



**KIRGIZİSTAN TÜRKİYE MANAS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**KIRGIZİSTAN YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARINDAN
GÜNEŞ VE SU ENERJİSİ POTANSİYELLERİNİN
ARAŞTIRILMASI**

**Hazırlayan
Emrah DOĞDU**

**Danışman
Prof. Dr. Kanatbek KOCOBAYEV**

Yüksek Lisans Tezi

**Mayıs 2017
KIRGIZİSTAN/BİŞKEK**

KIRGIZİSTAN TÜRKiYE MANAS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

KIRGIZİSTAN YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARINDAN
GÜNEŞ VE SU ENERJİSİ POTANSİYELLERİNİN
ARAŞTIRILMASI

(Yüksek Lisans Tezi)

Emrah DOĞDU

Danışman
Prof. Dr. Kanatbek KOCOBAYEV

Mayıs 2017
KIRGIZİSTAN/BİŞKEK

İNTİHAL YAPILMADIĞINI BELİRTEN İFADE

Ben bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallarına göre aldığımı ve sunduğumu belirtiyorum. Bu çalışmaya özgün olmadan kullandığım bütün materyal ve bilgilere akademik ve etik kurallar gereğince atıfta bulunduğumu ve hiçbir şekilde intihal yapmadığımı belirtiyorum.

İSİM, SOYAD: **Emrah DOĞDU**

İMZA:

TARİH:

ИЛИМИЙ ЭТИКАГА ЫЛАЙЫКТУУЛУК ТУУРАЛУУ БИЛДИРҮҮ

Мен бул эмгекте алынган бардык маалыматтарды академиялык жана этикалык эрежелерге ылайык колдондум. Тагыраак айтканда бул эмгекте колдонулган бирок мага тиешелүү болбогон маалыматтардын бардыгын колдонулган адабияттар бөлүмүндө көрсөтүм жана эч кайсы жерден плагиат жасалбагандыгына ынандырып кетким келет.

АТЫ, ЖӨНҮ: **Эмрах ДОГДУ**

КОЛУ:

ДАТАСЫ:

YÖNERGEYE UYGUNLUK

“Kırgızistan Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Güneş ve Su Enerji Potansiyelleri Araştırılması” adlı Yüksek Lisans Tezi, Kırgızistan-Türkiye “Manas” Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Tezi Hazırlayan:

Emrah DOĞDU

İmza:

Danışman:

Prof. Dr. Kanatbek KOCOBAYEV

İmza:

Çevre Mühendisliği ABD Başkanı

Prof.Dr. Zarlık MAYMEKOV

İmza:

KABUL VE ONAY

Prof. Dr. Kanatbek KOCOBAYEV danışmanlığında Emrah DOĞDU tarafından hazırlanan “Kırgızistan Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Güneş ve Su Enerji Potansiyelleri Araştırılması” adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Kırgızistan Türkiye “Manas” Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

JÜRİ:

Danışman Prof. Dr. Kanatbek KOCOBAYEV

Üye Prof. Dr. Kadirbek SAKIYEV

Üye Prof.Dr. Zarlık MAYMEKOV

Üye Doç. Dr. Kalipa SALİEVA

Üye Dr. Nurzat TOTUBAYEVA

ONAY

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulununtarih ve sayılı kararı ile onaylanmıştır.

....../...../.....

Doç. Dr. Dağıstan ŞİMŞEK
Enstitü Müdürü

т.и.д. профессор Канатбек КОЖОБАЕВ жетекчилигинде Эмрах ДОГДУ даярдаган “Кыргыз Республикасындагы Ордун Толтуруулуучу Кун Жана Суу Энергия Булактарынын Потенциалын Изилдөө” аттуу темасы магистрдик иш комиссия тарабынан Кыргыз-Түрк “Манас” университети Табигый илимдер институту Экология инженерия илими багытында Магистрдик иш болуп кабыл алынды.

Коммисия::

Илимий жетекчи : Проф. Др. Канатбек КОЖОБАЕВ

Башчысы Проф. Др. Кадырбек САКЫЕВ

Мүчө Проф. Др. Зарлык МАЙМЕКОВ

Мүчө Доц. Др. Калипа САЛИЕВА

Мүчө Др. Нурзат ТОТУБАЕВА

Чечим :

Бул магистрдик иштин кабыл алынышы Институт башкаруу кеңешинин датасында жанасанындагы чечими менен бекитилди.

..../...../.....

т.и.к. доц. Дагыстан ШИМШЕК

Институт мүдүрү

ÖNSÖZ / TEŞEKKÜR

‘Kırgızistan Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Güneş Enerjisi ile Hidrolik Enerji Potansiyelleri’ konulu yüksek lisans tez çalışmamın her aşamasında engin bilgileri ile beni yönlendiren, her görüşmemizde değerli zamanını ayırarak beni sonuna kadar dinleyen ve hiçbir desteğini benden esirgemeyen tez danışmanım Sayın hocam Prof. Dr. Kanatbek KOCOBAYEV’e destek ve yardımlarından dolayı teşekkürü bir borç bilirim.

Yüksek lisans tezi çalışmalarım sırasında karşılaştığım zorlukları aşmamda yardımlarından ve desteklerinden dolayı sayın amcam Ali DOĞDU, Kırgızistan-Türkiye “Manas” Üniversitesi Genel Sekreteri Ziya ARPALI, Çevre Mühendisliği Bölüm Başkanı sayın Prof. Dr. Zarlık MAYMEKOV, Bütçe ve Muhasebe Müdürlüğü Müdürü Tuğçe Ceyda DÖNMEZ, Bektaş BULUT, Şamil BALCI, Salih KIRDEMİR’e ve bütün hocalarıma teşekkür ederim.

Emrah DOĞDU

Bişkek, Mayıs 2017

KIRGIZİSTAN YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARINDAN GÜNEŞ VE SU ENERJİ POTANSİYELLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Emrah DOĞDU

Kırgızistan Türkiye “Manas” Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi, Mayıs 2017

Danışman: Prof. Dr. Kanatbek KOCOBAYEV

KISA ÖZET

Artan dünya nüfusu, teknolojinin gelişimi, sanayileşme yarışı son yıllarda enerjiye olan bağımlılığı ve ihtiyacı belirgin bir şekilde artırmıştır. Ülkeler enerji ihtiyaçlarını karşılayabilmek için farklı enerji kaynaklarından faydalanma yoluna gitmekte ve enerji politikalarını belirlerken, hem enerji ihtiyacını en iyi şekilde giderebilen hem de çevre sorunlarını en aza indirgeyebilen enerji türlerini kullanmayı hedeflemektedirler.

Bu çalışmada enerji kaynakları ve potansiyelleri için ilk başlangıçta edebiyat bilgisi dünyadaki genel enerji bilgisi verilmiştir. Kırgızistan enerji kaynakları bilgileri edebiyat bilgisi eklenerek su ve güneş enerjisi için hesaplamalar yapılarak kurulan tesislerin kaç yılda yatırım maliyet analizi amorti edeceği bulmak amaçlanmıştır.

Türkiye’de kullanılan bir metotla ilk önce maliyetleri dünya bazında çıkartılarak su ve güneş enerji verileri ile birlikte sistemlerin yıllık enerji kapasiteleri minimum ve maksimum olarak hesaplanmış ve amorti süreleri Kırgızistan’da bulunan Severelektro şirketinin elektrik enerji tarifleri her bir tarif için ev ve sanayi tek tek hesaplanmıştır. Ortalama tariflerinde bulunduğu hesaplamalarda bize yıllık kurduğumuz enerji santrallerinde

ekonomik getirisinin ne kadar olduğunu ve kaç yılda maliyetini tekrar kazanabildiğimizi ortaya çıkartmaktadır.

