted by $F_A \supseteq G_B$.

Definition 2.6. [20] Let $F_B, G_B \in NSS(\mathcal{O}_B)$. If near soft sets F_B and G_B are subset of each other, then they are called equal, denoted by $F_B = G_B$.

Definition 2.7. [20] Let F_A and G_B be near soft sets over a universal set $\mathcal{O}$ and $A, B \subset \mathcal{F}$.

1. The extended intersection of F_A and G_B over $\mathcal{O}$ is the near soft set H_C , denoted by $F_A \cap G_B = H_C$ where $C = A \cup B$, is described by

$$H(\eta) = \begin{cases} F(\eta) & \text{if } \eta \in A - B \\ G(\eta) & \text{if } \eta \in B - A \\ F(\eta) \cap G(\eta) & \text{if } \eta \in A \cap B \end{cases}$$

for all $\eta \in C$.

2. The restricted intersection of F_A and G_B is the near soft set H_C which is defined by $H(\eta) = F(\eta) \cap G(\eta)$ for every $\eta \in C$, where $C = A \cap B$.
3. The extended union of F_A and G_B is the near soft set H_C , denoted by $F_A \cup G_B = H_C$ where $C = A \cup B$, is described by

$$H(\eta) = \begin{cases} F(\eta) & \text{if } \eta \in A - B \\ G(\eta) & \text{if } \eta \in B - A \\ F(\eta) \cup G(\eta) & \text{if } \eta \in A \cap B \end{cases}$$

for all $\eta \in C$.

4. The restricted union of F_A and G_B is the near soft set H_C , which is defined by $H(\eta) = F(\eta) \cup G(\eta)$ for every $\eta \in C$, where $C = A \cap B$.

Definition 2.8. [34] Let $F_B \in NSS(\mathcal{O}_B)$. Then F_B^c is called relative complement of F_B , where $F^c(\eta) = \mathcal{O} - F(\eta)$ for all $\eta \in B$.

Definition 2.9. [20] Let $F_B \in NSS(\mathcal{O}_B)$. If for the element $\eta \in B$, $F(\eta) \neq \emptyset$ and $F(\eta') = \emptyset$ for all $\eta' \in B - \{\eta\}$, then F_B is said to be a near soft point in $\mathcal{O}_B$, denoted by η_F^N .

Definition 2.10. [20] Let $G_B \in NSS(\mathcal{O}_B)$. The near soft point η_F^N is said to be in the near soft set G_B if for the element $\eta \in B$ and $F(\eta) \subseteq G(\eta)$, denoted by $\eta_F^N \in G_B$.

Definition 2.11. [34] Let $\sigma = F_B$ be a near soft set over $\mathcal{O}_B$, τ be the collection of near soft subsets σ , B is the non-empty set of parameters, and then $\mathcal{O}_B$ is called be a near soft topology on σ if the following axioms satisfies:

1. $\emptyset_B, \mathcal{O}_B \in \tau$ where $\emptyset(\eta) = \emptyset$ and $F(\eta) = F$, for every $\eta \in B$.
2. The intersection of any two near soft sets in τ belongs to τ .
3. The union of any number of near soft sets in τ belongs to τ .

The triplet $(\mathcal{O}, B, \tau)$ is said to be a near soft topological space over $\mathcal{O}$. The members of τ are near soft open sets in $\mathcal{O}$. A near soft set F_B is near soft closed in $\mathcal{O}$ if its relative complement F_B^c belongs to τ .

Throughout this paper, nsts will denote near soft topological spaces.

Definition 2.12. Let $F_B \in NSS(\mathcal{O}_B)$ and X be a nonempty subset of $\mathcal{O}$. Then the near subsoft set of F_B over X_B denoted by ${}^X F_B$ is defined by ${}^X F_B(\eta) = X \cap F_B(\eta)$, for each $\eta \in B$. In other words, ${}^X F_B = \{X \cap F_B(\eta) : \eta \in B\}$.

Definition 2.13. Let $(\mathcal{O}, B, \tau)$ be a nsts and X be a nonempty subset of $\mathcal{O}$. Then $\tau_X = \{{}^X F_B : F_B \in \tau\}$ is said to be the near soft relative topology over X and (X, B, τ_X) is called a near soft subspace of $(\mathcal{O}, B, \tau)$.

Definition 2.14. [20] Let $(\mathcal{O}, B, \tau)$ be a nsts and $F_B \in NSS(\mathcal{O}_B)$. The near soft point $\eta_F^N \in \mathcal{O}$ is called a near soft interior point of a near soft set F_B if there exists a near soft open set G_B such that $\eta_F^N \in G_B \subseteq F_B$.

Definition 2.15. [20] Let $(\mathcal{O}, B, \tau)$ be a nsts and $F_B \in NSS(\mathcal{O}_B)$. Then

The near soft closure of F_B is denoted by $cl_n(F_B)$ and defined by

$$cl_n(F_B) = \cap \{K_B \supseteq F_B : K_B \text{ is a near soft closed set of } \mathcal{O}_B\}.$$

The near soft interior of F_B is denoted by $int_n(F_B)$ and defined by

$$int_n(F_B) = \cup \{G_B \subseteq F_B : G_B \text{ is a near soft open set of } \mathcal{O}_B\}.$$

Definition 2.16. [20] Let $(\mathcal{O}, B, \tau)$ be a nsts and $F_B \in NSS(\mathcal{O}_B)$. If there exists a near soft open set G_B such that $\eta_F^N \in G_B \subseteq F_B$, then F_B is called a near soft neighborhood (or near soft nbd) of the near soft point $\eta_F^N \in \mathcal{O}_B$.

Definition 2.17. [20] Let $(\mathcal{O}, B, \tau)$ be a nsts and $G_B \in NSS(\mathcal{O}_B)$. If there exists a near soft open set V_B such that $F_B \subseteq V_B \subseteq G_B$, then G_B is called a near soft nbd of the near soft set F_B .

The nbd system of a near soft point η_F^N , denoted by $N_\tau(\eta_F^N)$, is the family of all its nbds. Moreover, throughout our work, the spaces $\mathcal{O}$ and $\mathcal{V}$, we mean assumed $((\mathcal{O}, A, \tau)$ and $(\mathcal{V}, B, \tau^*)$) nsts respectively and a near soft mapping $f: \mathcal{O} \rightarrow \mathcal{V}$ means a mapping, $f: (\mathcal{O}, A, \tau) \rightarrow (\mathcal{V}, B, \tau^*)$, $u: \mathcal{O} \rightarrow \mathcal{V}$, and $p: A \rightarrow B$ are assumed mappings unless otherwise stated and $A, B \subset \mathcal{F}$.

Definition 2.18. [20] Let $NSS(\mathcal{O}_A)$ and $NSS(\mathcal{V}_B)$ be the families of all near soft sets over $\mathcal{O}$ and $\mathcal{V}$, respectively. The mapping f is said to be a near soft mapping from $\mathcal{O}$ to $\mathcal{V}$, denoted by $f: NSS(\mathcal{O}_A) \rightarrow NSS(\mathcal{V}_B)$, where $u: \mathcal{O} \rightarrow \mathcal{V}$ and $p: A \rightarrow B$ are two mappings.

1. Let $G_A \in NSS(\mathcal{O}_A)$, then for all $\omega \in B$ image of G_A under f , written as $f(G_A) = (f(G), p(A))$, is a near soft set in $NSS(\mathcal{V}_B)$ defined as follows;

$$f(G)(\omega) = \begin{cases} \bigcup_{\eta \in p^{-1}(\omega) \cap A} u(G(\eta)), & p^{-1}(\omega) \cap A \neq \emptyset \\ \emptyset, & \text{otherwise} \end{cases}.$$

2. Let $F_B \in NSS(\mathcal{V}_B)$. Then for all $\eta \in A$ the near soft inverse image of F_B under f , written as $f^{-1}(F_B) = (f^{-1}(F), p^{-1}(B))$, is a near soft set in $NSS(\mathcal{O}_A)$ defined as follows;

$$f^{-1}(F)(\eta) = \begin{cases} u^{-1}(F(p(\eta))), & p(\eta) \in B \\ \emptyset, & \text{otherwise} \end{cases}.$$

Definition 2.19. [21] A near soft map $f: NSS(\mathcal{O}_A) \rightarrow NSS(\mathcal{V}_B)$ is called a be injective (resp. surjective, bijective) mapping if f and p are injective (resp. surjective, bijective) mapping.

Definition 2.20. [20] Let $(\mathcal{O}, A, \tau)$ and $(\mathcal{V}, B, \tau^*)$ be two nstss. Let $u: \mathcal{O} \rightarrow \mathcal{V}$, and $p: A \rightarrow B$. Let $f: NSS(\mathcal{O}_A) \rightarrow NSS(\mathcal{V}_B)$ be a mapping and $\eta_F^N \in \mathcal{O}_A$. Then

1. f is a near soft continuous mapping at $\eta_F^N \in \mathcal{O}_A$ if for each $G_B \in N_{\tau^*}(f(\eta_F^N))$, there exists a $H_A \in N_\tau(\eta_F^N)$ such that $f(H_A) \subseteq G_B$.
2. f is a near soft continuous mapping on $\mathcal{O}_A$ if f is near soft continuous mapping at each near soft point in $\mathcal{O}_A$.

Definition 2.21. A near soft map $f: NSS(\mathcal{O}_A) \rightarrow NSS(\mathcal{V}_B)$ is called a near soft homeomorphism if it is bijective, near soft continuous and open.

We shall make use of the following result in our work.

Definition 2.22. [20] Let $f: \mathcal{O} \rightarrow \mathcal{V}$ where $(\mathcal{O}, A, \tau)$ and $(\mathcal{V}, B, \tau^*)$ be nstss

then f is a near soft continuous on $\mathcal{O}_A$ if and only if the inverse image of a near soft closed set in $\mathcal{V}_B$ is a near soft closed set in $\mathcal{O}_A$.

3. Near Soft Separation Axioms

In this section, we define near soft separation axioms and explore some of their properties. We also shall examine the relationship among these axioms.

Definition 3.1. Let $\mathcal{O}$ be an initial universal set and $(\mathcal{O}, B, \tau)$ be a nsts over $\mathcal{O}$. Then $(\mathcal{O}, B, \tau)$ is called

1. a near soft T_0 (written nT_0)-space if, whenever $a \neq b \in \mathcal{O}$, either there exists a near soft open set G_B such that $a \in G_B$, $b \notin G_B$ or V_B such that $b \in V_B$, $a \notin V_B$.
2. a near soft T_1 (written nT_1)-space if, whenever $a \neq b \in \mathcal{O}$, there exist near soft open sets G_B and V_B such that $a \in G_B$, $b \notin G_B$ and $b \in V_B$, $a \notin V_B$.
3. a near soft T_2 (written nT_2)-space (or, near Hausdorff space) if, whenever $a \neq b \in \mathcal{O}$, there exist disjoint near soft open sets G_B and V_B in $\mathcal{O}_B$ such that $a \in G_B$ and $b \in V_B$.

Proposition 3.2. It is immediately clear from the definitions that $nT_2 \Rightarrow nT_1 \Rightarrow nT_0$.

Example 3.3. Let $X = \{a_1, a_2\} \subset \mathcal{O} = \{a_1, a_2, a_3\}$ be a set of perceptual objects and let $B = \{\eta_1, \eta_2\} \subset \mathcal{F} = \{\eta_1, \eta_2, \eta_3\}$ be a set of functions. Where $\eta_i, i = 1, 2, 3$ functions are the following Table.

Table 1: Table

	a_1	a_2	a_3
η_1	1	0	1
η_2	0,2	0,2	0,3
η_3	0,01	0,03	0,02

Let $\sigma = F_B, B = \{\eta_1, \eta_2\}$ be a soft set defined by

$$F_B = \{(\eta_1, \{a_1, a_2\}), (\eta_2, \{a_1, a_2\})\}.$$

Then for $r = 1$ and $r = 2$;

$Bnd_{N_r(B)}(\sigma) \geq 0$, then σ is a near soft set.

$\tau = \{\emptyset, F_B, F_B^1, F_B^2\}$ where

$$F_B = \{(\eta_1, \{a_1, a_2\}), (\eta_2, \{a_1, a_2\})\},$$

$$F_B^1 = \{(\eta_1, \{a_2\}), (\eta_2, \{a_2\})\},$$

$$F_B^2 = \{(\eta_1, \{a_1\}), (\eta_2, \{a_1\})\}.$$

Then $(\mathcal{O}, B, \tau)$ is a nsts over $\mathcal{O}_B$. Furthermore $(\mathcal{O}, B, \tau)$ is a nT_2 ($\Rightarrow nT_1 \Rightarrow nT_0$) space over $\mathcal{O}_B$.

Remark 3.4. The following example shows that the converse of the Proposition 3.2 does not hold in general.

Example 3.5. Let $\mathcal{O} = \{a_1, a_2\}$, $B = \{\eta_1, \eta_2\}$ and $\tau = \{\emptyset, F_B, F_B^1\}$ where F_B, F_B^1 are soft sets over $\mathcal{O}$, defined as follows

$$F_B = \{(\eta_1, \{a_1, a_2\}), (\eta_2, \{a_1, a_2\})\},$$

$$F_B^1 = \{(\eta_1, \{a_2\})\}.$$

By Table F_B, F_B^1 are near soft sets over $\mathcal{O}$. Then $(\mathcal{O}, B, \tau)$ is a nsts over $\mathcal{O}_B$. Moreover $(\mathcal{O}, B, \tau)$ is a nT_0 -space over $\mathcal{O}_B$, but neither nT_1 -space nor near soft nT_2 -space.

Example 3.6. Let $\mathcal{O} = \{a_1, a_2, a_3\}$, $B = \{\eta_1, \eta_2\}$ and $\tau = \{\emptyset, F_B, F_B^1, F_B^2, F_B^3\}$ where F_B, F_B^1, F_B^2, F_B^3 are soft sets over $\mathcal{O}$, defined as follows

$$F_B = \{(\eta_1, \mathcal{O}), (\eta_2, \mathcal{O})\},$$

$$F_B^1 = \{(\eta_1, \mathcal{O}), (\eta_2, \{a_2\})\},$$

$$F_B^2 = \{(\eta_1, \{a_1\}), (\eta_2, \mathcal{O})\},$$

$$F_B^3 = \{(\eta_1, \{a_1\}), (\eta_2, \{a_2\})\}.$$

By Table F_B, F_B^1, F_B^2, F_B^3 are near soft sets over $\mathcal{O}$. Then $(\mathcal{O}, B, \tau)$ is a nsts over $\mathcal{O}_B$. Besides $(\mathcal{O}, B, \tau)$ is a nT_1 -space over $\mathcal{O}_B$, but nT_2 -space.

Theorem 3.7. For $i = 0, 1, 2$; a subspace of a nT_i -space is a nT_i -space.

Proof. All of the proofs are straightforward. We consider only the case $i = 1$. Suppose $a \neq b \in X \subseteq \mathcal{O}$, where $(\mathcal{O}, B, \tau)$ is a nT_1 -space. If G_B is a near soft open set in X containing a but not b , then $U_B = G_B \cap X$ is a near soft open set in X containing a but not b . Similarly, we can find a near open set V_B in X containing b but not a . Therefore (X, B, τ_X) is a nT_1 -space. $\square$

Theorem 3.8. Let $(\mathcal{O}, B, \tau)$ be a nsts over $\mathcal{O}$ and $a, b \in \mathcal{O}$ such that $a \neq b$. If there exist near soft open sets U_B and V_B such that $a \in U_B$ and $b \in U_B^c$ or $b \in V_B$ and $a \in V_B^c$, then $(\mathcal{O}, B, \tau)$ is a nT_0 -space.

Proof. Let $a, b \in \mathcal{O}$ such that $a \neq b$ and U_B and V_B near soft open sets such that $a \in U_B$ and $b \in U_B^c$ or $b \in V_B$ and $a \in V_B^c$. If $b \in U_B^c$, then $b \in (F(\eta))^c$ for each $\eta \in B$. This implies that $b \notin F(\eta)$ for each $\eta \in B$. Therefore $b \notin U_B$. Similarly we can show that if $a \in V_B^c$ then $a \notin V_B$. Thus $(\mathcal{O}, B, \tau)$ is a nT_0 -space. $\square$

Theorem 3.9. Let $(\mathcal{O}, B, \tau)$ be a nsts over $\mathcal{O}$. If a_B is a near soft closed set in $(\mathcal{O}, B, \tau)$ for each $a \in \mathcal{O}$, then $(\mathcal{O}, B, \tau)$ is a nT_1 -space.

Proof. Since a_B is a near soft closed set in $(\mathcal{O}, B, \tau)$ then a_B^c is a near soft open set. Let $a, b \in \mathcal{O}$ such that $a \neq b$. For $a \in \mathcal{O}$, a_B^c is a near soft open set such that $b \in a_B^c$ and $a \notin a_B^c$. Similarly b_B^c is such that $a \in b_B^c$ and $b \notin b_B^c$. Hence $(\mathcal{O}, B, \tau)$ is a nT_1 -space. $\square$

Theorem 3.10. Let $(\mathcal{O}, B, \tau)$ be a nsts over $\mathcal{O}$ and $a \in \mathcal{O}$. If $(\mathcal{O}, B, \tau)$ is a nT_2 -space, then $a_B = \cap F_B$ for each near soft open set F_B with $a \in F_B$.

Proof. Let $a, b \in \mathcal{O}$ such that $a \neq b$. Since $(\mathcal{O}, B, \tau)$ is a nT_2 -space there exist near soft open sets U_B and V_B such that $a \in U_B$ and $b \in V_B$ and $U_B \cap V_B = \emptyset \Rightarrow a_B \in U_B \Rightarrow a_B \subset \cap V_B$, by Theorem 1.4. $\square$

Definition 3.11. A nsts $(\mathcal{O}, B, \tau)$ is called a near soft regular if whenever K_B is a near soft closed set and $a \notin K_B$ there exist disjoint near soft open sets U_B and V_B such that $a \in U_B$ and $K_B \subseteq V_B$.

There are some easy characterizations of “near soft regular” that are useful to recognize.

Theorem 3.12. For a nsts $(\mathcal{O}, B, \tau)$, following are equivalent;

- i. $\mathcal{O}$ is a near soft regular space,
- ii. if G_B is a near soft open set containing a , then there exists a near soft open set $U_B \subseteq \mathcal{O}_B$ such that $a \in U_B \subseteq cl_n(U_B) \subseteq G_B$,
- iii. at each near soft point $a \in \mathcal{O}$ there exists a near soft nbd base consisting of near soft closed neighborhoods.

Proof. i) $\Rightarrow$ ii) Suppose $(\mathcal{O}, B, \tau)$ is a near soft regular space and G_B is a near soft open set with $a \in G_B$. Letting $K_B = \mathcal{O}_B - G_B$, we use near soft regularity to get disjoint near soft open sets U_B, V_B with $a \in U_B$ and $K_B \subseteq V_B$.

Then $a \in U_B \subseteq cl_n(U_B) \subseteq G_B$ (since $cl_n(U_B) \subseteq \mathcal{O}_B - V_B$).

ii) $\Rightarrow$ iii) If $N_B \in N_{\tau(a)}$, then $a \in G_B = int_n(N_B)$. By ii), we can find a near soft open set U_B so that $a \in U_B \subseteq cl_n(U_B) \subseteq G_B \subseteq N_B$. Since $cl_n(U_B)$ is a near soft nbd of a , the near soft closed neighborhoods of a form a near soft nbd base at a .

iii) $\Rightarrow$ i) Suppose K_B is a near soft closed set and $a \notin K_B$. By ii), there is a near soft closed nbd L_B of a such that $a \in L_B \subseteq \mathcal{O}_B - K_B$. We can choose $U_B = int_n(L_B)$ and $V_B = \mathcal{O}_B - L_B$ to complete the proof that $(\mathcal{O}, B, \tau)$ is a near soft regular space. $\square$

For our next results, we introduce the following definition.

Definition 3.13. A nsts $(\mathcal{O}, B, \tau)$ is called a nT_3 -space if it is near soft regular

space and nT_1 -space.

Proposition 3.14. It is easy to show that $nT_3 \Rightarrow nT_2 (\Rightarrow nT_1 \Rightarrow nT_0)$.

Proof. Suppose $(\mathcal{O}, B, \tau)$ is a nT_3 -space and $a \neq b \in \mathcal{O}$. Then $K_B = \{b\}$ is a near soft closed set so, by Definition 3.11., there are disjoint near soft open sets U_B, V_B with $a \in U_B$ and $b \in \{b\} \subseteq V_B$. $\square$

Theorem 3.15. A near soft subspace of a nT_3 -space is a nT_3 -space.

Proof. Let $X \subseteq \mathcal{O}$ where $(\mathcal{O}, B, \tau)$ is a nT_3 -space. Suppose $a \in X$ and that K_B is a near soft closed set in X_B does not contain a . There exists a near soft closed L_B in $\mathcal{O}_B$ such that $L_B \cap X = K_B$. Choose disjoint near soft open sets G_B and H_B in $\mathcal{O}_B$ with $a \in G_B$ and $L_B \subseteq H_B$. Then $U_B = G_B \cap X$ and $V_B = H_B \cap X$ are near soft open in X_B , disjoint, $a \in U_B$, and $K_B \subseteq V_B$. Thus (X, B, τ_X) is a nT_3 -space. $\square$

The obvious “next step up” in separation is the following:

Definition 3.16. A nsts $(\mathcal{O}, B, \tau)$ is called a near soft normal space if, whenever K_B, L_B are disjoint near soft closed sets in $\mathcal{O}_B$, there exists disjoint near soft open sets U_B, V_B in $\mathcal{O}_B$ with $K_B \subseteq U_B$ and $L_B \subseteq V_B$. Next, $(\mathcal{O}, B, \tau)$ is called a nT_4 -space if $(\mathcal{O}, B, \tau)$ is a near soft normal space and nT_1 -space.

When we combine “near soft normal + nT_1 ” into nT_4 , we have a property that fits perfectly into the separation hierarchy.

Proposition 3.17 $nT_4 \Rightarrow nT_3 (\Rightarrow nT_2 \Rightarrow nT_1 \Rightarrow nT_0)$.

Proof. Suppose $(\mathcal{O}, B, \tau)$ is a nT_4 -space. If K_B is a near soft closed set not containing a , then $\{a\}$ and K_B are disjoint near soft closed sets. By Definition 3.11., we can find disjoint near soft open sets separating $\{a\}$ and K_B . It follows that $(\mathcal{O}, B, \tau)$ is a regular space and therefore nT_3 -space. $\square$

4. Near Soft Compact Spaces

The notion of compactness is important and common in mathematics. It often allows for finite constructions. It is thought that by constructing the notion of near soft compact around near soft topology, it can be provided a great convenience for future studies.

Definition 4.1. Let I be a set $(U_B)_i, i \in I$, a family of subset of $NSS(\mathcal{O}_B)$. Let X be a subset of $\mathcal{O}$. Then $(U_B)_i, i \in I$, is said to be a near soft covering (or a near soft cover) of $\mathcal{O}$ if $X \subseteq \bigcup_{i \in I} (U_B)_i$.

Definition 4.2. Let $(\mathcal{O}, B, \tau)$ be a nsts. If each $(U_B)_i, i \in I$, is a near open (closed) set in $(\mathcal{O}, B, \tau)$, then $(U_B)_i, i \in I$, is said to be a near open (closed) covering of X if $X \subseteq \bigcup_{i \in I} (U_B)_i$.

Definition 4.3. A finite near soft subfamily $(U_B)_{i_1}, (U_B)_{i_2}, \dots, (U_B)_{i_n}$, of $(U_B)_i$, $i \in I$, is called a finite near soft subcovering (of X) if $X \subseteq (U_B)_{i_1} \cup (U_B)_{i_2} \cup \dots \cup (U_B)_{i_n}$.

Definition 4.4. A nsts $(\mathcal{O}, B, \tau)$ is said to be a near soft compact if every near soft open cover of $\mathcal{O}_B$ has a finite near soft subcover.

Definition 4.5. A family $\mathfrak{F}$ of near soft sets has the finite near soft intersection property (FNSIP) if every finite near soft subfamily of $\mathfrak{F}$ has nonempty intersection.

In the following theorem, we give a characterization of near soft compact spaces in terms of near soft closed sets and we can get one using FNSIP. As you read the proof of Theorem 4.6, you should see that the characterization is nothing more a restatement of the definition of near soft compactness that uses complements to “convert” to near soft closed sets.

Theorem 4.6. For a nsts $(\mathcal{O}, B, \tau)$, following are equivalent;

- i) $(\mathcal{O}, B, \tau)$ is a near soft compact space,
- ii) every family $\mathfrak{F}$ of near soft closed sets in $(\mathcal{O}, B, \tau)$ with the finite intersection property also has $\cap \mathfrak{F} \neq \emptyset$.

Proof. i) $\Rightarrow$ ii) Suppose $(\mathcal{O}, B, \tau)$ is a near soft compact space and that $\mathfrak{F}$ is a family of near soft closed sets with FNSIP and $\mathfrak{F} = \{(K_B)_i : K_B \in \mathfrak{F}, i \in I\}$. Let $\hat{U} = \{\mathcal{O}_B - K_B : K_B \in \mathfrak{F}\}$. For any $K_{B_1}, K_{B_2}, \dots, K_{B_n} \in \mathfrak{F}$, the FNSIP tells us that $\mathcal{O}_B \neq \mathcal{O}_B - \cap_{i=1}^n K_{B_i} = (\mathcal{O}_B - K_{B_1}) \cup \dots \cup (\mathcal{O}_B - K_{B_n})$. In other words, no finite near soft subcollection of $\hat{U}$ covers $(\mathcal{O}, B, \tau)$. Since $(\mathcal{O}, B, \tau)$ is a near soft compact space, $\hat{U}$ cannot be a near soft cover of $\mathcal{O}_B$, that is, $\mathcal{O}_B - \cup \hat{U} = \cap \{\mathcal{O}_B - U : U \in \hat{U}\} = \cap \mathfrak{F} \neq \emptyset$.

ii) $\Rightarrow$ i) We leave the simple proof for the reader. $\square$

Theorem 4.7. Let $(\mathcal{O}, B, \tau)$ be a nsts. If $(\mathcal{O}, B, \tau)$ is a near soft compact space and K_B is a near soft closed set in $\mathcal{O}_B$, then K_B is a near soft compact set.

Proof. Suppose K_B is a near soft closed set in a near soft compact space $(\mathcal{O}, B, \tau)$, and let $\hat{U} = \{(U_B)_i : i \in I\}$ be a near soft cover of $\mathcal{O}_B$ by near soft open sets in $(\mathcal{O}, B, \tau)$. For each i , pick a near soft open set $(V_B)_i$ in $(\mathcal{O}, B, \tau)$ such that $(U_B)_i = (V_B)_i \cap K_B$. Since K_B is a near soft closed set, the collection $\hat{Y} = \{\mathcal{O}_B - K_B\} \cup \{(V_B)_i : i \in I\}$ is a near soft open cover of $\mathcal{O}_B$. Therefore we can find $(V_B)_{i_1}, \dots, (V_B)_{i_n}$ so that $\{\mathcal{O}_B - K_B, (V_B)_{i_1}, \dots, (V_B)_{i_n}\}$ covers $\mathcal{O}_B$. Then $\{(U_B)_{i_1}, \dots, (U_B)_{i_n}\}$ covers K_B , so K_B is a near soft compact set in $\mathcal{O}_B$. $\square$

Note: The definition of near soft compactness requires that we look at a near soft cover of K_B using near soft open sets in K_B , but it should be clear that it

is equivalent to look at a near soft cover of $\mathcal{O}_B$ by near soft open sets in $(\mathcal{O}, B, \tau)$.

Here we relate the concept of near soft compactness to the near soft separation property of near soft Hausdorff spaces.

Theorem 4.8. Let $(\mathcal{O}, B, \tau)$ be a nsts. If $(\mathcal{O}, B, \tau)$ is a near soft Hausdorff space and K_B is a near soft compact subset, then K_B is a near soft closed set in $\mathcal{O}_B$.

Proof. Suppose K_B is a near soft compact set in a near Hausdorff space $(\mathcal{O}, B, \tau)$. Let $b \in \mathcal{O}_B - K_B$. For each $a \in K_B$, we can choose disjoint near soft open sets U_{Ba} and V_{Ba} in $(\mathcal{O}, B, \tau)$ where $a \in U_{Ba}$ and $a \in V_{Ba}$. Then $\widehat{U} = \{U_{Ba} : a \in K_B\}$ near soft covers K_B so there are finitely many points $a_1, \dots, a_n \in K_B$ such that $U_{Ba_1}, \dots, U_{Ba_n}$ near soft covers K_B . Then $b \in V_B = V_{Ba_1} \cap \dots \cap V_{Ba_n} \subseteq \mathcal{O}_B - K_B$, so $\mathcal{O}_B - K_B$ is a near soft open set and K_B is a near soft closed set. $\square$

The next lemma says that "a near soft continuous image of a near soft compact space is near soft compact".

Lemma 4.9. Near soft continuous images of near soft compact topological spaces are near soft compact space.

Proof. Let $(\mathcal{O}, B, \tau)$ be a near soft compact topological space. Suppose that $f: \mathcal{O} \rightarrow f(\mathcal{O})$ is a near soft continuous mapping. We need to show that $f(\mathcal{O})$ with the subspace near soft topology is a near soft compact space. Consider a near soft open cover for $f(\mathcal{O})$ such as $\widehat{U} = \{(U_B)_i \subset f(\mathcal{O}) : (U_B)_i \in \tau \forall i \in I\}$ such that $f(\mathcal{O}) \subseteq \cup_{i \in I} (U_B)_i$. Since f is a near soft continuous mapping, $f^{-1}((U_B)_i) \in \tau$ for all $i \in I$. Moreover, since f is a near soft surjective mapping $\mathcal{O} = f^{-1}(f(\mathcal{O})) \subseteq f^{-1}(\cup_{i \in I} (U_B)_i) = \cup f^{-1}((U_B)_i)$. Hence, $\{f^{-1}((U_B)_i) : i \in I\}$ is a near soft open cover for $\mathcal{O}$ but $(\mathcal{O}, B, \tau)$ is a near soft compact space and therefore, there exists a finite near soft subcover $\{f^{-1}((U_B)_{i_1}), \dots, f^{-1}((U_B)_{i_n})\}$. Thus, $\mathcal{O} \subseteq \cup_{i=1}^n f^{-1}((U_B)_i)$ if and only if $f(\mathcal{O}) \subseteq f(\cup_{i=1}^n f^{-1}((U_B)_i)) = \cup_{i=1}^n f(f^{-1}((U_B)_i)) = \cup_{i=1}^n (U_B)_i$. Hence, $\{(U_B)_{i_1}, \dots, (U_B)_{i_n}\}$ is a finite near soft subcover for $f(\mathcal{O})$. $\square$

One important use of the preceding theorem is as a tool for verifying that a map is a near soft homeomorphism:

Theorem 4.10. Let $f: \mathcal{O} \rightarrow \mathcal{V}$ be a bijective near soft continuous mapping. If $\mathcal{O}$ is a near soft compact space and $\mathcal{V}$ is a near soft Hausdorff space, then f is a near soft homeomorphism.

Proof. We shall prove that images of near soft closed sets of $\mathcal{O}$ under f are near soft closed in $\mathcal{V}$; this will prove near soft continuity of the map f^{-1} . If K_B is a near soft closed set in $\mathcal{O}_B$, then K_B is a near soft compact set, by

Theorem 4.7. Therefore, by theorem just proved, $f(K_B)$ is a near soft compact set. Since $\mathcal{V}$ is a near soft Hausdorff space, $f(K_B)$ is a near soft closed $\mathcal{V}$, by Theorem 4.8. $\square$

The following theorem shows that near soft compact spaces are preserved under near soft homeomorphic maps.

Theorem 4.11. Suppose $(\mathcal{O}, A, \tau)$ and $(\mathcal{V}, B, \tau^*)$ are near soft homeomorphic space. Then, $(\mathcal{O}, A, \tau)$ is a near soft compact space if and only if $(\mathcal{V}, B, \tau^*)$ is a near soft compact space.

Proof. Since $(\mathcal{O}, A, \tau)$ and $(\mathcal{V}, B, \tau^*)$ are near soft homeomorphic, there is a near soft homeomorphism $f: \mathcal{O} \rightarrow \mathcal{V}$. Let $(\mathcal{O}, A, \tau)$ be a near soft compact space. Since f is a near soft homeomorphism, f is a near soft surjective map and $f(\mathcal{O}) = \mathcal{V}$. Moreover, f is a near soft continuous mapping. Hence, Lemma 4.9 implies that $(\mathcal{V}, B, \tau^*)$ is a near soft compact space. The other direction follows again from Lemma 4.9 applied to f^{-1} . $\square$

Theorem 4.12. Let $(\mathcal{O}, B, \tau)$ be a near soft compact space and $(\mathcal{V}, B, \tau^*)$ be a near soft Hausdorff space. Suppose that $f: \mathcal{O} \rightarrow \mathcal{V}$ is a near soft bijective and near soft continuous. Then, f^{-1} is a near soft continuous function.

Proof. Let $g = f^{-1}: \mathcal{V} \rightarrow \mathcal{O}$. Show that for all $X \subset \mathcal{O}$ near soft closed set the inverse image $g^{-1}(X)$ is a near soft closed in $\mathcal{V}$ (see Theorem 2.22). Take any $X \subset \mathcal{O}$ near soft closed in $\mathcal{O}$. Since $(\mathcal{O}, B, \tau)$ is a near soft compact space, Theorem 4.7 implies that X is a near soft compact space. Moreover, $g^{-1}(X) = f(X)$. Since f is a near soft continuous, $f(X)$ is a near soft compact set in $\mathcal{V}$ by Lemma 4.9. Now $f(X)$ is a near soft compact subspace of a near soft Hausdorff space and it must be near soft closed by Theorem 4.8. Hence, $g^{-1}(X)$ is a near soft closed in $\mathcal{V}$. $\square$

Corollary 4.13. Let $(\mathcal{O}, B, \tau)$ be a near soft compact space and $(\mathcal{V}, B, \tau^*)$ be a near soft Hausdorff space. Suppose that $f: \mathcal{O} \rightarrow \mathcal{V}$ is a near soft bijective and near soft continuous. Then, f^{-1} is a near soft continuous and hence, f is a near soft homeomorphism.

Proof. This is clearly seen from Theorem 4.12. $\square$

Theorem 4.14. Let f be a near soft continuous mapping of a near soft compact space onto a near soft Hausdorff space $(\mathcal{V}, B, \tau^*)$. Then f is a near soft closed mapping.

Proof. Let K_B be a near soft closed subset of $(\mathcal{O}, A, \tau)$. Then K_B is a near soft compact set by Theorem 4.7 So by Lemma 4.9 $f(K_B)$ is a near soft compact subset of $(\mathcal{V}, B, \tau^*)$. As $(\mathcal{V}, B, \tau^*)$ is a near soft Hausdorff space, by Theorem 4.8, $f(K_B)$ is a near soft closed set. So f is near soft closed mapping. $\square$

Definition 4.15. [21] Let $(\mathcal{O}, A, \tau)$, $(\mathcal{V}, B, \tau^*)$ be nstss. Then $(\mathcal{V}, B, \tau^*)$ is said

to be a near soft quotient space of $(\mathcal{O}, A, \tau)$ if there exists a surjective mapping $f: \mathcal{O} \rightarrow \mathcal{V}$ with the following property; for each subset U_B of $\mathcal{V}$,

$$U_B \in \tau^* \Leftrightarrow f^{-1}(U_B) \in \tau \quad (1)$$

A surjective mapping f with above property is said to be a near softquotient mapping. Also, for each subset F_B of $\mathcal{V}$,

F_B is near soft closed in

$$(\mathcal{V}, B, \tau^*) \Leftrightarrow f^{-1}(F_B) \quad (2)$$

is near soft closed in $(\mathcal{O}, A, \tau)$.

Remark 4.16. [21] From Definition 4.15 it is clear that every near soft quotient mapping is a near soft continuous map.

Remark 4.17. [21] Property (1) is near soft equivalent to property (2).

Theorem 4.18. Let f be a near soft continuous mapping of a near soft compact space $(\mathcal{O}, A, \tau)$ onto a near soft Hausdorff space $(\mathcal{V}, B, \tau^*)$. Then f is a near soft quotient mapping.

Proof. We shall use property (2) above. Let F_B be a subset of $\mathcal{V}$. If $f^{-1}(F_B)$ is a near soft closed set in $(\mathcal{O}, A, \tau)$, then by Theorem 4.7, it is near soft compact set. As f is a near soft continuous mapping, by Lemma 4.9, $f(f^{-1}(F_B))$ is a near soft compact subspace of the near soft Hausdorff space $(\mathcal{V}, B, \tau^*)$, and therefore by Theorem 4.8 is a near soft closed in $(\mathcal{V}, B, \tau^*)$. As f is near soft surjective, $f(f^{-1}(F_B)) = F_B$, and we have that F_B is near soft closed.

Conversely, if F_B is a near soft closed in $(\mathcal{V}, B, \tau^*)$, then by near soft continuity of f , $f^{-1}(F_B)$ is a near soft closed in $(\mathcal{O}, A, \tau)$. Thus f has property (2) and so is a near soft quotient mapping. $\square$

5. Conclusion

With this article, it is considered to pave the way for new studies (theoretical or applications) as a result of defining the separation axioms and compactness of near soft set theory. In addition, it should be noted that the definitions and theorems presented in this article are accepted as a general theory for the near soft set. The additive of this study is that it provides a near approach to proximity as an ambiguous concept that can be approximated to the state of objects and field knowledge.

6. References

- [1] U. Acar, F. Koyuncu, B.Tanay, Soft sets and soft rings, Comp. Math. Appl., **59**, 3458-3463 (2010).

- [2] H. Aktas, N. Cagman, Soft sets and soft groups, *Inform. Sciences* **177**, 2726-2735 (2007).
- [3] I.M. Ali, F. Feng, X.Y. Liu, W.K. Min, M. Shabir, On some new operations in soft set theory *Comp. Math. Appl.*, **57**, 1547-1553 (2009).
- [4] I. Altintas, K. Taskopru, Compactness of soft cone metric space and fixed point theorems related to diametrically contractive mapping, *Turkish Journal of Mathematics*, **44**(6), 2199-2216 (2020).
- [5] T.M. Al-shami, M.E. El-Shafei, Partial belong relation on soft separation axioms and decision making problem: two birds with one stone, *Soft Computing*, **24**, 5377-5387 (2020).
- [6] T.M. Al-shami, M.E. El-Shafei, M. Abo-Elhamayel, Almost soft compact and approximately soft Lindelöf spaces, *Journal of Taibah University for Science*, **12**(5), 620-630 (2018).
- [7] T.M. Al-shami, L.D. R. Kočinac, Nearly soft Menger spaces, *Journal of Mathematics*, Article ID 3807418, 9 (2020).
- [8] A. Aygunoğlu, H. Aygun, Some notes on soft topological spaces, *Neural Computing and Applications*, **21**(1), 113-119 (2011).
- [9] N. Cagman, S. Karatas, S. Enginoğlu, Soft topology, *Computers and Mathematics with Applications*, **62**, 351-358 (2011).
- [10] M.E. El-Shafei, M. Abo-Elhamayel, T.M. Al-shami, Partial soft separation axioms and soft compact spaces, *Filomat*, **32**(13), 4755-4771 (2018).
- [11] D.N. Georgiou, A.C. Megaritis, V. I. Petropoulos, On soft topological spaces, *Appl. Math. Inf. Sci.*, **7**(5), 1889-1901 (2013).
- [12] A. Hassanien, A. Abraham, J.F. Peters, G. Schaefer, C. Henry Rough sets and near sets in medical imaging: A review, *IEEE Trans Info. Tech. in Biomedicine*, **13**(6), 955-968 (2009).
- [13] C. Henry, Near sets: Theory and applications [PhD Thesis], Department of Electrical and Computer Engineering, 2010.
- [14] C. Henry, J.F. Peters, Near set evaluation and recognition (NEAR) system V2.0, University of Manitoba Computational Intelligence Laboratory Technical Report, TR-2010-017.
- [15] C. Henry, G. Smith, Proximity System, University of Manitoba Computational Intelligence Laboratory Technical Report, TR-2012-021.

- [16] P.K. Maji, R. Biswas, A.R. Roy, Soft set theory, *Comput. Math. Appl.*, **45**, 555-562 (2003).
- [17] P.K. Maji, A.R. Roy, R. Biswas, An application of soft sets in a decision making problem, *Comput. Math. Appl.*, **44**, 1077-1083 (2002).
- [18] D. Molodtsov, Soft set theory-First results, *Comput. Math. Appl.*, **37**, 19-31(1999).
- [19] S.A. Naimpally, J.F. Peters, *Topology with applications, Topological spaces via near and far*, World Scientific, Singapore, 2012.
- [20] A. Ozkan, On near soft sets, *Turkish Journal of Mathematics*, **43**(2), 1005-1017 (2019).
- [21] A. Ozkan, M. Duman, Near soft conneceted spaces, *Erzincan University Journal of Science and Technology* **13**(2), 788-802 (2020).
- [22] M.A. Ozturk, E. Inan, Soft nearness approximation spaces, *Fund. Inform.*, **124**, 231-250 (2013).
- [23] T.Y. Ozturk, A. Benek, A. Ozkan, Neutrosophic soft compact spaces, *Afrika Matematika*, published online: 01 September 2020 <https://doi.org/10.1007/s13370-020-00827-9>.
- [24] Z. Pawlak, Classification of objects by means of attributes, *Institute for Computer Science, Polish Academy of Sciences*, 429, 1981.
- [25] Z. Pawlak, J.F. Peters, Jak Blisko (how near), *Systemy Wspomagania Decyzji I*, **57**(109), 4-5 (2002-2007).
- [26] J.F. Peters, Near sets. Special theory about nearness of objects, *Fund. Inform.*, **57**, 407-433 (2007).
- [27] J.F. Peters, Near sets. General theory about nearness of objects, *Appl. Math. Sci.*, **1**, 2609-2629 (2007).
- [28] J.F. Peters, Rough ethology: Towards a biologically-inspired study of collective behaviour in intelligent systems with approximation spaces, *Transactions on Rough Sets, III, LNCS,newblock* **3400**, 153-174 (2005).
- [29] J.F. Peters, Corrigenda and addenda: Tolerance near sets and image correspondence, *Int. J. Bio-Inspired Comput.*, **2**(5), 310-318 (2010).
- [30] J.F. Peters, C. Henry, Reinforcement learning with approximation spaces, *Fund. Inform.*, **71**(2-3), 323-349 (2006).

- [31] J.F. Peters, S. Ramanna, Affinities between perceptual granules: Foundations and perspectives, In Human-centric information processing through granular modelling sci 182, Eds. A. Bargiela and W. Pedrycz, Springer-Verlag, Berlin, 2009.
- [32] J.F. Peters, C. Henry, D.S. Gunderson, Biologically-inspired approximate adaptive learning control strategies: A rough set approach. International Journal of Hybrid Intelligent Systems, **4**(4), 203-216 (2007).
- [33] J.F. Peters, S.A. Naimpally, Applications of near sets, Notices Amer. Math. Soc., **59**(4), 536-542 (2012).
- [34] H. Tasbozan, I. Icen, N. Bagirmaz, A. F. Ozcan, Soft sets and soft topology on nearness approximation spaces, Filomat, **31**(13), 4117-4125 (2017).
- [35] D. Pei , D. Miao, From soft sets to information systems, In: Proceedings of Granular Computing (Eds: X. Hu, Q. Liu, A. Skowron, T.Y. Lin, R.R. Yager, B. Zhang) Änstitut of Electrical and Electronics Engineers, **2**, 617-621 (2005).

INSAC
Academic Studies on
Natural and Engineering
Sciences



**High Energy Particle Radiation and Electromagnetic
Radiation (Betül Çalışkan, Ali Cengiz Çalışkan)**

High Energy Particle Radiation and Electromagnetic Radiation

Betül Çalışkan¹, Ali Cengiz Çalışkan²

¹Department of Physics, Faculty of Arts and Science,
Pamukkale University, 20070, Kinikli, Denizli, Turkey,
E-mail: bcaliska@gmail.com

²Department of Chemistry, Faculty of Science,
Gazi University, 06500, Ankara, Turkey,
E-mail: alicengizcaliskan@gmail.com

1. Introduction

Radiation is the energy carried by particles or electromagnetic waves in an environment. If an atom loses its electron due to radiation; this radiation is called ionized radiation. If the atom under the influence of radiation does not lose its electron, this radiation is also non-ionized radiation. In this case, only the atom is excited. According to this; radiation should be divided into two as ionized and non-ionized radiation. High energy radiation is also referred to as ionizing radiation.

There are many sources of high energy radiation. The main ones are alpha particle, beta particle, gamma ray and x-ray. Cosmic radiation and neutron particles can also be added. But these are two types of radiation that we don't often encounter on the earth's surface. That's why; cosmic radiation and the neutron particle will be excluded from this scope.

All electromagnetic radiation except cosmic radiation, gamma ray and x-ray are in the non-ionizing radiation group. Ionizing and non-ionizing radiation types of electromagnetic radiation are shown in Figure 1 [1].

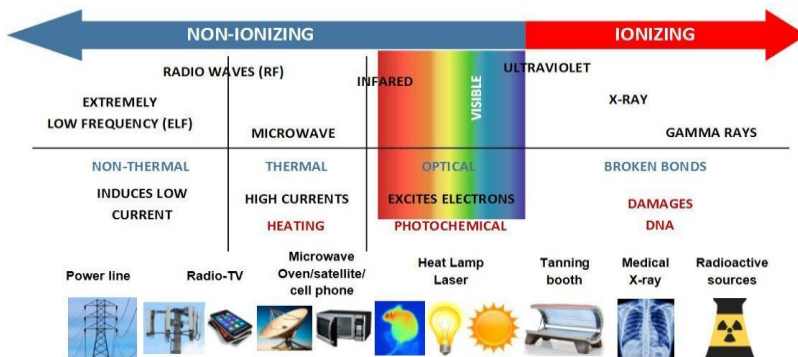


Figure 1: Ionizing and non-ionizing radiation types of electromagnetic radiation.

2. Alpha Radiation

The alpha particle is a twice ionized He atom. The alpha particle is represented as He^{++} . It is a positively charged particle. Alpha particle has a net spin of zero. Compared to other types of radiation, its mass is greater. It is approximately 8000 times greater than the mass of a beta particle. The speed of the alpha particle is a slower particle compared to the beta particle and gamma ray. It produces a high degree of ionization. When the ability to penetrate through different materials (**penetration power**) is compared, it is seen that the alpha particle has a lower **penetration power**. Since they are positively charged particles, they are affected by electric and magnetic fields and show deviation. The deflection of the alpha particle is not as large as the beta particle due to its large mass.

In alpha decay, the main nucleus loses two protons and two neutrons. Thus, while the atomic number of the main nucleus decreases by two units and the mass number also decreases by four units. The general equation of alpha decay is:



When all elements are reviewed, ${}^9\text{B}$, ${}^{150}\text{Gd}$, ${}^{154}\text{Dy}$, ${}^{211}\text{Bi}$, ${}^{208}\text{Po}$, ${}^{209}\text{Po}$, ${}^{210}\text{Po}$, ${}^{211}\text{Po}$, ${}^{212}\text{At}$, ${}^{213}\text{At}$, ${}^{218}\text{At}$, ${}^{210}\text{Rn}$, ${}^{212}\text{Rn}$, ${}^{218}\text{Rn}$, ${}^{222}\text{Rn}$, ${}^{209}\text{Fr}$, ${}^{215}\text{Fr}$, ${}^{220}\text{Fr}$, ${}^{222}\text{Ra}$, ${}^{223}\text{Ra}$, ${}^{224}\text{Ra}$, ${}^{226}\text{Ra}$, ${}^{225}\text{Ac}$, ${}^{228}\text{Th}$, ${}^{229}\text{Th}$, ${}^{230}\text{Th}$, ${}^{231}\text{Pa}$, ${}^{233}\text{U}$, ${}^{234}\text{U}$, ${}^{236}\text{U}$, ${}^{238}\text{U}$, ${}^{237}\text{Np}$, ${}^{238}\text{Pu}$, ${}^{239}\text{Pu}$, ${}^{240}\text{Pu}$, ${}^{242}\text{Pu}$, ${}^{241}\text{Am}$, ${}^{243}\text{Am}$, ${}^{246}\text{Cm}$, ${}^{247}\text{Cm}$, ${}^{248}\text{Cm}$, ${}^{247}\text{Bk}$, ${}^{251}\text{Cf}$ and ${}^{252}\text{Cf}$, ${}^{252}\text{Es}$, ${}^{253}\text{Es}$, ${}^{257}\text{Fm}$, ${}^{258}\text{Md}$, ${}^{259}\text{No}$, ${}^{260}\text{Lr}$, ${}^{261}\text{Rf}$, ${}^{261}\text{Ha}$, ${}^{262}\text{Ha}$ -radioisotopes are known as alpha emitter. The most powerful alpha emitter of these radioisotopes is ${}^{210}\text{Po}$. The widely used alpha emitters are ${}^{226}\text{Ra}$, ${}^{222}\text{Rn}$, ${}^{238}\text{U}$ and ${}^{230}\text{Th}$.

Immediately after an alpha radiation, there is usually a gamma radiation. The reason is that the element that has released the alpha particle remaining in the excited state releases its remaining energy in this way.

Alpha radiation can be stop by a paper. Alpha particles can travel up to a few centimeters in the air. Alpha particles cannot pass through human skin. An alpha-emitting substance is extremely dangerous if it has inhaled or ingested by food or by air. In terms of biological activity, alpha radiation leaves biological damage more effective than beta and gamma radiation. The quality factor of the alpha particle in biological activity is 20 and is much higher than the quality factor of other radiation.

Alpha particle is used to kill cancer cells. Here, the cancer cells are directly targeted. Alpha particles, the distance they take is a few centimeters. That's why; alpha particles do not affect the surrounding tissues.

In smoke detectors, alpha particle source is used. The reason is that alpha particles have the ability to ionize the air. Americium-241 is the alpha source used in these detectors. When the smoke enters the detector, it absorbs the alpha particle. The medium becomes ionized and the detector emits signals as a result of electrical conduction.

Geiger-Müller counter, scintillation counters and proportional counters are commonly used to detect the alpha particles [2,3].

3. Beta Radiation

The mass of the beta particle is smaller than that of the alpha. The mass of the beta particle is the mass of an electron. The speed of the beta particle is faster than the alpha particle because of its small mass. However, it is a slower particle compared to gamma ray. Beta particle also produces ionization. Its ionization value is lower than the alpha particle. However, the ionization of the beta particle is higher than the ionization of the gamma ray. When the ability to penetrate different materials (**penetration power**) is compared, it appears that the beta particle has a higher **penetration power** than the alpha particle. Beta particles are 100 times more penetrating than alpha particles. However, it has a lower value than the **penetration power** of the gamma ray. Since they are charged particles, they are affected by electric and magnetic fields and show deviation. They exhibit the movement of a negatively charged particle. The deflection of the beta particle is larger than the alpha particle due to its small mass.

Beta degradation occurs in three ways:

- a) An electron emission of the nucleus (Electron (β^-) emission:);
- b) A positron release of the core (Positron (β^+) emission:);
- c) Capturing an electron by the nucleus (Electron capture).

The mass number does not change in all three beta decays ($\Delta A=0$). Therefore, they are called isobaric transitions. There is change in the atomic number.

a) Electron (β^-) Emission: The mass number does not change, the atomic number increases by 1 unit. The general equation of β^- emission is:



With β^- emission, a neutron is transformed into a proton.

$$n \rightarrow p + {}^0_{-1}e + \bar{\nu} \quad (3)$$

Here $\bar{\nu}$ is the anti-neutrino particle.

b) Positron (β^+) Emission: The mass number does not change, the atomic number decreases by 1 unit. The general equation of β^+ emission is:

$${}^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z-1}Y + {}^0_{+1}e \quad (4)$$

With β^+ emission, a proton is transformed into a neutron.

$$p \rightarrow n + {}^0_{+1}e + \nu \quad (5)$$

Here ν is the neutrino particle.

c) Electron Capture: The mass number does not change, the atomic number decreases by 1 unit. The general equation of electron capture is:

$${}^A_ZX + {}^0_{-1}e \rightarrow {}^A_{Z-1}Y \quad (6)$$

With electron capture, a proton is transformed into a neutron.

$$p + {}^0_{-1}e \rightarrow n + \nu \quad (7)$$

In the electron capture event, the core captures an electron from the nearest energy level of the electron. Usually, the nucleus captures the electron in the K-layer, which is called the K-capture. Electron capture may also occur for other energy levels of the electron. However, the K-capture event is more common. K-capture event is shown in Figure 2.

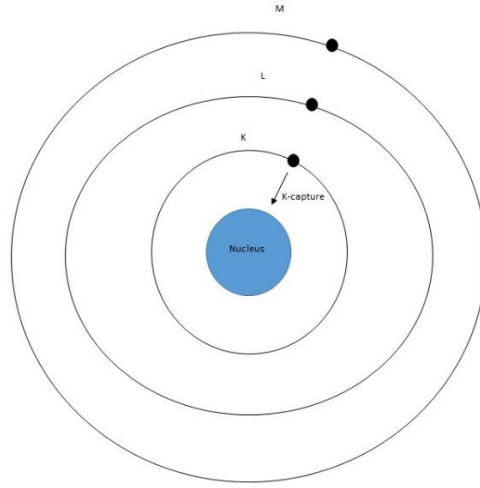


Figure 2: K-capture event.

Electron capture (K-capture) results in two important events. The first is the characteristic X-ray (K-characteristic X-ray) and the second is the Auger event.

Electron in the L-layer or other layers can fill the hole formed in the K-layer as a result of the K-capture event. If the electron in the L-layer fills the hole in the K-layer, then the K-characteristic X-ray is emitted. In Figure 3, formation of the K-characteristic X-ray generated by K-capture is shown. The energy of the K-characteristic X-ray is $h\nu_K$. The energy of the K-layer is E_K and the energy of the L-layer is E_L . The energy of the K-characteristic X-ray is equal to the difference between these energy levels.

$$h\nu_K = E_K - E_L \quad (8)$$

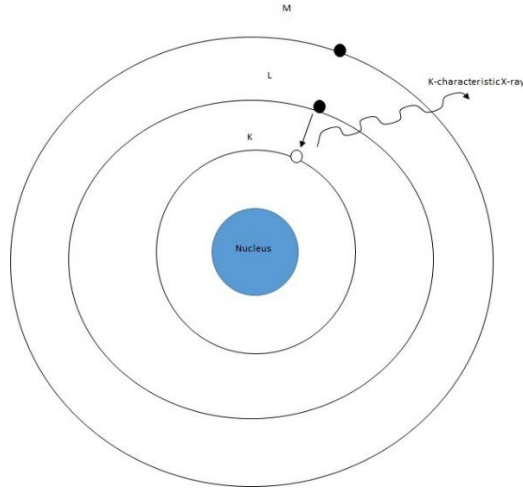


Figure 3: Formation of the K-characteristic X-ray generated by K-capture.

The electron transition from the upper energy levels to the K-layer makes the K-layer excited. The excited K-layer can deliver its energy to electrons in the L-layer or higher layers. If the L-layer receives this energy, the electron in the L-layer is emitted with the kinetic energy K_{Le} . This event is called the Auger event and this electron is called the Auger electron. In Figure 4, formation of Auger event generated by K-capture is shown. Auger event is not a nuclear event. However, the electron emission of the nucleus as a result of beta decay is a nuclear event.

$$K_{Le} = h\nu_K - E_L \quad (9)$$

$$K_{Le} = h\nu_K - 2E_L \quad (10)$$

Here, K_{Le} is the kinetic energy of the Auger electron.

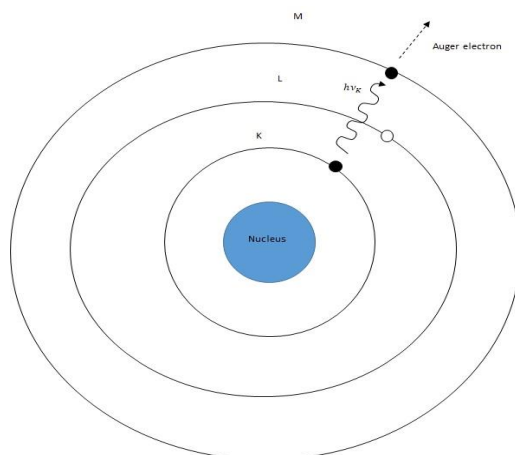


Figure 4: Formation of Auger event generated by K-capture.

Another event confused with beta decay is the internal conversion event. In internal conversion, it provides electron separation from the electronic level by transmitting the nucleus energy to the electron at the energy level close to the nucleus. Internal conversion is a nuclear event. In Figure 5, formation of internal conversion is shown. When the beta decay and the internal conversion are compared, the electron emitted in the beta decay leaves from the nucleus, while the electron emitted in the internal conversion exits from the atomic orbit. Also, the beta decay changes the Z atomic number, while the internal conversion does not change the Z atomic number.

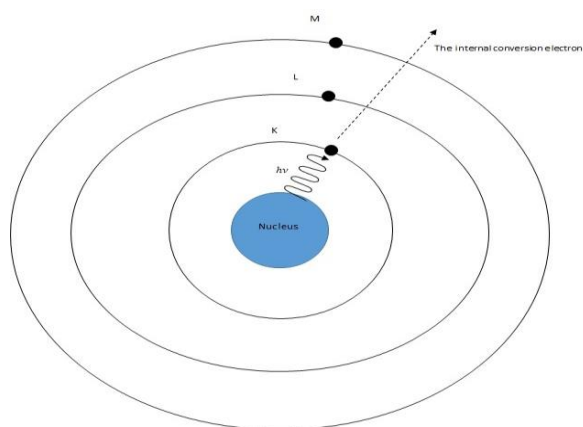


Figure 5: Formation of internal conversion.

When all elements are reviewed, ^3H , ^8Li , ^{10}Be , ^{11}Be , ^{12}B , ^{13}B , ^{14}C , ^{15}C , ^{16}N , ^{17}N , ^{18}N , ^{19}O , ^{20}O , ^{20}F , ^{21}F , ^{22}F , ^{23}F , ^{23}Ne , ^{24}Ne , ^{25}Ne , ^{24}Na , ^{25}Na , ^{26}Na , ^{27}Na , ^{27}Mg , ^{28}Mg , ^{29}Mg , ^{28}Al , ^{29}Al , ^{30}Al , ^{31}Si , ^{32}Si , ^{33}Si , ^{32}P , ^{33}P , ^{34}P , ^{35}S , ^{37}S ,

³⁸S, ³⁶Cl, ³⁸Cl, ³⁹Cl, ⁴⁰Cl, ⁴¹Cl, ³⁹Ar, ⁴¹Ar, ⁴²Ar, ⁴³Ar, ⁴⁴Ar, ⁴⁰K, ⁴²K, ⁴³K, ⁴⁴K, ⁴⁵K, ⁴⁶K, ⁴⁷K, ⁴⁵Ca, ⁴⁷Ca, ⁴⁹Ca, ⁵⁰Ca, ⁴⁶Sc, ⁴⁷Sc, ⁴⁸Sc, ⁴⁹Sc, ⁵⁰Sc, ⁵¹Ti, ⁵²Ti, ⁵³Ti, ⁵²V, ⁵³V, ⁵⁴V, ⁵⁵Cr, ⁵⁶Cr, ⁵⁶Mn, ⁵⁷Mn, ⁵⁸Mn, ⁵⁹Fe, ⁶⁰e, ⁶¹Fe, ⁶²Fe, ⁶⁰Co, ⁶¹Co, ⁶²Co, ⁶³Co, ⁶³Ni, ⁶⁵Ni, ⁶⁶Ni, ⁶⁷Ni, ⁶⁶Cu, ⁶⁷Cu, ⁶⁸Cu, ⁶⁹Zn, ⁷¹Zn, ⁷²Zn, ⁷³Zn, ⁷⁰Ga, ⁷²Ga, ⁷³Ga, ⁷⁴Ga, ⁷⁵Ga, ⁷⁵Ge, ⁷⁷Ge, ⁷⁸Ge, ⁷⁹Ge, ⁷⁶As, ⁷⁷As, ⁷⁸As, ⁷⁹As, ⁷⁹Se, ⁸¹Se, ⁸³Se, ⁸⁴Se, ⁸⁰Br, ⁸²Br, ⁸³Br, ⁸⁴Br, ⁸⁵Br, ⁸⁵Kr, ⁸⁷Kr, ⁸⁸Kr, ⁸⁹Kr, ⁸⁶Rb, ⁸⁸Rb, ⁸⁹Rb, ⁹⁰Rb, ⁸⁹Sr, ⁹⁰Sr, ⁹¹Sr, ⁹²Sr, ⁹³Sr, ⁹⁰Y, ⁹¹Y, ⁹²Y, ⁹³Y, ⁹⁴Y, ⁹³Zr, ⁹⁵Zr, ⁹⁷Zr, ⁹⁸Zr, ⁹⁴Nb, ⁹⁵Nb, ⁹⁶Nb, ⁹⁷Nb, ⁹⁹Mo, ¹⁰¹Mo, ⁹⁸Tc, ⁹⁹Tc, ¹⁰⁰Tc, ¹⁰³Ru, ¹⁰⁵Ru, ¹⁰⁶Ru, ¹⁰⁷Ru, ¹⁰⁴Rh, ¹⁰⁵Rh, ¹⁰⁶Rh, ¹⁰⁷Pd, ¹⁰⁹Pd, ¹¹¹Pd, ¹¹²Pd, ¹⁰⁸Ag, ¹¹⁰Ag, ¹¹¹Ag, ¹¹²Ag, ¹¹⁵Cd, ¹¹⁷Cd, ¹¹⁸Cd, ¹¹⁴In, ¹¹⁶In, ¹¹⁷In, ¹²¹Sn, ¹²³Sn, ¹²⁵Sn, ¹²⁶Sn, ¹²⁷Sn, ¹²²Sb, ¹²⁴Sb, ¹²⁵Sb, ¹²⁶Sb, ¹²⁷Sb, ¹²⁷Te, ¹²⁹Te, ¹³¹Te, ¹³²Te, ¹³³Te, ¹²⁸I, ¹²⁹I, ¹³⁰I, ¹³¹I, ¹³²I, ¹³³Xe, ¹³⁵Xe, ¹³⁷Xe, ¹³⁴Cs, ¹³⁵Cs, ¹³⁶Cs, ¹³⁷Cs, ¹³⁸Cs, ¹³⁹Ba, ¹⁴⁰Ba, ¹⁴¹Ba, ¹⁴⁰La, ¹⁴¹La, ¹⁴²La, ¹⁴¹Ce, ¹⁴³Ce, ¹⁴⁴Ce, ¹⁴⁵Ce, ¹⁴²Pr, ¹⁴³Pr, ¹⁴⁴Pr, ¹⁴⁷Nd, ¹⁴⁹Nd, ¹⁵¹Nd, ¹⁵²Nd, ¹⁴⁷Pm, ¹⁴⁸Pm, ¹⁴⁹Pm, ¹⁵⁰Pm, ¹⁵¹Sm, ¹⁵³Sm, ¹⁵⁵Sm, ¹⁵⁴Eu, ¹⁵⁵Eu, ¹⁵⁶Eu, ¹⁵⁷Eu, ¹⁵⁹Gd, ¹⁶¹Gd, ¹⁶⁰Tb, ¹⁶¹Tb, ¹⁶²Tb, ¹⁶⁵Dy, ¹⁶⁶Dy, ¹⁶⁶Ho, ¹⁶⁷Ho, ¹⁶⁹Er, ¹⁷¹Er, ¹⁷²Er, ¹⁷⁰Tm, ¹⁷¹Tm, ¹⁷²Tm, ¹⁷⁵Yb, ¹⁷⁷Yb, ¹⁷⁸Yb, ¹⁷⁷Lu, ¹⁷⁸Lu, ¹⁸¹Hf, ¹⁸²Hf, ¹⁸³Hf, ¹⁸²Ta, ¹⁸³Ta, ¹⁸⁵W, ¹⁸⁷W, ¹⁸⁸W, ¹⁸⁶Re, ¹⁸⁸Re, ¹⁸⁹Re, ¹⁹¹Os, ¹⁹³Os, ¹⁹⁴Os, ¹⁹²Ir, ¹⁹⁴Ir, ¹⁹⁵Ir, ¹⁹⁷Pt, ¹⁹⁹Pt, ²⁰⁰Pt, ¹⁹⁸Au, ¹⁹⁹Au, ²⁰⁰Au, ²⁰³Hg, ²⁰⁵Hg, ²⁰⁴Tl, ²⁰⁶Tl, ²⁰⁹Pb, ²¹⁰Pb, ²¹¹Pb, ²¹²Pb, ²¹⁰Bi, ²¹²Bi, ²²⁴Rn, ²²³Fr, ²²⁵Ra, ²²⁷Ra, ²²⁶Ac, ²²⁷Ac, ²²⁸Ac, ²³¹Th, ²³³Th, ²³²Pa, ²³³Pa, ²³⁷U, ²³⁹U, ²³⁸Np, ²³⁹Np, ²⁴¹Pu, ²⁴³Pu, ²⁴²Am, ²⁴⁴Am, ²⁴⁹Cm-radioisotopes are known as beta emitter. The widely used beta emitters are ⁹⁰Sr, ¹³⁷Cs, ¹⁷⁷Lu, ⁹⁰Y, ¹⁴C, ³²P and ⁶³Ni.

Immediately after a beta radiation, there is usually a gamma radiation. The reason is that the element that has released the beta particle remaining in the excited state releases its remaining energy in this way.

Beta particles can be stopped by a thin aluminum plate. Beta particle can move a few meters in the air. Beta particles can cross human skin but cannot reach important organs. The most important damage is caused by ingestion of a beta source.

Beta particle is used to kill cancer cells. A radioactive nucleus emitting beta particles is added to a molecule and swallowed. So it goes to the cancer cell and destroys it.

Positrons produced as a result of positron (β^+) emission are used in positron emission tomography (PET).

In addition, the properties of beta radiation are used for carbon-14 age determination.

Geiger-Müller counter, scintillation counter, proportional counter and ion chamber are commonly used to detect the beta particles [2,3].

4. Gamma Radiation

Gamma radiation is electromagnetic radiation which is emitted in the form of photons, not particle radiation. It is massless and has no charge value. Gamma emission changes only the energy of the atom. Gamma rays move with the speed of light. Gamma rays also produce ionization. However, the ionization produced by the gamma ray is less than that of the alpha and beta particles. Gamma rays have the most powerful **penetration power**. Gamma rays are 100 times more penetrating than beta particles. They do not deviate from the electric and magnetic fields. A few centimeters of lead plates can stop the gamma rays.

The mass number and atomic number of the atom do not change as a result of gamma radiation. The general equation of gamma emission is:



The energy of gamma radiation is expressed as follows. Here, E_i is the high energy state of the nucleon; E_f is the low energy state of the nucleon; h is Planck's constant; ν is the frequency of the radiation emitted

$$E_i - E_f = h\nu \quad (12)$$

After an alpha decay or after a beta decay, the excited nucleus returns to its ground state by emitting gamma radiation. Figure 6 a) shows a gamma radiation after an alpha decay, and Figure 6 b) shows a gamma radiation after a beta decay.

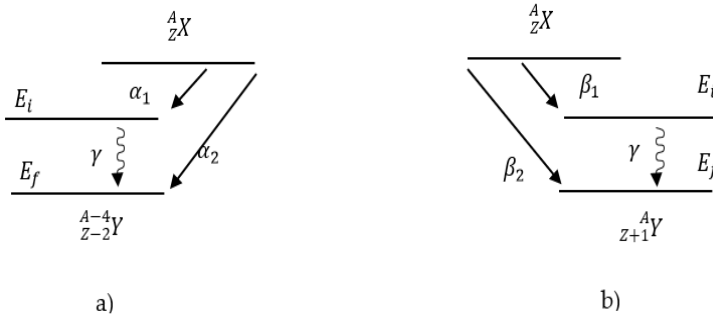


Figure 6: a) A gamma radiation after an alpha decay; b) A gamma radiation after a beta decay.

Three events gain importance in the interaction of gamma rays with matter. These events are photoelectric event, Compton event and double formation event. Rayleigh scattering, Thomson scattering, nuclear photoelectric event, nuclear-resonance scattering and Delbrück scattering are other important events in the interaction of gamma ray with matter.

^{140}La and ^{24}Na are well known gamma-ray emitters.

^{241}Am is a source of low energy gamma ray. It is used in X-ray fluorescence (XRF) devices.

^{238}U and ^{235}U , which are used as fuel in nuclear power plants, are good sources of gamma.

^{192}Ir , ^{60}Co and ^{131}I are mostly used as gamma ray source for industrial radiography. Also, ^{192}Ir and ^{60}Co are used in cancer treatment. In addition, gamma rays emitted from ^{137}Cs and ^{137}Ba are also used for cancer treatment. For a certain time, ^{226}Ra and ^{222}Rn sources were used as gamma-ray sources for industrial radiography. These gamma sources are no longer used.

Gamma rays emitted from ^{60}Co is used to sterilize medical equipment. Gamma rays emitted from $^{99\text{m}}\text{Tc}$ are used to diagnose in medicine.

With gamma rays emitted from ^{60}Co and ^{137}Ba irradiate foods. Thus, bacteria in foods are eliminated.

Geiger-Müller counter and scintillation counter are commonly used to detect the gamma rays [2,3].

5. X-ray

X-rays are the kind of radiation that comes after gamma rays as energy in the electromagnetic spectrum. X-rays have a wavelength range of 10^{-8} - 10^{-12} meters. It is divided into two as continuous X-rays (Bremsstrahlung X-rays or deceleration X-rays or braking X-rays) and characteristic X-rays. The continuous X-rays are in the form of a wide and continuous band. Sharp peaks above the continuous band are also characteristic X-rays. Figure 7 shows both characteristic and continuous X-rays.

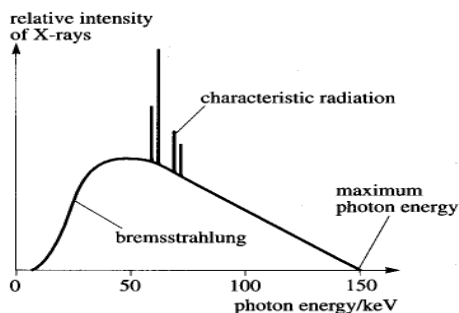


Figure 7: Characteristic X-rays and continuous X-rays.

The photons emitted as a result of the passage of electrons from the high energy level to the low energy level produce characteristic X-rays. If the electrons move to the first energy level, the emitted X-ray is called the K-characteristic X-ray. If the electrons fall to the second energy level, then the emitted X-ray is the L-characteristic X-ray. In this way, the other transitions are named in turn. In addition, an index such as alpha, beta, and gamma is made in K-series and other series. For example, in the case of the transition from the second energy level of the electron to the first energy level, the emitted X-ray is called K_{α} -characteristic X-ray. The transition from the third level to the first level is called K_{β} -characteristic X-ray. In other indices, it is made according to the electron states falling from higher levels respectively. Figure 8 shows the formation scheme and naming of the characteristic X-rays.

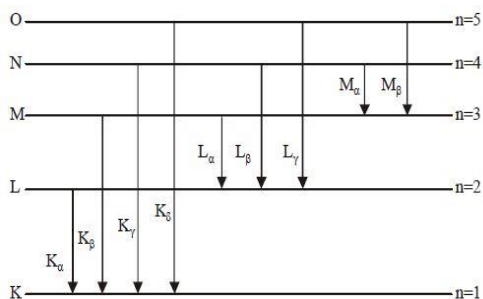


Figure 8: The formation scheme and naming of the characteristic X-rays.

Characteristic X-rays originate from internal orbital electrons. So electrons at energy levels close to the nucleus play a role here. Characteristic X-rays are used to determine the crystal structure by X-ray diffraction method.

As the fast electrons pass by a heavy nucleus, continuous x-rays occur as a result of the sudden stop of these electrons in the effective area of the

nucleus. During the formation of continuous X-rays, the first kinetic energy of the electron accelerated by the V potential is completely transformed into photon energy. The final kinetic energy of the electron is also zero ($K_i = e.V$, $K_s = 0$). The formula that expresses this is as follows:

$$h\nu_{max} = e.V \quad (13)$$

When the required constants are used, the minimum wavelength of the continuous X-ray is obtained. This law is called the Duane-Hunt law.

$$\lambda_{min} = \frac{1,24.10^{-6}}{V} \quad (14)$$

Here λ is in meters and V is in volts.

X - Rays are produced by X - Ray Tube. The X-ray tube consists of anode and cathode element. The cathode is a filament. Electrons emitted from the heated filament (cathode) produce an X-ray by hitting the anode plate. Tungsten or molybdenum is used as the anode target. Generally, the use of tungsten as an anode is common. The tungsten is used as both anode and cathode. The tungsten target is effective in continuous X-ray formation. Molybdenum anodes are used in most X-ray tubes for mammography. The molybdenum target is effective in the formation of characteristic X-rays with suitable energy values for mammography studies. In this tube, continuous X-rays and characteristic X-rays can be produced. With the acceleration voltage, the velocities of the electrons are increased, and continuous X-rays are produced by the sudden stop of the accelerated electrons near the nucleus of the anode target. If the accelerated electrons interact with the orbital electrons of the anode target, characteristic X-rays are produced. The characteristic X-rays reflect a characteristic feature of the substance that constitutes the anode target. Figure 9 shows the X-ray tube.

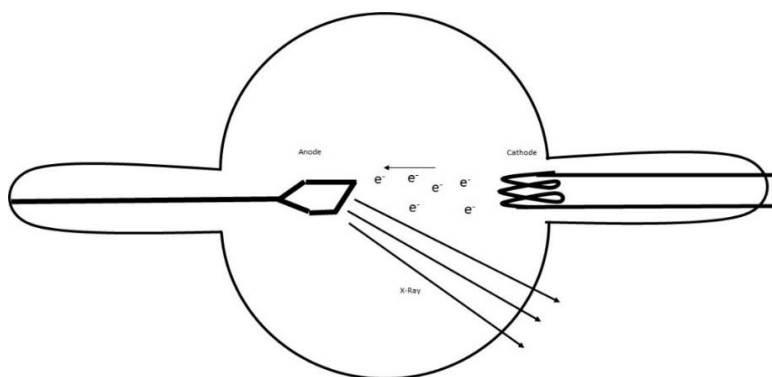


Figure 9: The X-ray tube.

Since X-rays can penetrate different substances, they are used to visualize the internal structure of the substances. This includes imaging of the body in hospitals or screening of both people and their belongings in safety transition areas. It is also be used in computed tomography devices and in the analysis of many materials.

X-ray techniques used in the qualitative and quantitative analysis of materials are X-ray fluorescence spectroscopy, particle (proton)-induced X-ray emission, energy-dispersive X-ray spectroscopy, and wavelength-dispersive X-ray spectroscopy, X-ray diffraction (XRD).

Geiger-Müller counter, scintillation counter and semi-conductor detector are commonly used to detect the X-rays [4-6].

6. Conclusion

As electromagnetic radiation, gamma-rays and X-rays have various effects on matter. These effects can be expressed as excitation and ionization. Since the energies of X-rays and gamma-rays are high, the effects on the substance are mostly ionization.

Although the velocity of alpha and beta particles is not as high as electromagnetic radiation, they have an ionizing effect on the material since they have a certain mass and charge.

Due to the ionizing effects of alpha radiation, beta radiation, gamma-ray and X-ray, they are detected with the appropriate detector system.

In the alpha decay and the beta decay, the atomic number of the element changes and a different element is obtained, while the element that remains stimulated in gamma-ray and X-ray emission only releases its energy.

As a result of the Auger event and the internal conversion event, the electron is emitted. However, these electrons should not be confused with the

released electrons as a result of beta decay. In the Auger event and internal transformation, the orbital electron is emitted. In beta decay, the electron is emitted from the nucleus. While the Auger event is an atomic event, the internal transformation and beta decay is a nuclear event.

7. References

- [1] Non-Ionizing Radiation Safety. Available from: <https://ehs.washington.edu/radiation/non-ionizing-radiation-safety>
[Accessed:2019-07-15].
- [2] Arya A.P. Fundamentals of Nuclear Physics. Allyn and Bacon, Boston, 1968.
- [3] Krane, K.S. Introductory Nuclear Physics (2nd ed., Haliday, D.). John Wiley and Sons, New York, 1987.
- [4] Beiser, A. Concepts of Modern Physics (6th ed., Haliday, D.). McGraw-Hill Companies, New York, 2003.
- [5] Williams, K.L. An Introduction to X-ray Spectrometry: X-Ray Fluorescence and Electron Microprobe Analysis. Allen & Unwin, London, 1987.
- [6] MacDonald, C.A. An Introduction to X-Ray Physics, Optics, and Applications. Princeton University Press, 2017.

INSAC
Academic Studies on
Natural and Engineering
Sciences



New Products Based on Mechanics and Theme Parks
(Sertaç Serkan Doğru)

New Products Based on Mechanics and Theme Parks

Sertaç Serkan Doğru¹

¹*Çanakkale Onsekiz Mart University, Çan School of Applied Sciences,
E-mail:dogru@comu.edu.tr*

1. Introduction

Theme Park is the general definition given to entertainment and educational facilities with indoor and outdoor sections, which are spread over large surface areas and designed by adhering to a clear fiction or theme to appeal to the target audience [1]. These target audiences are taken into account in a wide range and these areas are considered in a variety that will appeal to people of all ages and cultures. In general terms; although it resembles large-scale amusement parks with its roller coaster, Ferris wheels and other components, all entertainment or educational components in theme parks are designed with stories and purposes in accordance with the determined fiction [2]. Thus, it has a concept that presents this determined fiction with every component to the target audience. Unexpected architectural and landscape design, character, story, etc. suitable for the concept in the building and outdoor components. It is essential that this feature of the environment, which has a metaphorical identity by combining it with mechanical parts, is passed on to the target audience [3].

Considering the examples all over the world, theme parks in a wide variety of sizes stand out. In addition to being entertaining, there are also theme parks designed in the fields of culture-art, science-technology, history, etc. The themes can be listed as follows :

- Botanical parks,
- Zoos,
- Aquariums,
- Water or ice parks
- History or dinosaur parks,
- Science and technology parks

It is possible to encounter various examples such as What distinguishes all these examples from known classical parks is that they are based on a concept [4].

The International Theme Parks Association (IAAPA) was established in 1918 and is the world's largest international amusement organization

association, which includes approximately 4500 theme parks in 97 countries [5]. Members of this union are

- Theme parks and amusement parks,
- Family entertainment centers,
- Museums and science centers,
- Water parks,
- Zoos and aquariums,
- The sector consists of manufacturers and suppliers.

2. Research Findings

According to 2015 data, the International Theme Parks Association announced that there are 400 theme parks in the Americas and around 300 in Europe [6]. The theme park sector, which has grown by 6% in 7 years until 2011, has grown by more than 5% in 2013 alone. Therefore, when we consider the growth rates of theme parks, it is not difficult to see that the world's people's understanding of entertainment and spending time are rapidly shifting to these and similar areas [6].

We see that the cultures and economies of the countries receive direct contributions from such entertainment areas day by day. Again, the data of 2015 shows that; The entertainment industry is the second most important employment-creating industry in the United States, after the healthcare industry. This situation is similar in countries such as China and India [6].

The main reasons for the emergence of theme parks as a growing sector are:

- Shows etc. areas become more interesting due to the increase in technology and creativity.
- Increasing the ease and power of branding
- It provides common family experiences and shares that cannot be caught at home due to the increasing interest in virtual media tools,
- They can be listed as rational investments and businesses.

In Turkey, we see that the theme park installation and interest continues to increase. We can say that Vialand, Ankapark, Jurassic Land, Miniaturk, Turkuazoo, Istanbul Aquarium, Aqua Fantasy and Adaland, which are located in our cities such as Istanbul, Ankara, Eskişehir, Antalya, Gaziantep and Izmir, are the first and important examples in Turkey.

In addition, it would be appropriate to emphasize that the effect of theme parks on tourism revenues of countries and our country is positive and on a large scale.

In the light of the information given above, the main purpose of this study is to design/research and develop educational and entertaining mechanical-based components to be used in indoor or outdoor theme parks, taking into account our academic infrastructure related to Physics.

This study has a new and original product idea and design. In this direction, 2 (two) Physics-themed mechanical park components ideas and designs are proposed. These components and their properties are summarized below.

2.1. Seesaw with Gear Wheels

The product has a working infrastructure that uses the mechanics of simple machines, which is one of the basic physics subjects.

From simple machines, seesaw and gear wheel are considered together. In the design, the force generated during the movement of the movable seesaw from the center of the balance center is transferred to the gear wheel system with the help of a shaft placed in the balance center (see Figure 1).

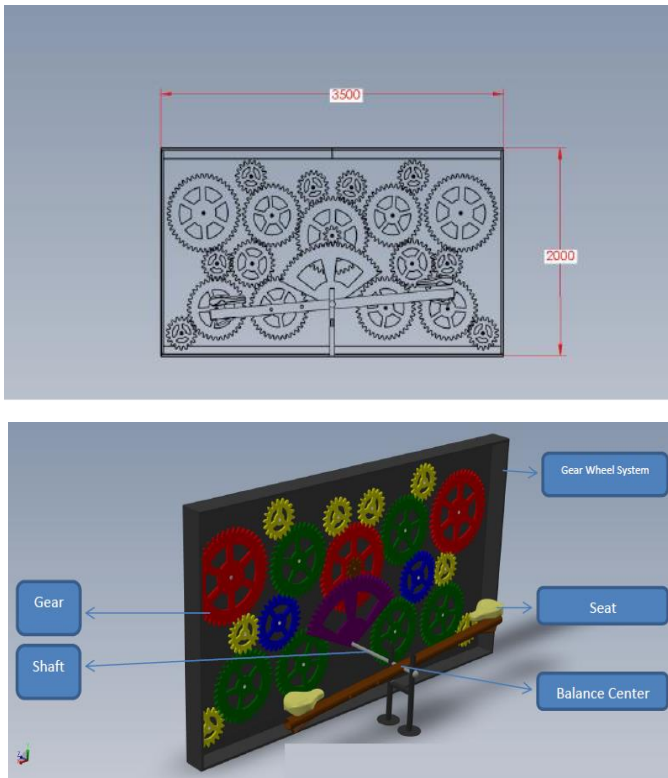


Figure 1: Seesaw with Gear Wheels

In the gear wheel system, there are 21 gear wheels with different radii and gear numbers. Gear wheels are positioned to move each other at different distances from the centers of rotation. In this design, it is envisaged that the gear wheels will be made of polyamide material and the seesaw main carrier material will be made of iron for the physical production of the product.

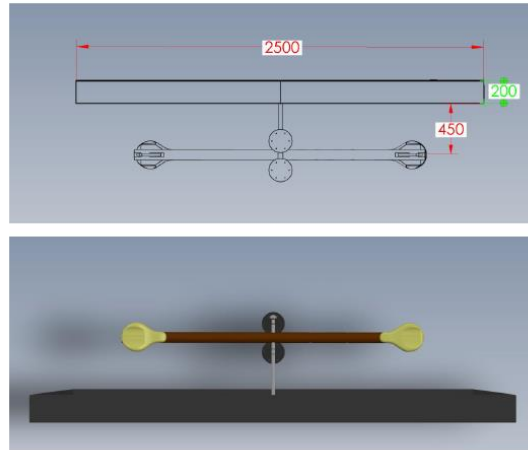


Figure 2: Top View of Seesaw with Gear Wheels (All dimensions are in mm.)

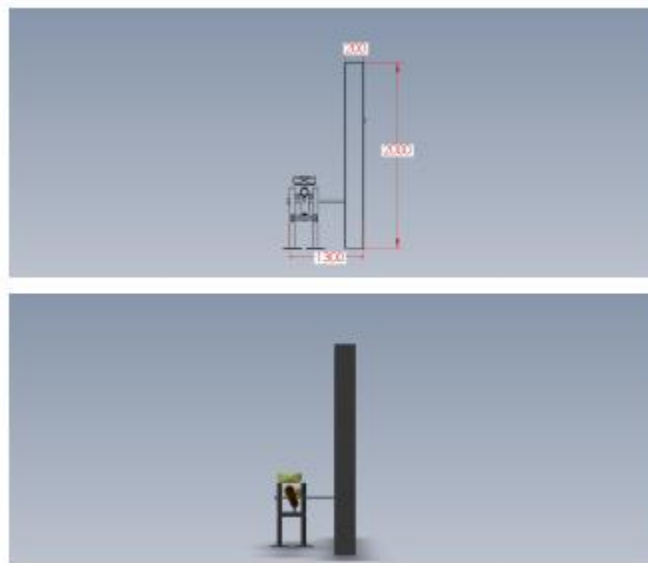


Figure 3: Side View of Seesaw with Gear Wheels (All dimensions are in mm.)

Since the first gear wheel on which the force transferred from the seesaw is applied and the others, gear numbers and diameters are different, the number of turns will also differ depending on these characteristics. The scaled drawings of the design are given in Figures 2-3.

2.2. Lever Seesaw

This product, which is thought to be approximately 2500 mm tall, will contain 3 balance centers, so it will be formed from 3 different seesaw bodies with different balance centers. In fact, the product has a very simple structure and is a triple seesaw system in which the load and load arm length affect the movement at different scales, in accordance with the lever working principle. Figures of the simple design considered as this theme park component are given below.

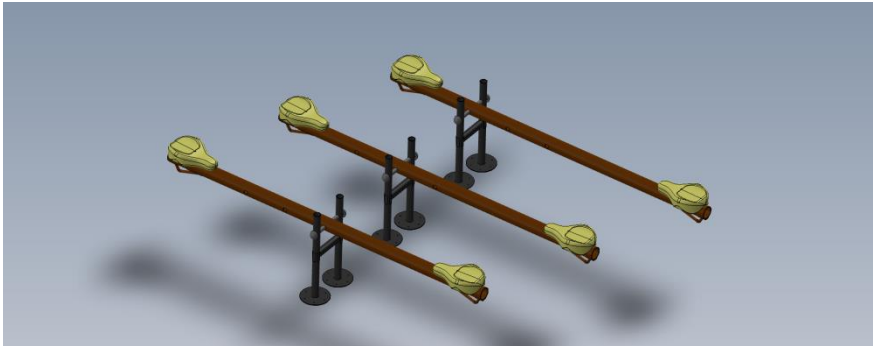


Figure 4: Lever Seesaw

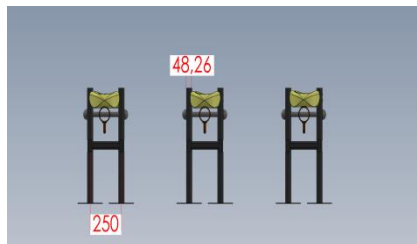
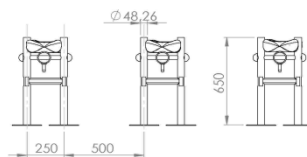


Figure 5: Side View of Lever Seesaw (All dimensions are in mm.)

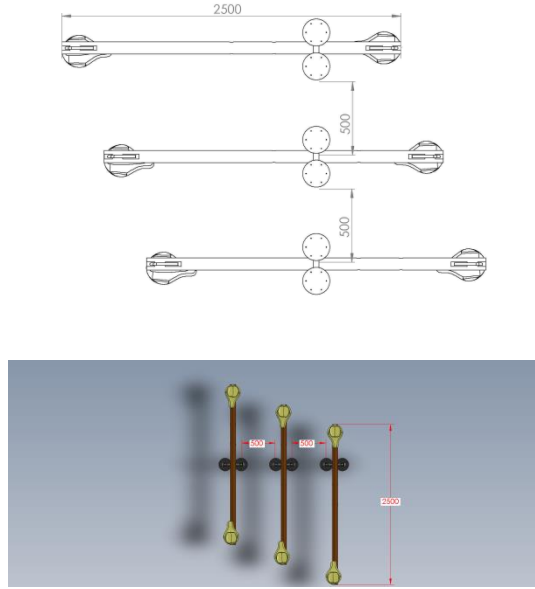


Figure 6: Top View of Lever Seesaw (All dimensions are in mm.)

3. Summary and Discussion

As a country, the tendency towards theme parks and science centers is increasing in Turkey. Today, TÜBİTAK supports local governments in terms of these areas to be found in closed areas or theme parks with 81 and 81 science center projects. A science center contains about 5-20 exhibits. Each of these exhibitions consists of 5-40 different R&D products. In Turkey, the number of companies capable of designing and producing science center equipment does not exceed 10. Considering that the estimated time for an exhibition production of 20 products is around 1 year, even if all companies produce two exhibitions a year, only one science center can be fully equipped with domestic products per year. With the existing company ecosystem, 81 science centers can be completed in 81 years. However, TÜBİTAK wants to complete all science centers within the scope of its 2023 targets, and it is obvious that the current company ecosystem cannot meet this need, with the prediction that the average life span of an exhibition is 7 years, taking into account the changing and developing scientific and technological competencies. Therefore, under an interdisciplinary perspective, the publication of product ideas and designs by instructors with academic knowledge will also contribute to production areas, as in this study.

In this study, it was primarily based on the maturation of the ideas and designs of two mechanical-themed products, which aim to gain the behavior

of learning while playing and gaining awareness in the targeted area, similar to theme parks, to be used in standard parks with visitors from all age groups from an early age. The proposed components can be reproduced with similar ideas and used as a physics or mechanics themed playground equipment.

Studies in the literature show that theme parks have become the focal point both in terms of information and tourism [7]. Therefore, this study is presented to support the consideration of standard children's parks as the first stage of these parks, which are established on large areas with large budgets, and to revise these areas in a similar direction.

Acknowledgement

This work was supported by the R&D project number BSV-2018/3 and STB52858 of T.C. Ministry of Industry and Technology.

4. Referanslar

- [1] S A Clave, The global theme park industry, ISBN-10:1845932080 and/or ISBN-13:978-1845932084, CABI Publishing, 2007.
- [2] B M Braun, M D Soskin, Theme park competitive strategies, *Annals of Tourism Research* Vol.26 No.2 pp.438-442, 1999.
- [3] J E Bigne, L Andreu, J Gnoth, The theme park experience: An analysis of pleasure, arousal and satisfaction, *Tourism Management*, Volume 26, Issue 6, Pages 833-844, 2005.
- [4] S G Davis, The theme park: global industry and cultural form, *Media, Culture & Society*, Volume: 18 issue: 3, page(s): 399-422, 1996.
- [5] <https://www.iaapa.org/about-iaapa/iaapa-history>
- [6] https://en.wikipedia.org/wiki/Amusement_park
- [7] S B Park, J Kim, Y K Lee, C Michael, Visualizing theme park visitors' emotions using social media analytics and geospatial analytics, *Tourism Management*, Volume 80, 104127, 2020.

INSAC
Academic Studies on
Natural and Engineering
Sciences



**Evaluation and Determination of Five Unknown Parameters
of a Photovoltaic (Sunpower SPR-X20-250-BLK) Module by
an Iterative Method (Süleyman Adak)**

Evaluation and Determination of Five Unknown Parameters of a Photovoltaic (Sunpower SPR-X20-250-BLK) Module by an Iterative Method

Assist. Professor Suleyman Adak¹

¹Vocational School, Department of Electricity and Energy, Mardin, Turkey,
suleymanadak@artuklu.edu.tr

1. Introduction

Renewable energy sources have started to gain importance today due to the fact that they will never be exhausted and that they do not harm the environment. Fossil energy sources are being depleted rapidly day by day in addition to the damage they cause to the environment. When fossil energy sources are burned, harmful chemicals such as carbon dioxide, sulfur and nitrogen are released into the atmosphere. Therefore, it has harmful effects on the environment.

Solar PV energy has grown in the past two decades and will have many benefits in the future; therefore, it is necessary to know these properties of energy well. The principle scheme of Photovoltaic (PV) cell as given in Figure 1.

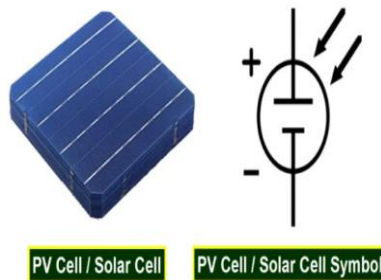


Figure 1. PV cell and equivalent circuit

PV cells are made of p-n semiconductor elements that convert sunlight directly into electrical energy. PV cell, due to the semiconductor material in its structure has a non-linear characteristic. Mono crystalline Cells are widely used in the development of PV cells as they have 15% higher efficiency compared to polycrystalline cells. Among other types of solar cell materials, monocrystalline solar cell has the highest efficiency, more than 20%. Polycrystalline cell is a suitable material to improve PV module and reduce

its cost. When the PV system will be installed, according to EN 50380 standard. The following values must be known:

- a) W_p , Peak watts (peak power and tolerance,
- b) V_{mp} , Maximum power point voltage,
- c) I_{mp} , Maximum power point current,
- d) V_{oc} , Open circuit voltage,
- e) I_{sc} , Short-circuit current,
- f) T - temperature coefficients (for power current and voltage variations),

In Figure 2, the panels used on the roofs are given as assembled.



Figure 2. Roof type SunPower Panels

Which PV modules should be selected when installing the PV plant and the support that the company to install the plant should provide:

- a) Does the product have an international certificate?
- b) What is the position of the manufacturer and supplier company in the market? For example, how long has he been doing this job?
- c) Are PV modules readily available? What is the duration of the guarantees given?
- d) Are the PV modules to be used suitable for the system we will install? For example, is it a network supported system? or will a system independent of the grid using battery packs be installed?
- d) Are the technical specifications of the product provided enough?

When the solar cell is exposed to sunlight, photons fall on it, and as a result, current is generated by electron motion. A PV cell generates within 0.5 - 0.8 volts depending on temperature, irradiance and semiconductor. This voltage is very low. Therefore, when designing a PV module, photovoltaic cells are connected in series. Connection types of PV cells are as shown in Figure 3.

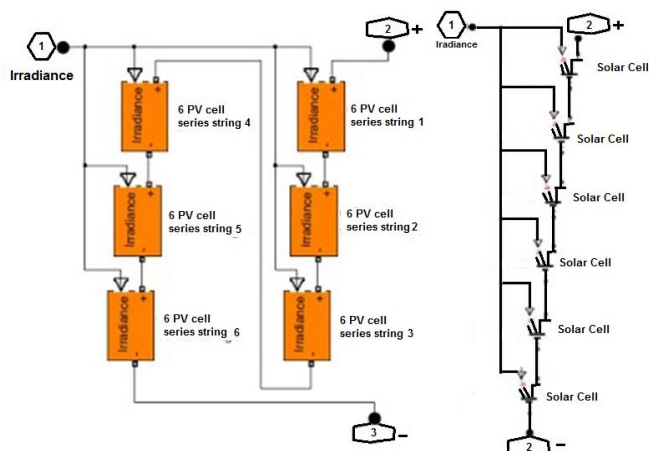


Figure 3. Series or parallel connection of solar cells

Equivalent circuit is found by using analytical equations of PV cell. In practice, there have many equivalent circuits of photovoltaic cells. PV cell's equivalent circuit was analyzed using Matlab/Simulink program. As a result of the analysis, to obtain the electrical model parameter I-V and P-V curve of the solar cell are found. Various methods are used to find unknown parameters of PV cell circuit model. The Newton-Raphson method is an appropriate approach for finding parameters in the equivalent circuit model of PV cell.

2. Analysis of single diode equivalent circuit of PV cell

The working principle of PV cell and the working principle of p-n junction diode are the same. Output I-V curve of PV cell in the dark very similar to the characteristic of the diode. PV cell's circuit model consists of photovoltaic current, diode with series and parallel resistance. This equivalent circuit has a non-linear characteristic due to the non-linearity of the diode current. Some parameters of this model change with radiation and cell temperature. PV cell's circuit model is shown in Figure 4.

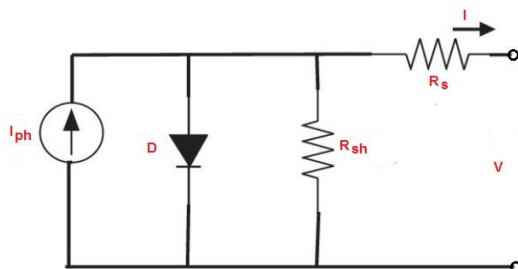


Figure 4. PV cell single diode modeling

The double diode model includes the two diode, a double exponential statement. Therefore, since the single diode model is simpler than the two diode model, it has a wider use for simulation studies. This model is also known as five parameters model. Abbreviations in this equivalent circuit; I_{ph} the electric current produced by sunlight, I_d diode current, I load current, R_s series resistance value, R_{sh} is the parallel resistance value. It is a known fact that the increase in the short circuit current density of the cells increases the resistive losses.

It is requested that the value be low. In an ideal solar cell's circuit, the series resistor, compare to the shunt resistor value it is negligible, is assumed 0 ohm but the series resistor is effective in determining the maximum power point. Parallel resistance (R_{sh}) refers to leakage currents in a solar cell are one of the parameters affecting performance. The mathematical equation of PV cell is as follow:

$$I_{ph} - I_d - I_{sh} = 0 \quad (1)$$

Diode current can be expressed as,

$$I_d = I_0 \left(e^{\frac{qV_D}{nkT}} - 1 \right) \quad (2)$$

The load current of PV cell as defined by Eq. (3).

$$I = I_{ph} - I_0 \left(e^{\frac{q8V+IR_s}{nN_s kT}} - 1 \right) - \frac{(V+IR_s)}{R_{sh}} \quad (3)$$

Where, I_{ph} is the photocurrent, I_0 is the reverse saturation diode current, q is the electron charge, V is cell output voltage, I is cell output current, k is the Boltzmann's constant, T is the junction temperature, n is the diode ideality factor, N_s is cells connected in series, R_s is represents the internal resistance and R_{sh} is parallel leakage current resistance. I_0 and n are the sizes related to the diode. In case of short circuit operation in PV cell, the equivalent circuit the output voltage is (at $V=0$). The short circuit current from Eq. (3) is found as follows.

$$I_{sc} = I_{ph} - I_0 \left(e^{\frac{I_{sc}R_s}{N_s V_t}} - 1 \right) - \frac{I_{sc}R_s}{R_{sh}} \quad (4)$$

V_t known as thermal voltage. It is defined in Eq. (5).

$$V_t = \frac{nkT}{q} \quad (5)$$

The maximum current of PV cell can be expressed using eq. (3), (at $I=0$) as,

$$I_{mp} = I_{ph} - I_0 \left(e^{\frac{(V_{mp}+I_{mp}R_s)}{N_s V_t}} - 1 \right) - \frac{(V_{mp}+I_{mp}R_s)}{R_{sh}} \quad (6)$$

Open circuit of PV cell can be expressed using Eq. (3), (at $I=0$) as,

$$V_{oc} = V_t \ln\left(\frac{I_{ph}}{I_0} + 1\right) \quad (7)$$

The filling factor can be found from the I-V characteristic of the PV cell. The fill factor parameter refers to the quality of a PV cell. The fill factor additionally affects the efficiency of the solar cell and is defined as:

$$FF = \frac{V_{mp} I_{mp}}{V_{oc} I_{sc}} \quad (8)$$

Where, V_{mp} is the maximum voltage of PV cell, I_{mp} is the maximum current PV cell, V_{oc} is the open circuit voltage of PV cell and I_{sc} is the PV cell short circuit current. The efficiency (η) for a solar cell is given as

$$\eta = \frac{V_{oc} I_{sc} FF}{G * A} \quad (9)$$

Where, G is amount of irradiation, A is PV cell area. Since it contains a single exponential expression, the single diode PV cell model is simple. Therefore, a single diode equivalent circuit is used for simulation studies.

3. Finding PV Cell Equivalent Circuit Parameters by Newton-Raphson Method

The Newton-Raphson method in numerical analysis is one of the most frequently used iterative methods that provide rapid convergence. To find the root of a known function, it only sets an arbitrary initial value of x_i , and iterates through that value using the value of the function at this point and the value of its derivative at this point.

The equivalent circuit is created by modeling a single diode of the solar cell. Equivalent circuit parameters are found by Newton-Raphson iterative method. There are many advantages to using the equivalent circuit of solar cell. These advantages are the ease of analyzing the circuit with programming languages such as Matlab, PSpice, Visual Basic and C.

Simulations, models and studies aim to benefit from solar energy and increase facilitates analysis of the solar cell. The main characteristics of the PV module analyzed are shown in Table 1. PV cell single diode circuit parameters were found by the Newton-Raphson method. The characteristic values of the PV module (Sunpower SPR-X20-250-BLK) are given in Table 1.

Table 1: PV Module Parameters (Sunpower SPR-X20-250-BLK)

Short circuit current (I_{sc})	6.2A
Open circuit voltage (V_{oc})	50.9V
Maximum power point of current (I_{mp})	5.84 A
Maximum power point of voltage (V_{mp})	42.8V
NOCT	45°C
Number of cells (N_s)	72
Maximum power (P_m)	250W
Peak Efficiency	20.1%
Temperature coefficient of voltage (V_{oc})	-0,127V/K
Temperature coefficient of current (I_{sc})	0.06%/K
Temperature coefficient of power	-0.3%/K
Maximum System Voltage	600V

The analysis and modeling of PV systems is difficult due to their non-linear characteristics. In this study, the Newton-Raphson iterative method was used to obtain unknown parameters for the modeling of the PV cell with the Simulink program. After the I_{ph} , I_o , n , R_s and R_{sh} parameter values of a PV cells are determined the analysis of the PV cell and PV module becomes quite easy.

In this study, Sunpower SPR-X20-250-BLK PV module was used to obtain datasheet values. This module has a maximum power rating of 2500 watts and consists of 72 PV cell series connected polycrystalline PV cells. In the attached program; short circuit current, open circuit voltage, irradiance and temperature values were used. The Matlab/Simulink equivalent of the Sunpower SPR-X20-250-BLK module is given in Figure 5.

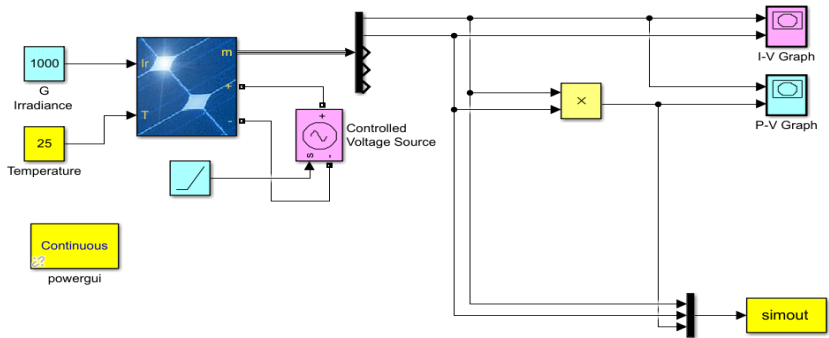


Figure 5. Simulink equivalent of Sunpower SPR-X20-250-BLK module

Difference methods have been used with the purpose of determination these parameters. In the present work, we are interested to outline the photovoltaic module that is typically defined by an equivalent electrical circuit and to find its parameters by adjusting the I-V Curve at five points.

The diode current in the equivalent circuit of the PV cell is non-linear. Therefore, the Newton-Raphson was used as the solution method. This method has several advantages. In particular, it has the ability to quickly find parameter values.

In order to find circuit parameters equivalent to solar cells, Sunpower SPR-X20-250-BLK module characteristics and I-V curves measured at different radiation values were used. For this reason, PV modules are represented by non-linear I-V characteristics and/or P-V characteristic curves. The I-V characteristic of Sunpower SPR-X20-250-BLK module is as given in Figure 6.

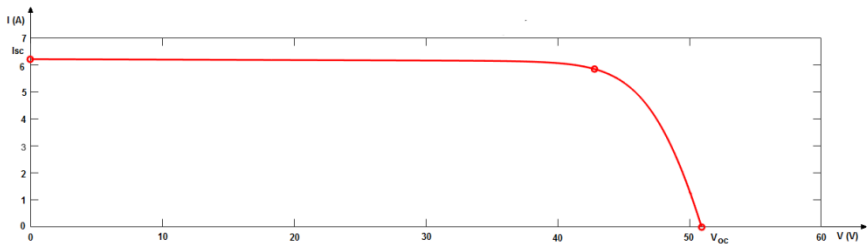


Figure 6. I-V curves of the PV module (Sunpower SPR-X20-250-BLK)

In this work, the five unknown parameters of the photovoltaic module are determined by extraction it from the datasheet information in Table 1. Using the iterative method which is the Newton-Raphson method. The simulation results indicated that the iterative method has a better accuracy and a speed convergence of several parameters which it can be applied in real-time applications

PV systems are utilized in diversity of applications as stand-alone, grid connected and hybrid system. Further, for the maximum extraction power of PV array or panel. We have to model the PV device which has a non-linear I-V characteristic with various parameters in need for adjusting it from experimental data. In addition, the output power of PV device swings to a great extent depending on the changing of the temperature and the solar insolation.

We develop an improvement of parameters identification using an iterative method, which is the Newton-Raphson for extraction, the parameters from manufacturer's datasheet by using Matlab/Simulink software program. We develop an improvement of parameters identification using an iterative method, which is the Newton-Raphson for extraction, the parameters from

manufacturer's datasheet by using Matlab/Simulink software. Since the general expression of a single diode equivalent circuit model is non-linear, there is no direct or analytical solution to the equation. Therefore, at least five independent equations are needed to calculate five parameters. These five equations are obtained using specific points on the reference I-V curve. The five points sampled are highlighted in I-V curves of Figure 6. The goal of this study is to create a PV cell model using five unknown parameters (I_{ph} , I_0 , n , R_s , R_{sh}) and show the behavior of this simulation model against irradiance and temperature changes through Eq. (3).

In this study, we determined the unknown equivalent circuit parameters of PV cell using the single diode model via applying the Newton-Raphson method. In order to examine energy produced by PV module, the equivalent circuit parameters of the PV cell must be calculated. It is then possible to generate the five equations using the values in Table 2. These equations are as shown below.

$$C = \frac{q}{kT} \quad (10)$$

$$f_1 = x_1 - 10^{-6}x_2 \left(e^{\frac{C(V_1+I_1x_4)}{36x_3}} - 1 \right) - \frac{(V_1+I_1x_4)}{x_5} - I_1 = 0 \quad (11)$$

$$f_2 = x_1 - 10^{-6}x_2 \left(e^{\frac{C(V_2+I_2x_4)}{36x_3}} - 1 \right) - \frac{(V_2+I_2x_4)}{x_5} - I_2 = 0 \quad (12)$$

$$f_3 = x_1 - 10^{-6}x_2 \left(e^{\frac{C(V_3+I_3x_4)}{36x_3}} - 1 \right) - \frac{(V_3+I_3x_4)}{x_5} - I_3 = 0 \quad (13)$$

$$f_4 = x_1 - 10^{-6}x_2 \left(e^{\frac{C(V_4+I_4x_4)}{36x_3}} - 1 \right) - \frac{(V_4+I_4x_4)}{x_5} - I_4 = 0 \quad (14)$$

$$f_5 = x_1 - 10^{-6}x_2 \left(e^{\frac{C(V_5+I_5x_4)}{36x_3}} - 1 \right) - \frac{(V_5+I_5x_4)}{x_5} - I_4 = 0 \quad (15)$$

As the above equations are complex, their solutions are numerical, and more easily. Among the numerical methods, the Newton-Raphson method is an appropriate approach for the simultaneous solution of these equations. Furthermore, it is represented by five parameters namely I_{ph} photo current, I_0 reverse diode saturation current, n ideality factor, represents the internal resistance and connection resistances in the PV cell R_s and parallel leakage current resistance R_{sh} . Many estimation methods have been used in recent years to find circuit parameters of PV cell. The simulation results indicate that this method has a better accuracy and a speed convergence of several parameters. the values in Table 2 are obtained from Figure 6.

Table 2. Current and voltage values obtained from I-V curve

Points on the I-V curve	Voltage (V)	Current (A)
1	0.269058	6.23384
2	39.8744	6.0315
3	42.7803	5.8189
4	47.139	4.23208
5	50.6906	0.189004

These generally include methods based on analytical, iterative and evolutionary algorithms. Analytical methods are the approaches used to estimate PV cell parameters with developed mathematical methods. The most important feature of these methods is that they find PV cell parameters quickly and accurately. The analytical methods used in parameter estimation methods are quite simple and require little calculation time and reasonable results can be obtained with a large number of iterations. The most useful and fastest among these methods is the the Newton-Raphson iterative method.

In this study, PV cell parameters were obtained by the Newton Raphson method by using the manufacturer catalogue information of a commercially available PV module. The data of the photovoltaic module Sunpower SPR-X20-250-BLK was used for extraction of five unknown parameters by using the Newton Raphson method which is given the values of these parameters are shown in Table 3.

Table 3. PV cell single diode equivalent circuit unknown parameters
(Sunpower SPR-X20-250-BLK).

Designations Value	Designations Value
I_{pv}	6.2064A
I_0	1.86e-10 A
n	1.1365
R_s	0.302
R_{sh}	621.15 Ω

Nowadays, the PV systems have transformed to be a portion of the electrical power worldwide as they are a part of various renewable energy resources. The single diode cell equivalent circuit of the Sunpower SPR-X20-250-BLK module is given in Figure 7.

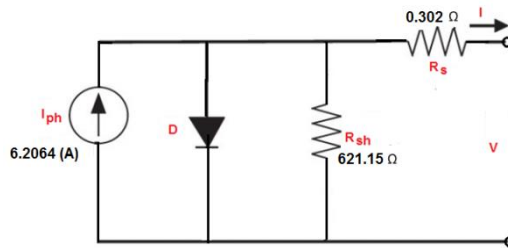


Figure 7. PV cell single diode equivalent circuit (Sunpower SPR-X20-250-BLK)

In this study, the analysis of the single diode model of PV cells was carried out. The single diode equivalent circuit of the PV cell is also known as the five parameter model. These parameters are I_{ph} , I_o , R_s , R_{sh} and m . Here, I_{ph} represents the current produced by the PV cell, R_s the internal resistance and connection resistances in the cell, and the resistance R_{sh} represents the parallel leakage current resistance. I_o is the diode reverse saturation current, m is the diode ideality factor. This model is also known as the five unknown parameter model, with the parameters being the basis for the simulation and reconstruction of V-I curves in PV systems.

A solar cell transforms the energy of sunshine immediately into electricity using PV effect and it is the fundamental energy engenderment unit of the solar PV system which is distinguished by an output current and voltage at present, the cost of investment of these PV systems is relatively high; however, the lack of electricity and the evolutionary technology will render solar models more relevant.

Moreover, the solar cell is mathematical models of PV cell as ideal, single and two-diode model are accessible in literature. Numerous of PV cells are combined to make a PV system and several numbers of cells are regrouped together to create PV module or also named PV panel, the last one can be gathered assembly to form a solar array.

4. I-V and P-V characteristics curves of PV module and cell

A single diode model was used for the analysis and synthesis of the PV cell. Modeling for the PV cell was realized with the Matlab/Simulink program. The I-V and P-V characteristic curves of the PV cell were obtained

using the Matlab / Simulink program. The variation of the I-V and P-V curves of the PV cell is as given in Figure 8.