İki farklı modelleme örneği yapılan araştırmada su enerjisi için; Büyük Aksu nehrini yıllık enerji hesaplanmış, 10 MW olarak kurulacak bir sistemin maliyeti bulunmuş, Kırgızistan Severelektro şirketinin elektrik enerjisi birim tarifi alınarak yıllık ekonomik kazanç hesaplanmış ve elektrik santrali amorti süresi bulunmuştur. Güneş enerjisi için ise; Bişkek, Çolpon Ata, Su Samır ve Tanrı Dağı'nda uzun yıllar boyunca alınan güneş radyasyon ışıınımı değerleri kullanarak 1.000 kW/h saatlik bir enerji santralinde yıllık enerji üretimi hesaplanmış elektrik enerjisi birim tarifi alınarak yıllık kazanç hesaplanmış ve elektrik santrali amorti süresi bulunmuştur.

Enerji üretimi devlet desteği göz önünde alınmadan yapılan hesaplamalarda maliyetlerin yüksek olmasına rağmen Kırgızistan su kaynakları ve güneş radyasyon ışıınım gücünün yatırım yapılabileceği ve devletin bu konuda çalışmalarını önem vermesi gerektiğini ortaya çıkartılmıştır. Elde edilen analiz sonuçlarına göre araştırılması yapılan, Kırgızistan kurulacak elektrik santrallerinin enerji üretim güçlerinin yüksek olduğu fakat düşük elektrik enerjisi tarifesi nedeniyle amorti etme sürelerinin uzun olduğu ortaya çıkartılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Enerji, Yenilenebilir Enerji, Hidrolik Enerji, Güneş Enerjisi, Maliyet Analizi, Kırgızistan.

КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНДАГЫ ОРДУН ТОЛТУРУУЛУУЧУ
КУН ЖАНА СУУ ЭНЕРГИЯ БУЛАКТАРЫНЫН ПОТЕНЦИАЛЫН
ИЗИЛДӨӨ

Эмрах ДОГДУ

Кыргыз-Турк «Манас» университети, Табигый илимдер институту

Магистрдик иш, Май 2017

Илимий жетекчи: т.и.д. профессор Канатбек КОЖОБАЕВ

КЕҢИРИ МАЗМУНУУ

21 кылымдын эң чоң көйгөйлөрүнүн бири калкты зыянсыз энергия менен камсыз кылуу. Азыркы күндө өлкөлөрдүн энергияны өндүрүү жана колдонуу ыкмалары узак мөөнөттүү эмес. Буга мисал болуп адамдын ишмердүүлүгүнүн натыйжасында климаттын өзгөрүүсү болуп эсептелет. 1990-2014 жылдары арасында энергияны колдонуу 40% га жогорулаган, колдонулган бул энергиянын 80 % жер алдынан казылып алынган ресурстардан алынат. Кен байлыктарды колдонуу экономикага чон зыянын келтирген, климаттын өзгөрүүсүнө да себепчи болгон парник газдарынын атмосферада топтолуусуна себепчи болот. Климаттын өзгөрүүсү адамзат жана планета үчүн кайра ордуна келбей турган көйгөйлөргө алып келбөөсүчүн глобалдык ысынууну 1,5 даражанын алдында кармообуз керек. Башкача айтканда парник газы аталган CO₂ абадагы деңгээли 350 ppm ден ашпашы керек. Мунун жалгыз жолу казып алынуучу кен байлыктардын энергия алууда колдонуусун азайтуу жана анын ордуна кайра калыбына келүүчү энергия булактарын колдонуу болуп эсептелинет. Калктын санынын көбөйүүсү, технологиянын өнүгүүсү, цивилизациянын алдыга жылуусу

энергияга болгон көз карандылыкты жана муктаждыкты белгилүү даражада көтөрдү. Көптөгөн мамлекеттер энергия муктаждыгын жою максатында ар кандай энергия булактарын колдонууга өтүп жатышат жана энергия булактарын тандоодо жаратылышка аз зыян келтирген жана баардык муктаждыктарды жаба турган энергия булактарына маани беришүүдө.

Бул жасалган дипломдук жумушумдун эң башында энергия булактары жана потенциалы жөнүндө жалпы маалымат берилген. Кыргызстандагы энергия булактары жөнүндө маалымат берилип, суу жана күн энергиялары үчүн эсептөөлөр жасалып, энергия алуу максатында курулган курулуштардын канча жылдын ичинде өзүнүн баасын чыгарып, актай ала тургандыгын эсептеп чыгуу максаты коюлган.

Туркияда колдонулган жол менен эн биринчи суу жана күн энергияларынын көрсөткүчтөрү менен системалардын жылына канча көлөмдө энергия иштеп чыгара тургандыгын минимум жана максимум болуп эсептелинди жана ошондой эле амортизация мөөнөтү да “Северэлектро” энергия тарифтеринин көрсөткүчтөрү менен жеке үйлөргө өзүнчө жана өндүрүш үчүн өзүнчө эсептелинди. Орточо тарифтеги көрсөткүчтөр колдонулган эсептөөлөрдө бир жылдык кеткен чыгым жана система канча жылда өзүн актай ала тургандыгы көрсөтүлдү.

Эки түрдүү модель колдонулуп изилдөө жүргүзүлдү. Суу энергиясы үчүн: Чоң Ак-Суу дарыясынын жылдык энергиясы эсептелинди, 10 MW кубаттуулукта курула турган системанын баасы эсептелип чыгарылды, Северэлектро компаниясынын тариф баалары колдонулуп

жылдык пайда канча болору жана курулган станциянын амортизация мөөнөтү табылды. Күн энергия үчүн болсо: Бишкек, Чолпон-Ата, Суусамыр жана Тянь-Шань тоолорунда көптөгөн жылдар бою топтолгон күн радиациясынын ысынуу көрсөткүчтөрү колдонулуп 1000 kW/h саатык бир станциянын жылдык энергия берүүсү, жылдык пайда жана амортизация мөөнөтү эсептелип чыгарылды.

Энергиянын өндүрүү боюнча жасалган изилдөөдө системаларды курууда көп чыгым кетээрине карабастан суу жана күн энергияларын колдонуп энергия алуу жааты өкмөт тарабынан колдоого алынып маани берилүүсү керектиги маалым болду. Жасалган анализдердин жыйынтыгында Кыргызстанда курула турган станциялардын энергия иштеп чыгуу күчтөрү жогору болгондугун, бирок тарифтердин арзан болгонуна байланыштуу курулган станциялардын амортизация мөөнөтү узак болоору аныкталды.

Ачкыч сөздөр: Энергия, Орду Толтурулуучу Энергия, Суу Энергиясы, Күн Энергиясы, Кыргызстан.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛА СОЛНЕЧНОЙ И ВОДНОЙ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Эмрах ДОГДУ

Кыргызско-Турецкий университет «Манас», Институт естественных
наук Магистерская диссертация, Май 2017

Руководитель: д.т.н. профессор Канатбек КОЖОБАЕВ

АННОТАЦИЯ

В 21 веке одной из самых больших проблем человечества является обеспечение безопасной энергии для населения. На сегодняшний день методы использования и производства энергии считаются не устойчивыми. Одним из примеров является изменение климата под воздействием антропогенных факторов. Потребление энергии с 1990 года по 2014 года увеличилось на 40 % в мире, где 80 % энергии производилось из ископаемых ресурсов. Использование ископаемых ресурсов для производства энергии приводит к накоплению парниковых газов в атмосфере. Изменение климата приводит к необратимым последствиям как для человечества, также и для планеты. Для предотвращения глобального потепления уровень парникового газа в атмосфере должен быть не больше 350 ppm. Единственный способ уменьшить уровень парниковых газов это перейти к использованию возобновляемых источников энергии. Увеличение населения земного шара, улучшение и появление новых технологий стало причиной роста в потребности энергии . Многие страны

стараятся переходить к использованию таких источников энергии, которые будут приносить наименьший вред окружающей среде .

В проделанной работе в начале главы даны общие описания потенциала энергитических ресурсов и источников энергии. Цель данной работы сделать анализ показателей ресурсов воды и солнечной энергии в Кыргызстане, также провести расчет стоимости строительства сооружений и определить период их окупаемости.

С показателями воды и солнечной энергии был просчитан годовой объем энергии (максимум и минимум), который можно получить в построенных сооружениях, также был определен период амортизации сооружений, для этого использовались тарифы энергии компании “Север электро”. В расчетах где использовались средние показатели были определены себестоимость строительства сооружения и период их амортизации.

В проведенных двух разных примеров исследования, для энергии воды: Рассчитан годовой объем энергии реки Ак-Суу и себестоимость расхода строительства станции мощностью 10 MW, с использованием тарифа компании «Северэлектро», просчитана прибыль за год одной станции и период его окупаемости. А для солнечной энергии были использованы данные собранные за многие годы в таких регионах как: Бишкек, Чолпон-Ата, Суусамыр и в горах Тянь-Шань. Сделан расчет одной системы с мощностью 1.000 kW/h час, для данной системы также была просчитана прибыль и окупаемость.

В данной работе приведены примеры, о том что использование алтернативной энергии рентабельно и государство должно обеспечить

поддержку проектов в сфере альтернативной энергетики. Несмотря на то что, на строительство электростанций уходит много денег, использование ветряных и солнечных источников энергии вполне правомерно и экономически выгодно в Кыргызстане. Также стало известно, что мощность выработанной энергии в построенных станциях будет высокой, но из-за дешевого тарифа на электроэнергию в Кыргызстане период окупаемости будет долгим.

Ключевые слова: Энергетика, Возобновляемые Источники Энергии, Гидроэнергия, Солнечная Энергия, Кыргызстан.

THE RESEARCH OF THE POTENTIAL OF RENEWABLE SOURCES
OF ENERGY– SOLAR AND WATER ENERGY OF THE KYRGYZ
REPUBLIC

Emrah DOGDU

Kyrgyz Turkish Manas University, Graduate School of Natural and
Applied Science Master's Dissertation, May 2017

Supervisor: Prof. Dr. Kanatbek KOCABAYEV

ABSTRACT

In this study was given the general energy information of the world for potential and energy sources. Kyrgyzstan is aimed to find out how many years will be cost the production analysis of the established facilities for sun and water energies by making calculation between Kyrgyzstan energy source information's adding literary information. With the method which is used in Turkey, firstly taken out the costs of the world-wide, together with the water and sun energy information's was calculated the yearly energy facilities as minimum and maximum, amortization time of the electric energy determination calculated individually for each house by the Severelektro Corporation which is in Kyrgyzstan.

In the study for water energy were made two different modeling examples: was calculated the annual energy of the big river Aksu and was founded 10 MW cost of the system which will be establish, was calculated annual economic gain taking the unit definition of the electric energy of the Severelektro Corporation also was founded the amortization time. For sun energy: for many years taken the solar radiation values from Bishkek,

Cholpon-Ata, Su Samir and Tenir-Too mountains and using in hour 1.000 W/h was calculated the annual energy generation and was founded the electric station amortization time.

Even though the costs of energy production are not considered in the calculations made without consideration of the state support, Kyrgyzstan has found that the water resources and the radiation power of the Kyrgyzstan can invest and the state should pay attention to this issue. According to the research which has made , the energy production stations of Kyrgyzstan which will be establish are highest but because of the low electric energy to make amortization takes a lot of time.

Key words: Energy, Renewable Energy, Solar Energy, Water Energy, Cost Analysis, Kyrgyzstan

İÇİNDEKİLER

İNTİHAL YAPILMADIĞINI BELİRTEN İFADE	
ИЛИМИЙ ЭТИКАГА ЫЛАЙЫКТУУЛУК ТУУРАЛУУ БИЛДИРҮҮ	
YÖNERGEYE UYGUNLUK.....	
KABUL VE ONAY	
ÖNSÖZ / TEŞEKKÜR	i
KISA ÖZET	ii
КЕҢИРИ МАЗМУНУУ	ivv
АННОТАЦИЯ	viii
ABSTRACT	x
İÇİNDEKİLER	xii
KISALTMALAR VE SİMGELER.....	xv
TABLO, RESİM, GRAFİK ve ŞEKİLLER LİSTESİ	xvi

1.BÖLÜM

GİRİŞ ve AMAÇ

1. GİRİŞ ve AMAÇ	1
------------------------	---

2.BÖLÜM

GENEL BİLGİLER ve LİTERATÜR ÇALIŞMASI

2. GENEL BİLGİLER ve LİTERATÜR ÇALIŞMASI	3
2.1. ENERJİ.....	3
2.2. ENERJİ KAYNAKLARI	3
2.3.1. DÜNYADA ENERJİ DENGESİ	5
2.4. KIRGIZİSTAN.....	9
2.4.1. Kırgızistan Enerji Görünümü.....	10
2.5. HİDROLİK ENERJİ	12
2.5.1. Hidroelektrik Enerji	14

2.5.2. Hidroelektrik Santral Çeşitleri	16
2.5.3. Hidroelektrik Nasıl Çalışır?	16
2.5.4. Bir Hidroelektrik Santralinin Temel Bileşenleri.....	17
2.5.5. HİDROELEKTRİK ENERJİ NEDİR, NASIL ELDE EDİLİR.....	18
2.5.6. HİDROELEKTRİK SANTRALLERİN SINIFLANDIRILMASI	19
2.5. GÜNEŞ ENERJİSİ.....	22
2.6.1. DÜNYA GÜNEŞ ENERJİSİ POTANSİYELİ.....	22
2.6.2. Güneş Enerjisi Teknolojileri.....	25
2.6.3. Güneş (Fotovoltaik) Hücreleri:	25

3.BÖLÜM

MATERYAL VE METOT

3. MATERYAL VE METOT	30
3.1. MATERYAL	30
3.2. METOT	30
3.3. KIRGIZİSTAN GÜNEŞ ENERJİSİ	30
3.4. ENERJİ ÜRETİM SANTRALLERİNİN MALİYET ANALİZİ.....	36
3.4.1. İlk Yatırım Maliyeti:	36
3.4.2. İşletme/Bakım Maliyeti:	36
3.4.3. Kırgızistan'daki Elektrik Fiyatı Tablosu	38
3.5. Hesaplamalarla İlgili Bilgiler:	40

4.BÖLÜM

BULGULAR VE HESAPLAMALAR

4. BULGULAR VE HESAPLAMALAR.....	41
4.1. 1000 KW/HGÜNEŞ ENERJİ (FOTOVOLTAİK) MALİYET HESAPI ANALİZİ ÖRNEĞİ.....	41
4.1.1. Birim Tesis Bedeli (Cs)	41
4.1.2. Yatırım Maliyeti	41
4.1.3. İnşaat Süresince Eskalasyon Yüğü (Yet).....	41
4.1.4. İnşaat Süresince Faiz Yüğü (T(t)).....	43