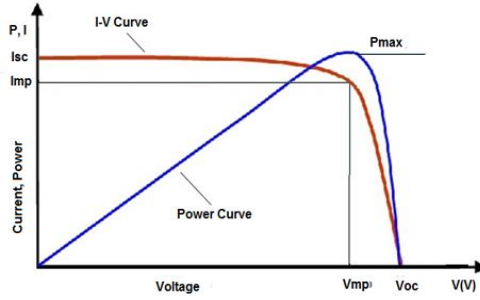


Figure 8. PV cell's p-v and i-v curves

The photocurrent of solar cell can be expressed in Eq. (14) as,

$$I_{ph} = [I_{sc} + K_i(T - T_{ref})] \frac{G}{G_{ref}} \quad (16)$$

The constants are replaced in the Eq. (15),

$$I_{ph} = [I_{sc} + 0.002(T - 298)] \frac{G}{1000} \quad (17)$$

In order to calculate the photovoltaic performance of a given irradiance radiation and module temperature, the current-voltage (I-V) curve of the module must be known. The diode saturation current can be expressed in Eq. (18) as,

$$I_0(T) = I_{0(T_{ref})} \left(\frac{T}{T_{ref}} \right)^3 \exp \left[\frac{E_g}{nV_t} \left(\frac{T}{T_{ref}} - 1 \right) \right] \quad (18)$$

Where I_0 is the saturation diode reverse current, E_g is band gap energy, T_{ref} is the nominal temperature and V_t is the thermal voltage. Unknown parameters were found using the of PV cell's single diode equivalent circuit. The cell temperature (T_c) of a PV panel can be found using the ambient temperature (T_a) irradiance (G) value and the NOCT temperature.

$$T_c = T_a + \frac{NOCT - 20}{0.8} G \quad (19)$$

The effective use of photovoltaic solar panels has the capacity to be an important factor for reducing greenhouse gas emissions and preventing environmental pollution. There are many factors that affect the efficiency of PV panels. Temperature change is a very influential variable that needs to be analyzed for efficiency. While low temperatures do not pose a problem for the efficiency of PV panels, high temperatures affect the output power negatively. The output power of the panel can be calculated by using the panel temperature together with the panel power coefficient (μ_p).

$$P_m(T_c) = P_{m,STC} [1 - \mu_p(T_c - 25)] \quad (20)$$

Where P_m is the panel power at STC standard test conditions. NOCT temperature in PV panels is between 42-52°C. The PV cell curves of I-V and P-V characteristic were obtained using the Matlab/Simulink program. The Simulink equivalent used for finding the I-V and P-V curves of the PV cell is given in Figure 9.

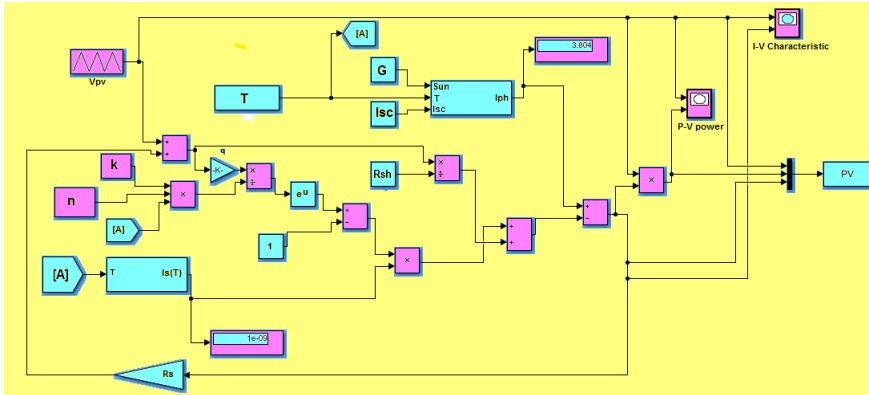


Figure 9. Matlab / Simulink model of PV cell

Simulink; graphical design of Matlab program, a simulation and analysis of dynamic systems extension. Simulink; used in the analysis of linear or nonlinear systems modeled in continuous time and in discrete time. The I-V curve of the single diode equivalent of the PV cell as shown in Figure 10.

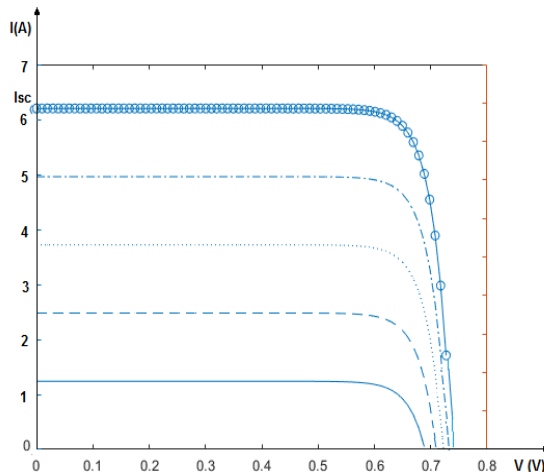


Figure 10. I-V curves of the PV cell (G : 200 (W/m^2), 400 (W/m^2), 600 (W/m^2), 800 (W/m^2), 1000 (W/m^2)).

Output characteristics PV cell or array I-V, P-V characteristic depends on weather conditions. As weather conditions change at any time, the

characteristics of the PV cell I-V, P-V constantly change. Figure 7 shows the PV cell's the P-V curve. In some applications, since the serial-parallel connection configurations of the cells in the panel vary depending on weather conditions, the I-V characteristic of a single cell should be referenced in place of the panel. Because, considering the new form of I-V characteristic of a single cell according to the changing weather conditions, this characteristic can be generalized to the I-V characteristic of the panel by taking into account the number of series-connected cell and parallel-connected series cell. PV cell single diode cell equivalent circuit P-V characteristic curve is given in Figure 11.

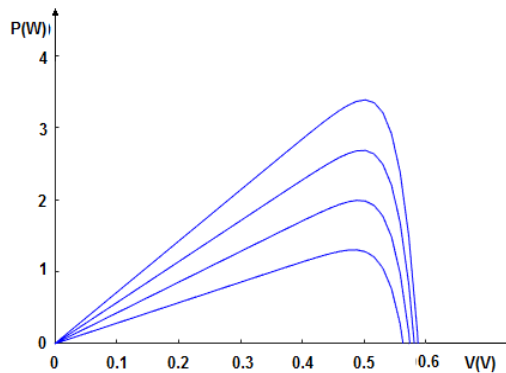


Figure 11. P-V curves of the PV cell (G : 200 (W/m^2), 400 (W/m^2), 600 (W/m^2), 800 (W/m^2), 1000 (W/m^2)).

In this study, the Newton-Raphson method was used to determine equivalent circuit parameters of PV cell. These unknown parameters were calculated from the catalogue information of solar PV module manufacturers. I-V and P-V curves were obtained from the simulation of PV cell model. The issue that a diverse model of photovoltaic face is the number of unknown parameters, which are not indicated by manufacturer's datasheet. The Simulink equivalent of the Sunpower SPR-X20-250-BLK module is given in Figure 12.

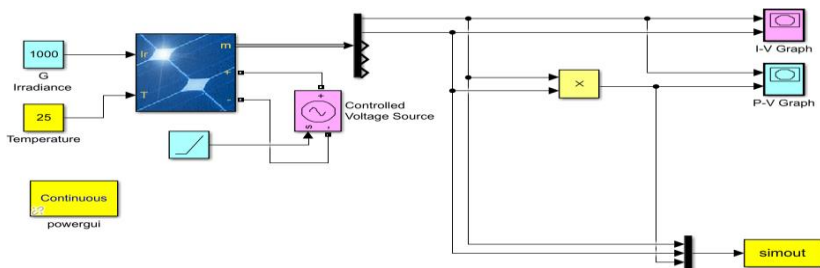


Figure 12. PV Module Matlab/Simulink modeling (Sunpower SPR-X20-250-BLK)

Difference methods have been used with the purpose of determination these parameters. In the present work, we are interested to outline the photovoltaic module, which is typically defined by an equivalent electrical circuit, and to find its parameters by adjusting the I-V Curve at five points. We develop an improvement of parameters identification using an iterative method, which is the Newton-Raphson method. The I-V characteristic curve of the Sunpower SPR-X20-250-BLK module is given in Figure 13.

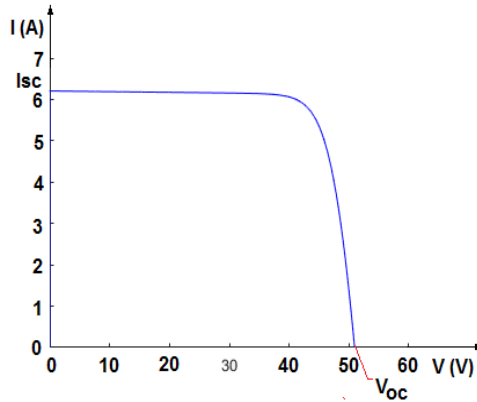


Figure 13. PV Module I-V Curve

Irradiation intensity and temperature have an effect on PV panels. In addition, the series circuit resistance (R_s), parallel circuit resistance (R_{sh}), temperature coefficient of short circuit current (μI_{sc}) and coefficient temperature of open circuit voltage (μV_{oc}) have a significant effect on the PV panel. The P-V characteristic curve of the Sunpower SPR-X20-250-BLK module is given in Figure 14.

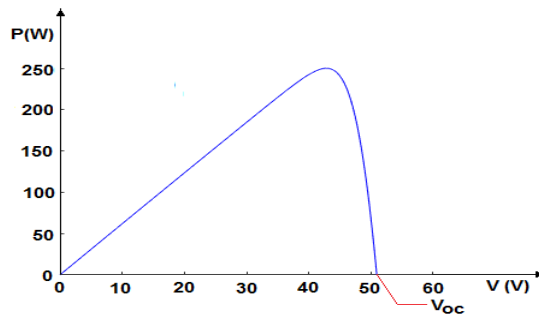


Figure 14. PV Module P-V Curve

The simulation results indicate that this method has a better accuracy and a speed convergence of several parameters. The equivalent circuit parameters of the PV cell are found by

Newton-Raphson method, and the model accurately predicts V–I curves, P–V curves, short circuit current and open circuit voltage across a range of irradiance and cell temperature. Sunpower SPR-X20-250-BLK module at different temperature values I-V characteristic curves are given in Figure 15.

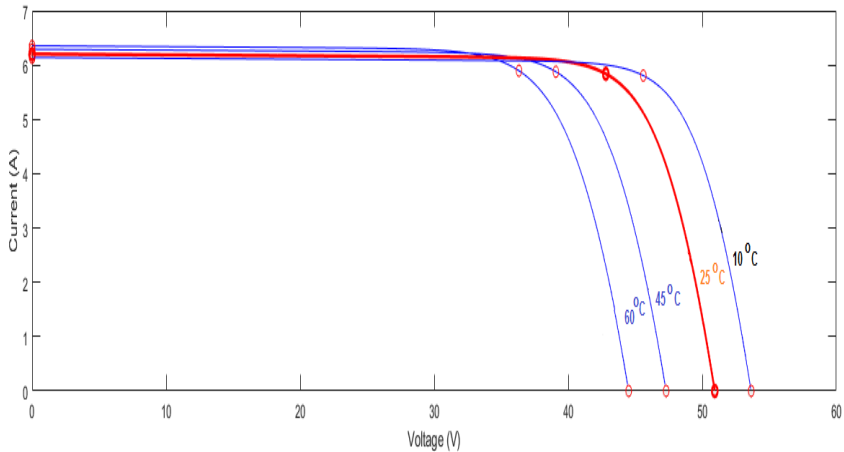


Figure 15. I-V Curves of PV Module for different temperature values

Cell power decreases with increasing temperature. The power drop in Mono and Poly crystalline silicon cells is higher than in thin film cells. Therefore, efforts must be made to keep the crystalline silicon cell modules cool. irradiance and cell temperature. Sunpower SPR-X20-250-BLK module at different temperature values P-V characteristic curves are given in Figure 16.

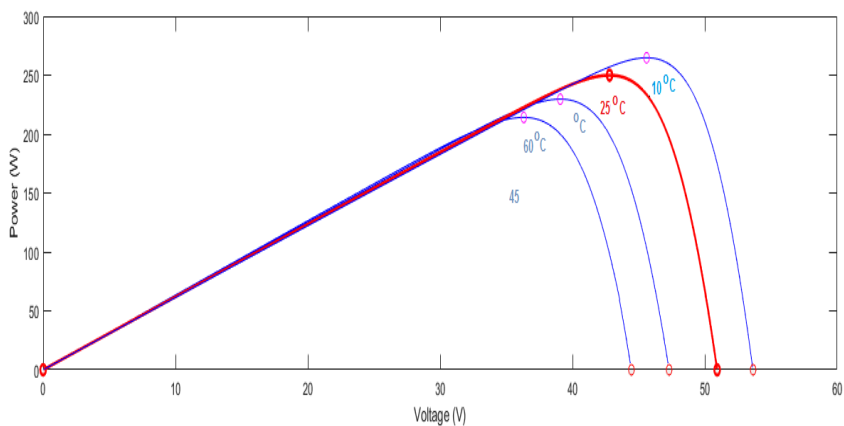


Figure 16. P-V characteristic curves of PV Module for different temperature values

The power tolerance of PV panels varies between $\pm 2.5\%$ and $\pm 5\%$. For example, if the power tolerance of a 300W panel is 3%, its actual power may be between 291W and 309W. This is a factor that increases the mismatch losses in a PV system, so it would be appropriate to use panels with low tolerance.

As the radiation value reaching the solar panel surface increases, the amount of energy produced increases. Therefore, panel layout is one of the most important issues for the PV system. In panel analysis, it will be assumed that the panel direction points south, that is, the azimuth angle is zero, because only in this case the incoming solar radiation can be maximized. Different connection types of PV modules are given in Figure 17.

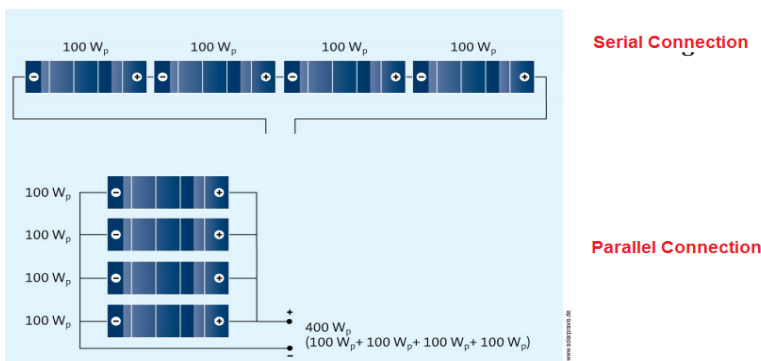


Figure 17. Series and parallel connection of PV panels

Connecting solar panels in series to increase the total system voltage. Solar panels are connected in parallel to increase the output current of the panels. Solar panels are connected in series and parallel to increase both voltage and current.

5. Results and discussion

There are five unknown parameters (I_{ph} , I_0 , m , R_s , R_{sh}) the single diode equivalent circuit of the PV cell. These parameters are not given from the manufacturers' datasheets. In this study, unknown parameters of PV cell are found by Newton-Raphson method. In order to obtain five unknown parameters of the PV cell, it is necessary to know the I-V curve of the PV module. By the way solar irradiance and temperature have impact on these parameters. Eventually, after the PV cell's the single diode equivalent circuit parameters are found, the analysis of PV cell, PV module and PV panel can be done easily.

In this respect, many approaches have been put forward in the literature regarding the modeling PV cells. Among these models, the single diode equivalent circuit PV cell model is the most widely used model as it is easy to calculate compared to the double-diode model and gives more realistic results than other models.

It is possible to increase efficiency by cooling PV systems. In particular, a different approach is provided in the production of hot water.

6. References

1. Dezso, S.; Remus, T.; Pedro, R. PV panel model based on datasheet values. In: *IEEE International Symposium on Industrial Electronics (ISIE 2007)*; 4–7 June **2007**; Vigo, Spain. pp. 2392-2396. [CrossRef]
2. Reis, L. R. D.; Camacho, J. R.; Novacki, D. F. The Newton Raphson Method in the Extraction of Parameters of PV Modules, *International Conference on Renewable Energies and Power Quality (ICREPQ'17)* Malaga (Spain), 4th to 6th April, **2017**, Renewable Energy and Power Quality Journal (RE&PQJ)ISSN X, No.15, 2172-038. [CrossRef]
3. Oh, S.; Sunwoo, M. Variable structure PWM controller for high efficient PV inverters, in 2008, *IEEE International Conference on Sustainable Energy Technologies*, **2008**, 933–938.[CrossRef]
4. Rodney H.G.; Tan, Priscilla L.J.; Tai, V.; Mok, H. Solar Irradiance Estimation Based on Photovoltaic Module Short Circuit Current Measurement, *IEEE International Conference on Smart Instrumentation, Measurement and Applications (ICSIMA)* , Kuala Lumpur, Malaysia. **2013**, November, 26-27. [CrossRef]
5. İzgi, E, Öztöpal A, Yerli B, Kaymak, M.K, Şahin A.D. Short-mid-term solar power prediction by using artificial neural networks. *SolarEnergy*. **2012**, 86, 1, 725-733. [CrossRef]
6. Chan D, Phang J. Analytical methods for the extraction of solar cell single and double-diode model parameters from I-V characteristics, *Electron Devices, IEEE Transactions on*, **1987**, 34(2) :286–293. [CrossRef]
7. Arifoğlu, U. *Matlab 9.1-Simulink ve Mühendislik Uygulamaları*. İstanbul, Turkey: Alfa Yayıncılık, **2016**. [CrossRef]
8. Tan, R.; Tai, L.J.; Mok, V. H. Solar Irradiance Estimation Based on Photovoltaic Module Short Circuit Current Measurement. In : *ICSIMA 2017, IEEE International Conference on Smart Instrumentation, Measurement and Applications*, November, Kuala Lumpur, Malaysia, pp. 26-27. [CrossRef]

9. Şahin, M.E.; Okumuş, H.İ. Modeling and Simulation of Solar Cell Module in Matlab/Simulink, Haziran **2013**, *EMO Bilimsel Dergi*, 3, 5, pp. 17-25. [CrossRef]
10. Farivar G, Behzad A. Photovoltaic module single-diode model parameters extraction based on manufacturer datasheet parameters. In: *PECon 2010 IEEE International Conference on Power and Energy*; 29-1 November, December, Kuala Lumpur, Malaysia. pp. 929-934. [CrossRef]
11. Özdemir, A.; Erdem, Z. Double-loop PI controller design of the DC-DC boost converter with a proposed approach for calculation of the controller parameters - *Journal of Systems and Control Engineering* - **2017** November, 1–12. [CrossRef]
12. Malla, S. G.; Bhende, C. N. Voltage Control of Stand-Alone Wind and Solar Energy System, *Electrical Power and Energy Systems, Elsevier*, March **2014**, Vol. 56, pp. 361– 373,. [CrossRef]
13. Adak, S.; Cangi, H.; Eid, B.; Yilmaz, A.S. Developed analytical expression for current harmonic distortion of the pv system's inverter in relation to the solar irradiance and temperature. *Electrical Engineering*, **2020**, January, 1–8. [CrossRef]
14. DeSoto, W.; Klein S.A.; Beckman, W.A. Improvement and Validation of a Model for Photovoltaic Array Performance, *Solar Energy*, **2006**, 80,1, 78– 88. [CrossRef]
15. Arifoglu, U. Load flow based on Newton's method using Norton equivalent circuit for AC-DC multiterminal systems, *European Transactions On Electrical Power*, Vol.9 - pp.167 - ISSN : 1430-144X - May-Jun - English - Article - **1999** - WOS:000081270100004. [CrossRef]
16. Elbaset, A. A.; Ali, H.; Abd-El Sattar, M. Novel seven-parameter model for photovoltaic modules. *Solar Energy Materials and Solar Cells*, 130, 442-455. <https://doi.org/10.1016/j.solmat.2014.07.016>. [CrossRef]
17. Motahhir, S.; Chalh, A.; El Ghzizol, A.; Derouich, A. Development of a low-cost PV system using an improved INC algorithm and a PV panel Proteus model, *Journal of Engineering Science and Technology*, **2017**, 10 (2), 8- 13. [CrossRef]
18. Hussein A, Alkharj D. A simple approach to extract the unknown parameters of PV modules. *Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences*, **2017**; 25: 4431-4444, DOI:10.3906/elk-1703-14. [CrossRef]

19. Boztepe, M. Fotovoltaik Güç Sistemlerinde Verimliliği Etkileyen Parametreler-I, şubat **2017**, *emo izmir şubesi*, pp.13-17. [CrossRef]
20. Lo Brano V, Orioli A, Ciulla G. On the experimental validation of an improved five-parameter model for silicon photovoltaic modules. *Solar Energy* **2012**, 105 : 27–39. [CrossRef]
21. Banu, I.V.; Beniuga, R.; Istrate, M. Study on Temperature for Modeling of Photovoltaic Solar Array using Experimental Test Data, *Acta Electrotehnica (Special Issue Proceedings of the 5th International Conference on Modern Power Systems MPS 2013*, 28-31 May **2013**, Cluj-Napoca), vol. 54, no. 5, pp. 51-54, Ed. Mediamira, 2013.[CrossRef]
22. Vincenzo Stornelli, V.; Mirco Muttillio,D.; de Rubeis,T.; Nardi, D. A New Simplified Five-Parameter Estimation Method for Single-Diode Model of Photovoltaic Panels, *Energies*, **2019**, 12(22). [CrossRef]
23. Gang W. Z, Wang K, Jiangtao S, Wei C, Haiyang Z, Xinsheng Y, Yong Z. An iterative approach for modeling photovoltaic modules without implicit equations. *Applied Energy* ,**2017**, 202 : 189–198. [CrossRef]

INSAC
Academic Studies on
Natural and Engineering
Sciences



**Duygu Analizi ve Kullanılan Yöntemler (Fikriye Ataman, H.
Eray Çelik)**

Duygu Analizi ve Kullanılan Yöntemler

Fikriye Ataman¹, H. Eray Çelik²

¹Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Enformatik Bölümü

E-mail: fataman@yyu.edu.tr

²Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ekonometri Bölümü,

E-mail: ecelik@yyu.edu.tr

1. Giriş

Günümüzde birçok farklı sosyal ağ sistemi mevcuttur. Instagram, Facebook, WeChat, TIKTOK ve Twitter en sık kullanılan sosyal ağ uygulamalarının bazılarıdır. Günlük yaşamda, bireyler çoğu zaman, çeşitli konular hakkında, gerçek görüş, fikir ve duygularını ifade etme imkanı bulamamaktadır. Sosyal ağ uygulamaları, bireylere belli sınırlar içerisinde görüşlerini açıklama, iletme, yorumlatma, yayma, beğendirme gibi birçok olanak sunmaktadır. Sosyal ağlar, insanlara kendilerini ifade edebilecekleri bir ortam sunmaktadır ve insanlar, birçok konudaki duygu ve düşüncelerini sosyal ağlar üzerinden aktarmaktadır. Her gün binlerce kullanıcıdan binlerce tweet, mail, tiktok vs. ileti gönderilmektedir. Gönderilen her ileti bir mesaj iletmektedir ve bu mesaj iletiye konu olan nesne veya durum hakkında bir fikir veya görüş içermektedir. İletilerin içerisinde barındırdığı bu fikir ve düşünceler, taşıdığı duygusal anlam açısından karşı taraf için değer kazanmaktadır. Örnek vermek gerekirse, satılan bir ürünün beğenilip beğenilmemesi, tedarik eden taraf için önemli bir araçtır ve değerlidir. Çoğu zaman, kullanıcıların fikir ve düşünceleri belirli bir konu hakkında yoğunlaşabilmektedir. Sosyal ağlar dünyasından gönderilen tüm iletiler birikerek duygu içerikli bir mesaj verisi havuzu oluşturmaktadır. Bu duygu içerikli mesajların birikerek toplanması sonucu ilgili birçok konuda öngörü ve tahmin yapmayı mümkün kılan bir zemin oluşmaktadır. Duygu içeren iletilerin analiz edilerek, bu iletilerden anlamlı çıkarımlar sağlamak ve bu çıkarımlar aracılığıyla kestirim ve tahminlerde bulunmak, birçok alanda önemli bir çalışma alanıdır. Bu kestirim ve çıkarsamalar taraflar için karar verme mekanizmasını birebir yönlendiren önemli bir araç olmaktadır. Duygu barındıran bu veri, birçok amaçla kullanılmaktadır. Özellikle ticari amaç güden sektörler ile sosyal ve siyasal amaç güden kurumlar için; pazarlama stratejileri, örgütsel bağlılık, müşteri memnuniyeti vb. konularda, hedef kitle için duygu çıkarımında bulunmak önem taşımaktadır. Duygu analizi de bu çıkarımların yapılmasını sağlayan yöntemler bütünüdür.

2. Duygu Analizi Nedir?

Duygu, insan olmanın belirleyici unsurlarından birisidir. Farklı olay veya durumlar karşısında farklı duygulara sahip olunabilmektedir. “Duygu”, “belirli nesne, olay veya bireylerin insanın iç dünyasında uyandırdığı izlenim” ve “nesneleri veya olayları ahlaki ve estetik yönden değerlendirme yeteneği” olarak tanımlanmaktadır (TDK, 2020). Psikoloji biliminde “Duygu”, davranışsal olarak değişebilen genel uyarılmışlık hali olarak tanımlanmaktadır (Morgan, 2010). Duygular fiziksel olarak ölçülebilen bedensel durumlardır. Aynı zamanda bir hisse karşı beliren farkındalık ifadesidir. Duygu, kişiyi erişmesi gereken veya kaçınması gereken durumlar karşısında uyarak yönlendiren veya motive eden itici bir kuvvettir (Morgan, 2010).

Duygular üzerinde yapılan çalışmalar Eski Yunan ve Roma dönemindeki filozofların yapmış olduğu çalışmalara kadar uzamaktadır. Örneğin Stoacı filozoflardan olan Cicero duyguları metus (korku), aegritudo (ağrı), libido (şehvet) ve laetitia (zevk) olmak üzere dört kategoride temellendirmiştir (Poria ve ark., 2018). Darwin evrim teorisini açıklarken duyguların da evrimleştiğini ve duyguların doğal seleksiyonla geliştiğini ve bu nedenle kültürlerarası evrensel karşılıkları olduğunu ortaya koymuştur (Darwin ve Prodger, 1998). Ekman (1970), yapmış olduğu çalışmada insanların duygularının mutluluk, üzüntü, korku, öfke, iğrenme ve sürpriz olmak üzere altı temel kategoride incelenebileceğini bildirmiştir (Ekman, 1970). Duyguların daha derin olarak tanımlanması günümüze kadar gelmektedir ve yorgunluk, anksiyete, memnuniyet, karışıklık veya hayal kırıklığı, aşk, umutsuzluk gibi temel olmayan duygusal durumları saptamak için az da olsa çalışma yapılmıştır.

Bir duygunun neden ve nasıl ortaya çıktığını belirten kabul görmüş 4 temel kuram vardır. Bunlar: James-Lange Kuramı, Cannon-Bard Kuramı, Arnold-Linsey Kuramı ve Bilişsel Kuramı’dır (Süzer, 2020; Yaşarsoy, 2006). James-Lange Kuramı fizyolojik tepkimelerin duygulara neden olduğunu söylemektedir. Örneğin, bir insanın gülümsediği için mutlu olduğunu veya titrediği için korktuğunu ifade etmektedir (Süzer, 2020; Yaşarsoy, 2006). Cannon-Bard kuramında ise duyguların fizyolojik tepkimelerle aynı anda gerçekleştiği kabul edilmektedir (Dror, 2014; Süzer, 2020; Yaşarsoy, 2006). Cannon-Bard kuramında duygular fizyolojik durumlara karşı bir tepki değildir. Cannon-Bard kuramı, davranışın çevresel etkenlerden kaynaklı olarak hipotalamus aracılığıyla fizyolojik değişiklikler yaparak duygunun fark edilmesini sağladığını kabul etmektedir (Dror, 2014; Yaşarsoy, 2006). Arnold-Linsey kuramı ise duyguların kendinden var olduğunu ve duygulara karşı tepkilerin de istekli olarak ortaya konulduğunu söylemektedir (Eröz, 2011; Yaşarsoy, 2006). Bilişsel kuramcılar ise duygunun bir olayın

kendisinden ziyade, o olaya dair yorumlarımızdan kaynaklandığını ifade etmektedir (Eröz, 2011).

Geçmişten günümüze kadar insanların duyguları önem arz etmiştir. Duygular kimi zaman yaşanan kültürü oluşturmuştur. Kimi zaman da yaşanan kültürü yok etmiştir. Bu bağlamda duyguların, insanların en hayati unsurlarından biri olduğu tartışılmaz bir gerçektir. Duygu, insanlara, karşılaştıkları birçok olay, olgu veya nesneyi anlamlı veya anlamsız kılan esas unsurdur. İnsanların belirli bir konudaki duyguları, ilgili konuyu güçlü kıldığı gibi zayıf da kılabilir. Dolayısıyla duygu üzerinde çalışmak bir ihtiyaç haline gelmiştir. Duygu üzerinde çalışılan bir alan olan duygu analizi, günümüz bilişim teknolojileri ve internetteki gelişmelere bağlı olarak daha çok ihtiyaç duyulan bir alan olmayı başarmıştır (Eröz, 2011).

Duygu Analizi (Pozzi ve ark., 2017); insanların ürünler, hizmetler, organizasyonlar, bireyler, konular ve olaylar veya onların özellikleri hakkında duygularını, değerlendirmelerini ve tutumlarını analiz eden bir çalışma alanıdır (Agarwal ve Mittal, 2016; B. Liu, 2012a; Poria ve ark., 2018; Satapathy ve ark., 2018). İçerisinde birçok farklı problemin çözümünü barındırmaktadır. Fikir madenciliği olarak da adlandırılmaktadır. Duygu Analizi, elektronik ortamdaki yazılı metin içeriklerinde, makine öğrenmesi tabanlı veya istatistiksel yöntemlerle çeşitli analizler yapılarak insani duyguların tespit edilerek sınıflandırılması işlemidir (Poria ve ark., 2018). Başka bir tanım ile duygu analizi, yazılı metinlerin, bilgisayar yazılımları ile işlenerek algoritmik veya istatistiksel çözümler ile analiz edilmesidir. Duygu analizinde metinlerdeki içerikler analiz edilerek duygu çıkarımı sağlanır. Genellikle metinlerdeki duygular negatif, pozitif ve nötr olmak üzere 3 ayrı polarite olarak hesaplanır (B. Liu, 2012a; Pang ve Lee, 2008; Poria ve ark., 2018).

Duygu analizi yapılırken 3 teknik seviye; doküman seviyesi, cümle seviyesi ve varlık-görüş seviyesi olarak kabul edilmektedir (Agarwal ve Mittal, 2016; B. Liu, 2012a; Satapathy ve ark., 2018; Turney, 2002).

Doküman seviyesinde yapılan analizlerde doküman içeriğinde yer alan tüm metin için bir fikir çıkarılması hedeflenmektedir. Genel olarak pozitif veya negatif bir fikre varılmaktadır (B. Liu, 2012a; Satapathy ve ark., 2018). Doküman seviyesinin avantajı uygulamada kolaylık sağlamasıdır. Doküman için genel bir duygu polaritesine ulaşılmaktadır. Doküman seviyesindeki dezavantaj ise ele alınan nesne hakkında tüzel kişiliklerin fikrine veya duygusuna ayrı ayrı ulaşılamaz olmasıdır. Dolayısıyla burada hedef bir duygu polaritesi yerine sadece genel bir duygu polaritesine varılmaktadır (Pang ve Lee, 2008; Satapathy ve ark., 2018; Turney, 2002).

Cümle seviyesinde ise her bir cümlenin pozitif, negatif ve nötr bir içerik taşıyıp taşımadığı tespit edilmektedir. Pozitif ve negatif polarite bir fikir

beyan ederken, nötr polarite bir fikir beyan etmemektedir (Satapathy ve ark., 2018). Bu seviye analizinde genel olarak öznel değer taşıyan cümleler ile nesnel fiil cümlelerini ayırmaya çalışmaktadır. Bu ayırım öznitelik sınıflandırma teknikleri ile yapılmaktadır. Bu analiz seviyesinde ima veya ironi içeren öznel cümlelerde yeterli hassasiyet gösterememektedir (B. Liu, 2012a; Satapathy ve ark., 2018).

Varlık-görüş seviyesinde ise bir metindeki metin yapılar ile ilgilenmek yerine direk olarak metnin verdiği fikir ile ilgilenmektedir. Metnin bir duygu (pozitif-negatif) ve bir fikir (hedef) içerip içermediği ile ilgilenmektedir (B. Liu, 2012a; Satapathy ve ark., 2018). Hedefin tanımlı olmadığı bir metin kısıtlıdır. Metnin vermek istediği mesajı yakalamaya çalışmak ve fark etmek, duygu analizi problemini daha iyi anlamamızı sağlamaktadır. Bu analiz düzeyinin amacı varlıkları ve yönlerini anlamaktır (B. Liu, 2012b; Satapathy ve ark., 2018).

Literatürde herhangi bir duyguyu işaret eden fikirlerin belirtilmesinde 2 farklı görüş öne çıkmaktadır. Bunlar düzenli görüşler ve karşılaştırmalı görüşler olmak ikiye ayrılmıştır (Jindal ve Liu, 2006). Liu' ya göre duyguları en iyi ifade eden belli başlı kabul gören kelimeler de vardır. Örneğin "iyi", "güzel", "hoş" kelimeleri direk beyin tarafından pozitif bir algı uyandırırken, "çirkin", "lanet", "iğrenç" gibi kelimelerde negatif bir algı oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra bir algı yaratmayan tarafsız söz ve söz öbekleri de mevcuttur (B. Liu, 2012a). Örneğin "kalem", "kol", "çanta", "git", "gel" gibi sözcükler tarafsız bir algı oluşturmaktalar.

Duygu analizi (DA), birçok farklı amaçla kullanılmaktadır. Bunlar; Öznellik sınıflandırması, duygu polarite sınıflandırması, görüş temelli duyarlılık sınıflandırması, metin içerik kutupluluk ayrımı, duyarlılık derecesi tahmini, etki alanları arası duyarlılık sınıflandırması, diller arası duyarlılık sınıflandırması, görüş özetlemesi, görüş görselleştirme, ironi algılama; duyguyu varlık, özne veya zaman bakımından çıkarma; sözcük kök analizi ve sözcük anlam ayrımı, duygu sözlüğü oluşturma, görüş arama ve alma, görüş temelli spam algılamadır (Pozzi ve ark., 2017).

3. Duygu Analizinde Kullanılan Teknikler Nelerdir?

DA çalışmalarında kullanılan teknikler genel olarak 2 gruba ayrılır. Bunlar: Makine Öğrenmesi Tabanlı Yöntemler ve Semantik Oryantasyon Tabanlı Yöntemlerdir.

Makine öğrenmesi tabanlı yöntemlerde Bulanık Mantık (BM), Destek Vektör Makineleri (DVM), Aşırı Öğrenme Makinesi (AÖM), Konvansiyonel Sinir Ağları (KSA), Naive Bayes (NB) gibi yapay zeka algoritmaları kullanılarak gerekli özniteliklerin belirlenip seçilmesi aracılığıyla duygu

polaritesinin öğrenilmesi sağlanmaktadır (Cambria ve ark., 2017; Poria ve ark., 2018; Satapathy ve ark., 2018).

Semantik oryantasyon tabanlı duygu analizi yöntemlerinde ise genel olarak dil ile ilgili anlam bilimsel içerik ile ilgilenilir. Doğal dil işleme araçları ve teknikleri veya derlenmiş duygu sözlükleri çok sıkça başvurulan unsurlardır (Agarwal ve Mittal, 2016; Cambria ve ark., 2016; Poria ve ark., 2018; Satapathy ve ark., 2018).

Her iki yaklaşımın ortak kullanıldığı birçok çalışma mevcuttur (Poria ve ark., 2018). Makine Öğrenmesi ve Semantik Oryantasyon Tabanlı Yöntemlerin bir arada kullanıldığı kombine çalışmalara multi-modal yöntemler denilmektedir (Poria ve ark., 2018).

3.1. Makine Öğrenmesi Tabanlı Teknikler

Makine öğrenmesi tabanlı teknikler ile duygu analizi çalışılırken, genellikle dört adımda izlenmektedir. Birinci adım metnin ön işlenmesi; ikinci adım metnin özellik seçme metodlarının tanımlanması ve uygulanması; üçüncü adım özellik vektöründe olan her bir özelliğin ağırlıklandırılması ve temsil edecek özelliklerin belirlenmesi; dördüncü adım ise makine öğrenmesi algoritmalarının uygulanarak duygunun tespit edilmesi şeklindedir (Abdi ve ark., 2019; Agarwal ve Mittal, 2016; Parlar ve ark., 2018).

Yüksek boyutlu verilerle çalışmak, makine öğrenmesi algoritmalarıyla yapılan çalışmalara bir engel olarak yansımaktadır. Veri boyutunun büyüklüğü, algoritmaların performansını etkilemektedir. Dolayısıyla özellik vektörlerindeki çok boyutluluğu azaltmak için kullanılan 2 farklı yöntem vardır. Bunlardan birincisi “özellik çıkarımı/özellik değişimi” iken ikincisi de “özellik seçimi” yöntemidir (Agarwal ve Mittal, 2016; Cai ve ark., 2018). Özellik çıkarımı, özellik vektörünün boyutunda dönüşüm veya iz düşüm alınarak küçültme sağlamaktadır. Sonuç olarak yeni özellikler, çıkan sonuçların başlangıçtaki özelliklerle kombine edilmesiyle elde edilmektedir. Örnek olarak TBA ve TDA verilebilir. “Özellik seçme” yönteminde ise bazı iyi özellikler büyük boyutlu özellik vektörü içinden seçilerek kullanılmaktadır. Bilgi Kazancı (BK) yöntemi buna bir örnektir. Seçilen bu özellikler sayesinde alakasız veya gürültülü özellikler elenmiş olmaktadır. Böylelikle sınıfı temsil edecek en önemli belirgin özellikler seçilmiş olur. Dolayısıyla hem sınıflandırma doğruluğu büyük bir oranda iyileştirilmiş hem de çıkan sonuçların daha iyi anlaşılması sağlanmış olmaktadır. Bu da doğrudan kullanılan yöntemin hesaplama başarımını ve doğruluğunu arttırmaktadır (Agarwal ve Mittal, 2016; Bolón-Canedo ve ark., 2018; Cai ve ark., 2018; Ghaddar ve Naoum-Sawaya, 2018; Kılıç ve ark., 2015; Labani ve ark., 2018).

Makine öğrenmesi tekniklerinde genellikle eğitim süreci için etiketlenmiş geniş bir veri seti gerekmektedir. Makine öğrenmesi tekniklerinde genel olarak iki temel zorluk ile karşılaşilmektedir. Bunların birincisi, sözcük torbası gibi yöntemlerle özellik vektörü oluşturulması ihtiyacıdır ki bu vektör birçok gereksiz, kirli veya kullanılmaması gereken özellik içerebilmektedir. İkincisi ise özellik vektörü az özellik içermesi durumu itibarıyla sınırlayıcı olabilmektedir. Özellik vektörünün sınırlayıcı olması performansı olumsuz etkilemektedir (Agarwal ve Mittal, 2016; Bolón-Canedo ve ark., 2018; K. M. Schneider, 2004). Ayrıca makine öğrenmesine dayalı tekniklerde olumsuz duyular yeterince kesin hatlarla ayırmakta sorun yaşanmaktadır. Bunun nedeni ise pozitif kelimelerin hem negatif hem de pozitif duyularda çok fazla kullanılmasıdır (Agarwal ve Mittal, 2016; Alassadi ve Ivanauskas, 2019; Awrahman, 2017; Günay ve Ensarı, 2018; Kalaycı ve ark., 2018). Buna bir örnek olarak ironi gösterilebilir. Makine öğrenmesi tabanlı yöntemler aşamalı olarak sırayla özellik seçimi, sınıflayıcılar ve özellik çıkarımı yöntemleri olarak aşağıda anlatılmaktadır.

3.1.1. Özellik Seçme Teknikleri

Özellik seçme teknikleri, gereksiz ve önemli olmayan özellikleri elemeye imkan vererek veriyi daha az özellik ile temsil etmeyi sağlamaktadır (Agarwal ve Mittal, 2016; Cai ve ark., 2018; Hu ve ark., 2018; Labani ve ark., 2018). Özellikler özellik vektöründen iki türde seçilmektedir. Bunlar filtreleme yollu ve sarmal yollu özellik seçme olarak tanımlanmaktadır (Agarwal ve Mittal, 2016; Bolón-Canedo ve ark., 2018; Cai ve ark., 2018; Labani ve ark., 2018).

Filtreleme yönteminde bütün özellikler birbirinden bağımsızdır. Her bir özellik için bazı fonksiyonlar yardımı ile özel olma skoru hesaplanmaktadır. Özellikler bu skora göre sıralanmaktadır. Filtre yaklaşımı tabanlı yöntemler sınıflandırıcıdan bağımsızdır, basittir ve hızlıdır. Özellik seçme işlemi yapıldıktan sonra azaltılmış özellik vektörü bir sınıflandırıcıyla kullanılabilir (Agarwal ve Mittal, 2016; Bolón-Canedo ve ark., 2018; Kule, 2010; Parlar ve ark., 2018).

Sarmal yöntemde ise özellik vektörünün belli alt kümeleri oluşturulmaktadır. Özellik vektöründeki özellik sayısına göre üstel olarak bu alt küme sayısı artmaktadır. Ayrıca alt küme oluşturmak için bir arama yapılmaktadır. Bu arama da hesaplama maliyetini yükseltmektedir. Ayrıca oluşturulan alt kümelerden en optimal olanları seçmek için bir sınıflandırıcı kullanılmaktadır. Böylelikle hem alt kümelerdeki elemanlar birbirine bağımlıdır hem de alt kümeler oluşturulurken bir sınıflayıcı yöntemle bağlı kalınmaktadır. Bu durumda hem boyuttan hem de hesaplama performansından zarar edilmektedir (Agarwal ve Mittal, 2016; Bolón-Canedo ve ark., 2018; Kule, 2010).

Bazı kaynaklar ise gömülü özellik seçme yöntemlerini ele almaktadır (Hu ve ark., 2018). Gömülü yöntemler genellikle sınıflandırma için makine öğrenme modellerini kullanmaktadır ve daha sonra sınıflandırıcı tarafından en uygun bir özellik alt kümesi oluşturulmaktadır (Hu ve ark., 2018).

• **minimum Fazlalık Maksimum Uygunluk (mFMU):**

minimum Fazlalık Maksimum Uygunluk (mFMU), bir sınıfın en önemli özniteliklerini seçmek için kullanılan filtreleme tabanlı bir öznitelik seçme tekniğidir (Agarwal ve Mittal, 2016; Auffarth ve ark., 2010; Peng ve ark., 2005). Öznitelik seçimi, makine öğrenmenin ana temel unsurlarından biri olup bir sınıfı tanımlayabilecek kadar yüksek ilişkili ve güçlü alt kümelerinin seçilmesi işlemidir. Bu durumda sınıfla maksimum alakalı olan özellikler seçilmiş olur. Ayrıca bu seçilen özellikler arasında sınıf ile yakın alakalı olup araştırdığımız konuya uzak olan öznitelikler de içermektedir. Tam da bu noktada istenmeyen bu özelliklerden arındırmaya da minimum fazlalık denir (Peng ve ark., 2005). mFMU bu iki özelliği bir arada bulmaya çalışan bir tekniktir (Kule, 2010; Peng ve ark., 2005). mFMU seçilen özniteliklerle sınıf arasındaki ilişkiyi ölçmek için Karşılıklı Bilgi (KB) kullanır. KB iki doğrusal olmayan özellik arasındaki korelasyonu ölçmektedir (Agarwal ve Mittal, 2016; Kule, 2010).

$F = (f_1, f_2, \dots, f_n)$ n tane C sınıfı özniteliği içeren bir küme olmak üzere; bir f_m özelliğinin C sınıfı ile ilgi düzeyi, ortak olasılık dağılımının marjinal olasılık dağılımına oranı ile elde edilir. Bu da eşitlik 1.1. de gösterilmektedir. Algoritma her bir öznitelik (f) ile sınıf etiketi vektörünü (C) ayrı bir rastlantı değişkeni olarak görür. İki öznitelik (f_i, f_j) arasındaki bilgi ve öznitelik ile C sınıf etiketleri vektörü arasındaki bilgiyi kullanarak aradaki benzerlikleri bulmaya çalışır. Fazlalık ise yani istenmeyen değerlerin elenmesi ise öznitelikler arasındaki ilişkinin hesaplanması ile eşitlik 1.2 deki gibi sağlanır. Sonuç olarak öznitelikler eşitlik 1.3. ve 1.4. deki fonksiyonlar kullanılarak seçilmektedir (Agarwal ve Mittal, 2016; Kule, 2010).

$$A = KB(F; C) = \sum_{f_m \in F} \sum_{c \in C} P(f_m, c) \log \left(\frac{P(f_m, c)}{P(f_m)P(c)} \right) \quad (1.1)$$

$$B = KB(f_i; f_j) = \sum_{f_i \in F} \sum_{f_j \in F} P(f_i, f_j) \log \left(\frac{P(f_i, f_j)}{P(f_i)P(f_j)} \right) \quad (1.2)$$

$$Karşılıklı Bilgi Bölümü = KBB = \max\left(\frac{A}{B}\right) \quad (1.3)$$

$$Karşılıklı Bilgi Farkı = KBF = \max(A - B) \quad (1.4)$$

• Bilgi Kazancı:

Bilgi Kazancı, DA için önemli bir öznitelik seçme tekniğidir. Bilgi Kazancı (BK) Shannon'un bilgi kuramına dayanmaktadır (Shannon, 1948). Bir özelliğin bir sınıf ile ne kadar bağlantılı olduğunu gösterir (Agarwal ve Mittal, 2016; Parlar ve ark., 2018). Eğer bilgi kazancı azsa, o özelliğin sınıfla olan ilgisinin de az olduğu anlamı çıkar. DA çalışmalarında, bilgi kazancı değeri yüksek olan kelimeler seçilerek öznitelik vektörünün boyutu küçültülmüş olur. Bilgi kazancının hesaplanmasında entropi kullanılmaktadır. Entropi, bir sistemdeki düzensizliğin ifadesidir. Entropi, bilgi kuramında bir verinin içerdiği bilginin ölçüm aracıdır. Dolayısıyla bir sınıftaki bir özelliğin ilgili sınıfta görünmesinden önceki ve sonraki entropisi arasındaki fark ne kadar büyükse, o özelliğin ilgili sınıf ile ilgili olarak o kadar büyük bilgi taşıdığı şeklinde yorumlanır. Bilgi Kazancı büyük olan özellikler, sınıfı daha çok temsil etmektedir (Budak, 2018; Parlar ve ark., 2018).

$C = \{c_1, c_2, \dots, c_m\}$, m tane sınıfın kümesi olsun. $P(c_i)$, C sınıfında kaç tane döküman olma olasılığı olmak üzere, bu sınıflara entropi eşitlik 1.5. ile hesaplanır.

$$H(C) = - \sum_{i=1}^m P(c_i) \log_2 P(c_i) \quad (1.5)$$

$A = (a_1, a_2, \dots, a_n)$ şeklinde A özniteliğinin n farklı değerleri varsa; A özniteliğinin gözlenmesinden sonra A'nın entropisi eşitlik 1.6. ile hesaplanmaktadır.

$$H(C|A) = \sum_{j=1}^n \left(-P(a_j) \sum_{i=1}^m P(c_i | a_j) \log_2 P(c_i | a_j) \right) \quad (1.6)$$

Bilgi Kazancı (BK) ise ilgili özelliğin gözlenmesinden sonraki ve önceki entropi değerleri arasındaki farktır (Agarwal ve Mittal, 2016; Parlar ve ark., 2018). Bilgi kazancı eşitlik 1.7. de görüldüğü şekilde hesaplanmaktadır.

$$IG(A) = H(C) - H(C|A) \quad (1.7)$$

3.1.2. Sınıflayıcı Teknikler

• Multinomial Naive Bayes (MNNB) Sınıflayıcısı

Multinomial Naive Bayes (MNNB), bir metindeki kelimelerin dağılımını çok terimli olarak modelleyen bir Naif Bayes sınıflayıcıdır ve bir özelliğin bir sınıfa ait olma olasılığını kullanır (Juan ve Ney, 2002; Kibriya ve ark., 2004; K. M. Schneider, 2004). Çok terimli veri setlerinde tercih edilmektedir. Özellikler arasından, sınıfa ait olma olasılığı en yüksek olanlar öznitelik olarak seçilir. Bir özniteliğin seçilmesini sağlayan en çok olabilirlik eşitlik 1.8 ile hesaplanmaktadır.

$$C_{\max} = \arg \max_{c \in C} P(c) \prod_i P(t_i | c) \quad (1.8)$$

Burada $P(c)$, bir dokümanın bir C sınıfına ait olma olasılığıdır. Eşitlik 1.9 ile hesaplanır. $P(t_i | c)$ ise T_i özelliğinin C sınıfına ait olmasının koşullu olasılığıdır ve Eşitlik 1.10 ile hesaplanmaktadır.

$$P(c) = \frac{N_c}{N} \quad (1.9)$$

$$P(t_i | c) = \frac{n_{t_i, c} + 1}{N_c + |V|} \quad (1.10)$$

• Destek Vektör Makinesi (DVM) Sınıflayıcı

DVM istatistiksel tabanlı olup nonparametrik bir yöntemdir (Cortes ve Vapnik, 1995). Verinin kuramsal dağılımı hakkında herhangi bir ön bilgi olmadığında kullanılabilir. Doğrusal olarak modellenebilen ve

modellenemeyen verilere uygulanabilmektedir. Çok fazla değişkenle çalışabilen bir modeldir (Ballı ve ark., 2018; Ghaddar ve Naoum-Sawaya, 2018; Günay ve Ensarı, 2018; Kalaycı ve ark., 2018; Özlem ve Görmüş, 2019; Pham ve ark., 2018; Takeuchi ve ark., 2018; Tang ve ark., 2018; Thakur ve Deshpande, 2019). Yapılan çalışmalarda DVM sınıflayıcıların yüksek oranlarda doğruluk sağladığı belirtilmektedir. DVM birçok uygulama için kullanılmış en iyi sınıflayıcı algoritmalarından biri olarak tanımlanmaktadır (Ballı ve ark., 2018; Ghaddar ve Naoum-Sawaya, 2018; Günay ve Ensarı, 2018; Kalaycı ve ark., 2018; Özlem ve Görmüş, 2019; Pham ve ark., 2018; Takeuchi ve ark., 2018; Tang ve ark., 2018; Thakur ve Deshpande, 2019). DVM sınıflayıcı denetimli bir öğrenme modeli olup, DA alanında sıkça kullanılmaktadır (Çoban ve Özyer, 2018; Özyurt ve Akçayol, 2018).

3.1.3. Özellik Çıkarım Yöntemleri

DA için kullanılan özellik çıkarım yöntemleri genel olarak 3'e ayrılmaktadır. Bunlar temel özellikler (unigram, bi-gram, POS tagging, bağımlılık durumu), karma özellikler ve belirgin özelliklerdir. En sık kullanılan özellik çıkarım yöntemleri N-Gram, POS Tags, NKB (PMI), ve TF-TDF yöntemleridir (Pang ve Lee, 2008).

• N-Gram

N-Gram bir metin dizisindeki tekrarlı ifadeleri bulmaya çalışan bir yöntemdir. BoW olarak da adlandırılmaktadır. N kaç karakterlik arama yaptığımızı belirtir. Gram ise N'e karşılık gelen bulunma sonucunun değeridir. N'nin 1 olduğu durumlar Unigram, 2 olduğu durumlar Bigram, 3 olduğu durumlar Trigram olarak özel adlandırılmaktadır. N, 3'ten büyük olduğunda da N-Gram olarak adlandırılır. N-gramlar karakter veya kelime bazında kullanılabilir (Agarwal ve Mittal, 2016; Pang ve Lee, 2008).

• POS Tags

Cümlelerin öğeleri ile özellik çıkarımına Sözcük Türü Etiketleme (POS Tagging) denilmektedir (Agarwal ve Mittal, 2016; Cambria ve ark., 2016; Satapathy ve ark., 2018). Cümlelerin öğeleri ikili (bi-tagged) ve üçlü (tri-tagged) birleşimler kullanılarak özellik çıkarımı sağlanmaktadır. Sözcük türü etiketleme bir cümledeki sözcüklerin dilbilgisi türü karşılıkları ile etiketlenmesidir. Dilbilgisi türleri isim, sıfat, zamir, zarf, fiil, edat ve bağlaçlardır. Etiketleme işleminde her kelimenin karşılığı olan tür bulunarak karşısına yazılır. Bu işlemler için birçok farklı dil için doğal dil işleme (NLP) araçları geliştirilmiştir. Örnekleme gerekirse Türkçe için Zemberek NLP (Akın ve Akın, 2007), İTÜ NLP Portal (Eryiğit, 2014) bu araçlardan

bazılarıdır. İngilizce Dili için Standford NLP Toolkit (Manning ve ark., 2014) örnek bir doğal dil işleme aracıdır.

• Terim Frekansı - Ters Doküman Frekansı

Terim Frekansı (TF), bir doküman içerisinde bir terimin kaç kez geçtiğini ifade eder. Terim Frekansı, eşitlik 1.12’te gösterildiği şekilde hesaplanmaktadır. Ters Doküman Frekansı (TDF) ise TF değerinin, bu terimin geçtiği toplam doküman sayısına oranın logaritmasını ifade eder. TF, eşitlik 1.12’de gösterildiği şekilde, Ters Doküman Frekansı ise eşitlik 1.13’te gösterildiği şekilde hesaplanmaktadır. TF-TDF değeri ise bu iki değer çarpımıdır (Çoban ve Özyer, 2018; Kılıç ve ark., 2015; Salton ve Buckley, 1988). TF_{ik} , k dokümanı içerisinde i teriminin bulunma sayısını; df_i , i teriminin en az bir defa bulunduğu doküman sayısını; D ise toplam doküman sayısını ifade etmektedir. TF-TDF ise eşitlik 1.14’te gösterildiği şekilde hesaplanmaktadır;

$$TF_{ik} = \frac{tf_{ik}}{\sum_{i=1}^n t_i \in c_k tf_{ik}} \quad (1.12)$$

$$IDF_i = \log\left(\frac{D}{df_i}\right) \quad (1.13)$$

$$TF - IDF_{ik} = TF_{ik} \times IDF_i \quad (1.14)$$

• Noktasal Karşılıklı Bilgi:

Bir metindeki iki sözcüğün birlikte görülme durumunun rassal olmadığı fikrine dayanarak iki sözcük arasındaki ilişkisinin hesaplanmasıdır. Bu ilişki her sözcüğün tek başına ayrı ayrı görülme olasılığı ile birlikte görülme olasılıklarının ilişkisidir (Church ve Hanks, 1990; Çelik ve Bilge, 2015). Noktasal karşılıklı bilgi değeri eşitlik 1.15’te gösterildiği gibi hesaplanmaktadır;

$$PMI(x, y) = \log_2 \frac{P(x, y)}{P(x)P(y)} \quad (1.15)$$

3.2. Duygu Analizinde Sözlük Tabanlı Teknikler

Sözlük tabanlı yöntemlerde, ilgili dil için daha önceden oluşturulmuş derlemeler kullanılmaktadır. Genellikle bu tür derlemelerde, her bir kelimeye en çok 3 farklı duygu için duygu skoru atanmaktadır. Bu duygu skoru genellikle 0-1 arasında bir değer olup, her üç duygu için toplam skor 1'e eşit olmaktadır. Her bir dil için, dilin özelliklerine bağlı olarak farklılıklar gösteren birçok duygu sözlüğü mevcuttur. Türkçe dili için de birçok farklı sözlük oluşturma çalışmaları mevcuttur. İngilizce Dili için derlenmiş çok sayıda duygu sözlüğü bulunmaktadır. Bunların en sık kullanılanları şunlardır: AFINN (Nielsen, 2011), Senti WordNet 3 (Baccianella ve ark., 2010), SentiWordNet (Esuli ve Sebastiani, 2006, 2007), MPQA 3.0 (Deng ve Wiebe, 2015), Senticnet versiyonları (Cambria ve ark., 2012; Cambria ve ark., 2014; Cambria ve ark., 2016; Cambria ve ark., 2010), ANEW (Nielsen, 2011) . Türkçe dili için de benzer birçok duygu sözlüğü çalışması mevcuttur (Dehkharghani ve ark., 2016; Omurca ve ark., 2017; Sağlam ve ark., 2016).