4.1.5. Sabit Yıllık Sermaye Masrafı (Ck)	44
4.1.6. Yıllık Üretilen Enerji Miktarı (E)	44
4.1.7. Birim Yatırım Maliyeti (gk)	54
4.1.8. Birim İşletme Bakım Maliyeti (<i>gm</i>).....	49
4.1.9. Birim Elektrik Enerji Maliyeti (g) (\$/kW/h).....	49
4.1.10. Ekonomik Kazanç ve Amorti Süresi Hesaplama	50
4.2. 10.000 KW/H HİDROLİK ENERJİ SANTRALİ (HES) MALİYET HESAPI ANALİZİ.....	59
4.2.1. Birim Tesis Bedeli (Cs)	59
4.2.2. Yatırım Maliyeti	59
4.2.3. İnşaat Süresince Eskalasyon Yüğü (<i>Yet</i>).....	59
4.2.4. İnşaat Süresince Faiz Yüğü (T(t)).....	61
4.2.5. Sabit Yıllık Sermaye Masrafı (Ck)	62
4.2.6. Birim İşletme Bakım Maliyeti (<i>gm</i>).....	62
4.2.7. Birim elektrik enerji maliyeti (g) (\$/kW/h)	62
4.3 BÜYÜK AKSU IRMAĞININ HESAPLAMA ÖRNEĞİ.....	63
4.3.1. Hidroelektrik Potansiyel Formüllerinin Tanınlanması ve Belirlenmesi	64
4.3.2. Büyük-Aksu Nehrinin Hidroelektrik Potansiyelleri	65

5.BÖLÜM

TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

5. TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER.....	71
KAYNAKÇA.....	73

KISALTMALAR VE SİMGELER

Sembol	Anlamı
WWF	Dünya Doğayı Koruma Vakfı
TEP	Ton Eşdeğer Petrol
OECD	Ekonomi Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
GSMH	Gayri Safi Milli Hasıla
BDT	Bağımsız Devletler Topluluğu
MW	Megawatt
TW/h	Terawatt saat
km	Kilometre
KG	Kilogram
W/m ²	Watt Metrekare
GW	Gigawatt
Mj/m ²	Megajoule Metrekare
kW/h	Kilowatt Saat
°C	Santigrat

TABLO, RESİM, GRAFİK ve ŞEKİLLER LİSTESİ

Çizelge 2.2.1- Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması.....	4
Grafik 2.4.1- 1999-2020 Kırgızistan'da Elektrik Arz ve Talebi	11
Grafik 2.6.1-Güneş Enerji 2005-2014 Yılları arası.....	24
Grafik 3.3.1- Kırgızistan Güneş Radyasyonu Işınım	34
Grafik 3.4.1- 2014 Yılı İlk Yatırım Maliyeti	37
Grafik 3.4.2- 2014 Yılı Sabit İşletme Maliyeti	38
Grafik 4.3.1-Büyük-Aksu Nehrinin Su Debisi(m^3 / sn).....	64
Harita 2.4.1-Kırgızistan Haritası	10
Harita 2.6.1- Dünya Solar Enerji Haritası.....	23
Harita 3.3.1- Kırgızistan Güneş Enerjisi Haritası	32
Harita 4.3.2.1-Büyük Aksu Nehri Grigoryevskaya Vadisi Küçük Hes Kuralabilecek Noktalar	67
Resim 2.5.1- Hidrolik Döngü	13
Resim 2.5.1-Hidroelektrik Enerjinin Dağılımı	15
Resim 2.5.5.1- Kanal Yoluyla Yüksek Bir Yerden Hidroelektrik Enerji	19
Resim 2.5.6.5.1- Depolamalı ve Depolamasız Küçük Hidroelektrik Santraller	21
Resim 2.6.3.1- Fotovoltaik Model ve Güneş Pili.....	26
Resim 2.6.3.1- Fotovoltaik Pil İç Yapısı.....	27
Resim 2.6.3.2.1- Fotovoltaik Çalışma Prensipleri	28
Resim 3.4.1- Kırgızistan Enerji Tarifesi	39
Şekil 2.2.1- Doğal enerji akışını ve faydalanılan enerji akışı	5
Şekil 2.5.5.1- Hidrolik Çevrimi	21
Tablo 2.4.1- Ortalama Aylık Sıcaklık ve Yağış Miktarı.....	9
Tablo 2.4.1-Kırgızistan'ın Enerji Üretiminde Kurulu Kapasite, Gerçekleşen Üretim ve Kaynakları	12
Tablo 2.5.1- Hidrolik Enerjinin Dünyadaki Durumu.....	14
Tablo 3.3.1- Kırgızistan Yıllık Güneşlenme Saati.....	31
Tablo 3.3.2- Kırgızistan Yıllık Güneşlenme Süresi	33
Tablo 3.3.3- Ortalama Aylık Yatay Düzlemdeki Güneş Radyasyon Işınım Değerleri (Mj/m^2) .	35
Tablo 3.4.1- Enerji Santralleri Birim Bazda Maliyeti.....	37
Tablo 4.1.1- Maliyet Analizi Hesaplama Verileri.....	41, 59
Tablo 4.1.6.1- 100 KW/h Bişkek Şehri Yıllık Güneş Enerjisi Miktarı.....	45
Tablo 4.1.6.2- 1000 KW/h Colpon Ata Şehri Güneş Enerjisi Hesaplaması Minimum Kazanç .	46
Tablo 4.1.6.3- 1000 KW/h Su Samır Güneş Enerjisi Hesaplaması Minimum Kazanç.....	47

Tablo 4.1.6.4- 1000 KW/h Tanrı Dağı Güneş Enerjisi Hesaplaması Minimum Kazanç	48
Tablo 4.1.10.1-Bişkek Şehri Güneş Enerjisi Hesaplaması Minimum Kazanç	51
Tablo 4.1.10.2-Bişkek Şehri Güneş Enerjisi Hesaplaması Maksimum Kazanç	52
Tablo 4.1.10.3-Çolpon Ata Şehri Güneş Enerjisi Hesaplaması Minimum Kazanç	53
Tablo 4.1.10.4- Çolpon Ata Şehri Güneş Enerjisi Hesaplaması Maksimum Kazanç	54
Tablo 4.1.10.5- Su Samır Güneş Enerjisi Hesaplaması Minimum Kazanç	55
Tablo 4.1.10.7-Tanrı Dağları Güneş Enerjisi Hesaplaması Minimum Kazanç	56
Tablo 4.1.10.8- Tanrı Dağları Güneş Enerjisi Hesaplaması Maximum Kazanç	57
Tablo 4.1.3.1- İnşaat Süresince Eskalasyon Hesabı	43
Tablo 4.1.4.1- İnşaat Süresince Faiz Hesabı	44
Tablo 4.2.2- İnşaat Süresince Eskalasyon Hesabı	61
Tablo 4.2.3- İnşaat Süresince Faiz Hesabı	61
Tablo 4.3.2.1- Büyük-Aksu Nehrinin Hidrolik Enerji Verisi ve Özellikleri	65
Tablo 4.3.2.2- Büyük Aksu Nehri Hidroelektrik Potansiyel Brüt, Teknik ve Ekonomik Güç Hesaplamaları	66
Tablo 4.3.2.3- “Grigoryevskaya - 1,2 “ Temel Parametrelerle Hesaplamalar	68
Tablo 4.3.2.4- Büyük Aksu Hesaplaması Maximum Kazanç	69
Tablo 4.3.2.5- Büyük Aksu Hesaplaması Minimum Kazanç	70

1. GİRİŞ ve AMAÇ

Dünyanın, 21. yüzyılda karşı karşıya bulunduğu en büyük sorunlardan biri güvenli enerji tedarikidir. Günümüzde, ülkelerin enerjiyi üretme ve kullanma biçimi sürdürülebilir değildir. Bunun en açık kanıtı insan kaynaklı iklim değişikliğidir. Enerji tüketiminin 1990-2014 yılları arasında yüzde 40 arttığı dünyada, enerjinin yüzde 80'i fosil kaynaklıdır. Fosil yakıtlara bağımlılık ekonomiye yük oluşturanın yanı sıra iklim değişikliğine neden olan sera gazlarının atmosferde birikmesine de yol açmaktadır. İklim değişikliğinin hem insanlık, hem de gezegenimiz için geri dönülemez sonuçlara yol açmasını önlemek için küresel ısınmayı 1,5 derecenin altında tutmamız gerekmektedir. Başka bir deyişle, atmosferdeki sera gazı seviyesini 350 ppm ile sabitlemek zorundayız. Bunun tek yolu fosil yakıtların enerji üretimindeki payını azaltmak ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmektir.