Duygu sözlükleri ile yapılan DA çalışmalarının sonuçları kullanılan sözlüğün başarımı ile doğrudan orantılıdır. Duygu sözlükleri oluşturulurken özellik seçme tekniklerine başvurulmaktadır. Dillerin yapısı da seçilecek özellik seçme yönteminin başarımını etkileyebilmektedir. Dolayısıyla yapılan çalışmanın ne kadar başarılı olduğunu sınırlayarak etkilemektedir. Ancak duygu sözlükleri, kelimeleri kullanıma hazır sunulmaları yönüyle pratiklik sağlamaktadır. Bu yönüyle sözlük tabanlı teknikler kolaylıkla uygulanabilirken başarımları sonuçları tamamen sözlüğün yapısına bağlıdır. Bu yönüyle de dezavantaj sağlamaktadır (Buyya ve ark., 2016; Sağlam ve ark., 2016).

4. Sonuç

Bu çalışmada duygu analizinin tanımına, duygu analizinde kullanılan yöntemler arasındaki farka ve bu yöntemlerin çeşitliliğine değinilerek, duygu analizinin günümüzdeki önemine dikkat çekilmektedir. Duygu analizi konusunda çalışacak araştırmacılara ve makine öğrenmesi ile yapay zeka alanlarında, yazın alanına katkı sağlaması hedeflenmiştir.

Teşekkür

Bu çalışma birinci yazarın doktora tez çalışmasından üretilmiş yayın olup, Van YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından **FDK-2019-7850 Numaralı** proje ile desteklenmiştir.

5. Referanslar

- Abdi, A., Shamsuddin, S. M., Hasan, S., Piran, J., 2019. Deep learning-based sentiment classification of evaluative text based on Multi-feature fusion. *Information processing & management*, 56(4): 1245-1259.
- Agarwal, B., Mittal, N., 2016. *Prominent feature extraction for sentiment analysis*. (Vol. 2). Springer, India, 21-45.
- Akın, A. A., Akın, M. D., 2007. Zemberek, an open source nlp framework for turkic languages. *Structure*, 10: 1-5.
- Alassadi, A., Ivanauskas, T. (2019). *Classification performance between machine learning and traditional programming in Java*. (Bachelor). Kristianstad University, Sweden.
- Auffarth, B., López, M., Cerquides, J., 2010. Comparison of redundancy and relevance measures for feature selection in tissue classification of CT images. *Industrial Conference on Data Mining*. 248-262.
- Awraham, B. J. A. (2017). *Mapreduce ve makine öğrenmesi yöntemleri ile büyük sosyal veride duygu analizi ve fikir madenciliği*. (Doktora Tezi). Fırat Üniversitesi, Elazığ.
- Baccianella, S., Esuli, A., Sebastiani, F., 2010. Sentiwordnet 3.0: an enhanced lexical resource for sentiment analysis and opinion mining. *Lrec*. 2200-2204.
- Ballı, S., Sağbaş, E. A., Korukoğlu, S., 2018. Akıllı Telefon Hareket Algılayıcıları ile Ulaşım Türlerinin Gerçek Zamanlı Tespit Edilmesi. *International Conference on Intelligent Transportation Systems (BANU-ITSC'18)*. 21.
- Bolón-Canedo, V., Rego-Fernández, D., Peteiro-Barral, D., Alonso-Betanzos, A., Guijarro-Berdiñas, B., Sánchez-Marono, N., 2018. On the scalability of feature selection methods on high-dimensional data. *Knowledge and Information Systems*: 1-48.
- Budak, H., 2018. Özellik Seçim Yöntemleri ve Yeni Bir Yaklaşım. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(Özel Sayı): 21-31.
- Buyya, R., Calheiros, R. N., Dastjerdi, A. V., 2016. *Big data: Principles and Paradigms*. Morgan Kaufmann, USA, 3-223.
- Cai, J., Luo, J., Wang, S., Yang, S., 2018. Feature selection in machine learning: A new perspective. *Neurocomputing*, 300: 70-79.

- Cambria, E., Das, D., Bandyopadhyay, S., Feraco, A., 2017. *A practical guide to sentiment analysis*. Springer, 15-110.
- Cambria, E., Havasi, C., Hussain, A., 2012. Senticnet 2: A semantic and affective resource for opinion mining and sentiment analysis. *Twenty-Fifth International FLAIRS Conference*.
- Cambria, E., Olsher, D., Rajagopal, D., 2014. SenticNet 3: a common and common-sense knowledge base for cognition-driven sentiment analysis. *Twenty-eighth AAAI conference on artificial intelligence*.
- Cambria, E., Poria, S., Bajpai, R., Schuller, B., 2016. SenticNet 4: A semantic resource for sentiment analysis based on conceptual primitives. *Proceedings of COLING 2016, the 26th international conference on computational linguistics: Technical papers*. 2666-2677.
- Cambria, E., Speer, R., Havasi, C., Hussain, A., 2010. Senticnet: A publicly available semantic resource for opinion mining. *2010 AAAI Fall Symposium Series*.
- Church, K. W., Hanks, P., 1990. Word association norms, mutual information, and lexicography. *Computational linguistics*, 16(1): 22-29.
- Cortes, C., Vapnik, V., 1995. Support-vector networks. *Machine learning*, 20(3): 273-297.
- Çelik, C., Bilge, H. Ş., 2015. Ağırlıklandırılmış koşullu karşılıklı bilgi ile öz nitelik seçimi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 30(4).
- Çoban, Ö., Özyer, G. T., 2018. Word2vec and Clustering based Twitter Sentiment Analysis. *2018 International Conference on Artificial Intelligence and Data Processing (IDAP)*. 1-5.
- Darwin, C., Prodger, P., 1998. *The expression of the emotions in man and animals*. Oxford University Press, USA, 35-75.
- Dehkharghani, R., Saygin, Y., Yanikoglu, B., Ofłazer, K., 2016. SentiTurkNet: a Turkish polarity lexicon for sentiment analysis. *Language Resources and Evaluation*, 50(3): 667-685.
- Deng, L., Wiebe, J., 2015. Mpqa 3.0: An entity/event-level sentiment corpus. *Proceedings of the 2015 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies*. 1323-1328.

- Dror, O. E., 2014. The Cannon–Bard thalamic theory of emotions: A brief genealogy and reappraisal. *Emotion Review*, 6(1): 13-20.
- Ekman, P., 1970. Universal facial expressions of emotions. *California mental health research digest*, 8(4): 151-158.
- Eröz, S. S. (2011). *Duygusal zeka ve iletişim arasındaki ilişki: Bir uygulama*. (Doktora Tezi). Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Eryiğit, G., 2014. ITU Turkish NLP web service. *Proceedings of the Demonstrations at the 14th Conference of the European Chapter of the Association for Computational Linguistics*. 1-4.
- Esuli, A., Sebastiani, F., 2006. Sentiwordnet: A publicly available lexical resource for opinion mining. *LREC*. 417-422.
- Esuli, A., Sebastiani, F., 2007. SentiWordNet: A high-coverage lexical resource for opinion mining. *Evaluation*, 17: 1-26.
- Ghaddar, B., Naoum-Sawaya, J., 2018. High dimensional data classification and feature selection using support vector machines. *European Journal of Operational Research*, 265(3): 993-1004.
- Günay, M., Ensarı, T., 2018. Predictive churn analysis with machine learning methods. *2018 26th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)*. 1-4.
- Hu, L., Gao, W., Zhao, K., Zhang, P., Wang, F., 2018. Feature selection considering two types of feature relevancy and feature interdependency. *Expert Systems with Applications*, 93: 423-434.
- Juan, A., Ney, H., 2002. Reversing and Smoothing the Multinomial Naive Bayes Text Classifier. *PRIS*. 200-212.
- Kalaycı, S., Kamasak, M., Arslan, S., 2018. Credit risk analysis using machine learning algorithms. *2018 26th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)*. 1-4.
- Kibriya, A. M., Frank, E., Pfahringer, B., Holmes, G., 2004. Multinomial naive bayes for text categorization revisited. *Australasian Joint Conference on Artificial Intelligence*. 488-499.
- Kılıç, E., Ateş, N., Karakaya, A., Şahin, D. Ö., 2015. Two new feature extraction methods for text classification: TESDF and SADF. *2015 23rd Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)*. 475-478.

- Kule, A. K. (2010). *Farklı Karşılıklı Bilgi Kestirim Yöntemleri Kullanarak Öznitelik Seçimi*. (Yüksek Lisans). İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Labani, M., Moradi, P., Ahmadizar, F., Jalili, M., 2018. A novel multivariate filter method for feature selection in text classification problems. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 70: 25-37.
- Liu, B., 2012b. *Sentiment analysis and opinion mining*. (Vol. 5), 1-167.
- Manning, C., Surdeanu, M., Bauer, J., Finkel, J., Bethard, S., McClosky, D., 2014. The Stanford CoreNLP natural language processing toolkit. *Proceedings of 52nd annual meeting of the association for computational linguistics: system demonstrations*. 55-60.
- Morgan, C. T., 2010. *Psikolojiye Giriş*. (R. E. Sirel Karakaş Ed. 18 ed.). Eğitim Yayınevi, Konya, 193-221.
- Nielsen, F. Å., 2011. A new ANEW: Evaluation of a word list for sentiment analysis in microblogs. *arXiv preprint arXiv:1103.2903*.
- Omurca, S. İ., Ekinci, E., Türkmen, H., 2017. An annotated corpus for Turkish sentiment analysis at sentence level. *2017 International Artificial Intelligence and Data Processing Symposium (IDAP)*. 1-5.
- Özlem, A., Görmüş, E. T., 2019. Göktürk-2 ve Hyperion EO-1 Uydu Görüntülerinden Rastgele Orman Sınıflandırıcısı ve Destek Vektör Makineleri ile Arazi Kullanım Haritalarının Üretilmesi. *Journal of Geomatics*, 4(1): 68-81.
- Özyurt, B., Akçayol, M. A., 2018. Fikir madenciliği ve duygu analizi, yaklaşımlar, yöntemler üzerine bir araştırma. *Selçuk Üniversitesi Bilim, Mühendislik ve Teknoloji Dergisi*, 6(4): 668-693.
- Pang, B., Lee, L., 2008. Opinion mining and sentiment analysis. *Foundations and Trends® in Information Retrieval*, 2(1-2): 1-135.
- Parlar, T., Özel, S. A., Song, F., 2018. QER: a new feature selection method for sentiment analysis. *Human-centric Computing and Information Sciences*, 8(1): 10.
- Peng, H., Long, F., Ding, C., 2005. Feature selection based on mutual information: criteria of max-dependency, max-relevance, and min-redundancy. *IEEE Transactions on Pattern Analysis & Machine Intelligence*(8): 1226-1238.

- Pham, B. T., Bui, D. T., Prakash, I., 2018. Bagging based Support Vector Machines for spatial prediction of landslides. *Environmental Earth Sciences*, 77(4): 146.
- Poria, S., Hussain, A., Cambria, E., 2018. *Multimodal Sentiment Analysis*. (Vol. 8). Springer, 1-84.
- Pozzi, F. A., Fersini, E., Messina, E., Liu, B. (2017). Challenges of sentiment analysis in social networks: An overview. In *Sentiment analysis in social networks* (pp. 1-11): Elsevier.
- Priya, K. S., 2020. A Comparative Sentiment Analysis of Sentence Embedding Using Machine Learning Techniques. *2020 6th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems (ICACCS)*. 493-496.
- Sağlam, F., Sever, H., Genç, B., 2016. Developing Turkish sentiment lexicon for sentiment analysis using online news media. *2016 IEEE/ACS 13th International Conference of Computer Systems and Applications (AICCSA)*. 1-5.
- Salton, G., Buckley, C., 1988. Term-weighting approaches in automatic text retrieval. *Information processing & management*, 24(5): 513-523.
- Satapathy, R., Cambria, E., Hussain, A., 2018. *Sentiment analysis in the bio-medical domain: techniques, tools, and applications*. (Vol. 7). Springer,
- Schneider, K. M., 2004. A new feature selection score for multinomial naïve Bayes text classification based on KL-divergence. *Proceedings of the ACL Interactive Poster and Demonstration Sessions*.
- Shannon, C. E., 1948. A mathematical theory of communication. *Bell system technical journal*, 27(3): 379-423.
- Süzer, M. S. (2020). *Üniversite öğrencilerinde kültürlerarası duyarlılık ve özgüven algısı arasındaki ilişki: Çağ Üniversitesi örneği*. (Yüksek Lisans). Çağ Üniversitesi Mersin.
- Takeuchi, Y., Sakai, K., Fukumoto, S., 2018. Detecting ransomware using support vector machines. *Proceedings of the 47th International Conference on Parallel Processing Companion*. 1.
- Tang, J., Tian, Y., Zhang, P., Liu, X., 2018. Multiview privileged support vector machines. *IEEE transactions on neural networks and learning systems*, 29(8): 3463-3477.

- TDK , T. D. K. (2020). Türk Dil Kurumu Sözlükleri. Retrieved 03.03.2020, from Türk Dil Kurumu
- Thakur, R. K.,Deshpande, M. V., 2019. Kernel Optimized-Support Vector Machine and Mapreduce framework for sentiment classification of train reviews. *Sādhanā*, **44**(1): 6.
- Turney, P. D., 2002. Thumbs up or thumbs down?: semantic orientation applied to unsupervised classification of reviews. *Proceedings of the 40th Annual Meeting on Association for Computational Linguistics*. 417-424.
- Yaşarsoy, E. (2006). *Duygusal zeka gelişim programının, eğitilebilir zihinsel engelli öğrencilerin davranış problemleri üzerindeki etkisinin incelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi, Adana. Retrieved from <http://libratez.cu.edu.tr/tezler/5741.pdf>.

INSAC
Academic Studies on
Natural and Engineering
Sciences



Büyük Veri ve Hadoop (Fikriye Ataman, H. Eray Çelik)

Büyük Veri ve Hadoop

Fikriye Ataman¹, H. Eray Çelik²

¹*Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Enformatik Bölümü*

E-mail: fataman@yyu.edu.tr

²*Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ekonometri Bölümü,*

E-mail: ecelik@yyu.edu.tr

1. Giriş

Günümüzde teknolojik ilerlemelere bağlı olarak, veri üreten kaynaklar artmıştır.

Her gün milyarlarca farklı teknolojik cihazdan milyarlarca veri üretilmektedir. Ayrıca bu veriler anlık olarak üretilmekte olup, hayat boyu süreklilik kazanmıştır. Birçok alanda internet teknolojisi kullanılarak mevcut gereksinimler karşılanmakta, mal ve hizmetler temin edilmektedir. Birçok farklı alanda hızlı üretilen ve biriken bu veriler birçok boyutu ile günümüzde önem kazanmaktadır. Birçok farklı alanda milyonlarca veri üretilmektedir. Ulaşım hatları, bankacılık ve sigortacılık sistemleri, sağlık kurumları, eğitim kurumları, borsalar vb. birçok farklı alan örnek olarak gösterilebilir. Günümüz, sahip olduğu teknolojik altyapısı itibari ile büyük veri çağı olarak adlandırılmaktadır (Brown ve ark., 2011). Büyük veri birçok boyutuyla karşımızda durmaktadır. Büyük veri sadece hacim ile ilgili bir durum değildir. Hacim ile birlikte hız, değer, geçerlilik, çeşitlilik gibi farklı boyutlar da kazanmıştır (Al-Mekhlal ve Khwaja, 2019; Buyya ve ark., 2016; Gantz ve Reinsel, 2012; Laney, 2001). Büyük veri kavramı içerisinde yapısal ve yapısal olmayan veriler içermektedir. Verinin kaynağı bir veri havuzu olabileceği gibi akışkan bir gerçek zamanlı kaynak da olabilmektedir (Al-Mekhlal ve Khwaja, 2019). Büyük veriler birçok beklentiye imkân verebilecek kıymetli bilgiler içerebilmektedir. Bu bilgiler, bir performans ölçütü, bir karar verme durumu veya bir tahmin beklentisine cevap olabilmektedir. Birçok geleneksel yöntem ve yaklaşım bu önemli bilgilerin açığa çıkarılmasında yetersiz kalmaktadır. Dolayısıyla büyük veriyi işleyebilecek altyapılar için çalışmalar yapılmıştır. MapReduce modeli, büyük verileri büyük ölçeklenebilirlik ve verimlilikle işleyebilen paralel bir veri işleme modelidir. Hadoop ise MapReduce modelini çalıştırmayı sağlayan bir alt yapıdır (Hadoop, 2019).

Her gün binlerce farklı teknolojik altyapıdan farklı veri üretimi gerçekleşmektedir. Sosyal ağlar, günümüzde veri patlamasına neden olan kaynakların içerisinde oldukça önemli bir yer almaktadır. Buna bir örnek verecek olursak, günümüzde yaşanan Covid-19 pandemisi nedeniyle dünya nüfusunun büyük bir bölümü evde bulunmak zorunda kalmaktadır. İnsanlar

tarafından, birçok yaşamsal gereksinimin karşılanması amacıyla, sanal dünyadaki sosyal ağlar rağbet görmektedir. Her tür alış veriş işlemi, farklı amaçlar için iletişim, psikolojik ve sosyal destek ve diğer benzer nedenlerle sosyal ağlar ve internet sıkça kullanılmaktadır. Bu süreçte mobil cihazların kullanımında %76 oranında, dizüstü bilgisayar kullanımında %45, masaüstü bilgisayar kullanımında %32, tablet kullanımında %22 oranında, akıllı TV ve medya cihazları kullanımında %34 oranında, oyun konsolu kullanımında %17, akıllı hoparlör kullanımında %11 oranında, akıllı saat kullanımında %6.3 oranında bir sıçrama olduğu belirtilmiştir (WAS, 2020). İnsan hayatının normal yaşam rutinindeki birçok işlem interaktif sosyal ağlarla veya internet ortamındaki diğer araçlarla sürdürülmektedir (WAS, 2020). Bu durum sosyal ağların ne kadar önemli olduğunu bir kez daha göstermektedir. Milyonlarca fonksiyon sosyal ağlar üzerinde gerçekleştirilmektedir. Bu durumda devasa veri birikmesi kaçınılmaz olmaktadır. Biriken bu veri miktarlarının her gün katlanarak artacağı artık bilinen bir gerçekliktir (Stats, 2020). Dünyada, gelecek yüzyılların bunun gibi örneklerle dolu olma olasılığı oldukça yüksektir. Dolayısıyla büyük verilerin incelenmesi her gün biraz daha fazla önem kazanmaktadır.

Dünya üzerinde yaşayan toplumların büyük bir çoğunluğu günümüz teknolojik altyapısına uyum sağlayarak yaşamaktadır. Bu teknolojik alt yapı kapsamında internet ve bilgisayar kullanımı ile devamı niteliği taşıyan diğer tüm mobil akıllı cihazların kullanımı, veri üretimine en çok katkı sağlayan araçlardır. Ayrıca bu araçların dışında kalan diğer araçlar da veri üretimine katkı sağlamaktadır. Bunlara IoT cihazları, mekânsal tespit sensörleri, hız, ısı, sıcaklık, güç, kuvvet vb. ölçüm araçları sensörlerinden üretilen veriler örnek verilebilir. Dünya genelinde internet kullanımı oldukça yaygındır. 2020 yılının ilk çeyreğini içeren verilere göre Asya ülkeleri en çok internet kullanan ülkelerdir (Stats, 2020). Bölgesel olarak sırayla, Avrupa, Afrika, Latin Amerika, Kuzey Amerika, Orta Doğu ve Avustralya bölgesi gelmektedir (Stats, 2020). Dünyada toplam 4,574,150,134 internet kullanıcısı mevcuttur. Bu sayı dünya nüfusunun %58.7'sini oluşturmaktadır (Stats, 2020). Bu kadar çok internet kullanımının olduğu günümüzde, büyük verilerin oluşması kaçınılmaz bir gerçekliktir.

Günümüzde birçok farklı sosyal ağ sistemi mevcuttur. Instagram, Facebook, WeChat, TIKTOK ve Twitter en sık kullanılan sosyal ağ uygulamalarının bazılarıdır. Twitter sosyal ağ uygulamalarından en çok kullanılanlardan biridir. Twitter uygulaması, Covid-19 pandemisi sürecinde, tüm sosyal medya platformları arasından en büyük üç aylık (Ocak-Nisan 2020) sıçramayı görmüştür. Şirketin self servis reklam araçlarında yayınlanan rakamlar, reklam verenlerin 2020 yılı Nisan ayında, Ocak ayına göre %14'lük bir artış ile 47 milyon kişiye daha ulaştığını göstermektedir (WAS, 2020). Dünya nüfusunun %59'u internet ve %49'u sosyal medya kullanıcısıdır. 2020 Nisan ayında bir yıl

öncesine göre sosyal medya kullanıcısında %8 oranında ve internet kullanıcısında %7 artış gözlemlenmiştir(WAS, 2020).

2. Büyük Veri Nedir?

Büyük veri için birçok farklı tanım yapılmaktadır. Büyük veri, kapsamının genişliği itibariyle farklı boyutlar ile tanımlanabilmektedir. Türkiye Bilimler Akademisi tarafından internet üzerinden yayınlanan Türkçe Bilim Terimleri Sözlüğünde büyük veri tanımı *“toplanıp işlenecek verilerin çok büyük hacimleri, biçim ve içerik bakımından fazlasıyla farklılık ve değişkenlik içermeleri, büyük bir hızla birikmeleri ve geçerlilik düzeylerinin de değişkenliği nedeniyle geleneksel veri işleme yazılım ve yöntemlerinin yetersiz kaldığı, ancak bir yandan içerik zenginliği nedeniyle, diğer yandan da hızla gelişen teknolojik altyapılar sayesinde 21. yüzyılda önemi gittikçe artan kitlesel ve sürekli bilgi toplama, işleme ve karar desteği sağlama yaklaşımlarına toplu halde verilen ad”* şeklinde yapılmaktadır (TÜBA, 2020). Dünya ölçeğinde kabul görmüş farklı “büyük veri” tanımları bulunmaktadır. Bu tanımlamalardan, yazın alanında en çok karşılananları Laney’in 3V tanımı, IBM ve Microsoft firmalarının yapmış olduğu tanımlamalardır. Bu tanımlamalar büyük verinin veri boyutu ve veri yapısı ile verinin oluşması aşamasındaki özellikler etrafında şekillenmektedir. Büyük veri, geliştirilmiş yeni tekniklerle analiz edilerek, anlamlı ve işlenebilir önemli verilerin çıkarılabileceği hacimli, akışkan, değişken yapıdaki veri yığınlarına verilen genel bir ifade olarak tanımlanmaktadır. Büyük Veri, boyutu, geldiği kaynak, barındırdığı çeşitlilik, akışkanlığı, sürekliliği, hızı veya sahip olduğu diğer tüm boyutları ile içerisinde önemli bilgiler barındıran verilerdir. Bu bilgilerin ortaya çıkarılması için geleneksel veri işleme mimarilerinden farklı olarak yeni teknik mimariler ve analitik kullanımı gerektirmektedir(Buyya ve ark., 2016; Gupta ve Kohli, 2016; Ohlhorst, 2012).

Büyük veri bilimi; matematik, istatistik ve bilgisayar bilimlerinin iç içe girdiği çoklu disiplinler arası çalışma alanıdır (Buyya ve ark., 2016; K. Chen ve ark., 2019). Büyük veri tanımı, ilk kez NASA astronotları tarafından, 1997 yılında ortaya konulmuştur (Cox ve Ellsworth, 1997). 1998 yılında Google kurulmuş, kurulduktan sonra da Apache Software Foundation (ASF) kurulmuştur. 2000 yılında Google tarafından geliştirilen Lucene projesi ve devamında 2003 yılında Google Files System (GFS) adında Google için yeni bir dosya sistemi kurulmuştur. 2004 yılında ise dağıtık dosya işleme mimarisi olan MapReduce alt yapısı kurulmuştur. Birbirini takip eden bu gelişmeler ve güncellemeler günümüze kadar gelmiştir. İnternet ve yazılım sektöründeki bu gelişmeler, günümüzde birçok sosyal ağ sistemi kurulmasına ön ayak olmuştur. Günümüzdeki teknolojik gelişmelere bağlı olarak, üretilen veri miktarı da bu gelişmelere paralel olarak büyümektedir. Yazılım sektöründeki

alt yapı gelişmeleri sonucunda, büyük oranlarda veri üretimi gerçekleşmesi mümkün hale gelmiştir. Bu büyük verilerin alınıp işlenmesi de ayrı bir çalışma konusu olmuştur (Dietrich, 2015). Sonuç olarak, çok büyük veri yığınları arasında anlamlı olanı bulmak ayrıcalıklı bir araştırma ihtiyacı olmuştur. Dolayısıyla yığılan verilerin işlenmesi için altyapı çalışmaları başlatılmıştır. Tüm bu gelişmelerin sonucunda, günümüzde oldukça gelişmiş olan büyük veri işleme platformları ile karşılaşmaktadır (Hadoop, 2011; Al-Mekhlal ve Khwaja, 2019; Alla, 2018; Anonim 2019; Balac, 2020; K. Chen ve ark., 2019; Jimenez-Marquez ve ark., 2019).

2.1. Büyük verinin özellikleri nelerdir?

Büyük veri makine öğrenmesi alanları (veri, enformasyon, deneyimlenmiş bilgi, zeka) ile bulut bilişimin iç içe geçtiği bir uygulama alanıdır (Anderson, 2015; Buyya ve ark., 2016; Sathi, 2012). Dolayısıyla artan IoT etkileşiminin sonucu olarak üretilen veri yığınları çok boyutlu olarak karşımıza çıkmaktadır. Veriler farklı kaynaklardan üretilmektedir. Üretilen veriler farklı boyutlarda çeşitlilik göstermektedir. Verilerin üretiminde ve yığın alanlarında artan bir ivme gözlenmektedir ve büyük verinin içeriğinin tutarlılığı ayrıca bir tartışma konusu olmuştur. Sıralanabilecek daha birçok özellik eklenmesi mümkündür. Büyük verideki bu farklı boyutların, zamansal gelişimine göre çeşitli tanımlamalar yapılmaktadır. Büyük verinin özellikleri ile ilgili birçok farklı tanımlama mevcuttur. Bu tanımlamalardan ilki Laney tarafından yapılarak, 3V olarak açıklanmıştır (Laney, 2001).

• Laney'in 3V tanımı

1. Volume-Hacim: Hacim, gelen veri akışı ve yığınsal veri hacmini ifade etmektedir (Laney, 2001). Büyük verinin en belirleyici özelliğidir. Birim zamanda akışkan verilerdeki yığılmalar hacmin en önemli unsurudur. Büyük veri kaynağı olarak insanlar ve cihazlar tarafından üretilmek üzere iki genel kabul gören kaynak vardır (Hurwitz ve ark., 2013). Cihazlar tarafından üretilen verilere sensör verileri, web sayfaları log verileri, finansal veriler, satış noktalarındaki pos ödeme verileri örnek olarak gösterilmektedir. İnsanlar tarafından üretilen verilere ise insanların uygulama ortamlarından elle yaptıkları her tür form girişi veya internet ortamında gezinirken yaptıkları tıklama hareketleri ve oyunlar aracılığıyla işlenerek üretilen veriler örnek olarak gösterilmektedir (Hurwitz ve ark., 2013). Büyük veriler farklı kaynaklardan farklı yapılarda üretilen verilerin hacimsel olarak nicelik kazandığı verilerdir. Büyük veriler, anket gibi klasik veri toplama tekniklerinin ulaşamayacağı boyutlarda bir veri hacmi taşımaktadır. Büyük

boyutlarda gerçekleşen veri yığınları, büyük veriye hacim özelliğini kazandırmaktadır (Buyya ve ark., 2016; Laney, 2001).

2. Velocity - Hız: Etkileşimli olarak üretilen veri hızını temsil eder (Laney, 2001). Veriler anlık olarak çok hızlı olarak akmaktadır. Twitter, Instagram ve Facebook gibi sosyal ağ sitelerinde birim zamanda milyonlarca etkileşim sağlanmaktadır. Büyük veriler, anlık olarak hızlı üretilen verilerden oluşmaktadır. Günümüzde mobil cihaz kullanımının artışıyla bağlı olarak bu hız artmaktadır (WAS, 2020). Büyük veriyi temsil eden önemli özelliklerden biri de hız kavramıdır. Veri üretimindeki hız arttıkça büyük verilerde artmaktadır (Al-Mekhlal ve Khwaja, 2019; Hurwitz ve ark., 2013).

3. Variety -Çeşitlilik: Uyumsuz ve tutarsız veri formatlarının ve veri yapılarının çeşitliliğine işaret etmektedir (Laney, 2001). Büyük verinin en önemli özelliklerinden biridir. Büyük veri kapsamında, veriler yapısal ve yapısal olmayan veri türleri olmak üzere iki şekilde bulunmaktadır (Buyya ve ark., 2016; Hurwitz ve ark., 2013; Laney, 2001). Kısmen yapısal özellik gösteren veriler de içerebilmektedir. Kısmen yapısal özellik gösteren verilere “yarı yapısal” veriler denir (Hurwitz ve ark., 2013). Uydu görüntü verileri, sismik cihaz veya atmosfer verileri gibi bilimsel veriler, güvenlik veya trafik kontrolünde kullanılan kameralardan üretilen video veya resim verileri, radar sistemlerinden üretilen veriler cihazlardan üretilen ve yapısal olmayan verilere örnek olarak verilebilmektedir. Twitter, Facebook, Youtube vb. sosyal medya ortamlarından, mobil cihazlardan, kişisel masaüstü bilgisayarlarda ofis ortamlarından elle yazılan tüm dokümantasyonlardan, web site içeriklerinden üretilen veriler insanlar tarafından üretilen yapısal olmayan verilere örnektir. Yapısal olan verilere ise veri tabanı yönetim sistemlerinden üretilen veriler örnek olarak gösterilebilmektedir. Birçok farklı kaynaktan birim zamanda milyonlarca farklı etkileşim sonucu veri yığınları oluşmaktadır. Farklı veri kaynakları tarafından yapısal ve yapısal olmayan veya yarı yapısal olan veri üretimi sağlanmaktadır. Farklı veri yapıları büyük veriye beraberinde sonuç olarak çeşitlilik özelliğini kazandırmaktadır. Büyük veriler, farklı yapılarda ve farklı kaynaklardan üretilen verileri içeren bir içerik çeşitliliği taşımaktadır.

• IBM 4V tanımı

IBM tarafından, büyük verinin özelliklerini belirtmek amacıyla başka bir tanımlama yapılmıştır. Bu yeni tanım ile Laney’in tanımına ek olarak Veracity-Sağlamlık eklenmiştir (Anonim 2019; Gantz ve Reinsel, 2012).

4. Veracity-Tutarlılık: Verinin doğruluğu, kesinliğine, tutarlılığına vurgu yapmaktadır (Anonim 2019; Gantz ve Reinsel, 2012). Verilerin tutarlılığı büyük veride önemli bir problem olmaktadır. Verinin kendisine veya veri kaynağına güvenilmemesi verinin doğrulanması ve tutarlılığı konusunda bir

problemdir. Büyük verideki hata, sarmal olarak büyümektedir. Bu durumda verinin tutarlılığı en çok güven arz eden unsurdur. Büyük veride, veriyi en önemli ve değerli kılan özellik, verinin tutarlı olmasıdır. Tutarlılık kavramı ile büyük veri analizinde elde edilen sonuçların verilen problem alanı için anlamlı olup olmadığı belirtilmektedir (Buyya ve ark., 2016). Büyük verilerde tutarlılık özelliği ile gerçeğe yakın bir istatistiksel modelin nasıl oluşturulacağı vurgulanmaktadır (Anonim 2019; Buyya ve ark., 2016).

• Microsoft 6V tanımı

Microsoft, büyük veri tanımına 2 farklı boyut katarak 6V olarak tanımlamıştır (Buyya ve ark., 2016). Daha önce yapılan tanımlamalara ek olarak Value-Değer ve Visibility - Görünürlük özellikleri tanımlanarak katılmıştır.

5. Value- Değer: Büyük veri kavramında, değer özelliği ile verinin değerli olup olmamasına vurgu yapılmaktadır (Buyya ve ark., 2016). Değer ile kastedilen sadece verinin değerli olması değildir. Verinin değerinin yanında “veriler problemin çözümünde veya ihtiyaçlarım için değerli bilgiler içeriyor mu?” sorusuna da cevap aranmaktadır. Bu durumda veri hem kendine has bir değer taşımaktadır hem de problemin çözümüne ilişkin bir anlam taşıması itibarıyla bir değer taşımaktadır (Al-Mekhlal ve Khwaja, 2019; Buyya ve ark., 2016).

6. Visibility- Görünürlük: Bilgilendirici karar vermek için tam veri resmine sahip olunması gerektiğini vurgular (Buyya ve ark., 2016). Görünürlük özelliği ile büyük veri analizlerinde tahmin veya gerçek zamanlı öngörü elde etmeye atıfta bulunmaktadır (Al-Mekhlal ve Khwaja, 2019). Büyük veri analizlerinde işlenen sonuçların görselleştirilmesi ile sonuçların daha anlaşılır ve yorumlanabilir olması sağlanmaktadır (Y. Kumar ve ark., 2020).

3. Hadoop Dağıtık Dosya Sistemi Nedir?

Hadoop Dağıtık Dosya Sistemi (HDDS), Apache tarafından kurulan bir dağıtık dosya modelidir (Alla, 2018; Borthakur, 2008; Koitzsch, 2016; R. D. Schneider, 2012). HDDS, yapısı itibarı ile mevcut dağıtık dosya sistemlerine benzemekle birlikte işleyişi bakımından farklılıklar göstermektedir. En önemli özelliği, hata toleransı yüksek olan bir dosya sistemidir ve düşük maliyetli donanımlara dağıtılmak suretiyle çalışan bir modeldir. Dolayısıyla kullanım alanı oldukça geniştir. Birkaç sıradan makineye bir küme oluşturularak kullanılabilir pratikliktedir. Ayrıca yüksek hata toleransının yanında çok iyi bir dağıtık veri işleme performansı sunmaktadır (Alla, 2018; Borthakur, 2008; Koitzsch, 2016; R. D. Schneider, 2012; White, 2015). Bu nedenle de çok büyük verilerde tercih edilen bir uygulama modelidir.

HDDS mimarisinin oluşması birçok farklı çalışmadan oluşmaktadır. Birbirini izleyen çalışmalar sonucu oluşmuş bir hibrit projedir. Bu adımların ilki Doug Cotting tarafından, metin arama kütüphanesi olan Apache Lucene projesinin oluşturulmasıdır (White, 2015). Daha sonra, Lucene projesinin bir parçası olarak, açık kaynak kodlu bir web arama motoru olan Apache Nutch'u geliştirilmiştir. Hadoop'un temelleri ise Nutch projesi sonrasında Nutch projesinin devamı niteliğinde kurulmuştur. Hadoop ismi, tercihen seçilmiş olup Doug Cotting'in çocukluk hatırasından kalan bir isimdir (White, 2015). Hadoop kurulduktan sonra, bünyesine birçok farklı proje katılmıştır. Hadoop, bir ekosistem olup birçok farklı alt bileşeni vardır. Bu alt bileşenlerin isimleri çağrıştırdıkları nesnelerin işlevlerinden tamamen uzaktır. Tercihen kısa, sıradan ve daha önce kullanılmamış isimler seçilerek her bir bileşenin daha açıklayıcı olması hedeflenmiştir (White, 2015).

Hadoop bir çatı projesidir. Kendisi ile çalışabilen birçok ek proje mevcuttur. Ambari, Avro, Cassandra, Chukwa, Hbase, Hive, Mahaout, Pig, Spark, Submarine, Tez ve Zookeeper bu ek projelerdir. Son güncellemelerle beraber Hadoop Ozone isimli bir ek kütüphane daha eklenmiştir (ASF, 2020). Hadoop, çatısı altında yer alan birçok projeyi bir arada yürüten ve lokomotif görevi gören dört önemli kütüphaneden oluşmaktadır. Bu önemli dört kütüphane, projelerin iletişimini, koordinasyonunu sağlamaktadır ve kaynakların sistem içerisinde sağlıklı ve verimli kullanılmasını kontrol etmektedir. Tüm kontrol ve koordinasyonu elinde tutan bu dört kütüphane, birlikte çalışarak sistemi yönetmektedir. Bunlar Hadoop Common, Hadoop Dağıtık Dosya sistemi, Hadoop Yarn ve Hadoop MapReduce kütüphaneleridir (ASF, 2020; Balac, 2020).

3.1 Hadoop common

Hadoop Common, diğer ek projelerin Hadoop ile ortaklaşmasını sağlayan temel kütüphanelerdir. Diğer ek projelerle ilgili iletişim olanağı sağlar. Bir nevi bu ek projeleri Hadoop ortamına bağlar (ASF, 2020). Ayrıca Hadoop ortamında bulunan java dosyalarının kontrolünü sağlayan kütüphaneleri içermektedir. Bu kütüphaneler çeşitli dosya sistemi ve işletim sistemi ile Hadoop ortamının koordinasyonunu sağlamaktadır. Ayrıca Hadoop'u başlatmak için gerekli olan çeşitli java komut dosyaları yine Hadoop Common kütüphanesine dahil edilmiştir (ASF, 2020; Balac, 2020; Y. Kumar ve ark., 2020).

3.2. HDDS mimarisi

Hadoop dağıtık dosya sistemi, Google dosya sistemi temel alınarak geliştirilmiş bir dosya sistemidir. Hadoop dağıtık dosya sistemi, master-slave mimarisinde çalışan bir sistemdir. Master-Slave mimarisi bir işveren-işçi

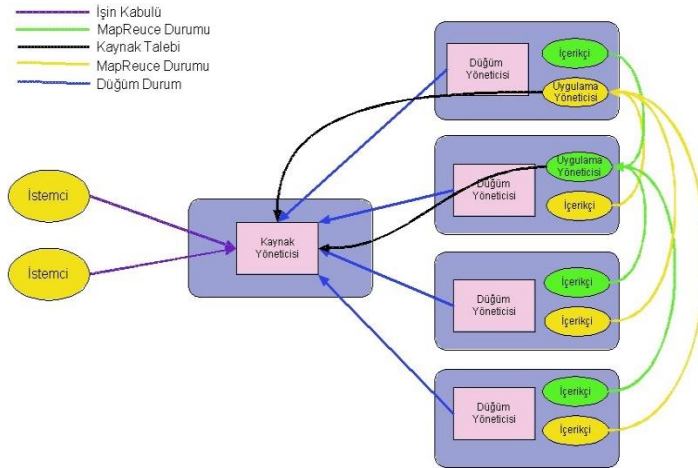
örneğine benzetilebilir. Master olan, işin nasıl ve ne zaman yapılacağını söyleyerek işi belirten işveren konumundadır. Slave ise işçi konumundadır. Kendisine verilen işi yerine getirmekle yükümlüdür. Hadoop mimarisi master-slave yapısına uygun olarak tasarlanmış bir küme mimarisidir. Kümenin elemanları olan Node'lar düğüm olarak tanımlanır. Master-Slave modeline uygun olarak DataNode ve NameNode düğümleri tanımlanmıştır. NameNode, genel olarak Master konumunda çalışan düğüme hizmet etmektedir. Datanode olarak tabir edilen düğüm veri düğümü olmaktadır. Hadoop, verileri dosya olarak desteklemektedir. NameNode, dosya sistemini kullanırken; DataNode dosya sistemine dahil edilmiş, saklanmış dosyaları denetleyerek kullanmaktadır. DataNode genellikle Slave düğümü ile çalışmaktadır (ASF, 2020; Hadoop, 2019). Kurulacak kümenin modeli, kullanıcının ihtiyacına cevap verilecek şekilde modellenenmektedir. Cluster içerisinde birden fazla Master yani NameNode ve birden fazla Slave yani DataNode olabilmektedir. Ancak genellikle işlerin bir merkezden yönetilip dağıtık olarak gerçekleştirileceği bir model kurulması en çok tercih edilendir. Bu tür modellerde genellikle bir tane NameNode ve birden fazla DataNode yer almaktadır. Master, NameNode işlevi görürken Slaveler DataNode işlevi görmektedir. Master nodelar, aynı zamanda DataNode olarak da çalıştırılabilmektedir (Hadoop, 2019). Bu tamamen ihtiyaç duyulup duyulmaması ile ilgili bir durumdur. Tüm bu ayarlamalar, model kurulmadan önce planlanmaktadır. Hadoop kurulumu yapıldıktan sonra gerekli tanımlamalar sistem içerisinde yapılarak ayarlamalar yapılmaktadır (ASF, 2020; Hadoop, 2019).

3.3. Datanode ve namenode

Bir HDFS kümesi, dosya sistemi ad alanını yöneten ve istemcilerin dosyalara erişimini düzenleyen bir ana sunucu olan tek bir NameNode'dan oluşmaktadır. Ayrıca, çalıştıkları düğümlere bağlı depolamayı yöneten, genellikle kümedeki düğüm başına bir tane olmak üzere bir dizi DataNode vardır. HDFS, bir dosya sistemi ad alanını ortaya çıkarmaktadır ve kullanıcı verilerinin dosyalarda saklanmasını sağlamaktadır. Sistemdeki bir dosya, bir veya daha fazla bloğa bölünmekte ve bu bloklar bir DataNodes kümesinde saklanmaktadır. NameNode, dosya ve izinleri açma, kapatma ve yeniden adlandırma gibi dosya sistemi ad alanı işlemlerini yürütmektedir. Ayrıca, blokların DataNodes ile eşlenmesini de belirlemektedir. DataNodes, dosya sisteminin istemcilerinden okuma ve yazma isteklerini sunmaktan sorumlu tutulmaktadır. DataNodes ayrıca NameNode ögesinden gelen komutlar üzerine blok oluşturma, silme ve çoğaltma işlemlerini gerçekleştirmektedir (ASF, 2020).

3.4. Hadoop yarn

Yarn için temel fikir kaynak yönetimi ve iş izleyicilerinin işlevlerini ayrı parçalara bölmektir. ResourceManager isimli genel bir kaynak yöneticisi ve her uygulama başına bir sorumlu proses olan ApplicationMaster görevlendirme fikrine dayanmaktadır. ResourceManager, sistemdeki tüm uygulamalar arasında kaynakları tahkim eden nihai otorite konumundadır. NodeManager ise her bir makinede yer alan ve makinedeki içeriklerden sorumlu olan, işlemci, bellek, disk, ağ gibi kaynakların kullanımını izleyen ve bunları ResourceManager bildiren aracıdır. ApplicationMaster ise ResourceManager'dan kaynak görüşmesi yaparak görevleri yürütmek ve izlemek için NodeManagerlar ile çalışmakla görevlendirilmiş özel bir kütüphanedir. Hadoop Yarn, kümenin kaynak yönetimini sağlayan birimdir ve kaynak yönetimi yaptığı için işlerin planlanmasını da yine Hadoop Yarn yapmaktadır. Kaynakların yönetimini ve işlerin planlanmasını sağlayan bir takım Java kütüphanesi içeren bir modüldür. ResourceManager'ın iki işlevi vardır. Hem zamanlayıcı olarak hem de (ApplicationManager) Uygulama Yöneticisi olarak çalışmaktadır. Zamanlayıcı, uygulama sırasında kapasite, kuyruk gibi kısıtlayıcı unsurlar olduğunda, uygulamaya kaynak sağlamakla sorumludur. Zamanlayıcı uygulama için durum izlemez veya donanım/yazılım hatası durumunda uygulamayı yeniden başlatacağını garantilemez. Zamanlayıcı, zamanlama işlevini, bellek, işlemci, disk, ağ gibi unsurları kullanan bir container içeriğine dayanarak, uygulamaların kaynak gereksinimlerine göre gerçekleştirir. ApplicationMaster, uygun containerlar ile görüşme sağlayarak zamanlayıcıdan uygulamaların durumunu izleme ve sürdürme ile yükümlüdür (ASF, 2020; Borthakur, 2008; Hadoop, 2019; White, 2015). Şekil 1'de yarn mimarisi ve elemanları gösterilmektedir.



Şekil 1: Hadoop Yarn Mimarisi.

Kaynak: <https://hadoop.apache.org/docs/current/hadoop-yarn/hadoop-yarn-site/YARN.html>

3.5. MapReduce modeli

MapReduce modeli, başlangıç olarak Google tarafından geliştirilen, paralel veri işleme paradigmasıdır (ASF, 2020; Hadoop, 2019; Thakur ve Deshpande, 2019). MapReduce modelinin iki terimi vardır. Bunlar Map terimi ve Reduce terimidir. MapReduce modeli bir anahtar-değer yapısında işleyişe sahiptir (Alla, 2018; Hadoop, 2019). Veri işlenirken ele alınması itibarıyla bir anahtar olarak değerlendirilmektedir. Problemin çözümü sonrası çıkan sonuç ise o anahtar için bir değer olarak kabul edilmektedir. Bu şekilde bir <Anahtar,Değer> / <Key, Value> yapısı ile çalışmaktadır. Tüm map programının sonucu olarak <Anahtar,Değer> çiftlerinden oluşan bir liste elde edilmektedir. Reduce işleminde ise her bir Anahtar değeri için mevcut tüm değerleri derleyerek istenilen işleme göre tek bir sonuç değere varılmaktadır. Bir tür indirgeme işlemi yapılmaktadır. Reduce işleminin sonucu olarak her bir anahtar değeri için tek bir değer elde edilmektedir (ASF, 2020; Hadoop, 2019; Thakur ve Deshpande, 2019).

Bir MapReduce işlemi genel olarak 3 adımda gerçekleştirilmektedir. Bunlar: Bölme, Dağıtma (Map) ve İndirgeme (Reduce) işlemleridir. Bu adımlar kısaca aşağıda açıklanmıştır.

1. Bölme adımı: Girdi olarak veri seti ilk geldiğinde, sistem bunu parçalara bölerek kullanmaktadır. Veriyi kaç parçaya böleceğini veya her parçanın ne kadar büyüklükte olacağına sistem tamamen L1 yolundaki geçici bellek durumuna ve işlemcinin performans durumuna bakarak kendisi otomatik olarak karar vermektedir. Kullanıcıya bunu değiştirmek için Splitter gibi çeşitli yordamlar da sunulmuştur. Bu adımda kullanıcıya genellikle bir iş düşmemektedir (Hadoop, 2019; ASF, 2020).

2. Map (Dağıtma) adımı: Map işleminde ise parçalanmış verinin her bir makineye dağıtılarak istenen işlemin yapılması işidir. Sonuç olarak <anahtar, değer> çiftlerinden oluşan bir liste çıktısı elde edilmektedir. Bu sonuç listesi, yerel dosya sisteminde geçici olarak tutulmakta ve Reduce işleminde girdi olarak kullanılmaktadır. Ayrıca bu liste yazılmadan önce alfabetik olarak sıralanmaktadır (Hadoop, 2019; ASF, 2020).

3. Reduce (İndirgeme) adımı: Reduce adımı, bir indirgeme işlemidir. Map işlemi sonucunda aynı anahtar için birden fazla değer üretilebilmektedir. İşte tam bu noktada bu değerleri, yapılmak istenen işleme göre derleyerek ilgili anahtar için tek bir sonuç değeri üretmeye odaklanılmaktadır (Hadoop, 2019; ASF, 2020).

3.6. Hadoop MapReduce çalışma mimarisi

Hadoop MapReduce, Yarn ile birlikte çalışan dosya sistemindeki dosyaların paralel olarak işlenmesini sağlayan modüler birimdir

(Hadoop,2019; Y. Kumar ve ark., 2020). Yarn'dan bağımsız çalışmaz. Hadoop ekosisteminin en önemli kısmını oluşturmaktadır. Gelen verinin iş modeline göre MapReduce işlemini yapmaktadır. Veriyi, slave makineler üzerine dağıtarak, iş parçacıkları ile her slave makinenin yani DataNode'un aynı işi yapması işlevini sağlamaktadır. Daha sonra dağıtım işi bittiğinde, çıkan sonuçları toplayarak reduce yani indirgeme işlemine sokmaktadır. Reduce işlemi, aynı iş sonucunu beklediği için gelen tüm sonuçları derleyerek net bir sonuç üretmektedir. MapReduce çatısı, bu işlemleri yaparken iki tane işleç tutmaktadır. Bunlar JobTracker ve TaskTracker şeklindedir. JobTracker adıyla bilinen iş izleyicisi, Master düğümü temsil etmektedir. TaskTracker adıyla bilinen görev izleyicisi ise Slave düğümü temsil eder. Master dolayısıyla JobTracker, işçi düğümlere görev dağıtma, kaynakların ne zaman kullanılacağını bildirme, kaynakları kontrol etme, işçilere görevleri planlayıp bildirme ve başarısız olan görevleri tekrar çalıştırma gibi sorumluluklara sahiptir. Slave, diğer bir deyişle TaskTracker ise kendisine verilen görevi yapmak, tamamladığı görevi rapor etmekle sorumludur. JobTrackerın çalışmaması veya hata verip tıkanması durumunda diğer tüm görevler de durdurulur ve çalışmaz (ASF, 2020; Bengfort ve Kim, 2016; Borthakur, 2008; Hadoop, 2019; Y. Kumar ve ark., 2020; White, 2015).

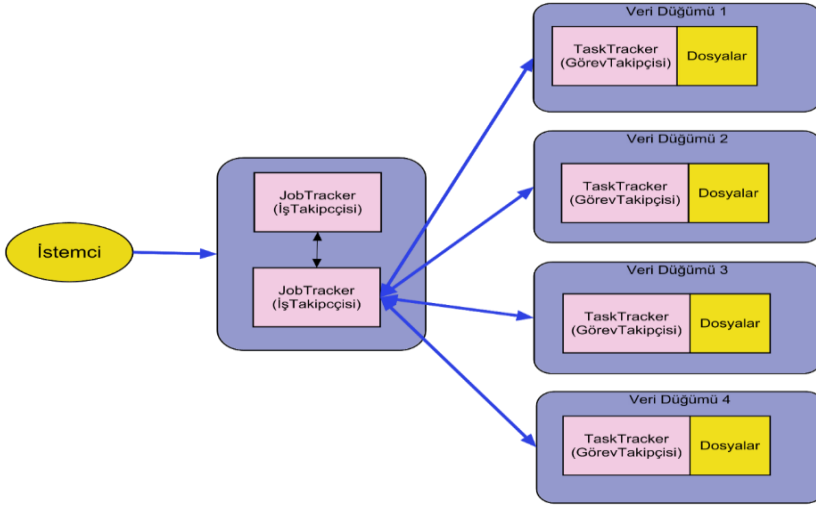
Şekil 2 'de bir hadoop kümesinde veri düğümü ile ad düğüm arasındaki ilişkiler basitçe gösterilmiştir. Hadoop mimarisinde veri akışını özetleyecek olursak şöyle sıralayabiliriz (White, 2015):

1. İstemci yani MapReduce için kodlanmış bir program bir Job başlatmaktadır ve bunu JobTrackera onaylayarak sunmaktadır (Bengfort ve Kim, 2016; White, 2015),

2. JobTracker ilk iş olarak kaynak dosyaların yerini (NameNode) AnaDüğüm'e sorarak öğrenmektedir. İstemcideki programın kaynak dosyalarını HDFS'ye aktarmaktadır. Bunu yaptıktan sonra TaskTrackerlara görevler dağıtmaya çalışmaktadır (Bengfort ve Kim, 2016; White, 2015),

3. TaskTrackerlar kendisine iletilen görevleri yapmaya başlamaktadır. İlk iş olarak mapping işlemi yapılmaktadır. Map işleminin sonuçları yerel dosya sisteminde geçici dosyalar olarak saklanmaktadır. Bu geçici dosyalar, ikinci iş olan Reduce işlemi için girdi olarak kullanılmaktadır. Reduce işlemi sonucunda sonuçlar nihai olarak HDDS ortamına aktarılmaktadır (Bengfort ve Kim, 2016; White, 2015),

4. Reduce işi bittikten sonra Job tamamlanmaktadır (Bengfort ve Kim, 2016; White, 2015).



Şekil 2: Bir Hadoop kümesinde MapReduce modelinin işleçlerinin genel çalışma mimarisi (White, 2015).

Hadoop 'un kullanılmasının birçok nedeni ve avantajı vardır. Hadoop' un hata toleransı yüksektir. Kendi içerisinde sahip olduğu kütüphaneler aracılığıyla kolay hata tespiti yapar ve hataları kendisi otomatik onarabilmektedir. Dolayısıyla kullanımı oldukça kolay ve donanımsal mimariden bağımsızdır. Dolayısıyla sıradan birçok farklı donanım ve yazılım ile kolayca kullanılabilir. Bu da ekonomik bir alt yapı olanağı sağlamaktadır. Hadoop kümesindeki bir slave düğümün kesintiye uğraması, çalışmayı aksatmaz. İş kalan makine sayısına göre yeniden yapılandırılır. Kümenin kesintisiz çalışması da kolaylık sağlamaktadır. Dağıtılmış dosya sisteminde çalışarak paralel model kurmak, hızlı çalışmayı ve test etmeyi sağlamaktadır. Program parçalarının hızlı çalışması ve hızlı test edilmesi performans açısından çok önemlidir (ASF, 2020; Y. Kumar ve ark., 2020).

4. Sonuç

Bu çalışma kapsamında büyük veri modellerinden olan Hadoop ekosisteminin temel bileşenleri ve bu bileşenlerin aktivasyon mimarisi anlatılmaktadır. Günümüz için büyük verilerin işlenmesine yönelik olan ihtiyaç artmaktadır. Bu alan üzerinde çalışacak araştırmacılara bir temel oluşturacağı ve literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma birinci yazarın doktora tez çalışmasından üretilmiş yayın olup, Van YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından **FDK-2019-7850 Numaralı** proje ile desteklenmiştir.

5. Referanslar

- Al-Mekhlal, M., Khwaja, A. A., 2019. A Synthesis of Big Data Definition and Characteristics. **2019 IEEE International Conference on Computational Science and Engineering (CSE) and IEEE International Conference on Embedded and Ubiquitous Computing (EUC)**. 314-322.
- Alla, S., 2018. **Big Data Analytics with Hadoop 3: Build highly effective analytics solutions to gain valuable insight into your big data**. Packt Publishing Ltd, Birmingham, 7-70.
- Anderson, A., 2015. **Statistics for big data for dummies**. John Wiley & Sons, USA, 25-48.
- Anonim , I., 2019. The Four V's of Big Data. <https://www.ibm.bizdatahub.com/infographic/four-vs-big-data> IBM, Erişim Tarihi: 10.04.2019.
- ASF, A. S. F., 2020. <http://hadoop.apache.org/>. <http://hadoop.apache.org/>. Apache Software Foundation, Erişim Tarihi: 15.04.2020.
- Balac, N. (2020). Big Data. In *Intelligent Internet of Things* (pp. 315-356): Springer.
- Bengfort, B., Kim, J., 2016. **Data Analytics with Hadoop: An Introduction for Data Scientists**. O'Reilly Media Inc., 45-75.
- Borthakur, D., 2008. HDFS architecture guide. **Hadoop Apache Project**, 53: 1-13.
- Brown, B., Chui, M., Manyika, J., 2011. Are you ready for the era of 'big data'. **McKinsey Quarterly**, 4(1): 24-35.
- Buyya, R., Calheiros, R. N., Dastjerdi, A. V., 2016. **Big data: Principles and Paradigms**. Morgan Kaufmann, USA, 3-223.
- Chen, K., Seshadri, S., Zhang, L.-J. (2019). Big Data–BigData 2019. San Diego, CA, USA: Springer International Publishing.
- Cox, M., Ellsworth, D., 1997. Application-controlled demand paging for out-of-core visualization. **Proceedings. Visualization'97 (Cat. No. 97CB36155)**. 235-244.
- Dietrich, D., 2015. **Data Science And Big Data Analytics: Discovering, Analyzing, Visualizing and Presenting Data**. John Wiley & Sons, 2-45.

- Gantz, J.,Reinsel, D., 2012. The digital universe in 2020: Big data, bigger digital shadows, and biggest growth in the far east. **IDC iView: IDC Analyze the future, 2007**(2012): 1-16.
- Gupta, V. S.,Kohli, S., 2016. Twitter sentiment analysis in healthcare using Hadoop and R. **Computing for Sustainable Global Development (INDIACom), 2016 3rd International Conference on.** 3766-3772.
- Hadoop, A., 2011. Apache hadoop. <http://hadoop.apache.org>. Erişim Tarihi: 21.09.2019.
- Hadoop, A. (2019). Apache Hadoop 3. x HDFS Federation Features. In.
- Hurwitz, J. S., Nugent, A., Halper, F.,Kaufman, M., 2013. **Big Data for Dummies**. John Wiley & Sons, USA, 25-110.
- Jimenez-Marquez, J. L., Gonzalez-Carrasco, I., Lopez-Cuadrado, J. L.,Ruiz-Mezcua, B., 2019. Towards a big data framework for analyzing social media content. **International Journal of Information Management, 44**: 1-12.
- Koitzsch, K., 2016. **Pro Hadoop Data Analytics: Designing and Building Big Data Systems Using the Hadoop Ecosystem**. Apress, Sunnyvale,California,USA, 35-76.
- Kumar, Y., Sood, K., Kaul, S.,Vasuja, R. (2020). Big Data Analytics and Its Benefits in Healthcare. In *Big Data Analytics in Healthcare* (pp. 3-21): Springer.
- Laney, D., 2001. 3D data management: Controlling data volume, velocity and variety. **META group research note, 6**(70): 1.
- Ohlhorst, F. J., 2012. **Big Data Analytics: Turning Big Data into Big Money**. (Vol. 65). John Wiley & Sons, Canada, 1-30.
- Sathi, A., 2012. **Big data analytics: Disruptive technologies for changing the game**. Mc Press, USA, 1-73.
- Schneider, R. D., 2012. **Hadoop for Dummies**. (S. Edition Ed.). John Wiley & Sons Canada, Ltd, Canada, 10-45.
- Stats, I. W. (Producer). (2020). İnternet Users ditrubution in the world-2020 Q1. Retrieved from <https://www.internetworld stats. com/ stats.htm>
- Thakur, R. K.,Deshpande, M. V., 2019. Kernel Optimized-Support Vector Machine and Mapreduce framework for sentiment classification of train reviews. **Sādhanā, 44**(1): 6.

TÜBA. (2020). Türkçe Bilim Terimleri Sözlüğü. Retrieved from <http://www.tubaterim.gov.tr/>. from Türkiye Bilimler Akademisi Başkanlığı <http://www.tubaterim.gov.tr/>

WAS, W. A. S. (Producer). (2020). Digital around the world in april 2020. Retrieved from <https://wearesocial.com/blog/2020/04/digital-around-the-world-in-april-2020>

White, T., 2015. **Hadoop: The Definitive Guide**. (M. Loukides & M. Blanchette Eds. Fourth Edition ed.). O'Reilly, USA, 3-206.

INSAC
Academic Studies on
Natural and Engineering
Sciences



**Siyanobakteriler ve Toksinleri (Hatice Banu Keskindaya,
Cengiz Akk  z)**

Siyanobakteriler ve Toksinleri

Hatice Banu Kesinkaya¹, Cengiz Akk  z¹

¹*Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü,
E-mail: banu.kesinkaya@selcuk.edu.tr*

1. Giriş

Tatlı su kaynakları açısından son derece zengin olan ülkemizde su kirliliğinin artışı siyanobakteriyel toksinlerin yaratacağı risklerin önemli bir işareti olmaktadır. Plansız yerleşim ve sanayi atıklarının hemen hemenhi  işlem görmeden i  sulara deşarj edilmesi bu durumun en önemli nedeni olup birçok g l,baraj gölü ve akarsuda su kalitesinin bozulmasına ve siyanobakteriyel kümelerin oluşumuna ortam hazırlamaktadır.Yüzey sularında  trofikasyonla birliktea ır  alg artışı, suların kullanımını sınırlamakta, toksik türlerin bir araya gelmesiyle dünyadaki su kaynakları ve kıyı sularında insan sağlığı için büyük bir tehlike olu urmaktadır.

 cerdikleri fotosentetik pigmentler nedeniyle mavi yeşil algler olarak adlandırılan siyanobakterilerin karasal ve kıyı sularında bulunan en az 46 türü omurgalılarda toksik etki olu urmaktadır. Bu toksinler etkileri açısından; hepatotoksin, nörotoksin ve sitotoksinler olarak sınıflandırılmakta olup, kimyasal olarak da siklik peptitler (hepatotoksik, mikrosistinve nodularin), alkaloidler(nörotoksik, anatoksin ve saksitoksin) ve LPS (lipopolisakkarit) endotoksinler olarak 3 ayrı grupta incelenmektedirler.

Dünyanın pek çok ülkesinde çarpık kentleşme, plansız yapılaşma ve bilinçsizce oluşturulan  evre kirliliği sonucu yer üst suları olduğu kadar yer altı suları da hızla tüketilmiş ve kirletilerek kullanılmaz hale getirilmiştir. Gelişmekte olan ülkeler de atık suların ancak %5'inin arıtılabilmesi, endüstriyel ve evsel atıkların çevreye, akarsulara ve yer altı sularına denetimsiz bir şekilde verilmesi önemli sorundur (Gerçek ve Ye ildal,2006).

Kirlilik artışına bağlı olarak siyanobakteri biyokütlesinin sudaki artışı da su kalitesini etkilemektedir. Mavi-yeşil alglerin(siyanobakteriler) sularda aşırı derecede  o almaları ‘‘bloom’’ olarak tanımlanmaktadır. Bu tür biyolojik faaliyetlerin artışısuyun tat ve kokusunda değişikliklere neden olmaktadır. Özellikle yüzey sularında  trofikasyonla birlikte aşırı alg artışı, suların içme suyu olarak kullanımını sınırlamakta,toksik türlerin bir araya gelmesiyle dünyadaki su kaynakları ve kıyı sulardında insan sağlığı için büyük bir tehlike olu urmaktadır (Charmichael and Falconer,1993).

Son yıllarda nehirlerde göllerde ve içme suyu göletlerinde besleyici tuzların özellikle fosfat ve azot bileşenlerinin seviyesinin artması ile ortaya çıkan ve doğal bir biyolojik üretimi sonuculan ötrofikasyon, siyanobakteri artışına neden olmaktadır.

1.1. Siyanobakterilerin Morfolojisi ve Taksonomisi

Siyanobakteriler içerdikleri fotosentetik pigmentler nedeniyle “mavi-yeşil alg” olarak adlandırılan sıcak su kaynaklarından, Antartika’da geçici olarak donan su habitatlarına kadar geniş bir yayılım gösteren organizma grubudur. Yapılarındaki pigmentler sayesinde CO₂ ve suyu ışığın etkisi ile karbonhidratlara çevirmekte ve böylece su ortamındaki besin değerinin ve çözünmüş O₂ oranının artmasını sağlamaktadırlar (Hitzfeld et al, 2000).

Cyanophyceae olarak adlandırılan siyanobakteriler gerçek çekirdekleri zar ile çevrili organelleri ve plastitleri olmayan prokaryotik organizmalardır. Çekirdek zarları olmadığından DNA ve pigment maddeleri stoplazma içinde dağınık halde bulunmaktadır. Hücre duvarı peptidoglikan yapısında ancak prokaryotlara özgü 70S ribozom yerine 80S ribozom içermektedir. Hücreler, karotenoid yönünden zengin olup musilajlı ve çift çeperden oluşan ince bir kın ile çevrilidir (Cirik ve Cirik, 2004). Aksesuar pigmentleri (fikobiliproteinler) fikosiyanın, allofikosiyanın, fikoeritrin, klorofil-a ve c, karotenoidlerden (ksantofil, β-karoten) oluşmakta, alglerin mavi-yeşil görünümü fikosiyanın ve diğer pigmentlerin fikoeritrin pigmentini baskılamasından kaynaklanmaktadır. Siyanobakteriler bağımsız plastitleri olmadığından homojen bir şekilde boyanmaktadırlar (Rinehart ve ark., 1994). Elektron mikroskobu ile yapılan araştırmalarda, kromoplazmanın fotosentetik yapıda çift lamelli tilakoidlerden oluştuğu ve bu yapıların üzerinde klorofil-a taşıdıkları bilinmekte, tilakoidleri oluşturan bulameller arasında da biliprotein tanecikleri yer almaktadır (Cirik ve Cirik, 2004).

Siyanobakteriler tek hücreli veya çok hücreli koloniler oluşturabildikleri gibi iplikli yapıda da olabilmektedirler. Üemeleri vejetatif bölünmeyle veya çeşitli tipte sporlarla gerçekleşmektedir. İplikli formlarının bazılarında ipliği oluşturan hücreler arasında tek bir hücreden oluşan dayanıklı spor hücrelerine (akinet) rastlanmaktadır. Ortam uygun olduğunda bu hücre iplikli gövdeden (thallus) kopmakta ve yeni bir thallus oluşturmaktadır. Thallusu oluşturan hücreler arasında akinetten daha kalın çeperli ve saydam görümlü, fotosentez yeteneğini kaybetmiş havanın serbest azotunu fiksile edebilen “heterosist” denilen özelleşmiş hücreler sistematğin oluşturulmasında etkili olmuştur (Graham ve Wilcox, 2000).

Havanın serbest azotunu tutma özelliği çoğunlukla filamentli heterosist içeren Siyanobakteriler de görüldüğü gibi heterosist içermeyen cinslerde de

tespit edilmiştir. *Anabeana* ve *Nostoc* türleri toprağı azot yönünden zenginleştirerek, yeşil gübre olarak kullanılmaktadır (Duy ve ark.,2000).

2. Siyanobakteri Toksinleri

Siyanobakterilerin dünyada karasal ve kıyı sularında bulunan en az 46 türünün omurgalılarda toksik etkiyi oluşturduğu bilinmektedir.

Siyanotoksin olarak adlandırılan siyanobakteri toksinleri etkileri açısından;hepatotoksin,nörotoksin ve sitotoksinler olarak sınıflandırılmakta olup kimyasal olarak da siklik peptitler (hepatotoksik,mikrosistin ve nodularin), alkoloidler (nörotoksik,anatoksin ve saksitoksin) ve LPS (lipopolisakkarit) endotoksinler olarak 3 ayrı grupta incelenmektedirler (Codd,2000). Ayrıca serbest yaşayan veya simbiyont olan bazı siyanobakteriler tarafından üretilebilen,nörotoksik bir değer toksin β -N-metilamino-L-Alanin (BMAA) olarak bilinmektedir (Charmichael ve Falconer,1993). Son yıllarda birçok siklik ve doğrusal peptid tanımlanmıştır. Bunlardan bir kısmının proteaz engelleyiciler olduğu belirlenmiş, bir kısmının ise biyolojik etkinliği halen tanımlanamamıştır (WHO,2003).

Tablo 1. Siyanobakterilerin toksinleri ve etkiledikleri organlar (Charmichael WW, Falconer IR, 1993).

Toksin Grubu	Memelilerde İlk Hedef Organ	Siyanobakteriler
Siklik peptitler		
Mikrosistin	Karaciğer	<i>Microcystis</i>
Mikrosistin	Karaciğer	<i>Anabaena</i>
Mikrosistin	Karaciğer	<i>Planktothrix</i>
Mikrosistin	Karaciğer	<i>Nostoc</i>
Mikrosistin	Karaciğer	<i>Hapalosiphon</i>
Mikrosistin	Karaciğer	<i>Anabaenopsis</i>
Nodularin	Karaciğer	<i>Nodularin</i>
Alkoloidler		
Anatoksin-a	Sinir sinapsları	<i>Anabaena</i>
Anatoksin-a	Sinir sinapsları	<i>Planktothrix</i>
Anatoksin-a	Sinir sinapsları	<i>Aphanizomenon</i>
Anatoksin-a(S)	Sinir sinapsları	<i>Anabaena</i>
Aplysiatoksin	Deri	<i>Lyngbya</i>
Aplysiatoksin	Deri	<i>Schizothrix</i>
Aplysiatoksin	Deri	<i>Planktothrix</i>
Silindrospermopsin	Karaciğer	<i>Cylindrospermopsis</i>
Silindrospermopsin	Karaciğer	<i>Aphanizomenon</i>
Silindrospermopsin	Karaciğer	<i>Umezakia</i>
Lyngbiyatoksin-a	Deri, bağırsak sistemi	<i>Lyngbya</i>
Saksitoksin	Sinir Aksonları	<i>Anabaena</i>
Saksitoksin	Sinir Aksonları	<i>Aphanizomenon</i>
Saksitoksin	Sinir Aksonları	<i>Lyngbya</i>
Saksitoksin	Sinir Aksonları	<i>Cylindrospermopsis</i>

2.1. Sıklık peptitler

Tatlı sularda okyanuslara kadar değişen farklı su kütlelerindeki siyanobakterilerde sentezlenen sıklık peptit yapısındaki toksinler mikrosistin (MCYST) ve nodularin (NODLN) olarak bilinmektedir. Diğer sıklık polipeptitler olan siyanopeptolinve anabaenopeptinlerin daha az toksik olduğu bildirilmektedir. Küçük moleküller olup, doğrusal olanlara göre 100 kat daha fazla toksik oldukları bilinmektedir. Pek çok sıklık toksin hidrofilik karakterde olup, genellikle omurgalı hücre zarından geçememekte ve bu nedenle enerji gerektiren taşıma sistemleri ile alınmaktadır (Kotak ve ark.,1995) Fare karaciğerinde yapılan deneyler sıklık peptitlerin taşınmasında, organik anyon taşıyıcıların sorumlu olduğunu göstermektedir (Hermansky ve ark.,1990). Bu nedenle mikrosistin ve nodularin hücre zarlarından karaciğer gibi organik anyon taşıyıcısı olan organlara geçebildiği tespit edilmiştir (Codd,2000).

Mikrosistinler, *Microcystis*, *Anabeana*, *Oscillatoria* ve *Nostoc* gibi siyanobakteri cinsleri tarafından üretilmektedir. İlk kez *Microcystis aeruginosa*'dan izole edilmiş olan mikrosistin yaklaşık 65 çeşidini bulunduğu ve mikrosistin-L-R nin en toksik türev olduğu bildirilmektedir. Bugüne kadar tanımlanan 3 toksik türden (*M. aeruginosa*, *M. viridis*, *M. wesenbergi*) yalnızca *M. aeruginosa* toksikolojik araştırmalarda kullanılmış ve yapılan laboratuvar kültürlerinde MCYST üreten türlerin yüksek tuz konsantrasyonuna karşı dayanıklı olduğu gözlenmiştir (Carmichael,2001).

Genel mikrosistin yapısı, siklo-(D-alanin1-X2-D- MeASP-Z4-Adda5-D-glutamat6-Mdha7) olarak tanımlanmıştır. X ve Z iki değişken L-aminoasit; D-MeAsp, D-erythro- β -metilaspartik asit ve Mdha, N-metildehidroalanindir. Adda ise siyanobakteri toksinlerine özel, nadir görülen bir aminoasit olrsrk belirtilmektedir. Yapılan araştırmalar sonucu aminoasit kombinasyonlarına ilişkin, mikrosistin -LR

(leucine-arginine), mikrosistin -RR (arginine-arginine), -YR (tyrozine-arginine) ve -YA (tyrosine-alanine) şeklinde 4 farklı formu sıklıkla tespit edilmekte, en etkili olanının mikrosistin -LR olduğu bilinmektedir. Acı sularda hakim olan siyanobakteri *Nodularia spumigena* 'dan izole edilen nodularin ise mikrosistine benzer aminoasitler içermektedir. Mikrosistinde 7 aminoasit varken nodularinde 5 aminoasit bulunmaktadır (Lee ve ark.,1997).

Aşırı alg çoğalmalarına ilişkin bildirilen en yüksek MCYST konsantrasyonu Çin'de toplanan örneklerde 7300 $\mu\text{g/L}$ ve NODLN konsantrasyonu Baltık Denizi'nde toplanan örneklerde 18000 $\mu\text{g/L}$ olarak tespit edilmiş olup, hepatotoksik etki gösteren bu toksinlerin ince bağırsaklardan emiliminin gerçekleştiği, safra asidi taşıyıcılarının aktivitesiyle

hepatositlere alındığı ve hücre yapısını oluşturan aktin miyoteleklerinin hücre merkezine yığılmasına neden olduğu belirtilmektedir.

Sonuç olarak, karaciğer sinuzoidlerinin ve parankimal hücrelerin yıkımlanmasına neden olduğu ve intrahepatik kanama veya hepatik yetersizlik oluşturduğu bildirilmektedir (Carmichael ve Falconer,1993)(Carmichael,2001). Nodularinden kaynaklanan zehirlenmelerde de toksin, karaciğer hücrelerine mikrosistinler gibi etki göstermekte ve protein fosfataz 1 ve 2A enzimlerini inhibe etmektedir(Yoshizawa ve ark.,1990). Hücre homeostazisinin sürekliliğinin sağlanmasında rol oynayan protein fosfatazların engellenmesi,hedef proteinlerin örneğin tümör baskılayıcı proteinlerin fazlaca fosforlanmasına neden olmakta,bu şekilde önemli değişimler sonucu aşırı sinyal oluşumunu,hücresinin hızla bölünmesini, transformasyon ve tümör oluşumunu teşvik edebilmektedir (Falconer,1996).

Tayvan'da yapılan bir araştırmada (Lee ve ark.,1997) farklı ötrofik göletlerden tespit edilen 9 siyanobakteri (*M. aeruginosa*) türünden yapılan analizlerde , MCYST –LR ve –RR içerikleri ve miktarları 0,11-0,16 µg/mg ve 0,08-2,21 µg/mg(kuru ağırlık) olarak tespit edilmiştir. Farelerde intraperitoneal enjeksiyon ile toksik etkileri ortaya konulmuş, MCYST –LR ve –RR'nin toksisite değerleri sırasıyla 252-8 µg/kg fare ve 221-2 µg/kg fare (LD₁₀₀) olarak belirlenmiş,ölen farelerin karaciğerlerinin şişkin,koyu renkli ve hemoroit olduğu gözlenmiştir. Karşılaştırmalı olarak LD₅₀ değeri MCYST -LR için 50 µg/kg fare, MCYST -RR için 600 µg/kg fare olarak belirlenmiştir.



Şekil 1. Toksin ekstraktları ile muamale edilen albino fare karaciğerlerinin makroskopik patolojisi (üst sıra; kontrol grubu %0,9 NaCl verilen karaciğer görüntüsü, alt sıra; MCYST üreten *P.agardhii* ve Silindrospermopsis üreten *C.raciborskii* (5,10,20 mg/ml kültür ekstraktları) (*Plankrothrix agardhii*, *Cylindrospermopsis raciborskii*).

2.2. Alkaloidler

Alkaloid yapısında bir nörotoksin olan anatoksin, birçok siyanobakteri (*Anabeana* ve *Oscillatoria*) tarafından üretilmektedir. Anatoksin-a, homoanatoksin-a ve anatoksin (s) olarak 3 gruba ayrılmaktadır. Güçlü post-sinaptik depolarize edici etkisiyle nöromusküler blokaj yapan bu ajan, sinir sistemini etkileyerek Na^+ kanallarının sürekli açık kalmasını sağlamaktadır. Bu nedenle toksinin alımına bağlı olarak kas demetlerinde kasılma, solunum sistemi kasları etkilendiğinde abdominal solunum, beyinde O_2 yetersizliği sonucu çarpınmalar, konvülsiyon (havale) ve siyanoz (morarma) sonucu ölüm şekillenebilmektedir.

Anatoksin -a(s) bilinen tek doğal organofosfat kolinesteraz inhibitörüdür ve salivasyona (tükürük salgısı) neden olmaktadır. Toksisitesi yüksek olan anatoksin -a(s) farelerde LD_{50} değeri 20 $\mu\text{g/kg}$ olarak tespit edilmiştir. En belirgin semptomları vizkos mukoid hipersalivasyon ve lakrimasyon (gözyaşı salgısı) olup, mide bulantısı, kusma, diyare de gözlenmektedir. Ölümün solunumun durması sonucu oluştuğu belirtilmektedir (Charmichael, 2001).

Alkaloid yapıda bir toksin olan saksitoksinin özellikle tatlı sularda *Anabaena circinalis* ve *Oscillatoria* türleri tarafından üretildiği, tatlı su midyelerine aktarılabildiği ve alglerle beslenen deniz midyelerinde toksin birikiminin oluştuğu açıklanmaktadır (Negri ve ark., 1997). Bu toksinler de sinir sistemi üzerindeki Na^+ kanallarını bloke ederek sinir impulslarının iletimini engellemektedir. Paralitik deniz kabukluları zehirlenmesine (PSP) neden olan tetradoksin benzer şekilde etki gösteren saksitoksinin mide bulantısı, kusma, yüzde, dilde ve dudaklarda uyuşma, ekstremitelerde pazaliz, konuşma ve nefes alma güçlüğüne neden olduğu, ölümün respiratorik paraliz sonucu meydana geldiği belirtilmektedir (Lantsberg ve ark., 2006).

Özellikle Avustralya'nın tropikal ve subtropikal bölgelerindeki içme sularında sağlık sorunlarına neden olduğu bilinen slindrospermopsin (CYN) ise *Cylindrospermopsis raciborskii* tarafından üretilmektedir (Carmichael, 2006). Siklik Guanin-alkoloid yapısındadır ve hepatotoksik özelliktedir. Protein sentezini bloke ederek karaciğer, böbrek ve bağırsaklara zarar verdiği bildirilmiştir. (Plotto ve ark., 1997).

Deniz siyanobakterileri olan *Lyngbya*, *Oscillatoria* ve *Schizotrix*'in toksinleri yüzücülerde deri enfeksiyonu oluşturdıklarından dermatotoksik alkaloidler olarak bilinmektedirler. *Lyngbya* türlerinin neden olduğu iltihaplı yaraların aplisiatoksin ve debromoablisiatoksin kaynaklandığı belirlenmiştir. Yine *Lyngbya* nın bir türünden izole edilen Lingbiyatoksin-a adlı toksinin deri ağız ve bağırsak mukozalarında iltihaba neden olduğu bildirilmektedir (Carmichael, 2006).

Siyanobakterilerin ürettikleri biokimyasal bileşenlerin bir kısmı ise tıp ve eczacılık alanlarında kullanılmaktadır. Elde edilen bu doğal ürünlerin antikanser, antifungal, anti-HIV ve antimikrobiyal özellikleri üzerinde çalışılmaya devam edilmektedir. *Nostoc spp.*'den izole edilen peptit esterleri yapısındaki kriptofisinin kansere karşı ilaç yapımında kullanıma ilişkin araştırmalar bulunmaktadır. Yapılan araştırmalar sonucunda tatlı su ve karasal kaynaklardan izole edilen *Nostoc* ve *Sitigonemotal* türlerinin asutipsin, indolkarbazol, parasilofan, tolitoksin tantazol, toyokamsin ve tübersidin gibi sitotoksik antibiyotikler içerdikleri saptanmıştır (Carmichael, 2001), (Rinehard ve ark., 1994).

Tablo 2. Türkiye'deki Su Havzalarında Bulunan Siyanobakteriler

İznik Gölü	<i>Nodularia spumigena</i>	Nodularin
İznik Gölü	<i>Planktothrix rubescens</i>	Microcystins
Sapanca Gölü	<i>Planktothrix rubescens</i>	Microcystins
Kovada Gölü	<i>Microcystis aeruginosa</i>	Microcystins (MC-LA, MC-LW)
Kovada Gölü	<i>Synechococcus sp.</i>	Microcystins (MC-LA, MC-LW)
Kovada Gölü	<i>Phormidium spp.</i>	Microcystins (MC-LA, MC-LW)
Kovada Gölü	<i>Planktothrix limnetica</i>	Microcystins (MC-LA, MC-LW)
Kovada Gölü	<i>Pseudoanabaena catenata</i> (dominant)	Microcystins (MC-LA, MC-LW)
Küçükçekmece Gölü	<i>Microcystis aeruginosa</i>	Microcystins (MC-YR, MC-LR)

3. Sağlık Üzerindeki Etkileri

Siyanobakteri toksinleri insan ve hayvan sağlığı için tehlike oluşturmaktadır. Özellikle balıkların üremek ve yumurta bırakmak için bulundukları kıyı bölgelerdeki siyanobakterilerin oluşturdukları topluluklar önemli bir tehdit unsurudur. Siyanobakteri toksinlerini içeren suların içilmesi, aspire edilmesi (ağıza gelen atıkların akciğere kaçması) ve bu sularla temas yoluyla etkilerinin ortaya çıkması söz konusudur. Zehirlenmelerde özellikle karaciğer rahatsızlığı ve böbrek yetmezliği olan kişilerle, çocukların vücut ağırlıklarına göre daha çok su tüketmeleri sebebi ile daha fazla risk taşıdıkları bildirilmektedir (Brittain ve ark.,2000), (Plotto ve ark.,1997).

Bildirilen ilk siyanobakteriyel gastroenterit vakasının 1931 yılında Ohio Nehri'nden kaynaklandığı, daha sonra ise Zimbabve'de bir su deposunda *Microcystis spp.* Artışına bağlı olarak gelişen zehirlenmelerde çocukların büyük oranda etkilendiği bildirilmektedir (WHO, 2003).

1996 yılında Brezilya'da bir hemodiyaliz merkezinde tedavi gören 117 hastanın diyaliz için kullanılan sudaki MCYST'lere mağruz kaldığı, 100 hastada karaciğer yetmezliği belirlendiği ve 56 sının öldüğü rapor edilmiştir. Ölenlerden en az 44 ünün MCYST zehirlenmesine ilişkin tipik semptomları (kas yorgunluğu, karaciğerde ağrı ve büyüme) olarak bildirilmiştir. İncelenen

kan ve karaciğer doku örneklerinde MCYST düzeyi sırası ile 10 mg/ml ve 0,1-0,5 ng/mg olarak saptanmıştır. Kalifornia Salton Sea Gölünde nehir ve tarımsal drenaj kaynaklı yüksek organik madde yükü ve yaz aylarında 38 °C ye ulaşan sıcaklık nedeni ile siyanobakteriyel çoğalmalar sonucu bölge balıkları ve göçyolu üzerindeki su kuşu (*Podiceps nigricallis*) ölümleri ile araştırmalara konu olmuştur (Carmichael, 2006).

Tablo 3. Siyanobakteriyel toksinler ve akut toksisite değerleri (WHO, 2003).

Siyanotoksinler	Saf Toksin LD ₅₀ (fare) (µg/kg)	Toksinleri Ürettiği Bilinen Siyanobakteriler	Toksiste Mekanizması
Protein Fosfotaz Engelleyiciler			
Genel olarak MCYST	45-<1000	<i>Microcystis</i>	Kovalent bağ yaparak protein fosfatı engeller ve karaciğer kanamasına neden olurlar. Bazen kümülatif etki oluşabilir.
Genel olarak MCYST	45-<1000	<i>Planktothrix</i>	
Genel olarak MCYST	45-<1000	<i>Oscillatoria</i>	
Genel olarak MCYST	45-<1000	<i>Nostoc</i>	
Microcystin-LR	60(25-125)	<i>Anabaena</i>	
Microcystin-LR	60(25-125)	<i>Anabaenopsis</i>	
Microcystin-YR	70	<i>Hapalosiphon</i>	
Microcystin-RR	300-600		
Nodularin	30-50	<i>Nodularia spumigena</i>	
Nörotoksinler			
Anatoksin-a	250	<i>Anabaena</i>	Post-sinaptik depolarizasyonu engeller
Anatoksin-a	250	<i>Oscillatoria</i>	
Anatoksin-a	250	<i>Aphanizomenon</i>	
Anatoksin-a	250	<i>Cylindrospermopsis</i>	
Anatoksin-a(s)	40	<i>Anabaena</i>	Asetil kolinesterazı engeller, sodyum kanallarını bloke eder.
Anatoksin-a(s)	40	<i>Aphanizomenon</i>	
Anatoksin-a(s)	40	<i>Anabaena</i>	
Anatoksin-a(s)	40	<i>Lyngbya</i>	
Saksitoksinler	10-30	<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	

İçme suyundan toksinlerin uzaklaştırılmasında uygulanan klasik yöntemler yeterli olmadığından insanlar uzun süreli olarak kronik toksisiteye maruz kalabilmektedir. Bu sebeple siyanobakteri kütlelerinin düzenli bir şekilde izlenmesi ve su kaynaklarında toksin seviyesinin tespiti önemlidir (Codd, 2000), (Falconer, 1996).

Tatlısu siyanobakteri türlerinin oluşturduğu alerjik veya iritatif dermal reaksiyonlar, su kütlesinde siyanobakteri hücre yoğunluğunun artması ve metabolitlerin yüksek konsantrasyonda bulunması ile gerçekleşmektedir. Bir araştırmada, 1989 yılında İngiltere’de 20 askerden 10 unun *microcystis spp.* İçeren gölde yüzmeleri sonucu hastalanmış olduğu, 2 sinde doksine inhalasyonuna bağlı pineumoni geliştiği bildirilmiştir. (Pilotto, 1997).

Kronik etkileri incelendiğinde siyanobakteri hepatotoksinlerinin tümör gelişimini stimüle ettiği ve karaciğer kanserinin oluşumuna yol açtığı belirlenmiştir Mikrosistinlerin protein fosfataz inhibisyonuna neden olması,

hücre yapısındaki değişim mekanizmasının açıklanmasında oldukça önemli olup artan fosforilizasyon, karaciğer hücre yapısında morfolojik değişimlere neden olmaktadır (Fileming ve ark., 2002).

4. Siyanotoksin İçeren Sularda Arıtma

Toksin içeren suların temizlenmesi, siyanobakteriyel tabakaların ve toksinlerin yoğunluğunun azaltılması için kimyasal ve mekanik yöntemler geliştirilmiştir (Hitzfeld ve ark., 2000).

Siyanobakteriyel çoğalmaların görüldüğü sulak alanlarda, kitlenin hareketini önleyen filtreler ve engeller kullanılmakta, su kütlelerinden sediment tabakanın uzaklaştırılması ile siyanobakteriyel çoğalmanın geçici olarak engellenmesi sağlanabilmektedir. Alüminyum Sülfat ve FeCl_3 ilave edilerek, küçük moleküllerin birleştirilmesi ile daha büyük partiküllerin oluşturulması ilkesine dayanan koagülasyon yöntemi ile siyanobakteri hücreleri yok edilmektedir. Ancak suda çözünmüş toksinlerin uzaklaştırılması mümkün olmadığı gibi hücrelerin parçalanmasına bağlı toksin salınıma neden olduğu da yapılan çalışmalar ile ortaya konmuştur. Toksinin uzaklaştırılmasında aktif karbon, filtrasyon, klorlama, sedimentasyon, kum filtrasyonu ve aktif karbon filtrasyonu gibi pek çok yöntem birlikte kullanılarak bir sistem oluşturulmuş ve sadece aktif karbonun toksinin uzaklaştırılmasında etkin olduğu belirlenmiştir (Hoeger ve ark., 2004).

Bu değerin geçici olarak ifade edilmesinin nedeni, sadece MCYST –LR için sınır değerinin sağtanmış olmasıdır. WHO'nun geçici öneri değeri bir çok ülkede ya direk olarak kabul görmüş (Fransa, Japonya, Kore, Yeni Zelanda, Norveç, Polonya, Breziya, İspanya) Ya da deneysel çalışmalar ve günlük tolere edilebilir miktar değerlendirilerek düzenlenmiştir. Örneğin Avusturalya'da toplam MCYST değerinin ($1.3 \mu\text{g/l}$), MCYST –LR'ye toksik olarak denk olduğu belirlenmiştir. Bunun gerekçesinin ise Avusturalya'da en çok bulunan yaygın toksin üreten *Microcystis aeruginosa*'nın değişen oranlarda MCYST varyantlarını oluşturması nedeniyle olduğu ifade edilmiştir (WHO, 2003).

İçme ve kullanma sularında bulunabilen siyanobakteriyel toksinler, insan ve hayvan sağlığı açısından büyük risk teşkil etmektedir. Siyanobakterilerin su kaynaklarındaki kontrolüne ilişkin alınması gereken önlemlerin başında yüksek risk taşıyan alanlarda (içme ve kullanma suyu sağlayan baraj gölleri ile balıkçılık ve rekreasyon alanı olan göllerde) risk analizleri (yönetim) ve izleme programları oluşturularak, kontrollerin düzenli olarak yapılması, suların toksinlerden arındırılması için uygun arıtma metodlarının uygulanması ve en önemlisi insanların konu ile ilgili bilgilendirilerek, bilinçlendirilmesi gerekmektedir.

Su kaynaklarında siyanobakteri kontrolü için en etkili yöntem, aşırı çoğalmalar ve buna bağlı oluşan toksin artışı öncesinde su kütlesinin kontrolü ile oluşularının engellenmesi olmalıdır. Bu kapsamda multidisipliner olarak konu ile ilgili araştırmaların artırılması gerekmektedir. Kanun yapıcılar ve

yerel yönetimler, sağlık personeli ve en önemlisi ilgili teknik personel (çevre, kimya mühendisleri vs.) bilgi paylaşımı ile işbirliği içerisinde çalışmalıdır.

5. Referanslar

- [1] Brittain S, Mohammed ZA, Wang J, Lehmann VK, Charmichael WW, Rinehart KL (2000). Isolation and characterization of microcystins from a river ile strain of *Oscillatoria tenuis* Agardh ex. Gomont. *Toxicon*, 38, 216-221.
- [2] Carmichael WW (2001) Health Effects of Toxin- Production Cyanobacteria: "The CyanoHABs". *Hum Ecol Risk Assess*, 7, 1393-1407.
- [3] Carmichael WW, Falconer IR (1993) Diseases related to freshwater blue-green algal toxins and control measures. 187-209. In: IR Falconer (Ed), *Algal toxins in seafood and drinking water* Academic Press, London.
- [4] Carmichael WW, LI R (2006) Cyanobacteria toxins in the Salton Sea. *Saline Systems*, 2, 1-13.
- [5] Chorus I, Bartam J (1999): toxic cyanobacteria in water. 17-22. In: I Chorus, J Bartram (Ed), *A guide to their public health consequences, monitoring and management*. E.&F.N. Sponon behalf of the World Health Organization, London.
- [6] Cirik Ş, Cirik S (2004). Su bitkileri, Deniz Bitkilerinin Biyolojisi, Ekolojisi, Yetiştirme Teknikleri. 34-38, Ege Ü. Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, İzmir.
- [7] Codd GA (2000) Cyanobacterial Toxins, the perceptin of water quality and the prioritisation of eutrophication control. *Ecol Eng*, 169, 56-60.
- [8] Falconer IR (2000): Toxic cyanobacteria bloom problems in Australian water: risks and impacts on human health. *Phycologia*, 40, 228-233.
- [9] Fleming LE, Rivero C, Burns J, Williams C, Bean JA, Shea KA, Stinn j (2002): Blue green algal (cyanobacterial) toxins, surface drinking water, and liver cancer in Florida. *Harmful Algae*, 1, 157-168.
- [10] Gerçek, ÇG, Yeşildal N (2006): Siyanobakteriler ve Kent Sağlığı. Kent Sağlığı sempozyumu, Bursa.
- [11] Hermansky SJ, Stohs SJ, Markin RS, Murray WJ (1990): Hepatic lipid peroxidation, sulfhydryl status and toxicity of the bluee green alal toxin mcrocystin-LR in mice. *J. Toxicol Environ Health*, 31, 71-91.

- [12] Hitzfeld BC, Hoeger SJ, Dietrich DR (2000): Cyanobacterial toxins: removal during drinking water treatment, and human risk assesment. *Environ Health Perspect*, 108, 113-122.
- [13] Kotak BG, Lam AK, Prepas EE, Kenefick SL, Hrudey SE (1995): Variability of the hepatotoxin, mcrocystin-LR, in hypereurophic drinking water lakes. *J Phycol*, 31, 248-263.
- [14] Landsberg JH, Hall S, Johannessen JN, Conrad SM, Abbot JP, Richardson WR, Scott PS (2006): Saxitoxin Puffer Fish Posioning in the United States, with the First Report of Pyrodinium bahamense as the Putative Toxin Source, *Environ Health Perspect*, 114 (10), 1502-1506.
- [15] Lee TH, Chen, YM, Chou, HN (1997): First Report of Microcystins in Taiwan. *Toxicon*, 36, 247-255.
- [16] Negri AP, Jones GJ, Blackburn SI, Oshima Y, Onodera H (1997): effect of culture and bloom development and of sample storage on paraltic shellfish poisons in the cyanobacterium *Anabeana circinalis*. *J Phycol*, 33, 26-35.
- [17] Pendleton P, Schuman R, Wong, SH (2001): Microcystin-LR adsorption by activates carbon. *J Colloid Interf Sci*, 240, 1-8.
- [18] Pilotto LS, Douglas RM, Burch MD, Cameron S, Beers M, Rouch GR, Robinson P, Kirk M, Cowie CT, Hardiman S, Moore C, Atwell RG (1997): Health effects of exposure to cyanobacteria (blue green algae) due to recreational water-related activities. *Aust N.Z.J. Public Health*, 21, 562-566.
- [19] Rinehart KL, Namikoshi M, Choi BW (1994): Structure and biosynthesis of toxins blue-green algae (cynaobacteria). *J Phycol*, 6, 159-176.
- [20] WHO, Geneva Graham LE, Wilcox LW (2000): *Algae*. 97-127. T Ryu (Ed), Upper Saddle River: Prentice-Hall
Duy TN, Lam PKS, Shaw GR, Connel DW (2000) Toxicology and risk assesment of freshwater cyanobacterial(blue-green algal) toxins in water. *Rev Envirpn Contam Toxicol*, 163, 113-186.
- [21] Yoshizawa S, Matsushima R, Watanabe MF, Harada KI, Ichihara A, Carmichael WW, Fujiki H (1990): Inhibition of protein phosphatases by microcystin and nodularin associated with hapatototoxicity. *J. Cancer Res Clin Oncol*, 116, 69-614.

INSAC
Academic Studies on
Natural and Engineering
Sciences



**Research on Improving Drone Efficiency (Mukadder İğdi
Şen)**

Research on Improving Drone Efficiency

Mukadder İğdi Şen¹

¹Trakya University,
E-mail: mukaddersen@trakya.edu.tr

1. Introduction

Aircraft refers to any vehicle that can take off and has the ability to navigate in air (SHGM, 2013). The drone is an unmanned aerial robot that can be controlled remotely (Bansal et al., 2021). Like the technology of the 20th century, drones or generally unmanned aerial vehicles (UAV, Unmanned Aerial Vehicle) were firstly designed for the defense industry for observation purposes. Military. They are nowadays widely recognized by the masses since they began to be used in military work (Akhloufi et al., 2019).

UAVs operate as radio controlled (RC, radio controlled) or remote controlled. Thanks to the camera and transmitter on it, it is ensured that the person controlling the device remotely performs the flight as if looking from the cockpit of the plane. They can be in various shapes and structures according to their intended use. UAVs can be aircraft, helicopters and multi-engine (multi-motor) drones, examples of which are shown in Figure 1 (İzgöl, 2021). In this study, the most popular type of UAV today, the multicopters are mentioned and the word "drone" is generally used for multicopters.

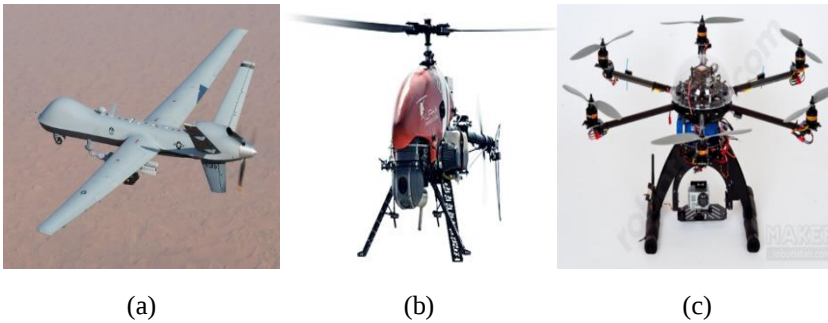


Figure 1. Unmanned aerial vehicle examples (a) Aircraft (Pratt, 2021), (b) helicopter (Alpha, 2020), (c) Drone (İzgöl, 2021).

2. Material And Method

Drones and its parts affecting performance are examined in detail. Drones are named according to the number of engines they have, such as 3 engines (tricopters), 4 engines (quadcopters), 6 engines (hexacopter) and 8 engines (octacopters). Regardless of how many engines the drones have, they can be of different sizes according to their purposes. According to Hoffmann et al. (2005), quadcopters are more useful due to their symmetrical structure. The low number of engines ensures that the working area is more efficient and safer. Thus, although they are more user-friendly than other multi-engine drones, also they are cheaper.

Drones can belong to a brand or we can manufacture them ourselves. If we decide to make it ourselves instead of buying a branded drone, we must first determine the purpose of use, then decide on the parts to be used. A drone basically consists of the frame (body), landing gear, engines, propellers, ESC (the Electronic Speed Controller), flight controller (autopilot), GPS (the Global Positioning System, remote control and receiver and battery, examples of which are shown in Figure 2.



Figure 2. Drone parts for a quadcopter (Egaoong, 2021).

2.1. Drone Parts Affecting Performance

The most important component of a drone with a foldable or fixed landing gear is its frame. It has as many arms as the number of engines and carries all the other parts on it. The size, shape and material of the frame vary according to the purpose of use of the drone. The frame can be purchased ready-made, or can be produced from materials such as aluminum, plastic, wood, plexi, carbon fiber or 3D printouts. For example, the arms of the 450 class four-engine drone shown in the center of Figure 2 are plastic and the plates in the middle of the frame are made of fiberglass.

Racing drones should be lightweight as they need high maneuverability, so their frames are usually made of carbon fiber. Weight is the most important effect for the drone, so the frame must be strong enough to carry the entire weight, but light enough not to adversely affect flight performance. Various frame examples with different shapes and materials are given in Figure 3.



(a)



(b)



(c)



(d)

Figure 3. Frame examples (a) handmade quadcopter frame (4 engines) made of aluminum, (b) handmade laser cut wooden quadcopter frame, (c) hexacopter (6 engines) frame made of carbon fiber (ready frame), (d) carbon fiber for racing quadcopter (4 engines) frame (ready frame) (İzgül, 2021).

The landing gears used in drones cut off the contact of the drone from the ground and protect the system parts (eg. gimbal, load release mechanism) that it carries under the frame in accordance with the work to be done. Landing gear should be chosen carefully like the frame, therefore, they must be strong enough to carry the load of the fuselage during landing and take-off, but light enough not to adversely affect flight performance. In addition, movable (retractable) landing gear should be preferred instead of fixed landing gear in long-distance flights, which will not disturb the aerodynamic structure and therefore flight performance (İzgöl, 2021). An example for fixed and movable landing gear is shown in Figure 4.



Figure 4. Examples of (a) fixed and (b) movable landing gear (İzgöl, 2021).

The control card is the most important part that should be in every drone and provides the most stable flight of the drone according to the commands given from the control. It may contain special sensors such as accelerometer, altimeter and barometer. Control cards can be sold empty or with various hardware such as GPS, power module and current sensor. The most suitable flight controller should be selected according to the purpose of the designed drone to have a minimum negative effect on flight performance in terms of technology and aerodynamics by examining all its features. Various control card examples are given in Figure 5. For a good performance flight, the GPS-supported control card will be more useful because the drone can perform autonomous flight by adhering to the route determined on the map, or when flying with the remote control, it can return to the place where it took off (İzgöl, 2021).

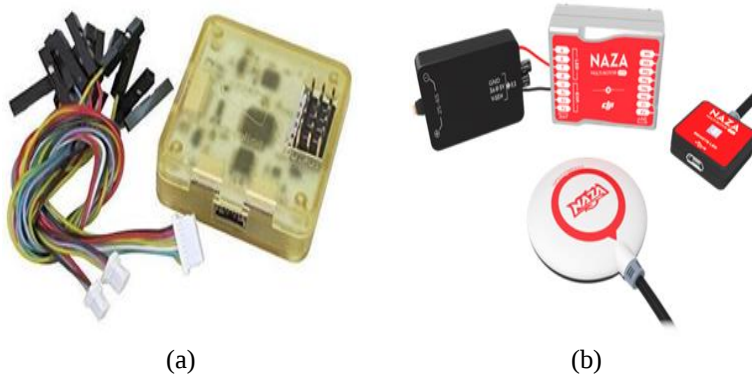


Figure 5. Various examples of control cards (a) CC3D open pilot flight controller, and (b) DJI Naza flight controller.

Engines provide the necessary lifting force together with the propeller for the drone to fly. Brushless engines, shown in Figure 6, are generally used in drone construction, because such engines can be operated with special driver circuits (ESC - Electronic Speed Controller). They are very efficient due to the minimum friction. Unlike brushed engines, there are no wearing parts and they do not need maintenance.



Figure 6. Examples of brushless engines used in drone construction (a) mini racing drones (b) 450 - 600 mm diameter drones.

The brushless engine to be used is selected according to the drone to be made. Parameters such as the battery to be used, the flight time, the weight to be lifted by the engines, the propeller size to be used are very important in determining the engine value. When choosing, it will be useful to decide by looking at the manufacturer's data of the engine to be used. Technical data such as how many volts the engine operates, revolutions per minute, size, the minimum-maximum propeller size that it can turn, how many watts it produces at the minimum-maximum supply voltage and how many grams it can lift are generally included as the manufacturer's data in all engine brands.

Different sized bodies have different sized engines. For example, the value 2830/11 written on an engine means that the stator diameter of the engine is 28 mm, the stator length is 30 mm and each winding consists of 11 windings (The stator is the part of the engine that produces a fixed, stable and rotating magnetic field).

The KV (rpm/V) value specified on the engine expresses the revolutions per minute (rpm) of the engine will rotate with a 1 Volt supply voltage. For example, 1000 KV value written on an engine means that when 1 Volt voltage is applied to the engine, it will rotate 1000 revolutions per minute. If it feeds the 1000 KV engine with 12 volts, the engine will rotate $12 \times 1000 = 12000$ revolutions per minute. As KV value increases in engines, torque decreases and rpm increases. As the KV value decreases, torque increases and rpm decreases, thus increasing the amount of lift. Low rpm (high lift) engines are preferred in drones carrying weight and in quiet flight areas. High KV engines are used in racing drones.

With the rotation of the engine, the propeller pushes the air towards the ground and enables the drone to take off and directs the air flow in the drone's movements. After the engine is selected, the propeller is decided according to the battery voltage to which the engine will be fed and the revolutions per minute permitted by the body. The basic rule for this, if the engine will run at high speed, it is a rule to choose a small size propeller (for speed), and if the engine will run at low speed, a large propeller (for torque) is selected.

The rotation of engines and propellers are of two types, CW (clockwise) and CCW (counterclockwise). Which engine and propeller will be attached to which arm of the frame depends on the flight controller to be used and the instruction manual of the flight controller should be consulted for the application. Various propeller examples used in drones can be seen in Figure 7 (İzgöl, 2021).



Figure 7. Propeller examples for drones.

Since the propeller and engine work together, the engine and propeller efficiency catalogs, an example of which is in Table 1, are used. Depending on the battery we use, a propeller suitable for the maximum thrust given by the engine should be selected.

Table 1. XA 2212 values of brushless engine (Direnc, 2019). Where, revolutions per minute (RPM).

Engine Type	Voltage (V)	Propeller Size	Current (A)	Thrust (G)	Power (W)	Efficiency (G / W)	RPM
XA 2212 820KV	12	APC 11 * 4.7	12	830	144	5.8	5720
	8	APC 11 * 4.7	7.3	500	58.4	8.6	4650
XA 2212 980KV	12	APC 10 * 4.7	15.1	880	181.2	4.9	6960
	8	APC 10 * 4.7	9.5	550	76	7.2	5470
	12	APC 9 * 6	12.3	730	147.6	4.9	8220
	8	APC 9 * 6	7.1	400	56.8	7	6090
XA 2212 1400KV	12	APC 8 * 4	16.4	930	196.8	4.7	12020
	8	APC 8 * 4	9.1	500	72.8	6.9	8900
	12	APC 8 * 6	20.6	940	247.2	3.8	10750
	8	APC 8 * 6	11.9	520	95.2	5.5	8250

Electronic speed controller (ESC) adjusts the speed of the engine according to the signals from the controller. The ESC must work simultaneously with the control card, that is, it must be able to detect and respond to signal responses from the control card. In order to positively affect the flight performance, the most appropriate ESC and engine combination should be selected according to the frame size to be used and the weight of the drone.

In terms of the maximum current used by the engine and the maximum voltage values to be used, the ESC should be decided by looking at the list of engine characteristics. ESC selection should be made after the engine, propeller and battery values to be used are determined clearly. With this method, the engine to be used, how many volts this engine will be operated with is determined and the maximum current that the engine will draw from the battery is calculated according to the size of the propeller to be used. Thus, ESC that provides higher ampere value than this current is selected. ESC is generally preferred at a value above %10 the calculated current value. The 30A statement written on the ESC indicates that this ESC can withstand up to 30 Amperes. For example, if the engine withstands to draw 25A current for 20 seconds, it will be sufficient to select the ESC 30A. There are generally expressions such as 2-5S Li-Po, 3-4S Li-Po, 3-6S Li-Po and 5-12 Ni-Mh on the ESC. This means that the ESC can operate within the ranges of Li-Po batteries or NiMH batteries with a specified number of cells. As in Figure 8, if DC 5,6V - 16,8V is written on the ESC, it means that the ESC can supply a maximum of 18A current in this voltage range. For the balance of the drone, it is very important that the ESCs are identical to each other.



Figure 8. An example of ESC with an 18 A current between the DC 5.6V - 16.8V voltage range.

The main power source that provides electrical energy to the drone is the battery. Lithium polymer (li-po) batteries that can deliver high current instantaneously, that is, their capacities vary and have the ability to give more energy than their weight and size, should be preferred for good flight performance. These batteries are defined as 1S, 2S, 3S ... Each S battery is 3.7 Volts (such as 2S battery = 2×3.7 Volts = 7.4 Volts). A fully filled lipo cell is 4.2 Volts. For lipo batteries, each cell should not be dropped below 3.7 Volts for the health of the battery. Lipo batteries should be charged in a balanced way in every 4-5 refills and the cells should be balanced. Lipo batteries should never be left attached to the charger for more than two hours for the health of the battery. Batteries that will not be used for a long time should be charged in storage mode between 3.7 V - 3.85 V and stored in cool environments in order not to decrease the usage performance. Battery examples used for drones are given in Figure 9.

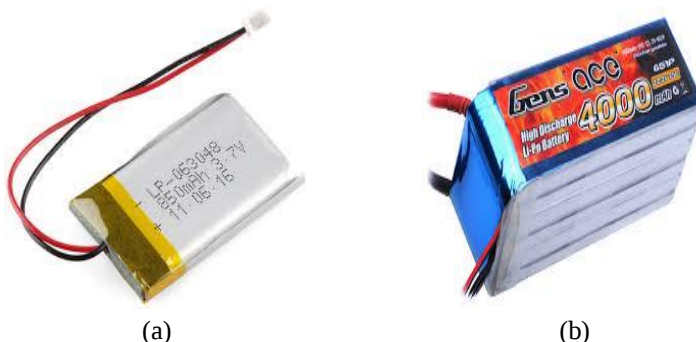


Figure 9. Drone battery examples (850 mAh and 4000 mAh)

3. Results And Conclusions

In the light of these informations, accuracy, security and controllability must be at the maximum level in order for a drone flight to be carried out in the most optimum way. It is very important for the correct selection of each equipment that makes up the drones produced to facilitate the lives of people and to bring them together for a healthy flight. Increasing flight performance will greatly increase the efficiency of the intended operation with the use of the drone, and thus more precise and quality work will occur. Whether the flight is day or night, hot-cold or windy weather affects flight performance. In addition, flying without being affected by the parts that may get hot during the flight will make the performance more efficient. Using a large number of small engines instead of a few large engines will result in the use of smaller propellers, so the weight will decrease as there will be smaller gearboxes, and vertical start and hover will be easier. The increase in the number of engines in drones increases the load-bearing capacity of the device, so the drones used by large production companies for aerial filming are generally hexacopter or octacopter types. Increased arm and engine support will allow larger and heavier cameras to be carried and increase performance according to the work done.

The temperature of the air, whether it is snowy, rainy or windy, affects the drone flight. Windy flight increases energy consumption (Zhang et al., 2021). For example, a drone that takes camera films moves fast, especially in calm weather, and takes good films. However, in rainy, strong winds or foggy/cloudy weather, the use of drones can become inefficient due to the thrust power and low performance of the sensors on it, and it becomes difficult to navigate (Sinha, 2017). For a drone to be as capable as possible, its handling performance must be increased. For this purpose, weight should be minimized and power distribution should be maximized. If it is a racing drone, the power/weight ratio of the drone is increased, thus the handling performance of the drone is also increased. A drone with a high power-to-weight ratio will provide more efficient use than a system with a low power-to-weight ratio (Sinha, 2017; Souvik, 2017; and Malka, 2019).

As the effective control of the drone will ensure the work done in a safer and shorter time, it will greatly increase its preferability. In terms of the efficiency of flight performance, the drone's own weight should be reduced to a minimum, because weight plays an enormous role during flight. Also, maximizing the power distribution is required for the efficiency of the parts it carries. It is important that the parts used in the drone are synchronized with each other. Therefore, it is very important to use the appropriate and right parts to each other.