WWF tarafından yayınlanan “Enerji Raporu: 2050’de %100 Yenilenebilir Enerji” 2050 yılına kadar küresel enerji arzının tamamının yenilenebilir enerjiden karşılanabileceğini ortaya koymaktadır. Teknik, yasal, toplumsal ve ekonomik anlamda gerçekleştirilecek küresel dönüşümlerle önümüzdeki 40 yıl içerisinde artan enerji gereksiniminin tamamının yenilenebilir enerjiden karşılanması mümkündür. Bunun için yalnız hükümetlerin değil, özel sektörün ve hatta bireylerin üstlenmesi gereken çok önemli roller bulunmaktadır.

Ülkeler enerji ihtiyaçlarını karşılayabilmek için farklı enerji kaynaklarından faydalanma yoluna gitmekte ve enerji politikalarını belirlerken, hem enerji ihtiyacını en iyi şekilde giderebilen hem de çevre sorunlarını en aza indirgeyebilen enerji türlerini kullanmayı hedeflemektedirler.

Petrol, kömür ve doğal gaz gibi fosil yakıtların tükenebilir olmaları, alternatif enerji kaynaklarının geniş çaplı kullanımını gündeme getirmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygın ve etkin yaygın ve etkin kullanımıyla, çevre kirliliği azaltılarak dünya enerji ihtiyacının %50-75’nin sağlanabilmesi mümkündür.

Bütün dünyada temiz enerji kullanımının ve çevre korumanın önemine değinilmekte, kaynakların nasıl daha etkili kullanılabileceği üzerinde çalışmalar

yapılmaktadır. Bu nedenle son 20 yılda enerji ve enerjiyle ilgili kavramlar üzerine yoğunlaşmıştır.

Artan dünya nüfusu, teknolojinin gelişimi, sanayileşme yarışı son yıllarda enerjiye olan bağımlılığı ve ihtiyacı belirgin bir şekilde artırmıştır. Orta Asya ülkesi olan Kırgızistan yenilenebilir enerjiler bakımından oldukça zengin bir ülkedir. Kırgızistan'da su enerjisine dayalı yenilenebilir enerji büyük ölçü kullanılmaktadır. Kırgızistan enerjisinin %84 oranında enerjisini su kaynaklı hidroelektrik santrallerden elde edilmektedir. Diğer geri kalan kısım ise doğalgaz ve kömürden elde edilmektedir.

Kırgızistan, toplam 142 milyar kW/h olarak hesaplanan toplam hidroelektrik potansiyeli ile BDT Ülkeleri arasında Rusya ve Tacikistan'ın ardından 3. sırada gelmektedir. Ancak, yapılan hesaplamalar, Ülke'nin hidroelektrik potansiyelinin ancak % 7,7'sini kullanılabildiğini elimizdeki veriler göstermektedir. Kırgızistan'da Isık Göl bölgesinde bulunan Büyük Aksu nehrinin verilerini kullanarak yıllık enerji potansiyeli hesaplanarak ekonomik analizler yapılacaktır.

Kırgızistan güneşlenme süresi oldukça yüksek verilere sahip göz önünde bulunan bir ülkedir. Bişkek, Colpon-Ata, Su Samır ve Tanrı Dağı noktalar olarak alacağımız verilerle yıllık enerji üretimi bulunarak, ülke içinde fiyatlandırmayı baz alınarak ekonomik analiz amacımız olacaktır. Kırgızistan enerji potansiyelinin güneş enerjisine yatırımlarına ülkede tarif desteklerin yeterli olup olmadığını inceleyeceğiz ve hesaplamalar ortaya çıkarmak olacaktır.

2. GENEL BİLGİLER ve LİTERATÜR ÇALIŞMASI

2.1. ENERJİ

Enerji, bir sistemin iş yapma kapasitesidir. Fizikte iş, kuvvetin yer değişim yönündeki bileşeninin etkisinin yer değiştirmeyeyle çarpımı olarak tanımlanır ve enerji, iş ile aynı birimle ölçülür.

Enerjinin 3 temel formülü vardır:

$$E=F.d$$

1 Joule enerjisi olan bir madde, 1 metreyi 1 Newton ile gidebilir.

$$E=mc^2$$

1 kg kütlesi olan bir maddenin ışık hızının karesinin sayısal değeri kadar (Joule) enerjisi vardır.

$$E=P.t$$

1 Joule enerjisi olan bir madde, 1 saniye boyunca, 1 Watt'lık güç uygulayabilir.

Enerji kısaca iş yapabilme yeteneğidir. Tıpkı uzunluklar gibi skaler büyüklüktür. Toplamda 8 ana enerji çeşidi vardır. Bunlar potansiyel, kinetik, ısı, ışık, elektrik, kimyasal, nükleer ve ses enerjisidir [1].

2.2. ENERJİ KAYNAKLARI

Dünyadaki enerjilerin orijini güneş enerjisi olup, özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarının çoğu enerjisini güneşten doğrudan veya dolaylı olarak almakta ve dolayısıyla bu kaynaklar sürekli olarak yenilendiklerinden tükenmezler. Kömür, gaz, petrol gibi fosil yakıtlar ve nükleer enerji gibi kaynaklar tükenir ve yenilenemez enerji kaynağı olarak tanımlanmaktadır.

Klasik enerji kaynaklarına alternatif olarak sunulan kaynaklardır. Güneş, rüzgar, hidrojen, hidroelektrik ve jeotermal kaynaklar buna örnektir. Doğada sürekli var olan faktörlere dayalı olan bu kaynakların en önemli özelliği ise yenilenebilir olmaları ve doğaya zarar vermemeleridir [2].

Yenilenebilir Enerji Kaynakları

- 1- Direkt güneş enerjisi (ısı, ışık)
- 2- Biyolojik (Fotokimyasal)
 - a) Odun
 - b) Tahıl ve hayvanlar
 - c) Organik artıklar
 - d) Biyolojik gaz
 - e) Hayvan ve İnsan gücü
- 3- Dolaylı güneş enerjisi
 - a) Su veya hidrolik
 - b) Rüzgar
 - c) Dalga
 - d) Termik ısı farkı
 - e) Gelgit
- 4- Jeotermal (Isı akışı)

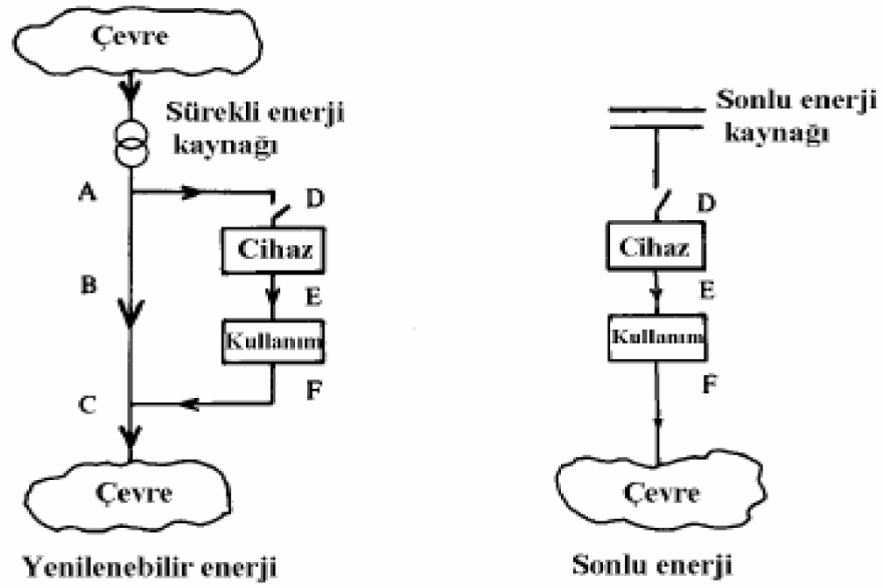
Yenilenemez Enerji Kaynakları

- 1- Fosil Yakıtlar
 - a) Gaz (doğal gaz)
 - b) Sıvı (petrol, katran)
 - c) Katı (kömür)
- 2- Nükleer
 - a) Fizyon (U_{235} , U_{238})
(Th_{232})
 - b) Füzyon (deyeryum, lityum)
- 3- Jeotermal (ısı kapaıı)

Çizelge 2.2.1: Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması

Çizelge 2.2.1’de görüldüğü gibi enerji kaynakları 2 ana başlık da toplanmakta birincisi Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve ikincisi karbon bazlı Yenilenemez Enerji Kaynakları olarak gruplanmaktadır. Enerji birinci gruptaki enerji kaynakları günümüzde teknolojik ve maddi yükünün çok fazla olmasından dolayı 2010 yılından itibaren yatırımları hızlanmıştır. Diğer gruptaki enerji kaynakları ise yüksek enerji elde etmede bir o kadar da çevremize zarar verecek karbon gazı ve yan ürünlerini çıkartmaktadır.

Katı yakıtlar, petrol, doğal gaz ve nükleer enerjiler tükenebilir enerjileri oluştururlar. Şekil 2.2.1.’de yenilenebilir ve tükenebilir enerji sistemlerindeki enerji akış şeması verilmiştir. Burada ABC hattı doğal enerji akışını DEF hattı ise faydalanılan enerji akışını göstermektedir [3].



Şekil 2.2.1: Doğal enerji akısını ve faydalanılan enerji akısı

2.3.1. DÜNYADA ENERJİ DENGESİ

Dünya nüfusunun halen büyük bir kısmı elektrik enerjisinden yoksundur. Bizlerin günlük yaşantımızda olmazsa olmazı olan elektrik enerjisinden yaklaşık 1.200.000.000 insan haberdar değildir ve 800.000.000 insan telefondan, 1.500.000.000 insanın temiz su olanağından mahrumdur. Uydulardan gece çekilmiş fotoğraflardan da görülebileceği gibi elektrik enerjisinin büyük bir kısmı sanayileşmesini tamamlamış ülkelere kullanılmaktadır.

Elektrikle tanışan bölgelerin ve diğer gelişmekte olan ülkelerin talep artışları nedeniyle 2050 yılında mevcut tüketimin ikiye katlanacağı öngörülmektedir. Mevcut fosil yakıtların önemini artarak koruyacağını, daha pahalı hale geleceğini ve yenilenebilir enerji kaynaklarının olabildiğince daha fazla kullanılması gerektiğini söyleyebiliriz. Tabii bu süreç içerisinde enerji kaynaklarının kontrolü amacıyla özellikle bölgemizde çok karmaşık siyasi oyunların oynanacağı ve kirli savaşların devam edeceği öngörülebilir. Dünyada enerjiyi gelişmiş ülkeler daha çok kullanmaktadır. Gelişmekte olan ülkeler onları takip etmektedir. Enerji, öncelikle gelişmekte olan ülkeler tarafından talep edilecektir. Bunun yanı sıra henüz elektriği tanımayan büyük bir nüfus bulunmaktadır.

Dünya üzerindeki enerjinin;

- % 75 ini gelişmiş ülkeler (nüfusun ise %20si)
- Kalan %25'ini ise az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler kullanmaktadır.
- Ülkemiz ise yaklaşık %1 oranı civarında bu tüketimden pay sahibidir.

2010 YILI DÜNYA ENERJİ ÜRETİMİ;

- Petrolün % 30'u Ortadoğu'da,
- Doğalgazın % 33'ü Avrupa ve Avrasya'da,
- Kömürün % 67'si Asya Pasifik'de,
- Nükleer enerjinin % 44'ü Avrupa ve Avrasya'da,
- Hidroelektriğin % 32'si Asya Pasifik'de
- Yenilenebilir enerjinin % 44'ü Avrupa ve Avrasya'da üretilmektedir.

2010 YILI DÜNYA ENERJİ TÜKETİMİ ;

- Petrolün % 31'i Asya Pasifik'de,
- Doğalgazın % 36'sı Avrupa ve Avrasya'da,
- Kömürün % 67'si Asya Pasifik'de,
- Nükleer enerjinin % 44'ü Avrupa ve Avrasya'da,
- Hidroelektriğin % 32'si Asya Pasifik'de
- Yenilenebilir enerjinin % 44'ü Avrupa ve Avrasya'da tüketilmektedir [4].

2008-2035 yılları arasında dünya enerji tüketiminin %53 artacağı öngörülmektedir. Artışın yarısı Çin ve Hindistan tarafından tüketilecektir. Enerjinin temin edilmesi, küresel ısınmaya neden olması ve en önemlisi enerji kaynaklarının kontrolü için gizli/açık savaşların devam etmesi dünya gündeminde baş sırada olacaktır [4].

Halen 12 Milyar TEP olan dünya enerji ihtiyacının 2035 yılında bu günkü politikalar takip edilirse 18 Milyar TEP değerini aşacağı tahmin edilmektedir. Yeni enerji politikaları uygulamaya konulursa bu rakam 17 Milyar TEP değerine düşecektir. Bu arada ihmal edilmemesi gereken en önemli husus olan sera gazları etkisinin artış hızının düşürülmesidir. Atmosferde bulunması gereken partikül miktarı için son değer 450 ppm olarak tahmin edilmektedir. Eğer senaryolar 450ppm'e göre düzenlenirse ki düzenlenmesi gerekir, birincil enerji kaynaklarının tüketiminin 2035'te 14,85 Milyar TEP değerine düşürülmesi gerekecektir [4].

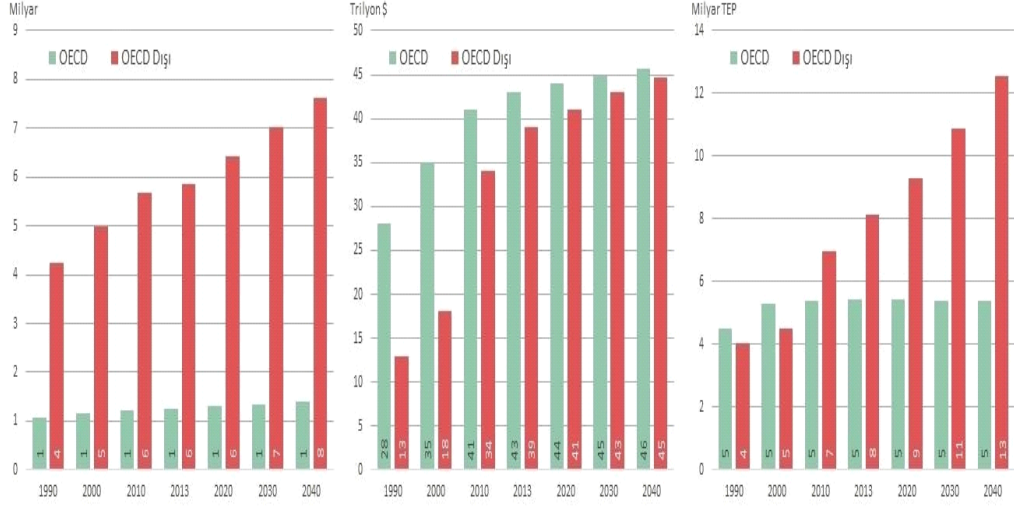
Mevcut Politikalarda %30 olan kömürün oranı Yeni Politikalarla %24, 450 ppm senaryosuna göre %16 seviyesine getirilmesi öngörülüyor. Buradaki temel görüş yenilenebilir enerjilerin gelişme hızına göre şekillenecektir. Büyük olasılıkla nükleer lobicileri de karbon salımının nükleer enerji üretimi ile önleneceği savını ileri süreceklerdir [5].