4. References

- SHGM (2013), “Hava Aracı ve İlgili Ürün, Parça ve Cihazın Uçuşa Elverişlilik ve Çevresel Sertifikasyonu Yönetmeliği”, Official Gazette Date: 20.08.2013, Official Gazette Date: 28741.
- Bansal, Nitish; Aggarwal, Saurabh; Tiwari, Punit (2021). “A case report of drone injury and its relevance in India”, Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma, Available online 25 May 2021, <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2021.05.027>
- Akhloufi, Moulay A.; Arola, Sebastien; and Bonnet, Alexandre (2019), “Drones Chasing Drones: Reinforcement Learning and Deep Search Area Proposal”, Drones, Doi:, <https://doi.org/10.3390/drones3030058>, 3(3): 58.
- İzgöl, Kerem (2021, January 29). Drone Nasıl Yapılır? Kendi Drone'unuzu Kendiniz Yapın!, Retrieved 25 May 2019, from <https://maker.robotistan.com/drone-nedir/>
- Pratt, Leslie (2008). MQ-9 Reaper UAV, Retrieved 1 May 2021, [https://en.wikipedia.org/wiki/General_Atomics_MQ-9_Reaper#/media/File:MQ-9_Reaper_UAV_\(cropped\).jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/General_Atomics_MQ-9_Reaper#/media/File:MQ-9_Reaper_UAV_(cropped).jpg)
- Alpha, (2020). Best-of-Breed UAV VTOL Platforms for Security and Defense, Retrieved 1 May 2021, from <https://alphasecurityanddefense.com/>
- Hoffmann, G.; Rajnarayan, D.G.; Waslander, S.L.; Dostal, D.; Jang, J.S.; and Tomlin, C.J. (2005), “The Stanford testbed of autonomous rotorcraft for multi agent control (STARMAC)”, The 23rd Digital Avionics Systems Conference (IEEE Cat. No.04CH37576), Doi: 10.1109/DASC.2004.1390847, 12.E.4.10.
- Egaoong (2021). 10 Best Drone Kits Of 2019: Get More, Retrieved 1 June 2021, from <https://3x5bwo47zcor131d8tn4uqp5-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2017/09/Qwinout-DIY-quadcopter-drone-kit-basic-drone-1024x1024.jpg>
- Direnc (2019). Emax XA2212 980KV Multikopter için Fırçasız Motor, Retrieved 1 June 2019, from <https://www.direnc.net/emax-xa2212-980kv-multikopter-icin-brushless-fircasiz-motor>
- Zhang, Juan.; Campbell, James F.; Sweeney II, Donald. C. and Hupman, Andrea C. (2021). Energy consumption models for delivery drones: A comparison and assessment, Transportation Research Part D: Transport and Environment, Volume 90, January 2021, <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102668>

Sinha, Sumontro (2017). How do you improve the handling performance of drones?, Retrieved 25 May 2019, from <https://www.quora.com/How-do-you-improve-the-handling-performance-of-drones>

Souvik (2017, May 2). 3 Interesting Tips for Better Drone Performance, Retrieved 01 June 2019, from <https://www.rswebsols.com/tutorials/technology/3-tips-better-drone-performance>

Malka, Netanel (2019, May 16). Increasing Drone Performance Through A Better UAV Data Link, Drone Communication, Retrieved 28 June 2019, from <https://www.skyhopper.biz/uav-data-link/>

INSAC
Academic Studies on
Natural and Engineering
Sciences



**Neonatal Caffeine Administration Causes Biomolecular
Alterations in Cerebellum Brain Region in Epileptic Rats
(Didem Şentürk, Sevgi Türker-Kaya, Gül İlbaş)**

Neonatal Caffeine Administration Causes Biomolecular Alterations in Cerebellum Brain Region in Epileptic Rats

Didem Şentürk¹, Sevgi Türker-Kaya², Gül İlbay³

¹*Department of Biology, Faculty of Arts and Sciences, Kocaeli University,
E-mail:didemmsenturk@gmail.com*

²*Department of Biology, Faculty of Arts and Sciences, Kocaeli University,
E-mail:sevgitrkr@gmail.com*

³*Department of Physiology, Faculty of Medicine, Kocaeli University,
E-mail:gulilbay@gmail.com*

1. Introduction

Caffeine (1,3,7-trimethylxanthine) is a central nervous system (CNS) stimulant, and widely consumed substance worldwide (Fredholm et al., 2017). It is used for the treatment of prematurity apnea (Dobson and Hunt, 2013) due to its pharmacological effects such as to increase oxygen consumption and to enhance diaphragmatic contractility (Comer et al., 2001; Kraaijenga et al., 2015; Abdel-Hady et al., 2015). Caffeine is an adenosine antagonist at the A2a receptors, and a non-selective adenosine antagonist at A1 receptor (Dobson et al., 2014; Jawdeh et al., 2013; Dobson et al., 2013). Through this action the relationship between caffeine and epileptic seizures has been demonstrated by a variety of experimental and clinical studies (Ruangkittisakul et al., 2015; Germe et al., 2015; Gupta et al., 2014; Johansson et al., 1996) including the genetic absence epilepsy models such as Wistar Albino Glaxo from Rijswijk (WAG/Rij rats) (Dede et al., 2019). More importantly, considering that caffeine is used in the treatment of premature apnea, it gains importance to reveal the relationship between caffeine exposure in the early stages of life and epileptic seizures. Relatively, in P7-P11 or P13-P17 this substance can elevate the threshold of epileptic activities, it can be pro-convulsive at the P25 (Yavuz et al., 2019).

Caffeine has also potential to affect different brain areas such as cerebellum since it contains A1 adenosine receptors (Fastbom et al., 1987; Goodman and Synder, 1982). The cerebellum, containing roughly 80% of the neurons in CNS (Andersen et al., 1992), is a large part of the brain in all vertebrates. It regulates motor activities, and supports cognitive processes such as learning, attention, executive function, and language (Sokolov et al., 2017; Popa et al., 2016; Kandel, 2013). There are evidences for not only its involvement in generation of epileptic activities (Kros et al., 2017; Marcian et al., 2016), but also its suppressive role on different epileptic convulsions

(Guidetti et al., 1975; Niedermeyer and Uematsu, 1974) including absence seizures (Blumenfeld, 2012; Noachtar and Peters, 2009). Besides this, there are different studies related with the effects of neonatal caffeine exposure on cerebellum. For instance, a caffeine-supplemented protein diet fed to rats from P0 to P43 leads to an increment RNA and protein amount in the cerebellum (Yazdani et al., 1988). The same authors have reported that a higher dose of caffeine administered from P0 to P10 causes a reduction in cerebellar weight and an increase in fatty acid content of the cerebellum (Yazdani et al., 2004). In addition, acute high dose caffeine exposure throughout neonatal period elevates apoptosis in cerebellum as reported by Black et al., 2008. All these works have been employed on healthy animals. However, there is no study investigating the effects of the neonatal caffeine exposure on cerebellum of epileptic rats.

Considering role of cerebellum and effects of caffeine on epileptic activities, in the present study, we aimed to bring a biophysical approach to the subject. Indeed, the molecular changes caused by caffeine administration in the neonatal period in cerebellum region of WAG/Rij rats were investigated. We used epileptic WAG/Rij rats known as an animal model of human absence epilepsy. At the age of 2 months the rats start to show bilateral spike wave discharges (SWD) in electroencephalogram, however older than 5 months they are fully manifested by hundreds of SWDs with behavioral signs of spontaneous absence seizures (Russo and Citraro, 2018; Van Luijckelaar and Zobeiri, 2014). We utilized Fourier Transform Infrared (FT-IR) spectroscopy. This technique is relatively a simple, sensitive, accurate, highly reproducible, and rapid, diagnostic tool. It offers a suitable methodology to analyze brain tissue at the molecular-level for determination of disease induced changes (Ali et al., 2018; Tidy et al., 2017; Türker et al., 2014a;b; Caine et al., 2012). In the current study, by performing FT-IR spectroscopy we could simultaneously obtain data about biophysical parameters such as protein and lipid amount, lipid fluidity, lipid order and membrane packing. Additionally, Bradford test and thiobarbituric acid reactive substances (TBARs) assays were included in the study to confirm spectral data.

2. Material and Methods

2.1. Animal Experiments

Animal experiments were carried out according to the European Community Council Directive of 24 November 1986 and all procedures were approved by the local animal welfare authorities (KOÜ HADYEK 1/6 - 2018). The new born WAG/Rij male rats used in the study were divided into two groups as control (WAG/Rij) (n=6) and caffeine (WAG/Rij + CAF)

(n=6) groups. All pups in WAG/Rij + CAF group were injected with 20 mg/kg (i.p.) between P7-P11, while WAG/Rij group received saline solution. At the end of the 22nd day, all pups were kept away from the mothers and placed in separate cages. Animals were allowed free intake of food in room temperature during a light/dark period. After 6 months, the rats were decapitated under deep ether anesthesia, and their brains removed to dissect out cerebellum region. The obtained tissues were kept in a deep freezer at - 80 ° C until biophysical and biochemical analysis.

2.2. Spectroscopic Studies

Cerebellum brain regions were dried for 24 hours to remove water from the tissues using Freeze Dryer. The tissues were ground to obtain powder, and tissue powder was mixed with potassium bromide (KBr). The mixture was kept at a pressure of 100 kg/cm² for 5 minutes in a hydraulic press to obtain pellet. Spectral acquisitions of KBr pellets were performed with a Perkin Elmer Spectrum One FT-IR spectrometer equipped with a MIR DTGS detector in the 4000-1000 cm⁻¹ wavenumber range and 4 cm⁻¹ resolution. Three different pellets were prepared from each cerebellum and were scanned. The average spectra of three replicates giving identical spectra represented one cerebellum were used in spectral analysis as in previous studies (Türker et al., 2014a;b).

Perkin Elmer Spectrum One Software was used to analyse spectra. Band positions (wave number) values were calculated by taking 80% of the peak height. The bandwidth was calculated by converting cm unit obtained from 80% of the peak height to cm⁻¹. Baseline correction was applied according to 4000, 2000, 900 cm⁻¹ points. Later, the band area values were calculated as related to the baseline, which involve the maximum peak height (Turker-Kaya et al., 2016). Moreover, the lipid / protein ratio was calculated by dividing the sum of the CH₂ asymmetric and symmetric stretching (2924 cm⁻¹-2851 cm⁻¹) bands to the total areas of the protein modes (1645 cm⁻¹-1547 cm⁻¹).

2.3. Biochemical Assays

The assays were performed according to the instructions provided in Pierce Coomassie (Bradford) Protein Assay Kit (Thermo Scientific, USA) and TBARs Assay Kit (Cayman, USA).

2.4. Statistical Analysis

The results were expressed as 'mean ± standard deviation'. All data were evaluated statistically using ANOVA test. A 'p' value less than or equal to

0.05 was considered as statistically significant. The degree of significance was denoted as less than or equal to $p \leq 0.05^*$ and $p \leq 0.001^{**}$.

3. Results and Discussion

FT-IR spectra obtained from cerebellum samples for WAG/Rij and WAG/Rij+CAF groups is shown in Figure 1. As illustrated the figure, the spectra of cerebellum is complex containing many bands, and the spectral assignments of the modes are represented in Table 1.

It is very well-known that brain is highly enriched in lipid contents with accounting for 50–60% of its dry weight (Aureli et al., 2015; Luchtman and Song, 2013). Such lipid molecules including sphingolipids, glycerophospholipids, cholesterol (Zhang and Liu, 2015) and fatty acids are involved in a variety of cellular processes of the brain. Therefore, any disruption in lipid metabolism has been linked with different neurological disorders (Schmitt et al., 2014; Adibhatla and Hatcher, 2008). Taking the importance of lipids into account we investigated the alterations in cerebral lipids such as unsaturated, saturated, cholesterol and phospholipids upon caffeine treatment.

Table 1. General band assignment of the infrared spectral bands analyzed in the study.

Band	Spectral Band Assignment
3012	Olefinic HC=CH stretching: unsaturated lipid
2925	CH ₂ asymmetric stretching: mainly lipid, little contrubiton of protein, carbohydrate, nucleic acid
2852	CH ₂ simetrik stretching: mainly lipid, little contrubiton of protein, carbohydrate, nucleic acid
1740	C = O stretching: phospholipid, cholesterol ester, triglyceride
1645	Amid I (C=O stretching): protein
1545	Amid II (C=N ve N-H stretching): protein
1230	PO ₂ ⁻ asimetrik stretching: phospholipid, nucleic acid

In the frequency range of 3050–2800 cm⁻¹ in a spectrum of cerebellum the first mode at 3012 cm⁻¹ is named as olefinic HC=CH band arising from unsaturated lipids and/or lipid peroxidation end products (Turker-Kaya et al., 2014a;b). Therefore, the area and absorption value of this band is used as the lipid peroxidation index (Severcan et al., 2005). As shown in Figure 1

and Table 2, there is a significant ($p \leq 0.05^*$) decrease in the area of this absorption in WAG/Rij+CAF compared to WAG/Rij. This decrement may be due to a reduction in amount of unsaturated lipids or a decrease in lipid peroxidation products. To confirm this, we also performed TBARs assay (Table 2) and obtained dramatic ($p \leq 0.001^{**}$) decline in WAG/Rij+CAF group. Such finding might be resulted from act of caffeine as inhibitor of lipid peroxidation (Endesfelder et al., 2019; Devasagayam et al., 1996) related with its neuroprotector role against epileptic seizures.

Regarding the change in unsaturated lipids the increase in saturated lipids is expected. The area values of the CH_2 asymmetric (2925 cm^{-1}) and symmetric (2850 cm^{-1}) stretching bands originating from the acyl chains of lipids provide information about the saturated lipid amount (Liyanage et al., 2018; Turker et al., 2016). In both bands, a significant ($p \leq 0.05^*$) increase was obtained in the caffeine-administered group when compared to WAG/Rij group. This increase in saturated lipids may be an indicator of high level of saturated lipids (Turker et al., 2014a; Szalontai et al., 2000). The increment in saturated lipids might be resulted from a decrease in unsaturated lipids as obtained from the olefinic mode. This data is in accordance with the study in which an elevated level of fatty acids in cerebellum upon chronic caffeine application to newborn rats has been shown by Yazdani et al (2004).

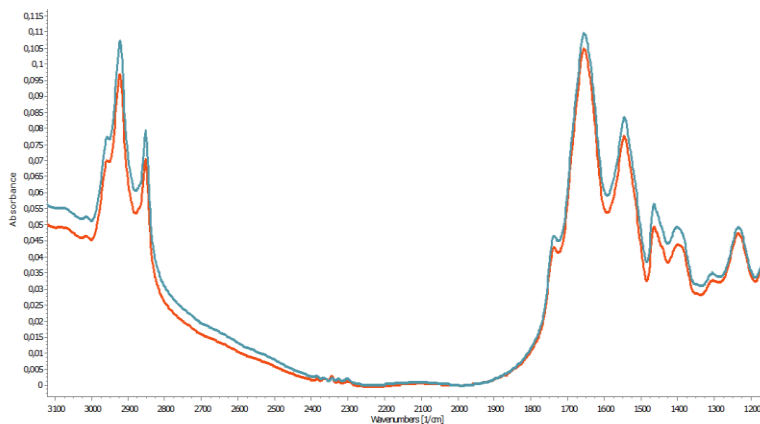


Figure 1. Average FT-IR spectra of WAG/Rij (blue) and WAG/Rij + CAF (red) group in the range of $3100\text{-}1200 \text{ cm}^{-1}$

Table 2. Numerical values of some spectral parameters of WAG/Rij and WAG/Rij+CAF groups. Significance was denoted by asterisk.

	WAG/Rij	WAG/Rij+CAF
Peak Areas		
Olefinic	3.30±0.017	2.01± 0.081*
CH₂ asym	4.27± 0.542	5.94±0.260*
CH₂ sym	8.21± 0.470	10.3±0.823*
C=O	3.46±0.371	2.59± 0.367*
PO₂ asym	4.88± 0.543	3.79± 0.215*
Amid I	11.48±0.368	8.45± 1.04*
Amid II	8.01±0.059	6.48± 0.529*
lipid/protein	0.90±0.079	1.21± 0.18*
Wavenumber Values		
CH₂ asym	2927.01±0.582	2925.11±0.471*
CH₂ sym	2851.56±0.813	2850.67±0.139*
C=O	1740.92±0.745	1738.02±0.168*
PO₂ asym	1236.28±0.379	1234.18±0.225*
Bandwidth		
CH₂ asym	22.02± 0.209	23.16±0.097*
CH₂ sym	9.86± 1.481	11.71±0.116*
Bradford		
	34.28± 1.752	31.26± 1.483*
TBARs		
	2.01± 0.147	1.83± 0.156**

The C = O stretching (1745 cm⁻¹) band is formed mainly due to the carbonyl extensions of the glycerol skeletons of triacylglycerols, cholesterol ester and phospholipids (Grace et al., 2019; Sivakumar et al., 2014; Türker et al., 2014a;b). Although triacylglycerols are one of the most important molecules contributing to the C = O band, their contribution this band is insignificant due to its presence in brain tissue at very low level. As illustrated in Table 2 and Figure 1, it was found that caffeine treatment significantly ($p \leq 0.05^*$) decreased the area of the C = O band. In accordance with this finding it has been shown that after neonatal caffeine exposure to rats, cholesterol content lowered in hippocampus and medulla oblongata (Yazdani et al., 1990; 1988). Such decline might be resulted from inhibition of cholesterol synthesis as suggested by the same authors. Moreover, it is known that the majority of cholesterol (~70%) in central nervous system is found in myelin sheath (Dietschy, 2009). As reported by Fuller and Wiggins (1981) postnatal myelination was depressed by caffeine administration. Thus, the related lower amount of cholesterol because of reduced myelin sheath by caffeine is expected. Additionally, lipid peroxidation, which causes

the breakdown of long chains of lipids, often accompanies the formation of a wide variety of degradation products from aldehydes, shorter chain lipids, and carbonyl compounds, including lipids (Alugoju et al., 2019). These products containing C=O groups may have a contribution to the C = O band, thereby increasing the area of the C=O absorption. However, in our case, we found a decrease in lipid peroxidation obtained from the olefinic band area and TBARS test, therefore, decreased amount of lipid peroxidation end products might be reflected as a decline in the area of C=O mode. On the other hand, membrane phospholipids have also contribution to this mode. Indeed, this mode is also assigned to the glycerol backbone near the head group of phospholipids in interfacial region (Türker et al., 2014a;b). So, the obtained decline in this vibration might be also related with a decrease in membrane phospholipids. The same trend was also obtained from the decrement in the area of the PO_2^- asymmetric stretching (1235 cm^{-1}), which is arisen from to the phosphate the head group of membrane lipids (Akkas et al., 2007).

It is worth mentioning that FT-IR spectroscopy suffers from giving information about specific molecules in biological samples. Therefore, the data obtained from proteins in samples such as cerebellum presented here offer data about whole protein profile (Turker-Kaya et al., 2016). Proteins are molecular machines that control many of the basic cellular functions such as molecular recognition, enzymatic activities, ionic transport and signal transduction in living organisms (Babu et al., 2019). Thus, the investigation of the changes in proteins would be beneficial to get idea about the caffeine effects in brain. The Amide I (1645 cm^{-1}) and Amide II (1540 cm^{-1}) bands correspond to the vibrations of proteins. While the amide I band is characterized by vibrations of C = O proteins. Amide II band is characterized by N-H bending and C-N stretching vibrations of proteins (Alugoju et al., 2019; Bozkurt et al., 2012). In the band areas of the mentioned bands, a significant ($p < 0.05$) decrease was observed in WAG/Rij + CAF group. Such result was also supported by Bradford test (Table 1). This reduction in protein content might be associated with a reduction in synthesis and/or production of adenosine A1 receptor as suggested by Fa-Lin et al (2015) and Geiger et al (1984). On the contrary, it has reported that a caffeine-supplemented diet (20% protein + 1 mg/100 g body weight caffeine) was given to rats from P0 to P43 led to an increment in amount of protein of the cerebellum (Yazdani et al., 1988). The reason for the contradictory between this finding and our data may be related to the administrated caffeine dose and duration, which was very lower amount and longer period that that of our case. Furthermore, since the amide I and amide II bands rely on the structural composition of proteins, the changes in the areas of these bands indicate that there are some differences in the structure of the proteins (Cakmak et al., 2011; Dogan et al., 2007). Because these absorptions are the

sum of sub-bands belonging to secondary structural elements of proteins such as alpha helix, beta sheet and random coil (Turker-Kaya et al., 2016; Turker et al., 2014a). According to the literature, caffeine can create a protective effect on protein chains, interrupting the citric acid-mediated cross-linking of proteins due to its hydrophobic interaction with apolar amino acids (Zand-Rajabi and Madadlou, 2016). In this case, it can cause changes in protein structures. As a result, the decrease in protein in the cerebellum might indicate some alterations in the structure and amount of proteins.

The frequency values of the CH₂ asymmetric (2925 cm⁻¹) and the CH₂ symmetric (2850 cm⁻¹) stretching modes are related with the lipid acyl chain flexibility (order / disorder of lipids) (Sivakumar et al., 2012; Turker et al., 2014a). They are used to monitor the trans/gauche isomerization in the system. In detail, if the frequency values of the CH₂ asymmetric and symmetric bands shift to higher values, the higher acyl chain flexibility, i.e. the disorder condition of the lipids is the conformationally higher gauche number (Cakmak et al., 2011; Akkas et al., 2007). As demonstrated Figure 1 and Table 2, a significant ($p < 0.05$) shifting in such modes for WAG/Rij + CAF group may suggest high degree of gauche conformers, which results in disordered membrane system (Turker et al., 2014b; Akkas et al., 2007). These changes in conformation of fatty acyl chains also reflect the alterations in packing of hydrophobic part of membrane structure (Türker et al., 2014b). In addition to that, the packing degree of hydrophilic part of membrane phospholipids is obtained from the changes in the frequencies of the C = O and the PO₂⁻ asymmetric stretching (Turker et al., 2014b; Carmona et al., 2008). According to our results, in caffeine administrated group a significant ($p < 0.05$) increase in both the C = O and the PO₂⁻ asymmetric stretching means a decrease in the hydration status of the glycerol backbone of membrane phospholipids close to the polar region and phosphate head groups of the membrane lipids, respectively (Turker et al., 2014a; Akkas et al., 2007). Such alterations in polar region of membrane lipids may reflect changed lipid packaging. All variations in lipid packing including hydrophilic and hydrophobic environment of membrane lipids may alter connection of protein components with hydrophobic and hydrophilic residues, thus enabling proteins to be embedded in the membrane (Do et al., 2017; Turker-Kaya et al., 2014a).

Bandwidth values of the CH₂ asymmetric (2925 cm⁻¹) and symmetric (2850 cm⁻¹) stretching modes also provide information about the membrane dynamics/fluidity (Alugoju et al., 2019; Turker-Kaya et al., 2018). When compared to WAG/Rij group, there is a significant ($p < 0.001$) increase in bandwidth values of these modes for WAG/Rij + CAF, which suggest that with caffeine treatment lipid dynamics is elevated. Altered membrane

fluidity can lead to activity changes of membrane-bound enzymes, ion channels, and receptors. The increase in membrane fluidity shows not only lipid movements but also the free rotation of lipid acyl chains (Sivakumar et al., 2014; Bozkurt et al., 2010). The difference in membrane fluidity may encounter dysfunction of glucose transporters in the blood-brain barrier, with changes in the packaging of membrane phospholipids as obtained from the frequencies of the CH₂ asymmetric, the CH₂ symmetric, the C=O and the PO₂⁻ asymmetric (van Vliet et al., 2015; Turker et al., 2014b).

Both lipid dynamics and lipid order are in relation with the amount of proteins and lipids in the membranes (Szalontai et al., 2000). Using FT-IR data, the lipid and protein ratio is obtained by taking the ratio of areas of bands originating from lipids and proteins (Cakmak et al., 2011). We obtained a significant ($p < 0.05$) increment was observed in WAG/Rij + CAF group. The increased lipid/protein ratio may be due to a decrease in protein content and an increase in lipid content, or both events occurring at the same time. This decrease can be attributed to protein breakdown and degradation. The components that change the lipid/protein ratio together with the changes in the chemical composition (lipid packing) of the membrane can cause a dynamic imbalance by pulling the membrane connection with the intracellular cytoskeletal elements. Such events may explain membrane disruption and prove the loss of viability associated with a permanent loss of membrane integrity (Turker-Kaya et al., 2014a).

4. Conclusion

According to the results of the present study, caffeine treatment in early stages of life may cause significant alterations in biomolecules with related parameters in cerebellum brain region. Particularly, when considering biomolecules are major block of tissues, such observed changes might reflect structural and functional changes in this brain region. Indeed, as stated in the literature, neonatal caffeine application and cerebellum region may separately contribute to the inhibition of absence seizures. All the findings we obtained may be from biomolecular mechanisms under such action.

5. References

- Abu, Jawdeh E.G., O'Riordan, M., Limrungsikul, A., Bandyopadhyay, A., Argus, B.M., Nakad, P.E., Supapannachart, S., Yunis, K.A., Davis, P.G., Martin, R.J., 2013. Methylxanthine use for apnea of prematurity among an international cohort of neonatologists. *J Neonatal Perinatal Med.* 6, 251-256.

- Adibhatla, R.M., Hatcher, J., 2008. Altered Lipid Metabolism in Brain Injury and Disorders. *Lipids Health Dis.* Dordrecht: Springer Netherlands. *Subcell Biochem.* 49, 241-68.
- Akkas, S.B., Severcan, M., Yilmaz, O., Severcan, F., 2007. Effects of lipoic acid supplementation on rat brain tissue: An FTIR spectroscopic and neural network study. *Food Chemistry.* 105(3), 1281-1288.
- Ali, M.H.M., Rakib, F., Abdelalim, E.M., Limbeck, A., Mall, R., Ullah, E., Mesaeli, N., McNaughton, D., Ahmed, T., Al-Saad K., 2018. Fourier-Transform Infrared Imaging Spectroscopy and Laser Ablation-ICPMS New Vistas for Biochemical Analyses of Ischemic Stroke in Rat Brain Front. *Neurosci.* 12.
- Alugogu, P., Narsimulu, D., Bhanu, J.U., Satyanarayana, N., Periyasamy, L., 2019. Role of quercetin and caloric restriction on the biomolecular composition of aged rat cerebral cortex: An FTIR study. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy.* 220, 117128.
- Andersen, B.B., Korbo, L., Pakkenberg, B., 1992. A quantitative study of the human cerebellum with unbiased stereological techniques. *J Comp Neurol*, 326, 549-560.
- Aureli M., Grassi, S., Prioni, S., Sonnino, S., Prinetti, A., 2015. Lipid membrane domains in the brain. *Biochim. Biophys. Acta - Mol. Cell Biol. Lipids.* 1851(8), 1006-16.
- Babu, K.M., Zuckerman, M.D., Cherkes, J.K., Hack J.B., 2011. First-Onset Seizure After Use of 5-hour Energy, *Pediatric Emergency Care.* 27(6), 539-540.
- Black, A.M., Pandya, S., Clark, D., Armstrong, E.A., Yager J.Y., 2008. Effect of caffeine and morphine on the developing pre-mature brain. *Brain Res.* 1219, 136-142.
- Blumenfeld H., 2012. Impaired consciousness in epilepsy. *Lancet Neurol.* 11, 814-826.
- Bozkurt, Ö., Haman Bayari, S., Severcan, M., Krafft, C., Popp, J., Severcan, F., 2012. Structural alterations in rat liver proteins due to streptozotocin-induced diabetes and the recovery effect of selenium: Fourier transform infrared microspectroscopy and neural network study. *Journal of Biomedical Optics.* 17(7), 0760023.

- Caine, S., Heraud, P., Tobin, M.J., McNaughton, D., Bernard C.C.A., 2012. The application of Fourier transform infrared microspectroscopy for the study of diseased central nervous system tissue. *Neuroimage*. 59(4), 3624-40.
- Cakmak, G., Zorlu, F., Severcan, M., Severcan, F., 2011. Screening of Protective Effect of Amifostine on Radiation-Induced Structural and Functional Variations in Rat Liver Microsomal Membranes by FT-IR Spectroscopy. *Analytical Chemistry*. 83, 2438-2444.
- Carmona, P., Rodriguez-Casado, A., Alvarez, I., Miguel, E., Toledano, A., 2008. FTIR Microspectroscopic Analysis of the Effects of Certain Drugs on Oxidative Stress and Brain Protein Structure. *Biopolymers*. 89(6), 548-54.
- Comer, A.M., Perry, C.M., Figgit, D.P., 2001. Caffeine citrate: a review of its use in apnoea of prematurity. *Paediatr Drugs*. 3, 61-79.
- Dede, F., Karadenizli, S., Ozsoy, O.D., Eraldemir, F.C., Sahin, D., Ates, N., 2019. Antagonism of adenosinergic system decrease SWD occurrence via an increment in thalamic NFkB and IL-6 in absence epilepsy. *J. Neuroimmunol*. 326, 1-8.
- Devasagayam, T.P.A., Kamat, J.P., Mohan, H., Kesavan, P.C., 1996. Caffeine as an antioxidant: inhibition of lipid peroxidation induced by reactive oxygen species, *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Biomembranes*. 1282(1), 63-70.
- Dietschy, J.M., 2009. Central nervous system: cholesterol turnover, brain development and neurodegeneration. *Biol. Chem*. 390, 287-293.
- Do, T., Dao, U., Bui, H., Nguyen, T., 2017. Effect of electrostatic interaction between fluoxetine and lipid membranes on the partitioning of fluoxetine investigated using second derivative spectrophotometry and FTIR, *Chemistry and Physics of Lipids*. 207, 10-23.
- Dobson, N.R., Hunt, C.E., 2013. Pharmacology review: Caffeine use in neonates: Indications, pharmacokinetics, clinical effects, outcomes. *NeoReviews*. 14, 540-550.
- Dobson, N.R., Patel, R.M., Smith, P.B., Kuehn, D.R., Clark, J., Vyas-Read, S., Herring, A., Laughon, M.M., Carlton, D., Hunt, CE., 2014. Trends in caffeine use and association between clinical outcomes and timing of therapy in very low birth weight infants. *J Pediatr*. 164, 992-998.

- Dogan, A., Siyakus, G., Severcan, F., 2007. FTIR spectroscopic characterization of irradiated hazelnut (*Corylus avellana* L.). *Food Chemistry*. 100, 1106-1114.
- Endesfelder, S., Strauß, E., Scheuer, T., Schmitz, T., Bühner, C., 2019. Antioxidative effects of caffeine in a hyperoxia-based rat model of bronchopulmonary dysplasia. *Respiratory Research*. 20,88.
- Fastbom, J., Pazos, A., Palacios, J.M., 1987. The distribution of adenosine A1 receptors and 5'-nucleotidase in the brain of some commonly used experimental animals. *Neuroscience*. 22(3), 813-26.
- Fraioli, B., Guidetti, 1975. Effects of stereotactic lesions of the dentate nucleus of the cerebellum in man. *Appl Neurophysiol*. 38, 81-90.
- Fredholm, B.B., Yang, J., Wang, Y., 2017. Low, but not high, dose caffeine is a readily available probe for adenosine actions. *Mol. Asp. Med*. 55, 20-25.
- Fuller, G.N., Wiggins, R.C., 1981. A possible effect of the methylxanthines caffeine, theophylline and aminophylline on postnatal myelination of the rat brain. *Brain Res*. 213(2):476-80. doi: 10.1016/0006-8993(81)90257-2. PMID: 7248772.
- Geiger, J., Labella, F., Nagy, J.I., 1984. Ontogenesis of adenosine receptors in the central nervous system of the rat. *Dev. Brain Res*. 13, 97-104.
- Germe, K., Faure, J.B., Koning, E., Nehlig, A., 2015. Effect of caffeine and adenosine receptor ligands on the expression of spike-and-wave discharges in Genetic Absence Epilepsy Rats from Strasbourg (GAERS). *Epilepsy Res*. 110, 105-114.
- Goodman, R.R., Synder, S.H., 1982. Autoradiographic localization of adenosine receptors in rat brain using [3H]cyclohexyladenosine. *J Neurosci*. 2(9), 1230-41.
- Grace, C.E., P. Lakshmi, K., Meenakshi, S., Vaidyanathan, S., Srisudha, S., Mary, M.B., 2019. Biomolecular transitions and lipid accumulation in green microalgae monitored by FTIR and Raman analysis. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*. 224, 1173822.
- Gupta, P., Khobragade, S.B., Shingatgeri, V.M., 2014. Effect of various antiepileptic drugs in zebrafish PTZ-Seizure model. *Indian J. Pharm. Sci*. 76, 157-163.

- Hesham, Abdel-Hady., Nehad, Nasef., Abd Elazeez, Shabaan., Islam, Nour., 2015. Caffeine therapy in preterm infants. *World J Clin Pediatr.* 8;4(4), 81-93.
- Johansson, B., Georgiev, V., Kuosmanen, T., Fredholm, B.B., 1996. Long-term treatment with some methylxanthines decreases the susceptibility to bicuculline- and pentylenetetrazol-induced seizures in mice. Relationship to c-fos expression and receptor binding. *Eur. J. Neurosci.* 8, 2447-2458.
- Kandel E.R., 2013. *Principles of neural science* (5th ed.), McGraw-Hill, New York.
- Kraaijenga, J.V., Hutten, G.J., de Jongh, F.H., van Kaam, A.H., 2015. The Effect of Caffeine on Diaphragmatic Activity and Tidal Volume in Preterm Infants. *J Pediatr.* 167, 70-75.
- Kros, L., Lindeman, S., Eelkman Rooda, O.H.J., Murugesan, P., Bina, L., Bosman, L.W.J., et al. 2017. Synchronicity and rhythmicity of Purkinje cell firing during generalized spike-and-wave discharges in a natural mouse model of absence epilepsy. *Front Cell Neurosci.* 11, 346.
- Liyanage, S., Bouyanfif, A., Ramalingam, L., Moustaid-Moussa, N., Abidi, N., 2018. Application of FTIR Imaging to Detect Dietary Induced Biochemical Changes in Brown and White Adipocytes. *Vibrational Spectroscopy.* 97, 91-101.
- Luchtman, D.W., Song, C., 2013. Cognitive enhancement by omega-3 fatty acids from childhood to old age: findings from animal and clinical studies. *Neuropharmacology.* 64, 550-65.
- Marcian, V., Filip, P., Bares, M., Brazdil, M., 2016. Cerebellar dysfunction and ataxia in patients with epilepsy: coincidence, consequence, or cause? *Tremor Other Hyperkinet Mov.* 6, 376.
- Niedermeyer, E., Uematsu, S., 1974. Electroencephalographic recordings from deep cerebellar structures in patients with uncontrolled epileptic seizures. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 37, 355-365.
- Noachtar, S., Peters, A.S., 2009. Semiology of epileptic seizures: a critical review. *Epilepsy Behav.* 15, 2-9.
- Popa, L.S., Streng, M.L., Hewitt, A.L., Ebner TJ., 2016. The errors of our ways: understanding error representations in cerebellar-dependent motor learning. *Cerebellum.* 15, 93-103.

- Ruangkittisakul, A., Sharopov, S., Kantor, C., Kuribayashi, J., Mildenerger, E., Luhmann, H.J., Kilb, W., Ballanyi, K., 2015. Methylxanthine-evoked perturbation of spontaneous and evoked activities in isolated newborn rat hippocampal networks. *Neuroscience*. 301, 106-120.
- Russo, E., Citraro, R., 2018. Pharmacology of epileptogenesis and related comorbidities in the WAG/Rij rat model of genetic absence epilepsy. *Journal of Neuroscience Methods*. 310, 54-62.
- Schmitt, F., Hussain, G., Dupuis, L., Loeffler, J.P., Henriques, A., 2014. A plural role for lipids in motor neuron diseases: energy, signaling and structure. *Front Cell Neurosci*. 8,25.
- Severcan, F., Gorgulu, G., Gorgulu, S.T., Guray, T., 2005. Rapid monitoring of diabetes-induced lipid peroxidation by Fourier transform infrared spectroscopy: evidence from rat liver microsomal membranes. *Analytical biochemistry*. 339(1), 36-40.
- Sivakumar, S., Khatiwada, C.P., Sivasubramanian, J., Raja, B., 2014. Protective Effects of Deferiprone and Desferrioxamine in Brain Tissue Ofaluminum Intoxicated Mice: An FTIR Study. *Biomedicine & Preventive Nutrition*. 4(1), 53-61.
- Sivakumar, S., Khatiwada, C.P., Sivasubramanian, J., Raja, B., 2014. Protective Effects of Deferiprone and Desferrioxamine in Brain Tissue Ofaluminum Intoxicated Mice: An FTIR Study, *Biomedicine & Preventive Nutrition*. 4(1), 53-61.
- Sokolov, A.A., Miall, R.C., Ivry R.B., 2017. The cerebellum: adaptive prediction for movement and cognition. *Trends Cogn Sci*. 21, 313-332.
- Szalontai, B., Nishiyama, Y., Zoltan Gombos, Z., Murata, N., 2009. Membrane dynamics as seen by Fourier transform infrared spectroscopy in a cyanobacterium, *Synechocystis* PCC 6803 The effects of lipid unsaturation and the protein-to-lipid ratio. *Biochimica et Biophysica Acta*. 1509, 409-419.
- Tidy, R.J., Lam, V., Fimognari, N., Mamo, J.C., Hackett M.J., 2017. FTIR studies of the similarities between pathology induced protein aggregation in vivo and chemically induced protein aggregation ex vivo. *Vib. Spectrosc*. 91, 68-76.
- Turker, S., Severcan, M., Ilbay, G., Severcan F., 2014. Epileptic seizures induce structural and functional alterations on brain tissue membranes. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Biomembranes*. 1838(12), 3088-3096.

- Turker, S., Ilbay, G., Severcan, M., F Severcan F., 2014. Investigation of compositional, structural, and dynamical changes of pentylenetetrazol-induced seizures on a rat brain by FT-IR spectroscopy. *Analytical chemistry*. 86(3), 1395-1403.
- Turker-Kaya, S., Mutlu, O., Çelikyurt İ., Akar F., Ulak G., 2016. Tianeptine, olanzapine and fluoxetine show similar restoring effects on stress induced molecular changes in mice brain: An FT-IR study. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*. 161, 178-185.
- Van der Geer, J., Hanraads, J.A.J., Lupton, R.A., 2010. The art of writing a scientific article. *J. Sci. Commun*. 163, 51–59.
- van Luijtelar, G., Zobeiri, M., 2014. Progress and outlooks in a genetic absence epilepsy model (WAG/Rij). *Curr. Med. Chem*. 21, 704-721.
- van Vliet, E.A., Aronica, E., Gorter, J.A., 2015. Blood–brain barrier dysfunction, seizures and epilepsy. *Seminars in Cell & Developmental Biology*. 38, 26-34.
- Xu, F., Cheng, H., Wang, C., Zhang, Y., Guo, J., 2015. Effects of caffeine citrate on myelin basic protein in neonatal rats with hypoxic-ischemic brain damage. *Zhongguo dang dai er ke za zhi = Chinese journal of contemporary pediatrics*. 17, 984-8.
- Yavuz, M., Albayrak, N., Özgür, M., Gülçebi İdriz Oğlu, M., Çavdar, S., Onat, F., 2019. The effect of prenatal and postnatal caffeine exposure on pentylentetrazole induced seizures in the non-epileptic and epileptic offsprings. *Neuroscience Letters*. 713, 134504.
- Yazdani, M., Hartman, A.D., Miller, H.I., Temples, T.E., Nakamoto, T., 1988. Chronic Caffeine Intake Alters the Composition of Various Parts of the Brain in Young Growing Rats. *Dev Pharmacol Ther*. 11, 102-108. doi: 10.1159/000457674.
- Yazdani, M., Hartman, A.D., Miller, H.I., Temples, T.E., Nakamoto, T., 1988. Chronic caffeine intake alters the composition of various parts of the brain in young growing rats. *Dev. Pharmacol. Ther*. 11(2), 102-108.
- Yazdani, M., Joseph, F.Jr., Grant, S., Hartman, A.D., Nakamoto, T., 1990. Various Levels of Maternal Caffeine Ingestion during Gestation Affects Biochemical Parameters of Fetal Rat Brain Differently. *Dev Pharmacol Ther*. 14, 52-61.

- Yazdani, M., Ide, K., Asadifar, M., Gottschalk, S., Joseph Jr, F., T. Nakamoto, T., 2004. Effects of caffeine on the saturated and monounsaturated Fatty acids of the newborn rat cerebellum. *Ann. Nutr. Metab.* 48(2),79-83.
- Zand-Rajabi, H., Madadlou, A., 2016. Citric acid cross-linking of heat-set whey protein hydrogel influences its textural attributes and caffeine uptake and release behaviour. *International Dairy Journal.* 61, 142-147.
- Zhang, J., Liu, Q., 2015. Cholesterol metabolism and homeostasis in the brain. *Protein Cell Springer.* 6, 254-64. Tüm bilimsel referans sistemleri kullanılabilir.

INSAC
Academic Studies on
Natural and Engineering
Sciences



Kara Delikler, Nötron Yıldızları ve Beyaz Cüceler (Betül Çalışkan, Ali Cengiz Çalışkan)

Kara Delikler, Nötron Yıldızları ve Beyaz Cüceler

Betül Çalışkan¹, Ali Cengiz Çalışkan²

¹Pamukkale Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi,
Fizik Bölümü, 20070, Kınıklı, Denizli, Türkiye,
E-mail: bcaliska@gmail.com

²Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi,
Kimya Bölümü, 06500, Ankara, Türkiye,
E-mail:alicengizcaliskan@gmail.com

1. Giriş

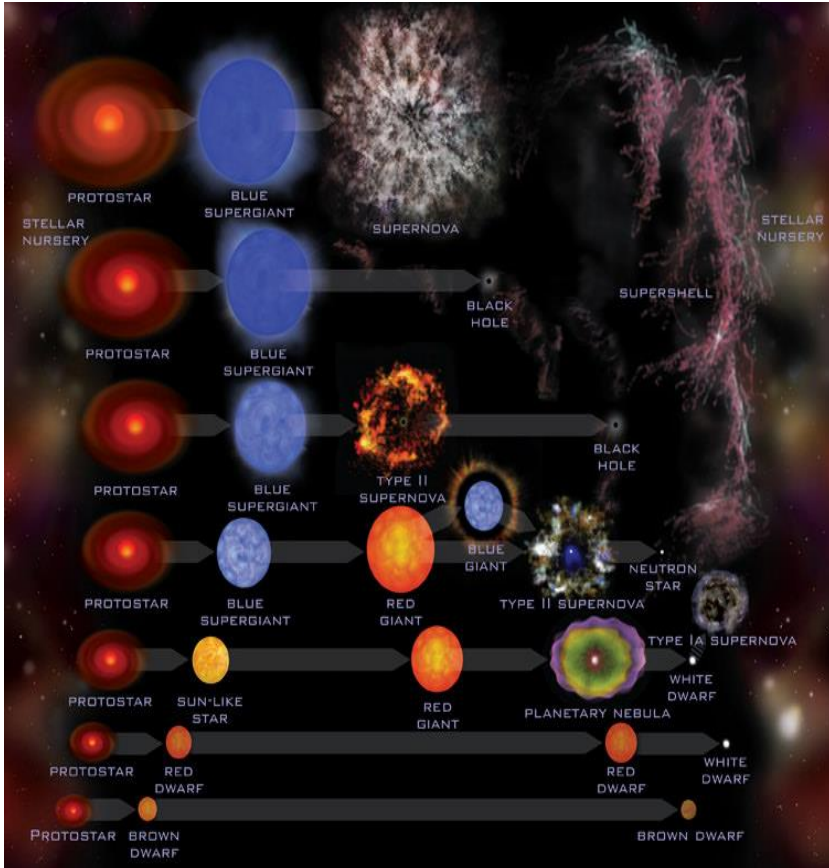
Kara delikler veya nötron yıldızları, uzay-zamanda yayılan yerçekimi dalgaları üretirler. Albert Einstein 1916'da Genel Görelilik Teorisi ile yerçekimi dalgaları ve kara deliklerin varlığını işaret etmiştir. Kütle-çekim dalgalarının Büyük Patlama (Big Bang) anından beri var olduğu düşünülmektedir. Erken Evren dönemi, Büyük Patlama'dan 380 000 yıl sonra oluşur ve Erken Evren döneminde gökyüzünün mikrodalga arka planının olduğu tahmin edilmektedir. Big Bang'in kozmik arka plan radyasyonu, Arno Penzias tarafından, 1978 yılında keşfedilmiştir. Yerçekimi dalgalarının ise Büyük Patlama'dan hemen sonra olduğu düşünülmektedir. Kozmik mikrodalga arka planı, yerçekimi dalgaları, kırmızıya kaymalar, galaksilerin yaşı, galaktik üstyapıların düzeni, uzak galaksiler ve evrenin kökeni gibi konular üzerine son dönemde yoğun araştırmalar yapılmaktadır. Big Bang teorisi evrenin kökeni için geçerli bir teori olarak ortaya çıkmaktadır.

Genel Görelilik Teorisi'ne göre; kütle, uzayı ve zamanı bükmektedir. Kütle, (enerji), uzay-zaman eğriliğini oluşturur. Bu durum, yay kuvvetinin, yay deformasyonunu oluşturmaya benzetilmektedir. Uzay-zaman esnek bir ortamdır ve kütle dağılımı asimetrik bir şekilde hareket ettiğinde, uzay-zaman girintileri yerçekimi dalgalarını üretir.

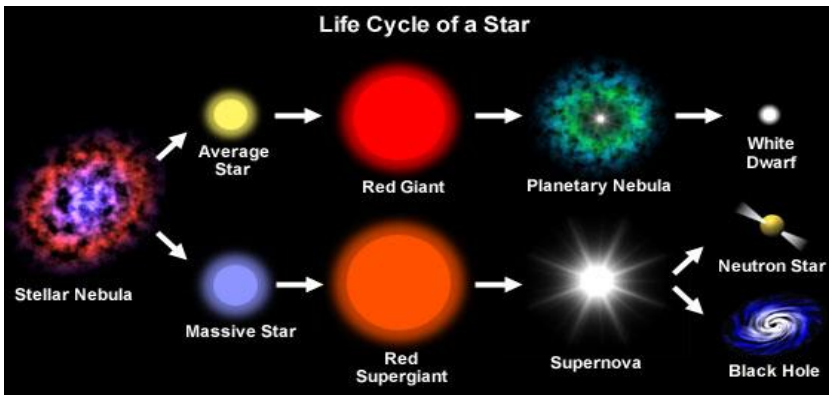
Yerçekimi dalgaları, elektromanyetik dalgalardan farklı özelliklere sahiptirler. Elektromanyetik dalgalar, elektrik yüklerinin hızlanmasıyla oluşurlar ve uzay-zamanda yayılırlar. Yerçekimi dalgaları, kütlelerin hızlanmasıyla oluşurlar ve uzayın dalgalarıdır. Yerçekimi dalgaları, bilgi taşıyıcıdır ve şu ana kadar oluşan tüm yerçekimi dalgaları, yok olmadan uzayda dalgalanmaya devam etmektedirler [1].

Yıldız, hidrojen ve helyumdan oluşan ve kendi yerçekimi ile bir arada tutulan bir gaz topudur. Genel bir çerçevede, bir yıldızın geçirebileceği tüm aşamalar, Şekil 1'de gösterilmiştir [2]. Şekil 2'de ise bir yıldızın kütle miktarına göre geçirebileceği muhtemel iki aşama gösterilmiştir. Güneşin

kütlesine yakın kütleye sahip bir yıldız, ilk yaşam döngüsüyle; çok daha büyük kütleye sahip yıldız ise ikinci döngü ile karşılaşır [3].



Şekil 1: Bir yıldızın geçirebileceği tüm aşamalar.



Şekil 2: Bir yıldızın kütle miktarına göre geçirebileceği muhtemel iki aşama.

Bulutsu (nebula), hidrojen ve gazdan oluşan ve yerçekimi kuvveti ile yavaşça çökmeye başlayan oldukça yoğun bir buluttur. Yerçekimi etkisi ile, bulutsu daha da küçülür. Bulutsu, bir yıldızın yaşam döngüsünün ilk aşamasıdır. Bulutsu çöktükçe, parçacıklar yaklaşır ve sürtünme oluşur. Sürtünme, ısının artmasını sağlar. Artan ısı, bulutsunun çöküşünü yavaşlatır ve yerçekimine karşı basınç oluşturur. Basınç artışı, yıldız oluşumunun sonraki aşamasına yol açar.

Bir önyıldız (prostar), bir yıldız oluşumunda ikinci aşamadır. Bir protostar, sıcak bir gaz bulutudur. Ancak yıldız değildir. Yerçekimi etkisi ile bir bulutsunun tozunun ve gazının yığılma denilen süreçte bir araya toplanması ile protostar oluşumu başlar. Prostar çekirdeğindeki basınç, yerçekimi basıncına karşı yeterince güçlü değildir. Yerçekimi, prostarın küçülmesini ve ısınmasını sağlar. Prostarın çekirdeği kritik bir sıcaklığa ulaştığında, nükleer füzyon başlar ve bir yıldız doğar. Ancak kritik sıcaklığa ulaşılmaz ise, kahverengi cüce veya ölü yıldız olarak yaşamı sona erer. Nükleer füzyon, hidrojen atomlarının, helyum çekirdeklerini oluşturması ile meydana gelir. Helyum çekirdekleri, enerji ve ısı yayarlar. Bu da yıldızı besleyen güçtür.

Bir yıldızın yaşam döngüsünün üçüncü aşaması, kırmızı bir dev yıldızdır. Yıldızın merkezindeki hidrojen yakıtının tükenmesi ile, yıldızın kabuğu atmosfere doğru hareket eder. Yıldız hızla genişler, soğur ve daha kırmızı olur. Böylece yıldızın atmosferi büyür. Yerçekimi nedeniyle merkezindeki sıcaklık ve basınç artar ve çekirdeği küçülür [3].

Nebulanın [4], prostarın [5], kahverengi cücenin [6] ve kırmızı devin [7] görüntüleri, sırasıyla Şekil 3, Şekil 4, Şekil 5 ve Şekil 6'da gösterilmektedir.



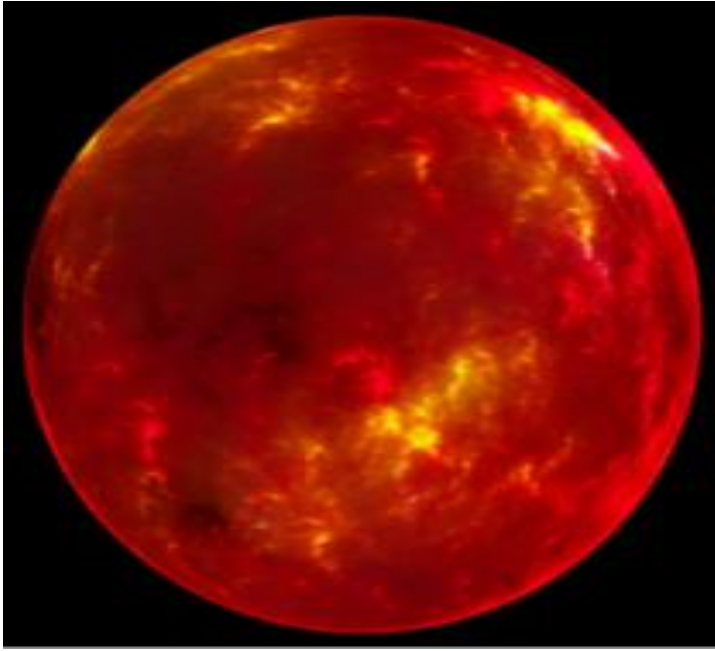
Şekil 3: Nebula.



Şekil 4: Prostar.



Şekil 5: Kahverengi cüce.

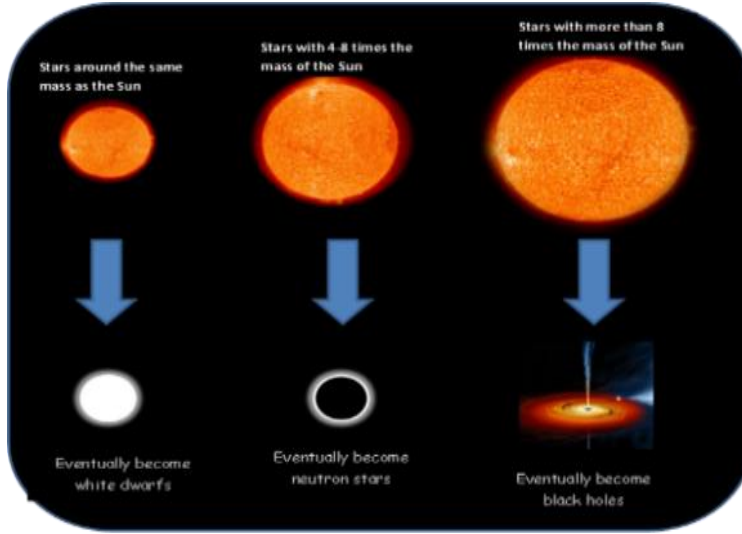


Şekil 6: Kırmızı dev.

Bir yıldızın sonraki aşaması, büyüklüğüne göre iki durum gösterir: Büyük bir yıldız ise, bir süpernova oluşur. Eğer küçük bir yıldız ise, gezegenimsi bulutsu olarak yoluna devam eder [3]. Nükleer yakıtı biten ve ömrünün sonuna gelen yıldızın patlamasına süpernova adı verilir. Yerçekiminin içe doğru basıncından dolayı, dış katmanlar çekirdeğe doğru çökerler. Bu durum, nükleer bir patlamaya neden olur. Yıldızın geri kalanı, bir nötron yıldızı veya kara deliktir. Bir yıldızın yaşamının sona erdiği diğer bir aşama ise, gezegenimsi bulutsudur. Yanacak yakıtı biten yıldız, dış katmanlarını havaya uçurur ve sadece çekirdeği kalır. Bu evre beyaz cüce evresidir. Beyaz cüce, yüksek oranda sıkıştırılmış karbon ve oksijenden oluşur; çok yoğundur ve kütlesi Güneş'in kütlesine yakındır. Yıldızların kütlelerine göre oluşan nötron yıldızı, kara delik ve beyaz cüce kompakt nesneler, Şekil 7'de gösterilmektedir.

Beyaz cüceler, nötron yıldızları ve kara delikler, yıldızların nükleer yakıtlarının çoğu tüketildiğinde doğan kompakt nesnelerdir. Normal yıldızlar öldüğünde oluşurlar. Ölü yıldızlar olarak adlandırılırlar. Kompakt nesneler, normal yıldızlardan farklıdır. Nükleer yakıt yakmazlar. Bu yüzden yerçekimi çökmesine karşı termal basınç oluşturamazlar. Termal basınç yerine, beyaz cücelerde dejenere elektron basıncı oluşur. Nötron yıldızlarda dejenere nötron basıncı oluşur. Kara deliklerde ise yerçekimine karşı koyacak bir basınç yoktur. Bu nedenle tekilliklere çökerler ve tamamen çökmüş yıldızlardır. Yıldız evriminin son aşamasını temsil ederler. Kompakt

nesneler, normal yıldızlara oranla çok küçüktürler. Bazı astronomik nesnelerin yoğunlukları ve yarıçapları Şekil 8’de gösterilmiştir.

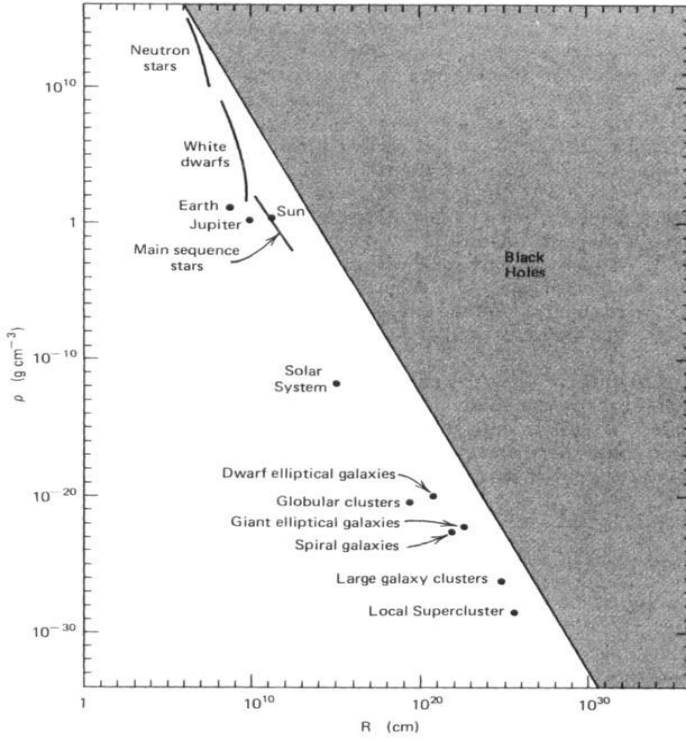


Şekil 7: Kompakt nesneler.