Dünya üzerindeki enerji tüketimi, nüfus artışı, şehirleşme, sanayileşme ve teknolojinin yaygınlaşmasına paralel olarak gün geçtikçe artmaktadır. Sınırlı olan enerji kaynakları ise, enerji talebi ile ters orantılı olarak, dünya üzerinde sürekli azalmaktadır. Bununla beraber, ülkelerin nüfus artışı, iktisadi büyüme ve yüksek hayat standartlarını yakalama çabalarındaki farklılıklar, devletlerarası enerji ihtiyaç oranlarının da birbirinden farklı olmasını beraberinde getirmektedir. Bu nedenle, gelişmiş, gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkelerin enerji taleplerinde farklılıklar gözlemlenmektedir [6].

Nüfus artışı, kentsel gelişim ve sanayileşme ile birlikte dünya birincil enerji tüketimi de giderek artmaktadır. Enerji tüketiminin artmasına neden olan temel etkenlerin başında nüfus ve gelir artışı gelmektedir. Yapılan projeksiyonları 2040 yılında dünya nüfusunun 9 milyara yükseleceğini göstermektedir. Bu durum, 1,9 milyar insana daha enerji arzı sağlanması gerekliliğini ortaya koymaktadır [7].

Öngörülen bu nüfus artışının %90'ından fazlasının OECD dışı ülkelere kaynaklanacağı ve söz konusu ülkelerin, gelişmekte olan sanayi ve kentleşmelerine bağlı olarak küresel GSYİH artışına %70 ve küresel enerji talep artışına %90'ın üzerinde katkı sağlayacağı öngörülmektedir. OECD dışı ülkelerin oluşturacağı bu etki Grafik 2.3.1'de

verilen nüfus, gelir ve birincil enerji talebi projeksiyonlarında net olarak görülmektedir[7].



Grafik 2.3.1 Nüfus, Gelir ve Birincil Enerji Talebi Projeksiyonları

Uluslararası Enerji Ajansı (UEA)'nın farklı senaryolar için yapmış olduğu projeksiyonlara göre 13,5 milyar ton eşdeğer petrol (TEP) olan dünya birincil enerji talebinin 2040 yılında;

- Mevcut enerji politikaları ile devam senaryosuna göre %45 oranında artışla 19,6 milyar TEP,
- Yeni politikalar senaryosuna göre %32 oranında artış ile 17,9 milyar TEP,
- 450 ppm senaryosuna göre %12 oranında bir artışla 15,2 milyar TEP'e ulaşması beklenmektedir [7].

2.4. KIRGIZİSTAN

Kırgızistan günümüzdeki yedi bağımsız Türk Devletlerinden biri olup bir Orta Asya ülkesidir. Yüzölçümü 199.951 km² kapladığı alanla 86. Sırada olup %3,6 su alanlarının kapladığı yerler bulunan Asya ülkesidir. Nüfus 2009 yılı tahmini sayısı 5.482.000 kişi olarak bulunmaktadır.

Kırgızistan Kırgızistan'ın bölgelere göre yüzölçümleri sırayla Narın 45.2 km², Isık-Göl 43.1 km², Celal-Abad 33.7 km², Oş 29 km², Çüy 20.2 km², Batken 17 km² ve Talas 11,4 km² olarak sıralanmaktadır. Tablo 2.4.1'deki verileri göre ise Kırgızistan'daki ortalama aylık sıcaklık verilerine göre kışların soğuk ikliminin sert olduğu ve yazın ise sıcaklık ortalamasının çok yüksek olmadığını görmekteyiz. Bunun sebebi ise gündüz ve gece sıcaklık farklılıklarının çok fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Bahar ve sonbahar yağışlarının fazla olduğu görülmektedir.



Tablo 2.4.1: Ortalama Aylık Sıcaklık ve Yağış Miktarı

Kırgızistan dağlık bir alan ve yüksek zirvelere sahip olmasından dolayı dağlardaki buzul miktarı oldukça fazladır. Buzullar 5.773,4 metrekare ve ülke yüzölçümüne göre %2,9 kaplamaktadır. Bu sebepten dolayı yazları nehirlerdeki su seviyeleri oldukça yüksek



Harita 2.4.1: Kırgızistan Haritası[8].

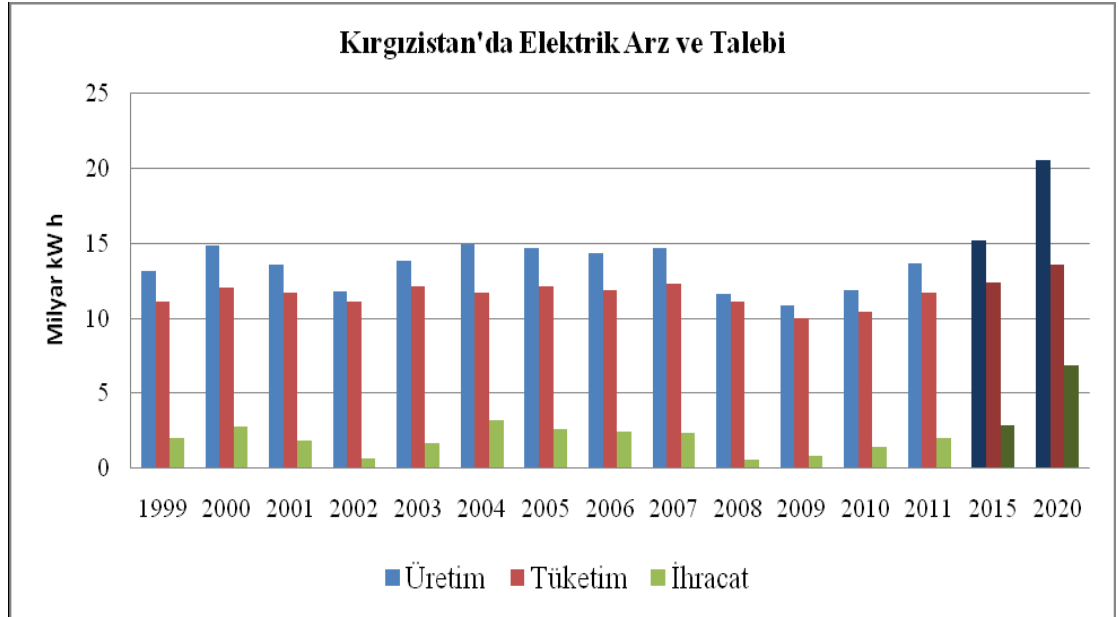
bir debide akmaktadır. Enerji potansiyelleri birçok ülkenin ortalamasından yüksektir.

Güneşlenme süresi yüksek dağlık bölge olmasına rağmen 2.000 metre üstünde güneşlenme süresi ölçümlerde yüksek çıkmaktadır. Kırgızistan’a özel bir durum olması birçok kaynak tarafından yazılmaktadır.