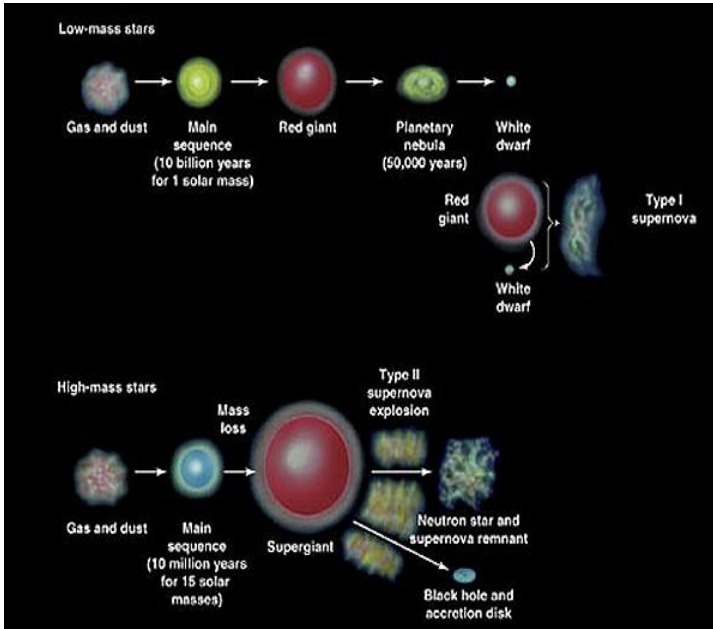
Beyaz cücelerin, $M \leq 4 M_{\odot}$ ($M_{\odot}$: Güneş Kütle) kütleli hafif yıldızlardan geldiğine inanılmaktadır. Beyaz cüceler için maksimum kütle limiti Chandrasekhar limitidir ve bu limit yaklaşık $1,4 M_{\odot}$ değerindedir. Nötron yıldızların ve kara deliklerin daha büyük kütleli yıldızlardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Nötron yıldızları $1,4-3M_{\odot}$ aralığında bir kütleyle sahiptir. Dolayısıyla $M \geq 4 M_{\odot}$ kütleli bir yıldızın sonunun ne olacağı ise belirsizdir.

Süper kütleli yıldızların kütleleri, $10^3-10^8 M_{\odot}$ aralığındadır. Süper kütleli kara deliklerin kütlelerinin ise $10^6-10^9 M_{\odot}$ arasında olduğu düşünülmektedir. Süper kütleli kara deliklerin atalarının süper kütleli yıldızlar olduğu varsayılmaktadır [7].

Süpernovalar, spektrumlarında hidrojen hatlarının var olup olmamasına göre göre iki tiptedir [7-9]. Tip I süpernova spektrumlarında hidrojen yoktur. Tip II süpernovada spektral hidrojen çizgileri vardır. Tip Ia süpernova, beyaz cücenin oluşumunda aktiftir. Tip II süpernova bir nötron yıldızı veya kara delik şeklinde kompakt bir yıldız kalıntısı bırakan büyük kütleli bir yıldızın çekirdeğinin çökmesinden kaynaklanır [10]. Diğer süpernovalar da Ia, Ib, Ic, II-P, II-L, IIb ve IIn olarak alt gruplara ayrılır [8-11]. Yüksek ve düşük kütleli yıldızların evriminde etkili olan süpernova patlamalarının türleri Şekil 9’da gösterilmektedir [12].



Şekil 8: Bazı astronomik nesnelerin yoğunlukları ve yarıçapları.



Şekil 9: Süpernova patlamaları.

2. Kara Delikler

Kara delikler ilk olarak 1783 yılında John Michell tarafından ortaya atılmıştır [13]. 1967 yılında John Wheeler tarafından ilk defa telaffuz edilmiştir. Kara deliklerin merkezinde sonsuz küçük, sonsuz yoğun ve tüm kütlenin olduğu bir tekillik, yani tek bir nokta vardır. Normal fizik kuralları kara delikler için geçerli değildir. Kara delik merkezinde yerçekimi çok güçlüdür. Bu bölgede yerçekiminin etkisi ile çöken cisimler toplanır. Soğuma ve büzülme etkisiyle oluşan çöküş kara delikleri oluşturur. Elektromanyetik radyasyonlar, kara delikler tarafından soğurulur. Uzay-zamandaki dipsiz bir kuyu olarak tanımlanabilirler [14].

Karadelikler; dış olay ufku, iç olay ufku ve tekillik olmak üzere üç parçada incelenir. Kara deliğin ağzının etrafındaki sınır, bir kara deliğin olay ufkudur. Bir parçacık veya ışın olay ufkunu geçtiğinde ayrılamaz. Yerçekimi olay ufku boyunca sabittir. Bir kara deliğin kütlesinin bulunduğu iç bölgesi, kara deliğin kütlesinin yoğunlaştığı tekilliği olarak bilinir [15].

Yıldızın kütlesi, 3-4 güneş kütlesini aştığında, çekirdek tamamen yerçekimsel bir tekillğe çökerek kara deliği oluşturur. Karadelikler, cisimlere veya ışınlara uyguladıkları yerçekimi etkisiyle tespit edilebilirler. Doğrudan tespitleri imkansızdır. Samanyolu'nun merkezinde, Güneş kütlesinin yaklaşık 2-4 milyon katı kütleyle sahip olan ve Sagittarius A* olarak bilinen süper kütleli bir kara delik vardır. Sagittarius A*, saatte milyonlarca kilometre hıza sahiptir. Samanyolu galaksisinde, bir çok kara delik vardır. Süper kütleli kara delikler, galaksi merkezlerinde gizlenirler. Galaksiler, bu kara deliklerin etrafında dönerler.

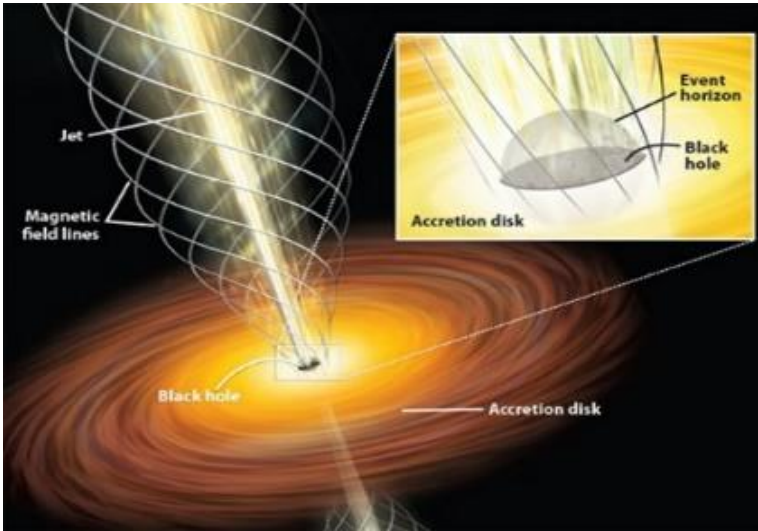
Kompakt yıldızların, yerçekiminin etkisiyle, ortamdaki maddeleri yakalaması olayına yığılma adı verilir [7]. Bir kara deliğin yaratılmasından sonra, çöken yıldızın ısısı ve güçlendirilmiş manyetik alanı, birçok parçacık ve enerjiyi, ışık hızına yakın hızlar ile kara delikten uzağa gönderirler. Bu yoğun enerjili ışın dalgaları, gama ışını patlaması veya hipernova olayı olarak bilinen, gama ışınlarının yayılmasına neden olur. Bu durumda, 9 milyar ışık yılı uzaklıktaki galaksilerdeki bir süpernova veya hipernova için, “9 milyar yıl önce oluşmuştur” demek uygun olur [14].

Çekirdeğinin dönmediği ve sadece tekillğe ve olay ufkuna sahip olan kara delik türü, Schwarzschild karadelidir. Schwarzschild karadeligi dönmeyen ve yüklü olmayan kara delik olarak bilinir. Dönmeyen yüklü kara delikler Reissner-Nordström karadelidir. Reissner-Nordström metriği ile tanımlanır. Yüksüz dönen bir kara delik, Kerr karadelidir. Kerr metriği ile tanımlanır. Hem yüklü hem de dönen bir kara delik, Kerr-Newman karadelidir. Kerr-Newman metriği ile tanımlanır [16].

Genel göreliliğe göre; bir kara deliğin merkezinde, uzay-zaman eğriliğinin sonsuz olduğu yerçekimi tekilliği bulunur. Tekil bölge hacmi sıfırdır. Kara deliğin tüm kütlesi, bu bölgededir ve sonsuz bir yoğunluğa sahiptir [17,18].

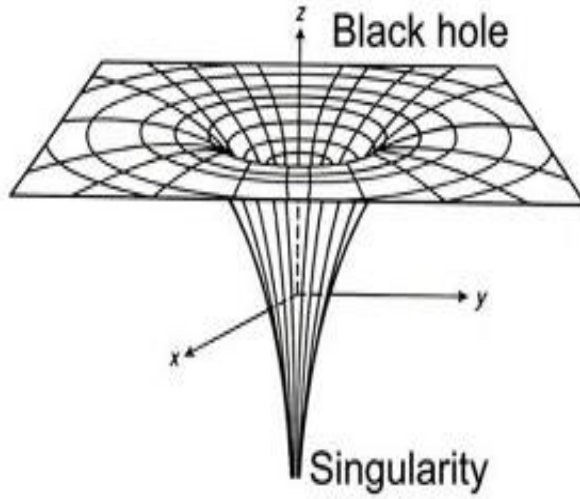
Hareket halinde bir uzay-zaman bölgesi, dönen kara bir deliğin etrafında bulunur. Bu bölgeye ergosfer adı verilir. Bu bölgedeki uzay-zaman, ışık hızından daha hızlı sürüklenmektedir.

Bir kara delik, içinden hiç bir şeyin kaçamadığı olay ufku ile sınırlandırılmıştır. Kara deliğe düşmeyen gaz, toz ve yıldız döküntüleri gibi maddeler, olay ufkunun etrafında düzleştirilmiş dönen madde bandı oluşturur. Buna yığılma diski adı verilir. Dönen parçacıklar, kara deliğin yerçekimi tarafından çok yüksek hızlar ile hızlandırılırlar. Bu hızdaki cisimler; ısı, X-ışını ve gama ışını yayarlar [14]. Bir kara deliğin olay ufku, yığılma diski ve gama ışını jetleri Şekil 10'da gösterilmektedir [19]. Toplanma disklerine, kuasar veya yarı yıldız radyo kaynakları da denilmektedir.

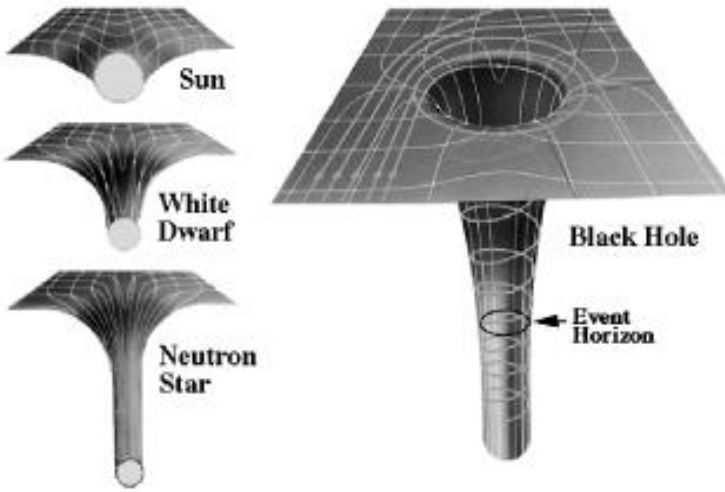


Şekil 10: Kara deliğin olay ufku, yığılma diski ve gama ışın jetleri.

Genel görelilik teorisi gerçekte bir tekilliğin varlığını kabul etmez. Kuantum yerçekiminin ileriki teorilerinde, kara deliklerin tekillikler olmadan açıklanacağı düşüncesi vardır [14]. Kara delikler olarak bilinen tekillik, Karl Schwarzschild tarafından 1916 yılında keşfedilmiştir [13,14]. Bir kara delik içindeki yerçekimi tekilliği Şekil 11'de gösterilmektedir [14]. Kara deliğin, beyaz cücenin, nötron yıldızının ve Güneş'in uzay-zaman eğrileri Şekil 12'de gösterilmiştir [13].



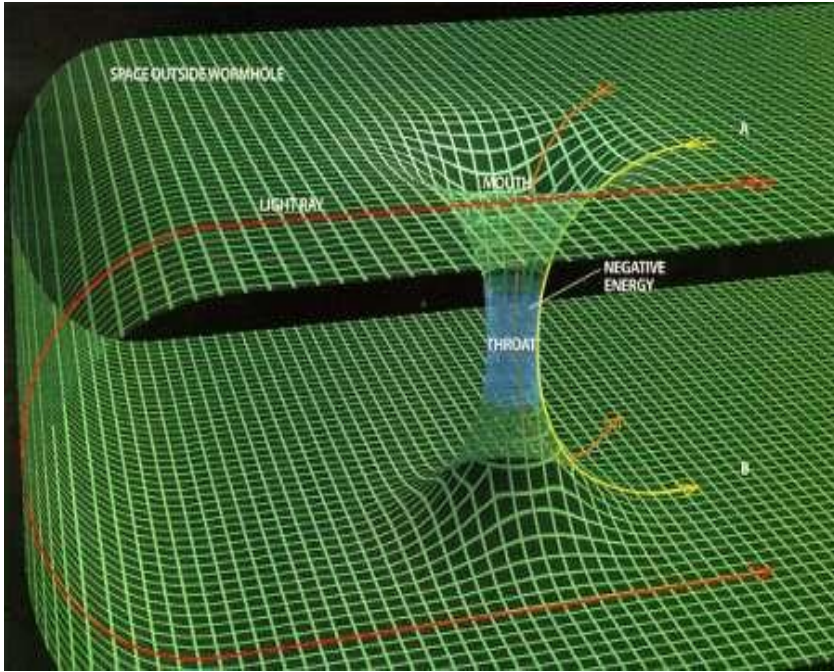
Şekil 11: Bir kara delik içindeki kütleçekimsel tekillik.



Şekil 12: Kara deliğin, beyaz cücenin, nötron yıldızının ve Güneş'in uzay-zaman eğrileri.

Uzay-zamanın, uzayın farklı bölgeleri arasında bir solucan deliği oluşturabileceği fikri, 1988 yılında Kip Thorne tarafından ortaya atılmıştır. Kip Thorne, bir solucan deliğinin Evren'in iki farklı parçasını birbirine bağlayabileceğini öngörmektedir [20]. Beyaz delik adı verilen bir cismin olabileceği, 1916 yılında Ludwig Flamm tarafından ortaya atılmıştır. Bir kara deliğin teorik olarak ters çevrilmesi ile beyaz delik oluşur. Kara delik, olay ufku geçen bir maddeyi çeken bir boşluk gibi davranır. Beyaz delik, maddeyi olay ufkundan çıkaran bir kaynak olarak hareket eder. Bazı araştırmacılar tüm kara deliklerin diğer tarafında bir beyaz delik olduğunu

iddia ederler. Big Bang'ın de böyle bir durumdan dolayı ortaya çıktığı düşünülmektedir. Flamm, uzay-zamanın iki farklı bölgesinin uzay-zaman kanalıyla matematiksel olarak bağlanabileceğini ileri sürmüştür. Teorik olarak kara delik girişi ve beyaz delik çıkışının tamamen farklı olabileceğini öngörmüştür. Einstein bu fikirleri, 1935'te Nathan Rosen ile birlikte çözüme ulaştırmıştır. Bu çözüm, Einstein-Rosen köprüsü, Lorentzian solucan deliği veya Schwarzschild solucan deliği olarak bilinir. Kozmik sicimler, negatif madde veya negatif enerjiye sahip bir egzotik madde, solucan deliğinin kapanmasını önlemek için ileri sürülen düşüncelerdir. Farklı Evren'lerin birbirine bağlanması veya Evren parçalarının birbirine bağlanması fikri ise çok geçerli bir fikir değildir. Solucan delikleri, Albert Einstein'ın Genel Görelilik Kuramı'nın denklemlerini desteklemektedir. Bir solucan deliği, Şekil 13'te gösterilmiştir [21].



Şekil 13: Bir solucan deliği.

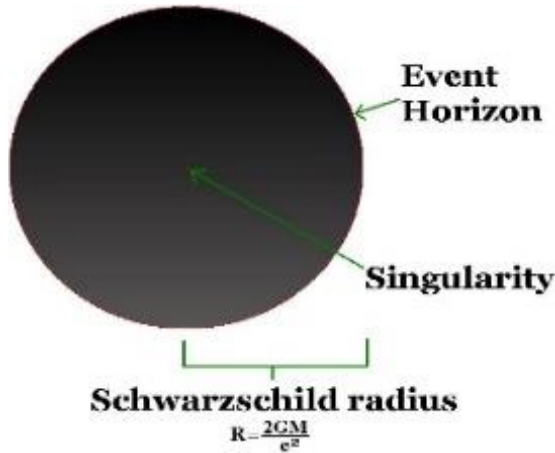
Big Bang teorisi, ilk olarak Lemaitre [22] tarafından önerilmektedir. Big Bang matematiksel olarak belirsiz bir durumdur. Çünkü, sonsuz yoğunluk ve sonsuz enerji içeren sıfır hacimli bir tekillik durumu matematiksel olarak geçerli değildir [23]. Big Bang'ın kalıntısı olarak kabul edilen kozmik mikrodalga arka plan radyasyonuna dayanarak, Ulusal (Amerika) Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA), Evren'in yaşını 13,7 milyar yıl olarak tespit etmiştir [24]. Avrupa Uzay Ajansı (ESA), NASA ve Japon Uzay Ajansı (JAXA) tarafından Evren'in geçmişi hakkında çeşitli araştırmalar

yapılmaktadır [20]. LIGO (Lazer İnterferometre ve Yerçekimi Dalgası Gözlemevi), GEO 600 (Alman-İngiltere interferometre dedektörü), LISA (NASA/ESA İşbirlikçi Lazer İnterferometre Uzay Anteni) ve VIRGO (İtalyan Başak interferometresi) tarafından yerçekimi dalgaları hakkında çalışmalar yapılmaktadır [25].

Uzaktaki bir gözlemciye göre, bir kara deliğin yakınındaki saatler, kara delikten uzakta olanlara göre daha yavaş çalışıyormuş gibi görünür. Bu etki “yerçekimi zaman genişlemesi” olarak bilinir. Zaman genişlemesi nedeniyle, karadeliğe düşen bir nesne, olay ufku yaklaştıkça yavaşlıyormuş gibi görünür. Karadeliğe ulaşması sonsuz bir zaman alır [17]. Bu durum, nesne tarafından yayılan herhangi bir ışığın daha kırmızı ve daha sönük görünmesine neden olur. Buna “kütleçekimsel kırmızıya kayma” adı verilir ve Evren’in genişlemesi anlamına gelir [26]. Dünya’dan en uzak gökadarlar, yakındakilerden çok daha hızlı uzaklaşır. Uzak galaksi bizden uzaklaştıkça, yaydığı ışığın dalga boyu uzayarak elektromanyetik spektrumun kızılötesi kısmına doğru yani kırmızıya doğru kayar. Görünür veya morötesi ışık yayan uzak bir galaksinin ışığı, Dünya’ya ulaştığında kızılötesi görünür. Bu ışık sayesinde, Evren’deki ilk nesnelerin nasıl ve ne zaman oluştuğu hakkında çeşitli bilgiler elde edilir [27].

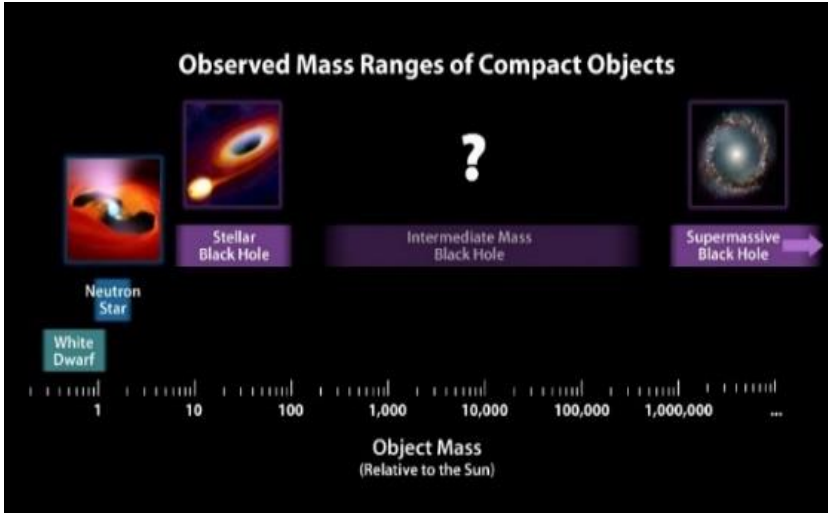
Kara delikler, sadece yerçekimi çöküşü ile değil; aynı zamanda, yeterli yoğunluğa ulaşan yüksek enerjili çarpışmalarla da oluşabilmektedirler [28].

Schwarzschild yarıçapının sınırındaki tekillikte zaman durur. Bu nedenle, çöken yıldızlara donmuş yıldızlar da denir [29]. Dönmeyen kara delikte Schwarzschild yarıçapının gösterimi Şekil 14’te verilmiştir.



Şekil 14: Dönmeyen kara delikte Schwarzschild yarıçapı.

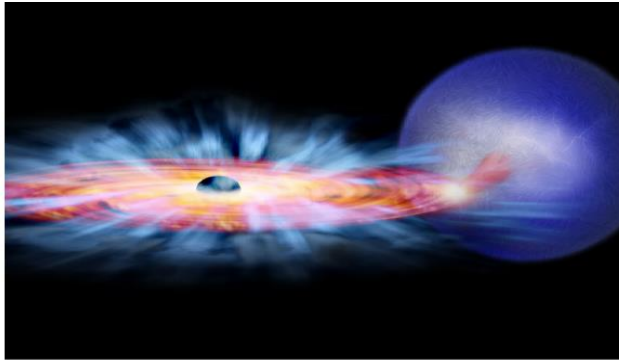
Şekil 15, kozmik nesnelerin rölatif kütlelerini göstermektedir [30].



Şekil 15:Kozmik nesnelerin rölatif kütleleri.

2.1. Yıldız Kütleli Kara Delikler

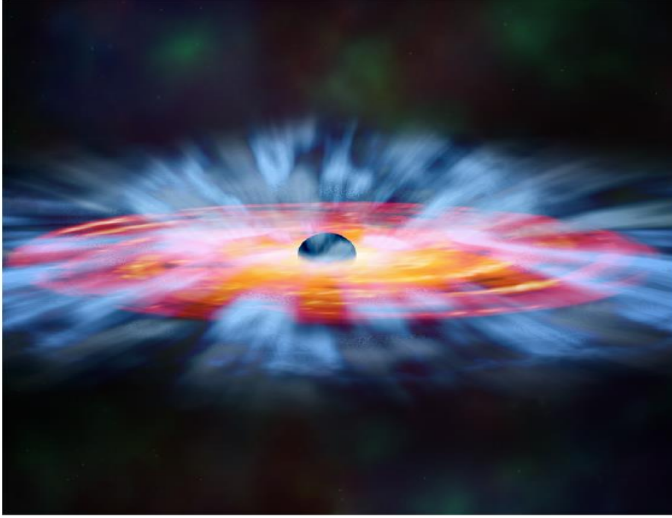
Bir yıldız son yakıtını yaktığında çökerek bir süpernova patlamasına neden olur ve kendi içine çökebilir. Güneş'in kütlesinin yaklaşık üç katına sahip olan daha küçük yıldızlar için yeni çekirdek, bir nötron yıldızı veya bir beyaz cücedir. Bununla birlikte, kütlesi, Güneş'in kütlesinin beş ile 10 katı arasında olan yıldızlar çöktüğünde, bir yıldız kara delik oluşur [31]. Bu kara deliklere, Kerr kara delikleri de denir. Yıldız kara delikler içeren yirmi X-ışını ikili sistemi vardır. İlk yıldız kara delik olan LMC X-3 ve Cygnus X-1, X-ışını ikili sistemine örnek olarak verilebilir. Yıldız kara deliğinin etrafındaki bir yığılma diski, yakındaki bir yıldızdan gaz çeker. Gaz, kara delik tarafından emildiğinden; çok yüksek bir sıcaklığa çıkar ve bol miktarda X-ışınları yayılır [32]. Şekil 16, yıldız kütleli bir kara deliği göstermektedir [13].



Şekil 16: Yıldız kütleli kara delik.

2.2. Süper Kütleli Kara Delikler

Süper kütleli bir kara delik, büyük kütleli gaz bulutlarının çöküşünden, yıldız kara deliğın milyonlarca yıl boyunca çok miktarda malzeme tüketmesinden veya yıldız karadelik kümesinden dolayı oluşabilir. Süper kütleli kara deliğın kütlesi, yıldız kara deliğın kütlesinden bir milyon ile bir milyar kat daha fazladır. Süper kütleli kara deliklerin, büyük galaksilerin merkezinde olduğu tahmin edilmektedir [33]. Şekil 17, süper kütleli kara deliğı göstermektedir [13].



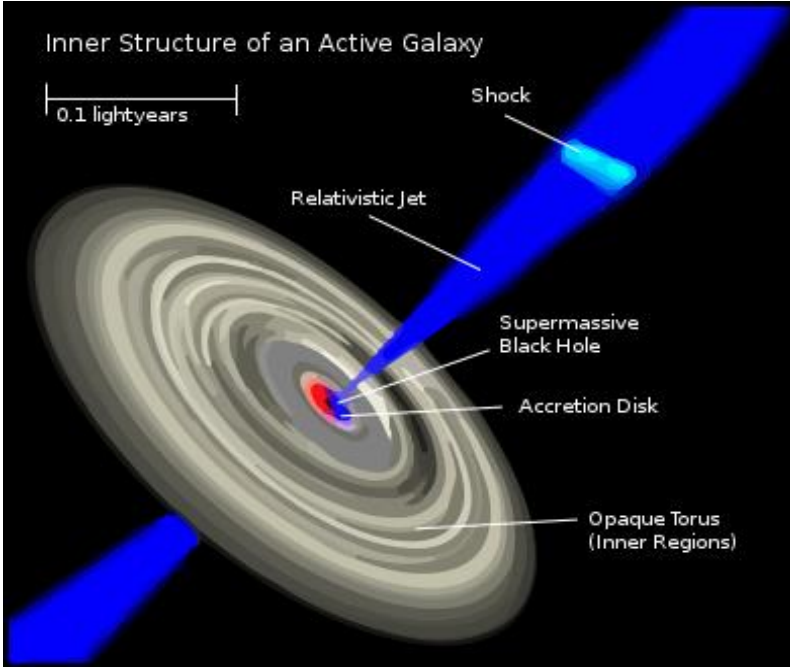
Şekil 17: Süper kütleli kara delik.

Schwarzschild yarıçapına sahip süper kütleli kara deliğın yoğunluğu, yıldız karadeliğine göre daha azdır [34]. Samanyolu galaksimizin merkezinde yaklaşık 4,3 milyon güneş kütleli süper kütleli bir kara delik olan Sagittarius A* tespit edilmiştir [35].

Aktif galaktik çekirdek, bir galaksinin merkezinde, çok daha yüksek parlaklığa sahip kompakt bir bölgedir. Aktif galaktik çekirdek; radyo dalgası, mikrodalga, kızılötesi, optik, ultraviyole, X-ışını ve gama ışını radyasyonu yayar. Bir aktif galaktik çekirdek barındıran galaksiye, aktif galaksi denir. Yığılma diskleri yakınında zıt yönlerde ikiz çıkış jetleri oluşur [36]. Hem aktif galaktik çekirdekler hem de galaktik jetler, süper kütleli kara deliklerden güç almaktadırlar [33].

Gökadanın çekirdeğindeki süper kütleli kara deliğe, kuasar (yarı yıldız nesnesi) adı verilir. Kuasarlar, parlak radyo kaynakları olan yıldız benzeri aktif galaktik çekirdeğın bir çeşididir [37]. Kuasarlardı 1963 yılında Maarten

Schmidt [38] keşfetmiştir. Aktif galaktik çekirdeğe sahip bir galaksinin iç yapısı Şekil 18’de gösterilmektedir.



Şekil 18: Aktif galaktik çekirdeğe sahip bir galaksinin iç yapısı.

Aktif galaktik çekirdek, radyo gürültüsüz ve radyo gürültülü olarak iki sınıfa ayrılmaktadır. Radyo gürültülü nesneler, hem jetlerden hem de jetlerin şişirdiği loblardan emisyon katkısı sağlarlar. Radyo gürültüsüz nesnelerde ise jetlerden gelebilecek emisyon ihmal edilebilir.

2.2.1. Radyo Gürültüsüz Aktif Glaktik Çekirdek

Dört grupta incelenir:

1) Düşük İyonizasyonlu Nükleer Emisyon Hattı Bölgesi (LINER): Zayıf nükleer emisyon hattı bölgeleridir.

2) Seyfert Gökadaları: Optik menzilli nükleer süreklilik emisyonu, güçlü nükleer X-ışını emisyonu ve zayıf bir radyo jeti gösterirler. Seyfert 1 ve 2 olarak iki çeşidi vardır.

3) Radyo Gürültüsüz Kuasarlar: Çok yüksek optik parlaklıklara sahip yarı yıldız yapısındadırlar. Yarı yıldız nesne de denir.

4) Kuasar 2: Güçlü optik nükleer süreklilik emisyonu veya geniş hat emisyonu olmayan nesnelerdir.

2.2.2. Radyo Gürültülü Aktif Glaktik Çekirdek

Üç grupta incelenir:

1) Radyo Gürültülü Kuasarlar: Nükleer ve genişletilmiş radyo emisyonu, güçlü optik sürekli emisyon, güçlü nükleer emisyon ve X-ışını emisyonu gösterirler [36].

2) Blazarlar veya OVV Kuasarlari: Polarize optik, radyo ve X-ışını emisyonu gösterirler. Geniş veya dar optik emisyon çizgileri göstermez [39].

3) Radyo Galaksiler: Nükleer ve genişletilmiş radyo emisyonu gösterir [40].

Orta büyüklükteki kara delikler, çok yoğun küresel yıldız kümesinin zincirleme reaksiyonu sonucu meydana belen çarpışmalar ile oluşabilir. Orta büyüklükteki kara deliklerin birkaçının birleşmesi ile süper kütleli bir kara delik oluşabilir [15]. Orta kütleli bir kara deliğin kütlesi, yaklaşık 1000 tane Güneş kütlesine eşdeğerdir [41].

3. Nötron Yıldızları

1967 yılında Jocelyn Bell tarafından, pulsarların keşfedilmesi ile birlikte ilk nötron yıldızının da keşfi yapılmıştır [42]. Bir yıldızın süpernova patlaması sonucu, $1,4 M_{\odot}$ değrinden daha büyük kütleli bir yıldızın, içe doğru patlayan çekirdeği; elektronlar, protonlar ve nötronları oluşturarak yerçekimi etkisi altında bir nötron yıldızı ortaya çıkarır. Dejenere madde gibi davranan nötron gazının basıncı, çökmeye karşı direnç oluşturur [43]. Subrahmanyam Chandrasekhar, $1,4$ güneş kütlesi olarak tanımladığı Chandrasekhar sınırının üzerindeki bir yıldızın, kendi yerçekimi etkisi altında bir nötron yıldızı oluşturacağını ifade eder. Bir nötron yıldızının kütlesi, Güneş kütlesinin $1,4$ ile 4 katı arasındadır [14]. Nötronlar, elektronlara göre daha az itilirler. Bu nedenle nötron yıldızlarının yarıçapları daha küçüktür ve uzay nesneleri içinde en yüksek yoğunluğa sahiptirler [43]. Bir küp şeker büyüklüğündeki bir nötron yıldızının Dünya'daki ağırlığı, yaklaşık yüz milyon ton değerindedir [44]. Bir nötron yıldızı üzerindeki yerçekimi kuvveti, Dünya'daki yerçekimi kuvvetinden yaklaşık olarak bir milyon kat daha fazladır. Yerçekiminin çok yüksek olması nedeniyle, Sir Isaac Newton'un Evrensel Yerçekimi Yasası geçersizdir ve Albert Einstein'ın Genel Görelilik Teorisi etkin hale gelir. Nötron yıldızları çok yüksek hızda dönerler [14] ve yerçekimi dalgaları oluştururlar. Oluşan yerçekimi dalgaları LIGO-VIRGO gözlemi ile kaydedilir. Nötron-yıldız çarpışmaları, Evren'deki altın, platin ve diğer ağır elementlerin kaynağıdır. Bir nötron yıldızı, çok güçlü bir manyetik alana sahiptir. Dünyanın manyetik alanı 1 gauss ve Güneş'in manyetik alanı birkaç yüz gauss iken nötron yıldızının manyetik alanı ise trilyon gauss civarındadır. Nötron yıldızlarının

iç çekirdeğinin yapısı bilinmemektedir. Ancak dış çekirdeği, çoğunlukla nötronlar olmak üzere proton ve elektronlardan oluşur. Atmosferi hidrojenlerden oluşur [13]. Bir nötron yıldızı Şekil 19’da gösterilmektedir [45].



Şekil 19: Bir nötron yıldızı.

Nötron yıldızları, pulsarlar ve magnetarlar olmak üzere iki grupta incelenirler.

3.1. Pulsarlar

Yüksek derecede manyetize edilmiş, hızlı dönen nötron yıldızına pulsar denir. Pulsarlar, iki manyetik kutup boyunca ışık hızında akan parçacık jetlerini huni haline getiren çok güçlü manyetik alanlara sahiptir. Işık hızında akan parçacıklar, çok güçlü ışık huzmeleri üretirler [46] ve Dünya’nın yanından geçerken, bir deniz fenerinin ampülü gibi yanıp sönerler. Bu yüzden bunlara pulsar adı verilmiştir. Normal pulsarlar saniyede 0,1 ile 60 kez dönerken, milisaniyelik pulsarlar saniyede 700 kez dönebilir [45]. Pulsarlar, uzaydaki olayları ve yapıları ölçmek için atomik saatler ve şamandıralar olarak kullanılır [47]. X-ışını pulsarları, bir materyal ile etkileşerek radyo, optik, X-ışını veya gama ışını üretirler. Gama ışını pulsarlarındaki enerji transferi, yıldızın dönüşünü yavaşlatır [45]. Pulsarlar, radyo teleskopları tarafından izlenirler [47]. Pulsarlar birkaç milyon yıl döndükten sonra enerjilerini kaybederler ve normal nötron yıldızları haline

gelirler. Nötron yıldızlarının çok azı, pulsardır [44]. Şekil 20’de bir pulsar gösterilmiştir [48].



Şekil 20: Bir pulsar.

3.2. Magnetarlar

Dünya'nın manyetik alanının yüz trilyon katı kadar bir manyetik alana sahip olan nötron yıldızına magnetar adı verilir. Magnetarın manyetik alanı, normal bir nötron yıldızının bin katı kadardır. Magnetarlar, X-ışını ve gama ışını üretirler [45]. On nötron yıldızından yaklaşık bir tanesi magnetardır [14].

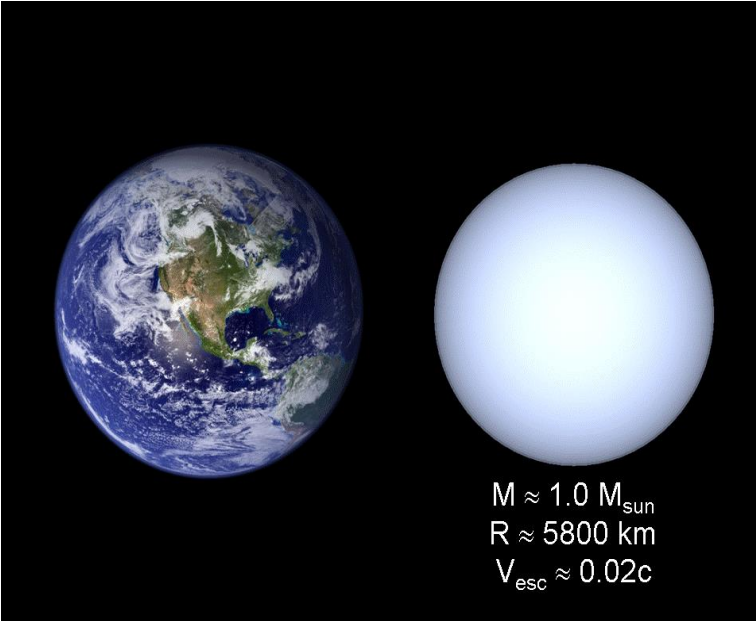
Tüm nötron yıldızlarında, yıldızın kabuğu manyetik alanla birbirine bağlıdır ve kilitlidir. Bu yüzden kabuk büyük baskı altında kalır. Kabukta oluşan küçük bir hareket, patlamaya yol açar. Kabuk ve manyetik alanın birbirine kilitli olması, bu patlamanın manyetik alan boyunca olmasını sağlar. Kabuktaki hareketler, magnetarın elektromanyetik radyasyon yayınlamasına neden olur [46]. Bir magnetarın görünümü Şekil 21’de gösterilmektedir [49].



Şekil 21: Bir magnetar.

4. Beyaz Cüceler (Dejenere Cüceler)

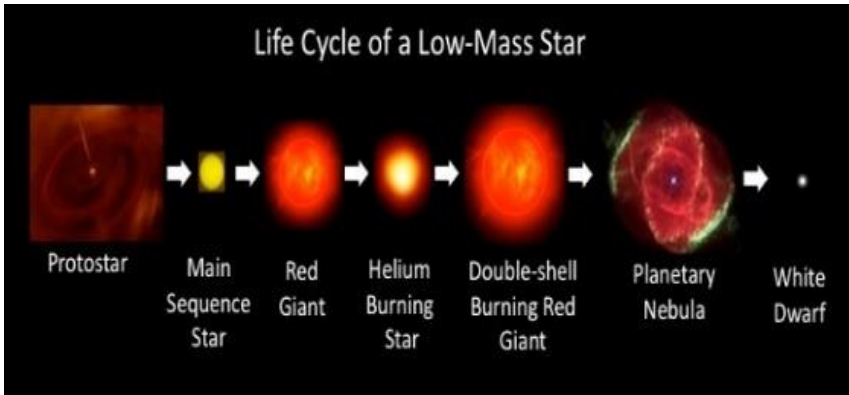
Yıldızlar belirli bir yaşa geldiğinde ölürler. Geride kalan kalıntılar, büyük yıldızların kalıntıları ise, kara delik veya nötron yıldızına dönüşürler. Ancak, küçük yıldızların kalıntıları ise beyaz cüceye dönüşürler. Birçok beyaz cüce, Güneş'e benzer yıldız olarak doğmuşlardır [50]. Güneş birkaç milyar yıl içinde beyaz bir cüce haline gelecektir. Beyaz cücede çökmeye karşı, elektron basıncı etkindir. Beyaz cücedeki yerçekimi nedeniyle oluşan sıkışmadan dolayı, elektronlar atom çekirdeğinden tamamen sıyrılırlar ve dejenere elektron gazı oluşur. Elektron gazı, daha fazla sıkışma karşı direnir ve beyaz cüce ortaya çıkar [43]. Beyaz cüceler, aşırı ısıtılmış gazlardan oluşurlar, nükleer füzyon enerjisi yayarlar, hidrojeni helyuma çevirirler, ısı ve ışık üretirler. Sirius B, 1862'de keşfedilen ilk beyaz cücedir [51]. Beyaz cüceler, galaksinin her yerinde bulunurlar. Beyaz bir cüce, Şekil 22'de gösterilmektedir [13].



Şekil 22: Beyaz cüce.

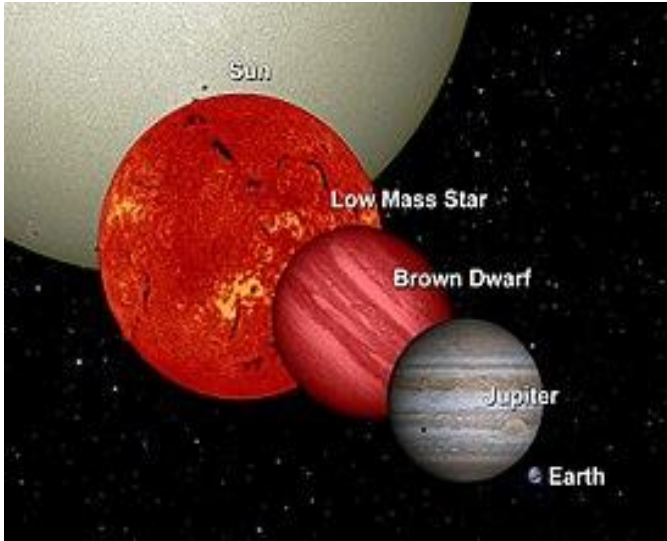
Beyaz cüce yıldızlar, Dünya ile aynı boyuttadırlar. Beyaz cücenin yüzeyindeki yerçekimi, Dünya'nın yerçekiminden 100 000 kat fazladır [51]. Beyaz cücelerin tahmini kütleleri $0,17 M_{\odot}$ [52] ile $1,4 M_{\odot}$ arasındadır [53]. Beyaz cücelerin yarıçapları, yaklaşık olarak Güneş'in yarıçapının % 0,8'i ile % 2'si civarındadır [54]. Dünya'nın yarıçapı % 0,9 Güneş yarıçapına eşittir. Dünya'nın yarıçapının, beyaz cücenin yarıçapına eşit olduğu varsayılabilir. Beyaz cüce, Güneş'in hacminden bir milyon kat daha küçük bir hacme, Güneş'in kütlesi kadar bir kütleyi sığdırır. Beyaz cücenin yoğunluğu, Güneş'in ortalama yoğunluğundan 1 000 000 kat daha fazladır. Beyaz cücenin yoğunluğu, santimetreküp başına yaklaşık 1 tondur [55]. Beyaz cücenin dejenere elektronları, ısıyı iyi iletir. Bu yüzden, yüzeyinin her noktası hemen hemen aynı sıcaklık değerindedir ve çok sıcaktır. Yüzey sıcaklığı 8 000 K ile 16 000 K civarında iken, çekirdek sıcaklığı yaklaşık 5 000 000 K ile 20 000 000 K arasındadır. Beyaz cücenin dış katmanlarının opaklığı, beyaz cüceyi hızlı bir şekilde soğumaktan korur [56].

Beyaz cüce, iki şekilde ortaya çıkabilir: Birincisi, Güneş benzeri bir yıldızın Tip Ia süpernova patlaması ile bir beyaz cüce oluşabilir. İkincisinde ise, kırmızı bir cüce, beyaz bir cüceye dönüşebilir [57]. Şekil 23, düşük kütleli bir yıldızın beyaz cüceye dönüşümünü göstermektedir [58].



Şekil 23: Düşük kütleli bir yıldızın beyaz cüceye dönüşümü.

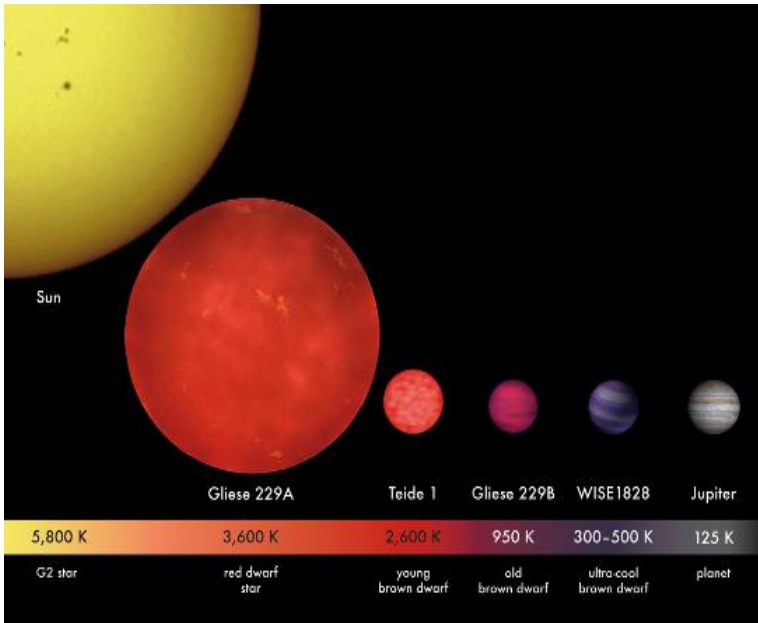
Kahverengi cücelerden, çok daha büyük olan sarı cücelere kadar çok sayıda cüce yıldız vardır. Bir yıldızın rengi, sıcaklığının bir göstergesidir. Soğuyan yıldızlar kahverengiden koyu kırmızıya kadar değişen renkte olurlar. Sıcak yıldızlar, mavi-beyaz renktedirler [47]. Hidrojen yakıtı biten düşük kütleli bir yıldız, kısa bir süre için mavi cüce olur [59]. Kahverengi cüceler zor bulunan yıldızlardır ve yaşamlarının son aşamasında soğuk ve karanlık gaz topları halinde olacaklardır. Radyo dalgası yayarlar ve pulsarlar gibi görünebilirler [47]. Büyüklük olarak, gerçek yıldızlar ile gaz devi gezegenler arasında bir yere sahiptir. Jüpiter ve Satürn de bu gruptaki gezegenlerdir. Kahverengi cücenin, Güneş, kırmızı cüce, Jüpiter ve Dünya ile Şekil 24'te karşılaştırılması yapılmıştır.



Şekil 24: Kahverengi cücenin, Güneş, kırmızı cüce, Jüpiter ve Dünya ile karşılaştırılması.

Kırmızı cüceler, Güneş'in kütlelerinin yarısı ile yaklaşık 0,075'i arasında bir kütle değerine sahiptir. Kırmızı bir cüce, hidrojeni çok uzun bir süre içerisinde yakarak helyuma dönüştürür ve beyaz cüce haline gelir. Beyaz cüceler, başka bir yıldız ile etkileşmedikçe, trilyonlarca yıl soğuyarak siyah cüceler haline gelirler [57]. Kırmızı, turuncu ve sarı cüce yıldızlar, etraflarında güçlü manyetik alanlar yaratırlar. Manyetik alan içerisindeki parçacıklar, radyo dalgaları yayarlar. Bunlar, radyo teleskopları ile görülmürler. Bir cüce yıldızın çekirdeği, hidrojen yakıtını tükettiğinde, dış atmosferi çökmeye başlar. Sıkışma ile sıcaklık artar ve hidrojen, helyuma dönüşür. Hidrojenin helyuma dönüştüğü füzyon reaksiyonu, enerjiyi yıldızın atmosferine gönderir ve atmosferi kaynatır. Kaynayan gaz, genişledikçe soğur. Yıldız genişler, şişer ve Dopler etkisi altında kırmızı renge dönüşür. Sonuçta şişen cüce yıldız, kırmızı bir dev halini alır. Güneş'in kırmızı bir dev haline geldiğinde, Dünya'yı yutacağı öngörülmektedir. Kırmızı dev evresinde, kırmızı devin sıcak çekirdeği, helyum külleriyle kaplanır. Çekirdeğinin sıcaklığı, helyumu karbona dönüştürür. Kırmızı dev, karbon yaktığı zaman çok yüksek enerji açığa çıkarır ve bu enerji ile helyumu yakarak tekrar çöker. Bu durumda, sıcak karbon çekirdeğinin üzerine bir helyum tabakası eklenir. Böylece yıldızın atmosferindeki gazlar kaynama derecesine gelir. Cüce yıldızın kütlelerinin azalması nedeniyle; cüce yıldız, artık karbon çekirdeğini ağır elementlere dönüştüremez. Böylece çekirdek birleşmeyi durdurur [47] ve soğumaya başlar. Soğumanın etkisi ile helyum, artık karbon ve oksijene dönüşmez. Çekirdekteki tüm helyum kaynaştığında, çekirdek sıcaklığı, karbon veya oksijeni kaynaştırmaya yetmez ve çekirdek sertleşir. Bu aşama, yıldızın ikinci bir kırmızı dev evresidir. Yıldızın dış katmanları uçar ve bu katmanlar, gezegen nebulası oluşturur. Geride kalan, yoğun karbon-oksijen çekirdeğidir. Karbon-oksijen çekirdeği, beyaz cücenin kalbidir [50]. Chandrasekhar kütle sınırına yaklaşan bir karbon-oksijen beyaz cüce, tip Ia süpernova patlaması geçirir. Tip Ia süpernova patlaması, karbon patlaması olarak ta bilinir [55] ve helyum birikimini sağlar. Tip Ia süpernova patlaması, beyaz cüceyi yok edecek güçte değildir. Beyaz cücenin kütlelerinin çok az bir kısmı dışarı gönderilir. Tip Ia süpernova patlaması, demir gibi ağır elementlerin birikmesini de sağlar [60]. Demir çekirdekli beyaz cüceler, karbon-oksijen beyaz cücelerin kütlelerinden daha küçüktürler ve daha hızlı soğuyarak kristalleşirler [61].

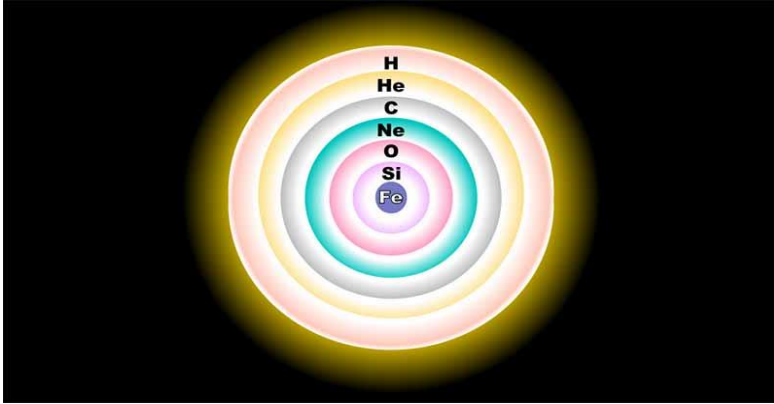
Güneş ve gezegenler için cüce aşamaları Şekil 25'te gösterilmiştir [62].



Şekil 25: Güneş ve gezegenler için cüce aşamaları.

Dev yıldızlar, helyum, karbon ve demir kaynaşması ile ömürlerini geçirirler. Dev yıldızların geçirdikleri füzyon aşamaları, yıldızın büyümesini ve kırmızı süperdev haline gelmesini sağlar. Demir çekirdek bir nötron yıldıza dönüşür. Dönüşüm sonucunda ortaya çıkan enerji, bir süpernovada, dış gazları, yıldızdan uzaklaştırır. Ancak, kırmızı süperdev çekirdekler, bir kara deliğe dönüşene kadar mavi ve sıcak kalırlar. Yalnızca en büyük hiperdev yıldızlar, yüzeylerinde mavi ve sıcak kalmaya yetecek kadar hızlı birleşirler. Dev yıldızlar, Güneş kütlelerinin yaklaşık 3 katı ile 100 katı arasında değişebilen bir kütleye sahiptirler. Güneş kütlelerinin 100 katı büyüklükte olan devler, hiperdevlerdir. Dev bir yıldızın çekirdeği, kendi yerçekimi etkisi nedeniyle sürekli bir baskı altındadır. Devler, şiddetli bir şekilde parlayarak, mavi ve beyaz renkte sıcak parçacıklar saçarlar. Bu parçacıklar, radyo dalgaları yayarlar ve radyo teleskopları ile dev yıldızların sinyalleri alınır [47]. Mavi devler ve mavi süperdevler, diğer yıldızlardan daha büyük ve sıcaktır. Yaşamları kısa sürer. Mavi devler ve mavi süperdevler yaşamlarının sonunda bir süpernova patlaması geçirirler. Bunların yakıtları; hidrojen, helyum, karbon, oksijen ve silikonu yakabilecek sıcaklıktadır. Bu yıldızlardaki füzyon sonucu, demir elementi oluşur [14]. Füzyon nedeniyle büyük bir enerji açığa çıkar. Bu enerji, mavi devleri ve mavi süperdevleri, kırmızı süperdev haline getirir. Kırmızı süperdevlerin çekirdekleri, ağır elementlerle birleşerek etrafa parçacık yayarlar. Radyo teleskopları ile kırmızı süperdevler tespit edilebilmektedir. Sonunda, bir süperdev yıldızın çekirdeğinde demir, kaynaşmayı sağlayacak enerjiyi

bulamamaya başlar. Bu durumda, süper dev yıldız, dengeleme hareketi içerisine girer. Süperdevin atmosferinin ağırlığı, erimeyen demir çekirdeğe çarparak atomları sıkıştırır. Elektronlar, protonlara çarpar. Elektronlar ile protonların çarpışmasından, nötronlar oluşur ve enerji açığa çıkar. Oluşan enerji, yıldızın gazlarını sonsuz bir genişlemeyle uzayın uzak noktalarına gönderir. Sonuçta, çok parlak bir patlama oluşur. Buna süpernova patlaması denir. Süpernova patlamasında yayılan ışık, Evrenin uzak noktalarının mesafelerini belirlemede kullanılabilir [47]. Bir süperdev yıldızın süpernova patlamasından önceki yapısı Şekil 26'da gösterilmektedir [57].



Şekil 26: Bir süperdev yıldızın süpernova patlamasından önceki yapısı.

5. Referanslar

- [1] Gianolio A, Racca G, Jennrich O, Reinhard R, Danzmann K, Vitale S. Gravitational Waves and Massive Black Holes?—The LISA and LISA Pathfinder Missions [Internet]. Available from: www.esa.int/esapub/bulletin/bulletin119/bul119_chap1.pdf (esa bulletin 119 - august 2004) [Accessed:2021-07-15].
- [2] Universe Today-Space And Astronomy News [Internet]. Available from: <https://www.universetoday.com/24629/life-cycle-of-stars/> [Accessed:2021-07-15].
- [3] The Life Cycle Of Stars [Internet]. Available from: <https://themysteriousuniverse4u.weebly.com/> [Accessed:2021-07-15].
- [4] Crab Nebula from Five Observatories [Internet]. Available from: <https://www.jpl.nasa.gov/spaceimages/details.php?id=PIA21474> [Accessed:2021-07-15].
- [5] Protostar [Internet]. Available from: www.extrasolar.de/en/cosmopedia/starclass.0013.protostar [Accessed:2021-07-15].

- [6] Scientists Improve Brown Dwarf Weather Forecasts [Internet]. Available from: <https://exoplanets.nasa.gov/news/1450/scientists-improve-brown-dwarf-weather-forecasts/> [Accessed:2021-07-15].
- [7] Shapiro S.L, Teukolsky S.A. The Black Holes, White Dwarfs, and Neutron Stars: The Physics of Compact Objects. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, New York; 2004.
- [8] Branch D, Nomoto K, Filippenko A.V. The supernova-progenitor connection. *Comm. on Astrophys.* 1991;**15**(4):221-237.
- [9] Filippenko A.V. In *supernovae and stellar evolution*, Ray A, Velusamy T. (eds.), Word Scientific (Singapore), 1991; p.58.
- [10] Analyzing the Universe: Things That Go Boom in the Night-Observational Signatures of Type Ia Supernovae [Internet]. Available from: https://www.physics.rutgers.edu/analyze/wiki/Ia_superovae.html [Accessed:2021-07-15].
- [11] Nomoto K, Iwamoto K, Suzuki T, Pols O.R, Yamaoka H, Hashimoto M, Höflich P, Van Den Heuvel E.P.J. The origin of type Ib-Ic-IIb-III supernovae and binary star evolution. ‘Compact Stars in Binaries-International Astronomical Union-Proceedings of The 165th Symposium of The International Astronomical Union’, Van Paradijs J, Van Den Heuvel E.P.J, Kuulkers E. (eds.), Held in The Hague, The Netherlands, August 15-19, 1994; p. 119-134.
- [12] What Different Types Of Stars Are There? [Internet]. Available from: <https://www.physicsoftheuniverse.com/what-different-types-of-stars-are-there.html> [Accessed:2021-07-15].
- [13] Stellar Death: White Dwarfs, Neutron Stars & Black Holes [Internet]. Available from: http://physics.clas.wayne.edu/astro_nomy/neutronstar_blackholes.pdf [Accessed:2021-07-15].
- [14] Black Holes and Wormholes [Internet]. Available from: https://www.physicsoftheuniverse.com/topics_blackholes_blackholes.html [Accessed:2021-07-15].
- [15] Redd N.T. Black Holes: Facts, Theory & Definition [Internet]. Available from: <https://www.space.com/15421-black-holes-facts-formation-discovery-sdcmp.html> [Accessed:2021-07-15].
- [16] Black Hole Theory & Hawking Radiation [Internet]. Available from: http://www.lukemastin.com/physics/topics_blackholes_theory.html [Accessed:2021-07-15].
- [17] Carroll S. *Spacetime and Geometry An Introduction to General Relativity*. USA: Pearson Education Limited; 2014.

- [18] Temming M. Sizes of Black Holes: How Big is a Black Hole? [Internet]. Available from: <https://www.skyandtelescope.com/astro-nomy-resources/how-big-is-a-black-hole/> [Accessed:2021-07-15].
- [19] Event Horizon, Accretion Disk and Gamma Ray Jets of a Black Hole. [Internet]. Available from: Internet Encyclopedia of Science: http://www.daviddarling.info/encyclopedia/E/event_horizon.html [Accessed:2021-07-15].
- [20] Black Holes: An Essential Component of Our Universe [Internet]. Available from: https://www.iop.org/publications/iop/2012/file_56427.pdf [Accessed:2021-07-15].
- [21] What are Wormholes? [Internet]. Available from: <https://phys.org/news/2015-12-wormholes.html> [Accessed:2021-07-15].
- [22] Lemaître A.G, Eddington A.S. The expanding universe. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 1931;**91**(5):490–501. <https://doi.org/10.1093/mnras/91.5.490>.
- [23] Eastman T.E. Cosmic agnosticism, revisited. Journal of Cosmology, 2010; **4**:655-663.
- [24] Bennett C.L, Halpern M, Hinshaw G, Jarosik N, Kogut A, Limon M, Meyer S.S, Page L, Spergel D.N, Tucker G.S, Wollack E, Wright E.L Barnes C, Greason M.R, Hill R.S, Komatsu E, Nolte M.R, Odegard N, Peiris H.V, Verde L, Weiland J.L. First-year Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP) observations: Preliminary maps and basic results. The Ast. J. (Supp. Series). 2003;**148**(1):1-27. <https://doi.org/10.1086/377253>.
- [25] Lal A.K, Joseph R. The Big Bang? A Critical Review. [Internet]. Available from: <http://cosmology.com/BigBangReview.html> [Accessed:2021-07-15].
- [26] Marov M.Ya., The Fundamentals of Modern Astrophysics: A Survey of the Cosmos from the Home Planet to Space Frontiers. Springer Science and Business Media, New York; 2015; p. 200.
- [27] Spitzer L. Distant Galaxies and Origins of the Universe [Internet]. Available from: <http://www.spitzer.caltech.edu/info/235-Distant-Galaxies-and-Origins-of-the-Universe> [Accessed:2021-07-15].
- [28] Giddings S.B, Thomas S. High energy colliders as black hole factories: The end of short distance physics. Phys. Rev. D. 2002;**65**(5):056010- 056022. <https://doi.org/10.1103/PhysRevD.65.056010>.

- [29] Ruffini R, Wheeler J.A. Introducing the black hole. *Physics Today*. 1971;**24**(1):30-41. <https://doi.org/10.1063/1.3022513>.
- [30] Black Holes [Internet]. Available from: <https://science.nasa.gov/astrophysics/focus-areas/black-holes> [Accessed:2021-07-15].
- [31] IGRJ17091-3624: NASA'S Chandra Finds Fastest Wind from Stellar-Mass Black Hole [Internet]. Available from: <http://www.chandra.harvard.edu/photo/2012/igr/> [Accessed:2021-07-15].
- [32] Stellar Black Hole [Internet]. Available from: <http://astronomy.swin.edu.au/cosmos/S/Stellar+Black+Hole> [Accessed:2021-07-15].
- [33] Supermassive Black Holes [Internet]. Available from: <http://astronomy.swin.edu.au/cosmos/S/Supermassive+Black+Hole> [Accessed:2021-07-15].
- [34] Celotti A, Miller J.C, Sciama D.W. Astrophysical evidence for the existence of black holes. *Class. and Quan. Gravity*. 1999; **16**(12A):A3–A21. <https://doi.org/10.1088/0264-9381/16/12A/301>.
- [35] Black Hole [Internet]. Available from: https://en.wikipedia.org/wiki/Black_hole [Accessed:2021-07-15].
- [36] Active Galactic Nucleus [Internet]. Available from: https://en.wikipedia.org/wiki/Active_galactic_nucleus [Accessed:2021-07-15].
- [37] Active Galactic Nuclei (AGN) / Supermassive Black Holes [Internet]. Available from: <http://www.spitzer.caltech.edu/mission/232-Active-Galactic-Nuclei-AGN-Supermassive-Black-Holes> [Accessed:2021-07-15].
- [38] 1963: Maarten Schmidt Discovers Quasars [Internet]. Available from: <https://cosmology.carnegiescience.edu/timeline/196> [Accessed:2021-07-15].
- [39] Vermeulen R.C, Ogle P.M, Tran H.D, Browne I.W.A, Cohen M.H, Readhead A.C.S, Taylor G.B, Goodrich R.W. When is BL Lac not a BL Lac? *The Astrophys. J. Lett*. 1995;**452**(1):5-8. <https://doi.org/10.1086/309716>.
- [40] Hine R.G, Longair M.S. Optical spectra of 3CR radio galaxies. *Mont. Not. Roy. Astro. Soc.* 1979; **188**(1):111-130. <https://doi.org/10.1093/mnras/188.1.111>.

- [41] Raymond S. The Black Hole Solar System [Internet]. Available from: <https://planetplanet.net/2018/05/28/the-black-hole-solar-system/> [Accessed:2021-07-15].
- [42] Neutron Star [Internet]. Available from: https://en.wikipedia.org/wiki/Neutron_star [Accessed:2021-07-15].
- [43] After Stars Have Exhausted Their Fuel, Gravity Pulls Them into Further Collapse Leading to a Variety of Types of Peculiar Object. [Internet]. Available from: <http://ircamera.as.arizona.edu/NatSci102/NatSci/lectures/whitedwrf.htm> [Accessed:2021-07-15].
- [44] Neutron Stars [Internet]. Available from: <https://www.Nationalgeographic.com/science/space/solar-system/neutron-stars/> [Accessed: 2021-07-15].
- [45] Redd N.T. Neutron Stars: Definition & Facts [Internet]. Available from: <https://www.space.com/22180-neutron-stars.html> [Accessed: 2021-07-15].
- [46] Neutron Stars [Internet]. Available from: https://imagine.gsfc.nasa.gov/science/objects/neutron_stars1.html [Accessed:2021-07-15].
- [47] Star Life and Death [Internet]. Available from: <https://public.nrao.edu/radio-astronomy/star-life-and-death/> [Accessed:2021-07-15].
- [48] Mystery of Pulsars: China Space Telescope to Unleash Secret of Highly Magnetised Neutron Star in Milky Way [Internet]. Available from: <https://www.newsnation.in/science-news/pulsars-in-milky-way-china-plans-to-launch-space-telescope-to-reveal-mystery-of-neutron-stars-article-173019.html> [Accessed:2021-07-15].
- [49] Mysterious Magnetar Boasts One of Strongest Magnetic Fields in Universe [Internet]. Available from: <https://phys.org/news/2013-08-mysterious-magnetar-strongest-magnetic-fields.html> [Accessed:2021-07-15].
- [50] Millis J.P. From Stars to White Dwarfs: The Saga of a Sun-like Star [Internet]. Available from: <https://www.thoughtco.com/white-dwarfs-really-old-stars-3073600> [Accessed:2021-07-15].
- [51] White Dwarf [Internet]. Available from: <http://astronomy.swin.edu.au/cosmos/W/White+Dwarf> [Accessed:2021-07-15].
- [52] Kilic M, Prieto C.A, Brown W.R, Koester D. The lowest mass white dwarf. The Astrophys. Journal. 2007;**660**(2):1451-1461. <https://doi.org/10.1086/514327>.

- [53] Kepler S.O, Kleinman S.J, Nitta A, Koester D, Castanheira B.G, Giovannini O, Costa A.F.M, Althaus L. White dwarf mass distribution in the SDSS. *Mont. Not. Roy. Astro. Soc.* 2007;**375 (4)**:1315-1324. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2966.2006.11388.x>.
- [54] Shipman H.L. Masses and radii of white-dwarf stars. III - Results for 110 hydrogen-rich and 28 helium-rich stars. *The Astrophys. J. Part 1.* 1979;**228**:240-256. <https://doi.org/10.1086/156841>.
- [55] Johnson J. Extreme Stars: White Dwarfs & Neutron Stars. Lecture notes, Astronomy 162. Ohio State University. (2007). [Internet]. Available from: <http://www.astronomy.ohio-state.edu/~jaj/Ast162/lectures/notesWL22.html> [Accessed:2021-07-15].
- [56] Fontaine G, Wesemael F. White Dwarfs. Edited by Murdin P. (article id. 1894) *Encyclopedia of Astronomy and Astrophysics.* Institute of Physics Publishing, Bristol; 2001. <https://doi.org/10.1888/0333750888/1894>.
- [57] Stellar Evolution in 5 Minutes [Internet]. Available from: <https://astrobob.areavoices.com/2018/03/12/stellar-evolution-in-5-minutes/> [Accessed:2021-07-15].
- [58] Week 13; Life Stages of A Low-Mass Star [Internet]. Available from: <https://kelseykaymang.wordpress.com/2014/12/09/week-13-life-stages-of-a-low-mass-star/> [Accessed:2021-07-15].
- [59] Laughlin G, Bodenheimer P, Adams F.C. The end of the main sequence. *The Astrophys. J.* 1997;**482(1)**: 420-432. <https://doi.org/10.1086/304125>.
- [60] Jordan G.C. IV, Perets H.B, Fisher R.T.; van Rossum D.R. Failed-detonation supernovae: Subluminous low-velocity Ia supernovae and their kicked remnant white dwarfs with iron-rich cores. *The Astrophys. J. Lett.* 2012; **761 (2)**:L23. <https://doi.org/10.1088/2041-8205/761/2/L23>.
- [61] Panei J.A, Althaus L.G, Benvenuto O.G. The evolution of iron-core white dwarfs. *Mont. Not. Roy. Astro. Soc.* 2000;**312 (3)**: 531-539. <https://doi.org/10.1046/j.1365-8711.2000.03236.x>.
- [62] Brown Dwarf [Internet]. Available from: https://en.wikipedia.org/wiki/Brown_dwarf [Accessed:2021-07-15].

INSAC
Academic Studies on
Natural and Engineering
Sciences



**Termal Güneş Enerjisi Kollektörü ile Havuz Isıtma
Uygulaması: Kahramanmaraş Örneği (Furkan Dinçer)**

Termal Güneş Enerjisi Kollektörü ile Havuz Isıtma Uygulaması: Kahramanmaraş Örneği

Furkan Dinçer

*Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi,
Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü,
E mail: furkandincer@ksu.edu.tr*

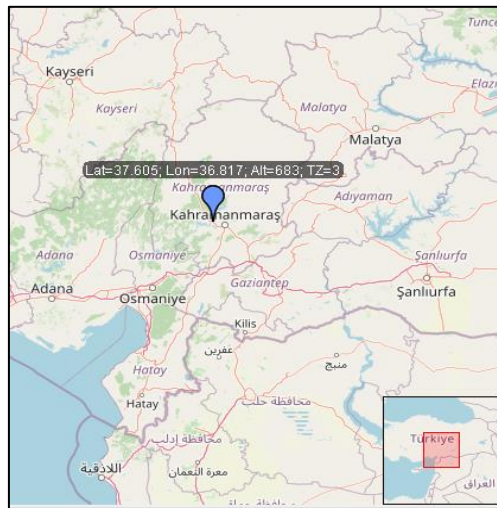
1. Giriş

Kahramanmaraş ili Akdeniz Bölgesinde yer almakta olup, $37^{\circ}11'$ ve $38^{\circ}36'$ kuzey enlemleri ile $36^{\circ}15'$ ve $37^{\circ}42'$ doğu boylamları arasındadır [1]. Kahramanmaraş için ortalama rakım 566 m, ortalama sıcaklık $14,8^{\circ}\text{C}$, Yataya güneş ışıması $1859\text{ kWh/m}^2/\text{yıl}$, optimum açı 31° 'dir [2].

Kahramanmaraş'ta yüzmeye havuzu her geçen gün yaygınlaşmaktadır. Ancak havuzların 365 gün kullanımı için havuz sıcaklığı önemlidir. Havuzların ısıtılması önemli bir enerji maliyeti getirmektedir. Havuzların ısıtılma sorunundan dolayı birçok havuz atıl durumdadır. Güneş enerjisi, havuzların enerji ihtiyacının karşılanmasında önemli bir çözüm üretmektedir. Bu çalışma da termal güneş enerjisi kollektörü ile havuz ısıtma uygulaması Kahramanmaraş lokasyonu için araştırılmıştır.

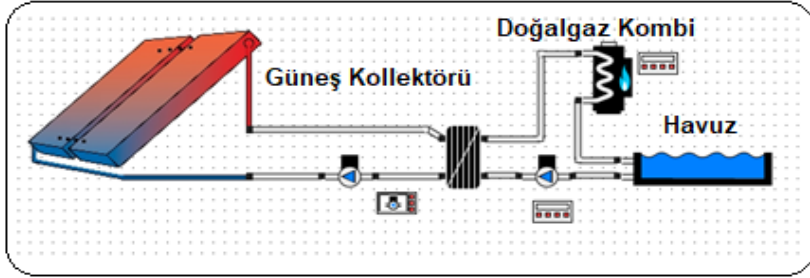
2. Modelleme

Kahramanmaraş merkez (Enlem:37,605; Boylam:36,817) lokasyonu için modelleme yapılmıştır. Modelleme için polysun 12.1 yazılımı kullanılmıştır [3]. Şekil 1'de modelleme lokasyonu görülmektedir.



Şekil 1. Modelleme Lokasyonu

Dış ortam 3,8 m x 2,4 m x 1,5 m ölçülerindeki bir havuzu 20°C sıcaklıkta sabit tutma hedeflenmiştir. Güneş enerjisinin yetmediği durumlarda sistem, doğalgaz kombi ile desteklenecektir. Güneş kollektörü, Doğalgaz kombi ve havuzdan oluşan sistem şekil 2’de görülmektedir.

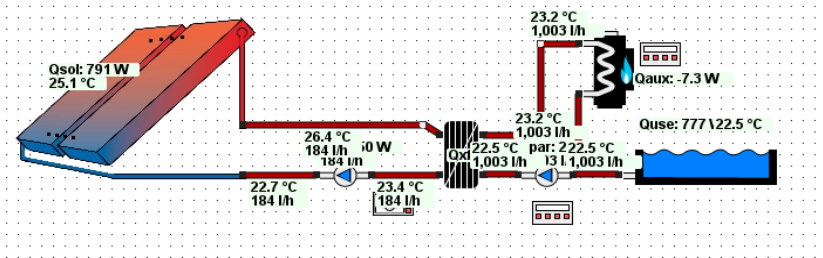


Şekil 2. Sistem Modellemesi

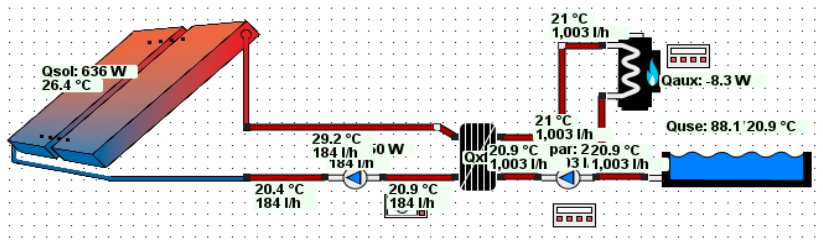
Modellemede olarak Baymak marka Essential XL-Black model güneş kollektörü ve Vaillant marka ecoTEC plus System model doğal gaz kombi kullanılmıştır.

3. Bulgular

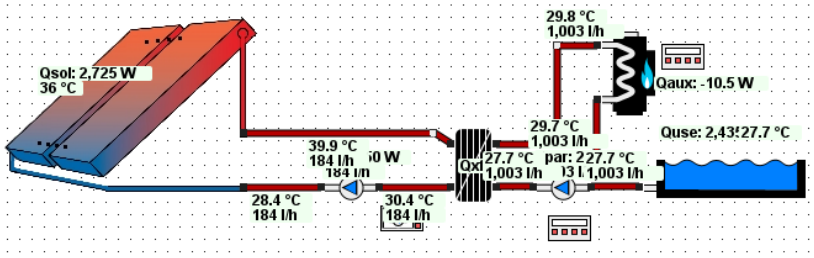
Sistemde 13,68 m³ suya sahip, 9,12 m² havuz yıl boyu 20°C sabit sıcaklıkta tutulmaya çalışılmıştır. 4.614 m² güneş kollektörü ile su ısıtılmış ve havuzun istenilen sıcaklığa gelmesi devirdaim pompaları ile sağlanmıştır. Güneşin yeterli olmadığı durumlarda doğal gaz kombi ile destek sağlanmıştır. Modelle yardımıyla elde edilen bulgular şekil 3-14 de gösterilmiştir.



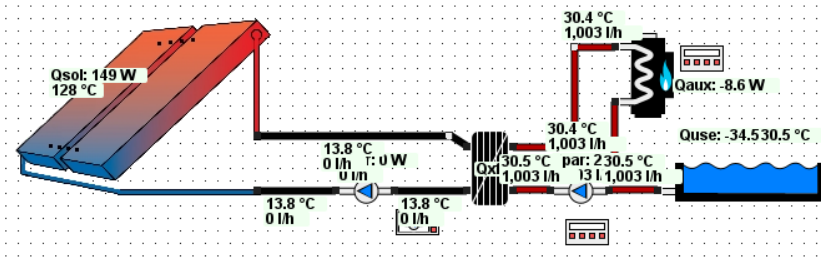
Şekil 3. 1 Ocak saat 12:00 Modelleme sonuçları



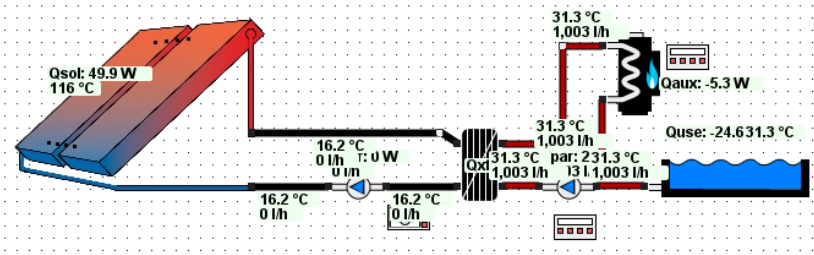
Şekil 4. 1 Şubat saat12:00 Modelleme sonuçları



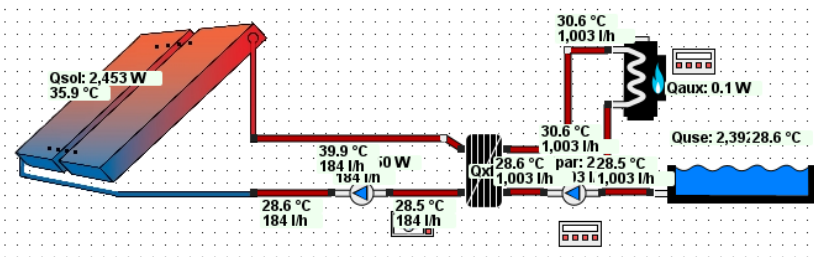
Şekil 5. 1 Mart saat12:00 Modelleme sonuçları



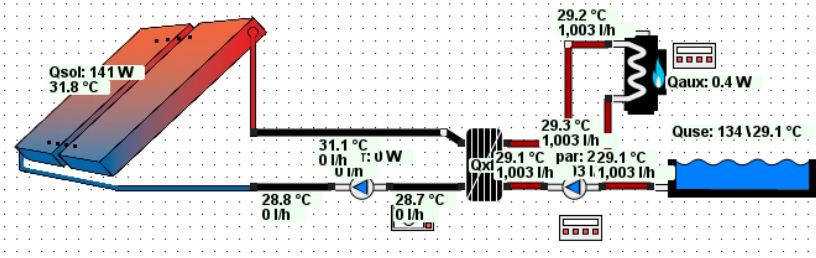
Şekil 6. 1 Nisan saat12:00 Modelleme sonuçları



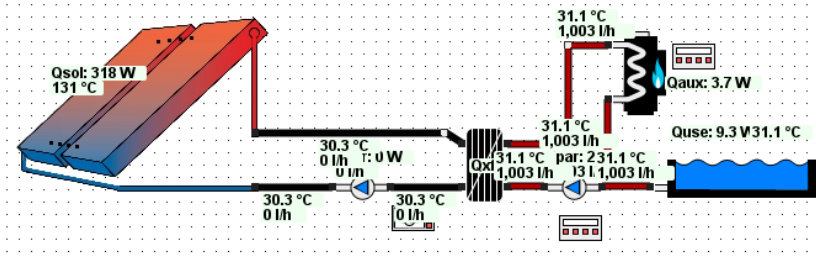
Şekil 7. 1 Mayıs saat12:00 Modelleme sonuçları



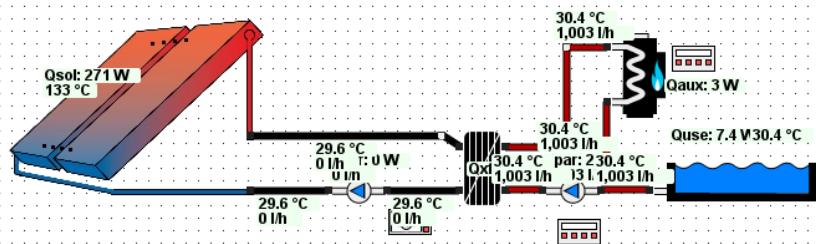
Şekil 8. 1 Haziran saat12:00 Modelleme sonuçları



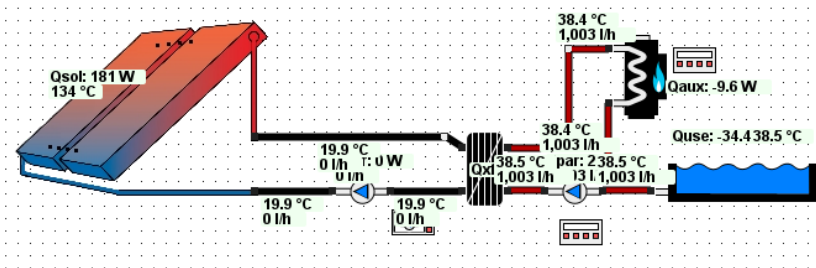
Şekil 9. 1 Temmuz saat12:00 Modelleme sonuçları



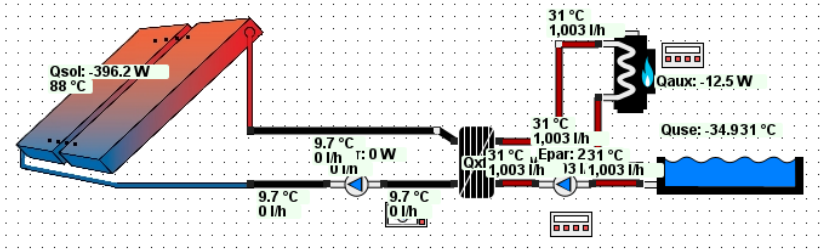
Şekil 10. 1 Ağustos saat12:00 Modelleme sonuçları



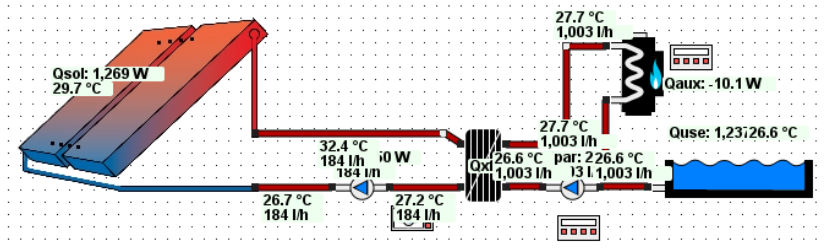
Şekil 11. 1 Eylül saat12:00 Modelleme sonuçları



Şekil 12. 1 Ekim saat12:00 Modelleme sonuçları

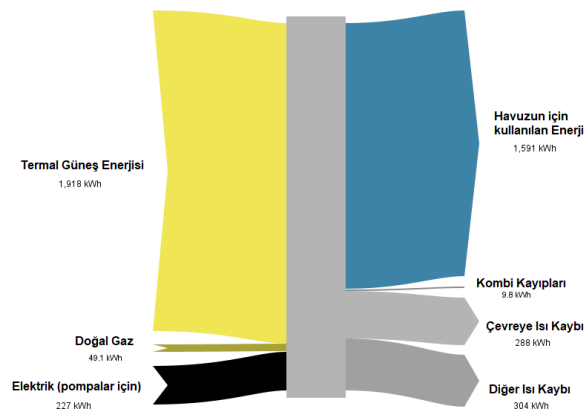


Şekil 13. 1 Kasım saat12:00 Modelleme sonuçları



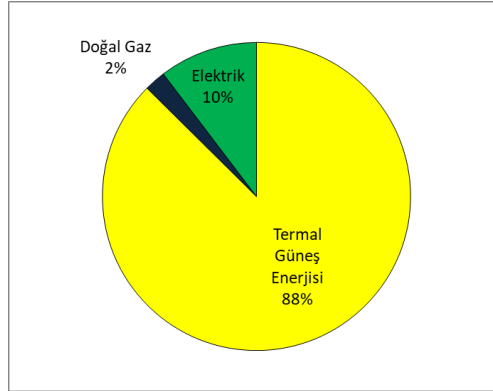
Şekil 14. 1 Aralık saat12:00 Modelleme sonuçları

Kahramanmaraş iklim şartlarında güneş kolektörlerinden yıllık toplam 1.918 kWh enerji elde edilmiştir. Doğal gaz yıllık toplam 49,1 kWh enerji desteklemiş olup, devirdaim pompaları yıllık 227 kWh elektrik enerjisi tüketmiştir. Havuz için kullanılan faydalı enerji 1.591 kWh olup, kombi kayıpları 9,8 kWh, çevreye ısı kaybı 288 kWh, diğer ısı kayıpları 304 kWh'tir. Şekil 15.de modellenen sistemin enerji diyagramı görülmektedir.



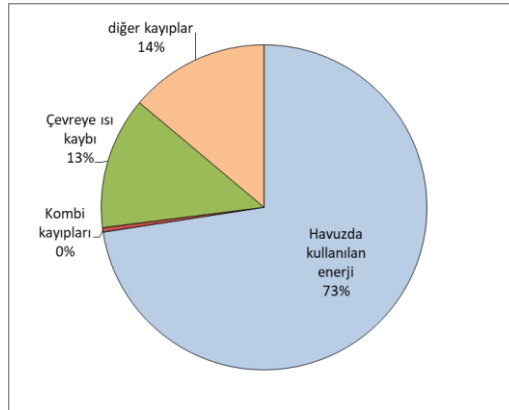
Şekil 15. Enerji Diyagramı

Toplam ihtiyaç duyulan enerji 2194,1 kWh'tir. İhtiyaç duyulan enerjinin %88'i termal güneş kolektörlerinden karşılanmıştır. Doğal gaz sadece %2 kullanılmıştır. Devirdaim pompası içinde %10 elektrik enerjisi kullanılmıştır. Şekil 16.da Sistemde kullanılan enerji kaynakları görülmektedir.



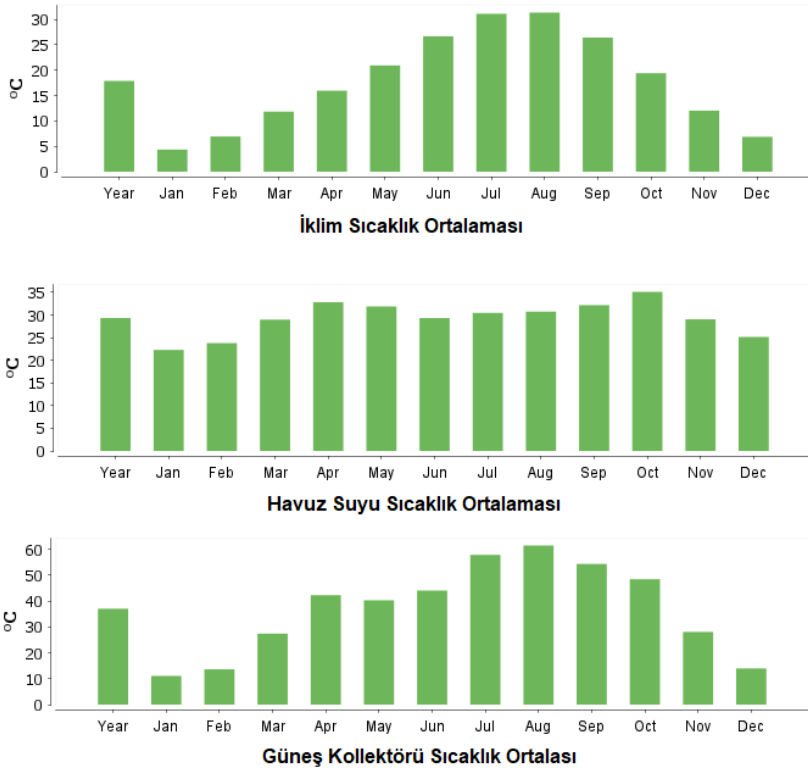
Şekil 16. Sistemde kullanılan enerji kaynakları

Toplam enerjinin %73'ü havuzun ısıtılmasında faydalı olarak kullanılmıştır. Enerjinin %27'si ise kayıpları oluşturmaktadır. Şekil 17.de sistemde enerjinin kullanımı görülmektedir.



Şekil 17. Sistemde enerjinin kullanımı

Havuz suyu sıcaklığı en az 20°C olacak şekilde sistem tasarlanmış olup, ortam sıcaklığından dolayı havuz sıcaklığı bazen 20°C'nin üzerine çıkmıştır. Şekil 18.de sıcaklıkların değişimi görülmektedir.



Şekil 18.Sıcaklıkların değişimi

4. Sonuç

Kahramanmaraş lokasyonunda havuz ısıtması için enerji kaynağı olarak güneş enerjisi başarılı bir şekilde kullanılabilir. Yapılan modellemeye göre ihtiyaç duyulan enerjinin %88'i termal güneş kolektörlerinden karşılanabilmektedir. Sisteme fotovoltaik güneş panelleri ilave edilerek %10 olan elektrik enerjisi ihtiyacı da yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanabilir. Sistem sadece %2 oranında doğal gazı ihtiyac duymaktadır.

5. Kaynaklar

- [1] <https://docplayer.biz.tr/15973333-12-derleme-kahramanmaraş-ili-gunes-enerjisi-potansiyeli-ve-kullanim-olanaklari.html>
- [2] www.dogaka.gov.tr/855-iv1h21ji-kahramanmaraş-ili-fv-gunes-elektrigi-fizibilite-calismasi.pdf
- [3] <https://www.velasolaris.com/downloads/?lang=en>



insac

CHAPTER 13

Güneş Enerjisinden Elektrik Enerjisi Üretiminde YEKA Ges Yarışmaları ve Ekonomik Analiz

Furkan Dinçer

*Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi,
Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü,
E mail: furkandincer@ksu.edu.tr*

Özet

Güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretiminin önemi gittikçe artmaktadır. Enerjiye duyulan talebin artması, herhangi bir yakıt istemeyen, temiz ve çevre dostu bir kaynak olması nedenlerden bazılarıdır. Bu bağlamda gelişmiş ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de güneş enerjisi santrallerinin kurulu gücü artmaktadır. Bundan ötürü bu çalışmada çatı ve arazi tipi için ayrı ayrı olmak üzere güneş enerjisi santrallerinin detaylı kurulum maliyetleri ve fizibilite hesapları detaylı olarak incelenmiştir. Ayrıca, yenilenebilir enerji kaynak alanı olan YEKA güneş enerjisi santrallerinin ülkemizdeki tarihçesi, mevcut durumu ve geleceği ile ilgili değerlendirmelerde bulunulup öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Elektrik Enerjisi, Güneş Enerjisi, YEKA, Fizibilite

1. Giriş

Konvansiyonel enerji kaynakları gelişmiş ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de yerini yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarına bırakmaktadır (Dincer, 2011a; Dincer, 2011b). Ülkemiz elektrik enerjisi kurulu gücünün bir kısmı ithal kömür ve doğalgaz olsa da bu oran yıllar geçtikçe azalmaktadır. Ülkemiz güneş enerjisi kuşağı altında ve bu kaynak bakımından şanslı ve zengin bir ülkedir (Yılmaz ve Dincer, 2017a; Yılmaz ve Dincer, 2017b, (Yılmaz vd., 2017). Güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretimi herhangi bir yakıt istemeyen, temiz, çevre dostu ve dışa bağımlı olmayan bir elektrik enerjisi üretim şeklidir (Meral ve Dincer, 2011; Rustemli ve Dincer, 2011).

Ülkemiz elektrik enerjisi üretiminde güneş enerjisi santrallerinin kurulu gücü 2020 yılsonu itibariyle 6.667,4 MW değerine ulaşmıştır. Lisanslı ve lisanssız olmak üzere toplamda 7.518 adet güneş enerjisi santrali faaliyet göstermektedir. Ülkemizdeki toplam santral kurulu güç değeri ise 95.890,6 MW değerindedir. Kurulu gücün yaklaşık %7 değerini güneş enerjisi santralleri oluşturmaktadır (TEİAŞ, 2021).

Fosil tabanlı kaynaklar bilindiği üzere çalıştığı süre zarfında yakıtı ihtiyaç duymaktadırlar. Yakıt olmadığı süre bu santraller faaliyet gösteremez

ve elektrik enerjisi üretemez. Asfaltit Kömür, Doğalgaz, Fuel Oil, İthal Kömür, Linyit, Lng, Motorin, Taşkömür bu tip santraller olup ülkemizdeki santral kurulu güç değeri yaklaşık 46.304 MW değerlerindedir. Hidroelektrik santralleri de çalışabilmesi için suya ihtiyaç duyarlar. Kuraklık zamanları, su seviyesinin az olduğu durumlarda hidroelektrik santralleri elektrik enerjisi üretemezler. Barajlı ve Akarsu tip olmak üzere bu santrallerin ülkemizdeki kurulu güç değeri yaklaşık 30.983 MW değerlerindedir (TEİAŞ, 2021).

Ülkemiz santrallerinin kurulu gücünün yaklaşık %48'i fosil tabanlı kaynakların oluşturduğu santraller oluşturmaktadır. Barajlı ve Akarsu tip olmak üzere hidroelektrik santrallerinin ülkemiz santrallerinin kurulu gücünün yaklaşık %32'sini oluşturmaktadır.

Ülkemizin güneş enerjisi potansiyeli gelişmiş ülkelere göre çok daha fazla olup ülkemiz bu potansiyel bakımından şanslı konumdadır. Bu şanslı potansiyeli değerlendirmek adına güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretimini arttıracak politikalar üretmek ve kurulu gücümüzün çok daha fazla artırılması adına çalışmalar yapılmalıdır. Bu çalışmada bu politikalara katkı sağlaması amacı ile çatı ve arazi tipi için ayrı ayrı olmak üzere güneş enerjisi santrallerinin detaylı kurulum maliyetleri ve fizibilite hesapları detaylı olarak incelenmiştir. Ayrıca, yenilenebilir enerji kaynak alanı olan YEKA güneş enerjisi santrallerinin ülkemizdeki tarihçesi, mevcut durumu ve geleceği ile ilgili değerlendirmelerde bulunulup öneriler sunulmuştur.

2. YEKA GES Yarışmaları

YEKA, yenilenebilir enerji kaynak alanı anlamına gelmektedir. Ülkemizde güneş enerjisinden elektrik enerjisini üretim kurulu gücünü arttırmak amacı ile YEKA yarışmaları yapılmakta ve devam etmektedir. Resmi Gazete'de 09/10/2016 tarih ve 29852 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanları Yönetmeliği ilan edilmiştir. Yayınlanan bu yönetmelik ile birlikte yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilmesinde yeni bir enerji yatırım iş modeli hayata geçirilmiştir (Enerji Tabii ve Kaynaklar Bakanlığı, 2021). YEKA GES'lerin (yenilenebilir enerji kaynak alanı güneş enerjisi santrali) en önemli avantajı piyasa fiyatlarına göre daha uygun fiyatlı elektrik enerjisi üretim yarışma imkanları oluşturmaktadır. Hem yenilenebilir enerjinin kullanımı hem de maliyet etkin olarak bunun yapılması önemli bir avantajdır.

Bunlardan ilki YEKA-1 GES yarışmasıdır. Konya ili, Karapınar ilçesinde yaklaşık 20 milyon km² bir alana sahip 1000 MWe, 1 GWe kurulu güce sahip bir güneş enerjisi santrali kurulacak. Bu güç şebekeye verilecek demand değeri olup güneş paneli kurulu gücünün 1300 MWe, 1,3 GWe olması planlanmaktadır. Proje için yerli üretim hücreye sahip güneş panelleri kullanılmaktadır. Yarışma sonucunda en düşük teklif 6,99 USD-cent/kWh

olarak verilmiştir. Yarışmayı; Kalyon Güneş Teknolojileri Üretim A.Ş. kazanmıştır ve 15/09/2017 tarihinde YEKA Kullanım Hakkı Sözleşmesini imzalamıştır. YEKA-1 GES yarışması sadece güneş enerjisi santrali kurulumu değil aynı zamanda silikon ingot, wafer, güneş paneli hücresi ve nihayetinde güneş paneli üretimlerinin yerli ve milli olarak üretilmesi şartını da kapsamaktadır. Bu maksat ile yarışmayı kazanan firma Ankara ilinde yerli üretim fabrikasını kurmuş ve güneş paneli üretmektedir.

Daha sonraları YEKA-2 GES 2018 yılında ilan edilmiş ve taslak şartnamesi yayınlanmıştır. YEKA-2 GES ile Şanlıurfa, Niğde ve Hatay illerinde belirlenen bölgelerde güneş enerjisi santrali kurulması amaçlanmıştır. Taslağa göre 500 MWe'ı Şanlıurfa-Viranşehir'de, 200 MWe'ı Hatay-Erzin'de ve 300 MWe'ı ise Niğde-Bor'da kurulması planlanmıştır. Güneş panellerinde yerli katkı oranları en az yüzde 60, kablolama, taşıyıcı konstrüksiyon ve invertörler için yerlilik oranı en az yüzde 51 şeklinde idi. Ancak, taslak şartname sonrasında yarışma yapılmadan YEKA-2 GES iptal edilmiştir.

03/07/2020 tarih ve 31174 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan yarışma ilanı kapsamında 2020 yılı içerisinde Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, YEKA-3 GES yarışması için ilan metni yayınlamıştır. Yayımlanan ilan metnine göre; Türkiye'de 36 ile dağılmış toplamda 1000 MWe bir kapasite tahsis edilmiştir. Kapasiteler; 10 MWe, 15 MWe ve 20 MWe şeklinde olacak durumda dağıtılmıştır. Her bir yarışma için yarışma başlangıç tavan fiyatı, 30 kr/kWh olarak belirlenmiştir. Elektrik enerjisi alım süresi ise sözleşmenin imzalandığı tarihten itibaren 15 yıl olarak ilan edilmiştir. Toplamda 74 adet santral yarışması ayrı ayrı yapılacaktır. Güneş enerjisi santralinde kurulumu gerçekleştirilecek ve asgari yerli katkı oranı % 70 olan yerli malı belgesine sahip Güneş Modüllerinin kullanılması istenmiştir. Ancak tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de yaşanan pandemi şartlarından ötürü YEKA-3 GES yarışması ertelenmiştir.

YEKA-3 GES yarışmasının ertelenmesi sonrasında Resmi Gazete'nin 8 Ekim 2020 tarihli sayısında YEKA GES-3 yarışmaları için düzeltme metni ilan edilmiştir. Yeni düzeltilmiş ilan metni ile başvurular 18-22 Ocak 2021 tarihleri arasında alınmıştır. Son mevcut durumda da başvuru tarihleri Mart ayına ertelenmiştir. Her bir yarışma için yarışma başlangıç tavan fiyatı; 30 kuruş/kWh olarak belirlenmişken ertelenen başvurular ile beraber bu fiyat 35 kuruş/kWh değerine yükseltilmiştir.

3. Çatı Tipi Güneş Enerjisi Santrali için Ekonomik Analiz ve Fizibilite

Bu çalışmada 1000 kWe, 1199,25 kWp kurulu güce sahip bir çatı tip güneş enerjisi santrali için maliyet analizi yapılmıştır. Planlanan bu santral için kullanılacak ekipman ve yapılacak işlemler göz önünde bulundurularak her kalem için ayrı ayrı maliyetlendirme yapılmıştır. Kullanılacak marka ve modellere göre yapılan bu maliyet analizi değişiklikler gösterebilir. Planlanan bu analize göre 1000 kWe, 1199,25 kWp kurulu güce sahip bu santral 516.683 USD mal olmaktadır. Watt başı maliyet fiyat değeri ise 0,431 USD olarak hesaplanmıştır.

Tablo 1. Çatı Tipi GES Maliyet Analizi (1.000 kWe, 1.199,25 kWp)

Malzeme, İş ve İşlemler	Adet/Set	Birim ve Toplam Fiyat (USD)	
3690 Adet 325 W 60 Hücreli Güneş Paneli	1.199.25	0,290	347.783
100 kW İnvertör	10	5.100	51.000
Montaj Seti (Alüminyum Konstrüksiyon)	1	45.000	45.000
DC Kablo (6 mm2)	32.000	0,80	25.600
AC Kablo (150 mm2 NAYY, 240 mm2 NYY)	1	6.500	6.500
GES Pano	1	9.500	9.500
Topraklama, Kablo Tavaşı	1	4.500	4.500
Uzaktan İzleme Sistemi ve SCADA	1	4.300	4.300
Elektrik-Mekanik İşçilik Hizmetleri	1	12.750	12.750
All-Risk Sigorta Hizmetleri	1	2.800	2.800
Nakliye, Vinç	1	4.500	4.500
Levhalar	1	200	200
Konnektör, Spiral Boru vs.	1	1.100	1.100
Proje Onay, Geçici Kabul Harç Ücretleri	1	1.150	1.150
Toplam			516.683
Watt Başına Fiyat			0,431

Planlanan çatı tip güneş enerjisi santralinin Kahramanmaraş lokasyonunda olduğu varsayılarak üretim tahminlemesi ve amortisman süresi değerleri de hesaplanmıştır. Böyle bir güneş enerjisi santralinin 1.530.000

kWh/yıl üretim yapacağı tahmin edilmektedir. Bu santralin abone grubunun ticarethane olduğu düşünülmüştür. Ticarethane aboneleri elektrik enerjisini 0,594 TL/kWh fiyatı üzerinden elektrik dağıtım şebekesine ürettikleri enerjiyi satabilmektedirler. Bu santralin elektrik enerjisi tüketimi yapmadan ürettiği elektrik enerjisinin tamamını elektrik şebekesine sattığını düşünürsek 908.820 TL/yıl kazanç elde edebilecektir. İşletme bakım giderleri de düşünüldüğünde böyle bir yatırım kendini yaklaşık olarak 4,4 yılda amorti edebilecektir.

Tablo 2. Çatı Tipi GES Fizibilite Hesabı (1.000 kWe, 1.199,25 kWp)

Üretim	1.530.000	kWh
Tarife Birim Fiyatı (Ticarethane OG)	0,594	TL/kWh
Brüt Gelir	908.820	TL
İşletme-Bakım Hizmetleri	40.000	TL
Net Gelir	868.820	TL
Kurulum Maliyeti (USD)	516.683	USD
Kurulum Maliyeti (1 USD=7,35 TL)	3.797.616	TL
Amortisman Süresi	4,4	Yıl

4. Arazi Tipi Güneş Enerjisi Santrali için Ekonomik Analiz ve Fizibilite

Bu çalışmada 1000 kWe, 1199,25 kWp kurulu güce sahip bir arazi tip güneş enerjisi santrali için maliyet analizi yapılmıştır. Planlanan bu santral için kullanılacak ekipman ve yapılacak işlemler göz önünde bulundurularak her kalem için ayrı ayrı maliyetlendirme yapılmıştır. Kullanılacak marka ve modellere göre yapılan bu maliyet analizi değişiklikler gösterebilir. Planlanan bu analize göre 1000 kWe, 1199,25 kWp kurulu güce sahip bu santral 637.783 USD mal olmaktadır. Watt başı maliyet fiyat değeri ise 0,532 USD olarak hesaplanmıştır.

Arazi tipi güneş enerjisi santralleri kurulumunda projelendirme ve ön fizibilite büyük önem arz etmektedir. Gölgelemenin en az olacak şekilde güneş panellerinin konumlanması gerekmektedir. Güneş panellerine gölge gelmesi direkt olarak güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretimini engellemektedir. Bundan ötürü santralin konumu, sehpalar arasındaki mesafe, sehpaların konumlandırılması vb. birçok parametre göz önünde bulundurulmalıdır.

Tablo 3. Arazi Tipi GES Maliyet Analizi (1.000 kWe, 1.199,25 kWp)

Malzeme, İş ve İşlemler	Adet/Set	Birim ve Toplam (USD)	
3690 Adet 325 W 60 Hücreli Güneş Paneli	1.199.25	0,290	347.783
100 kW İnvertör	10	5.100	51.000
Montaj Seti (Çelik-Çelik Sıcak Daldırma Galvanizli Konstr.)	90 Ton	1.250	112.500
DC Kablo (6 mm2)	29.000	0,80	23.200
AC Kablo (150 mm2 NAYY, 240 mm2 NYY)	1	6.500	6.500
Monoblok Köşk (Hücreler, Trafo, GES Pano)	1	59.000	59.000
Topraklama, Kablo Tavaşı, Aydınlatma, Telçit vs.	1	11.000	11.000
Uzaktan İzleme Sistemi ve SCADA	1	4.300	4.300
Elektrik-Mekanik İşçilik Hizmetleri	1	12.750	12.750
All-Risk Sigorta Hizmetleri	1	2.800	2.800
Nakliye, Kepçe vs.	1	4.500	4.500
Levhalar	1	200	200
Konnektör, Spiral Boru vs.	1	1.100	1.100
Proje Onay, Geçici Kabul Harç Ücretleri	1	1.150	1.150
Toplam			637.783
Watt Başına Fiyat			0,532

Planlanan arazi tip güneş enerjisi santralinin Kahramanmaraş lokasyonunda olduğu varsayılarak üretim tahminlemesi ve amortisman süresi değerleri de hesaplanmıştır. Böyle bir güneş enerjisi santralinin 1.850.000 kWh/yıl üretim yapacağı tahmin edilmektedir. Bu santralin abone grubunun ticarethane olduğu düşünülmüştür. Ticarethane aboneleri elektrik enerjisini 0,594 TL/kWh fiyatı üzerinden elektrik dağıtım şebekesine ürettikleri enerjiyi satabilmektedirler. Bu santralin elektrik enerjisi tüketimi yapmadan ürettiği elektrik enerjisinin tamamını elektrik şebekesine sattığını düşünürsek 1.098.900 TL/yıl kazanç elde edebilecektir. İşletme bakım giderleri de düşünüldüğünde böyle bir yatırım kendini yaklaşık olarak 4,5 yılda amorti edebilecektir.

Tablo 4. Arazi Tipi GES Fizibilite Hesabı (1.000 kWe, 1.199,25 kWp)

Üretim	1.850.000	kWh
Tarife Birim Fiyatı (Ticarethane OG)	0,594	TL/kWh
Brüt Gelir	1.098.900	TL
İşletme-Bakım Hizmetleri	40.000	TL
Arazi Kira Bedeli	20.000	TL
Net Gelir	1.038.900	TL
Kurulum Maliyeti (USD)	637.783	USD
Kurulum Maliyeti (1 USD=7,35 TL)	4.687.701	TL
Amortisman Süresi	4,5	Yıl

5. Değerlendirme ve Sonuç

YEKA GES yarışmalarının yapılması ve devam etmesi ülkemiz için önemlidir. Ülkemizin güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretimi kurulu gücünü hızlı bir şekilde arttıracak önemli adımlardan biridir. Ancak, yapılacak yatırımlarda çeşitli iyileştirmeler yapılmalıdır. Bunlardan en önemlisi arazi sorunudur. Arazi ile ilgili yatırımcılar çok sayıda sorun ile karşılaşmaktadır.

Güneş enerjisi santrali şebekeye bağlı olacağı için enerji nakil hattı ile dağıtım/iletim hattına bağlanmalıdır. Yapılacak güneş enerjisi santralının kapasitesi en az 10 MWe üzeri olduğu için yatırım alanı trafo merkezine yakın bir noktada olmalıdır. Böylece enerji nakil hattı sorunu, güzergah ile ilgili geçiş problemleri ve iletim kaybı daha az olacaktır. Kurulacak nakil hatları vatandaşların arazisinden geçeceği için yatırımcı zor durumlar ile karşı karşıya kalmaktadır. Bundan ötürü ilgili santral sahası kurulmadan önce enerji nakil hattı devlet tarafından yatırımcıya hazır bir vaziyette sunulabilir. Böylece yatırımcı direkt olarak vatandaş ile sorun yaşamamış olacaktır. Santral kurulmadan önce enerji nakil hattı hazırlanmış olacak ve sonradan farklı bir sorun meydana gelmeyecektir.

Kurulum yapılacak arazinin atıl bir arazi olması, tarıma elverişli olmaması gerekmektedir. Yani, marjinal tarım arazisi olup tarım uygulama dışına ayrılmış bir arazi olması gerekmektedir. 10 MWe kurulu güce sahip bir arazi için en az 150 dönüm arazi alanı olması gerekmektedir. Böyle büyük arazilerin tamamının marjinal tarım arazi sınıfında olabilmesi,

Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) için uygun olabilmesi biraz zor bir durumdur. Yatırımcılar bu durumda yoğun bürokrasi ile uğraşmaktadır. Ayrıca böyle kurulum yapılacak toplu arazilerin bulunması da oldukça zor olmaktadır. Bu durumu fırsata çevirmek isteyen çok sayıda arazi sahipleri olduğu için bu gibi durumlar da yatırımcıyı zor duruma düşürmektedir.

150 dönüm ve üzeri büyük arazilerin imar planlarının yapılması süreçlerinde de yatırımcı çokça sorun ile karşılaşabilmektedir. Onlarca kurumdan görüş alınmaktadır. Onlarca kurumdan bir kurumun olumsuz görüş vermesi halinde yatırım kesintiye uğramaktadır.

Bu ve benzeri birçok nedenden ötürü YEKA GES yapılacak araziler bürokratik işlemleri hazırlanmış vaziyette yatırımcıya sunulması yatırımların uygulanabilir ve sürdürülebilir olmasına önemli katkı sağlayacaktır. Ayrıca yatırımcıların daha çok yarışmaya katılmalarını ve ilginin yüksek olmasını da beraberinde getirecektir.

Trafo merkezine yakın yerlerde arazi için bürokratik işlemleri, enerji nakil hattı tamamlanmış alanlar tahsis edilip YEKA GES yarışmaları için yatırımcılara sunulabilir. Bu bölgeler Güneş Enerjisi İhtisas Bölgeleri olarak ilan edilebilir. Yapılacak yatırımlarda yüksek yerlilik oranı belirlenerek yerli ve milli enerji santrallerinin inşası sağlanabilir. Böyle yarışmalar ile en az onbeş yıl alım garantili elektrik piyasası takas fiyatı üzerinden elektrik enerjisi alımı taahhüt edilebilir.

Ek olarak; bu çalışmada arazi ve çatı tipi güneş enerjisi santrali detaylı maliyet analiz ve fizibilite tabloları sunulmuştur. Bu tablolardaki veriler incelendiğinde günümüzde güneş enerjisi santrallerinin amortisman sürelerinin 4,5 yıl civarında olduğu açık bir şekilde belirlidir. Hatta, kendi elektrik enerjisini kendi üretilen aynı noktada tüketen işletmeler için dağıtım bedeli ve ek vergi tutarlarından da tasarruf edileceği için bu amortisman süresi daha da azalacaktır.

Tarımsal işletmelere devlet tarafından ek hibe destekleri sunulmaktadır. Hibe destekleri ile tarımsal işletmeler güneş enerjisi santrallerine yoğun ilgi göstermektedir. Hem kendi elektrik enerjilerini üretmekte hem de fazla ürettikleri enerjiyi devlete satabilmektedir.

Genel işletmelerde ise KDV teşviği dışında farklı bir destek sunulmamasına rağmen genel işletmeler de kendi çatılarını değerlendirmektedir. Ancak, çatı alanı yeterli olmayan veya çatı alanı olmayıp elektrik enerjisi üretim sektörüne yatırım yapmak isteyen yatırımcıların da önü açılmalıdır.

Şehir merkezleri dışında tarım arazisine uygun olmayan çok sayıda atıl araziler bulunmaktadır. Bu araziler yatırımcılara açılmalı ve elektrik enerjisi üretim tesisleri kurmaları için bürokratik engellerin kaldırılması büyük önem

arz etmektedir. Yatırımcılar özel bir teşvik beklemeden bu yatırımları öz sermayeleri ile yapmak için hazır durumdadır. Yerli panellerin üretilmesi ile beraber yapılacak böyle güneş enerjisi santralleri yerli ve milli enerji politikamıza büyük katkı sağlayacak ve elektrik enerjisini ihraç eden bir ülke konumuna ulaşmamızı sağlayacaktır.

6. Kaynaklar

Dincer, F. (2011a). The Analysis on Photovoltaic Electricity Generation Status, Potential and Policies of the Leading Countries in Solar Energy, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(1), pp. 713 – 720.

Dincer F. (2011b). Overview of the Photovoltaic Technology Status and Perspective in Turkey, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(8), pp. 3768 – 3779.

Yılmaz S. ve Dincer F. (2017a). Optimal design of hybrid PV-Diesel-Battery systems for isolated lands: A case study for Kilis, Turkey, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 77, 344–352.

Yılmaz S., Ozcalik H.R., Dincer F. (2017). Modeling and Designing of the Solar Thermal Parabolic Trough Concentrator and Its Environmental Effects, *Environmental Progress & Sustainable Energy*, 36(3), 967-974.

Meral M.E. ve Dincer F. (2011). A Review of The Factors Affecting Operation and Efficiency of Photovoltaic Based Electricity Generation Systems, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(5), pp. 2176 – 2184.

Rustemli S. ve Dincer F. (2011). Modeling of Photovoltaic Panel and Examining Effects of Temperature in Matlab/Simulink, *Elektronika Ir Elektrotehnika (Journal of Electronics and Electrical Engineering)*, 3, (109), pp. 35 – 40.

TEİAŞ, Erişim Adresi: <https://www.teias.gov.tr/>, Erişim Tarihi: 25.01.2021

Enerji Tabii ve Kaynaklar Bakanlığı, Erişim Adresi: <https://enerji.gov.tr/>, Erişim Tarihi: 25.01.2021.

Yılmaz S. ve Dincer F. (2017b). Impact of inverter capacity on the performance in large-scale photovoltaic power plants – A case study for Gainesville, Florida, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 79, 15-23.



www.insackongre.com
insackongre@gmail.com