2.4.1. Kırgızistan Enerji Görünümü

Kırgızistan’da elektrik sektörü GSMH’nın % 5’ine, sanayi üretiminin % 16’sına ve kamu gelirlerinin % 10’ununa katkı sağlamasından dolayı ekonomi için kritik öneme sahip bir sektördür. Ülkenin elektrik üretimi için ihtiyaç duyduğu enerji ihtiyacı % 70 oranında ithal kömür, petrol ve doğal gazdan karşılanmaktadır. Ülke’de üretilen elektriğin % 70’i haneler ve geri kalan % 30’u ise işletmeler tarafından kullanılmakta olup, ulusal elektrik talebi yılda % 7-10 arasında artmaktadır[9].

Grafik 2.4.1: 1999-2020 Kırgızistan’da Elektrik Arz ve Talebi [9]



Kırgızistan, sahip olduğu zengin su kaynaklarından dolayı önemli bir hidroelektrik üretim potansiyeline sahiptir. Kırgızistan, toplam 142 milyar kW/h olarak hesaplanan toplam hidroelektrik potansiyeli ile BDT Ülkeleri arasında Rusya ve Tacikistan’ın ardından 3. sırada gelmektedir. Ancak, yapılan hesaplamalar, Ülke’nin hidroelektrik potansiyelinin ancak % 7,7’sini kullanılabildiğini göstermektedir. Kırgızistan Enerji ve Sanayi Bakanlığı verilerine göre; 2012 yılı itibariyle Ülke’deki hidroelektrik ve ısı santrallerinin toplam kurulu kapasitesi 3.787 MW olup, bu rakamın 3.030 MW’ı büyük hidroelektrik santrallerine, 716 MW’ı Bişkek ve Oş şehirlerinde bulunan iki ısı ve güç tesisine ve 41,41 MW’ı ise küçük hidroelektrik santrallerine aittir[10].

Ülke’nin enerji politikaları büyük oranda büyük hidroelektrik güç kaynaklarının geliştirilmesine ve elektrik ağının genişletilmesine dayanmaktadır. Kırgızistan’ın toplam 566,4 milyon kWh olarak hesaplanan alternatif enerji kaynaklarına (Güneş, rüzgar, biyo kütle vb.) sahip olduğu hesaplanmaktadır[10].

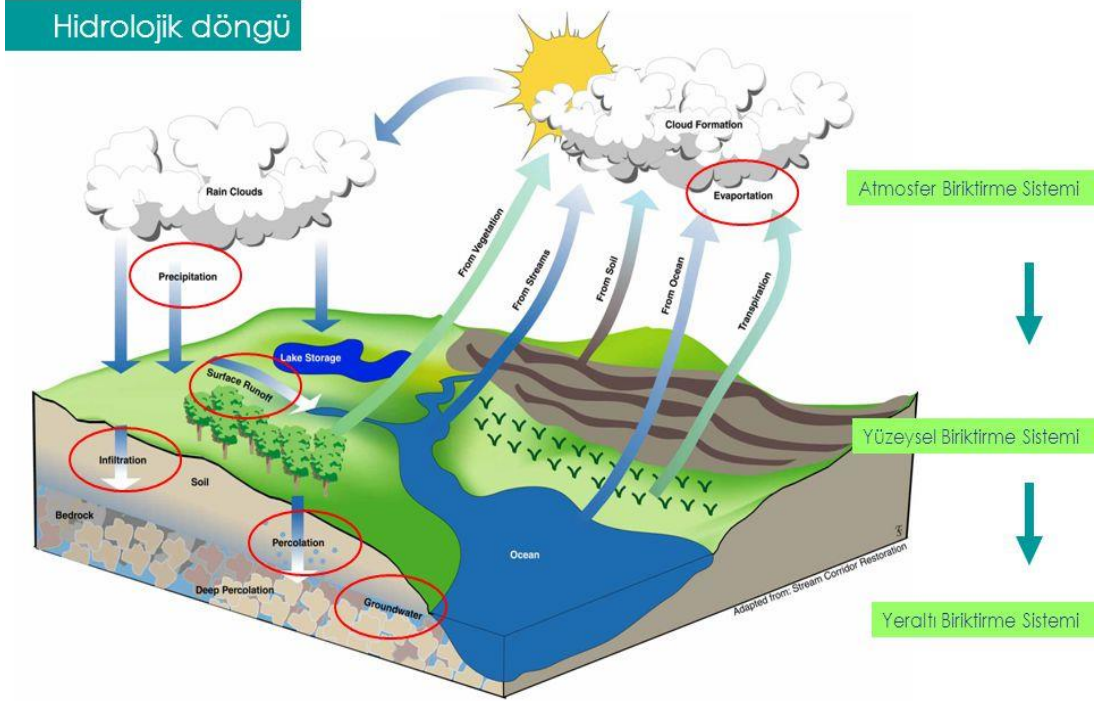
Tablo 2.4.1: Kırgızistan'ın Enerji Üretiminde Kurulu Kapasite, Gerçekleşen Üretim ve Kaynakları

Kurulu Kapasite	3.786 MW	% 100
Hidroelektrik	3.070 MW	% 84
Isı Enerjisi	716 MW	% 16
Yıllık Üretim	11,9 milyar kWh	% 100
Hidroelektrik	11,0 milyar kWh	% 92
Isı Enerjisi	0, 9 milyar kWh	% 8
Kaynaklar		
Hidroelektrik	18.500 MW	
Kömür	1,3 milyar ton	
Hidrokarbon Kaynaklar	145-260	lyon
(gaz, petrol):		

2.5. HİDROLİK ENERJİ

Enerji kaynakları güneş ışıınının maddeler üzerindeki fiziksel ve kimyasal tesirinden meydana gelmektedir. Hidrolik enerji de güneş ışıınınından dolayı olarak oluşan bir enerji kaynağı olup hidrolik çevrimi resimde verilmiştir. Deniz, göl veya nehirlerdeki sular güneş enerjisi ile buharlaşmakta, oluşan su buharı rüzgarın etkisiyle de sürüklenerek dağların yamaçlarında yağmur veya kar halinde yer yüzüne ulaşmakta ve nehirleri beslemektedir. Böylelikle hidrolik enerji kendini sürekli yenileyen bir enerji kaynağı olmaktadır. Enerji üretimi ise suyun potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüştürülmesi ile sağlanmaktadır [11].

Hidrolojik Döngü



Resim 2.5.1: Hidrolik Döngü

Belli bir miktar yükseklik kazandırılan suyun (sıvının) sahip olduğu potansiyel enerjiye, hidrolik enerji denir. İşte bu hidrolik enerji, ilk olarak bir takım düzeneklerin yardımı ile mekanik enerjiye çevrilir. Ardından, oluşturulan mekanik enerji, elektrik enerjisine dönüştürülür. Sahip olunan bu enerjiye, hidrolik enerji denir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan hidrolik enerjinin en yaygın kullanım şekli nehirler üzerinde barajlar inşa ederek suyu büyük rezervuarlarda biriktirmek ve suyun potansiyel enerjisinden yararlanarak elektrik enerjisi üretmektir. Bunun için hidroelektrik santrallerden faydalanılır.

Tablo 2.5.1’de ülkelerin 2011 yılı hidrolik enerji kurulu gücü, hidrolik enerjiden elektrik enerjisi üretim miktarı ve dünya hidrolik enerji üretimindeki payı verilmektedir. 2011 yılı itibarıyla dünyanın toplam hidrolik kurulu gücü 970 GW olup kurulu gücü en yüksek olan ülkeler sırasıyla; Çin, ABD, Brezilya ve Kanada’dır. Ayrıca aynı yıl hidrolik santrallerde gerçekleşen toplam 3498 TW/h’lik elektrik enerjisi üretimiyle bu santraller

dünya elektrik enerjisi üretiminin %14'ünü karşılamıştır. Türkiye'nin hidrolik enerji potansiyeli 36603 MW/yıl olarak ön- görülmektedir. Ülkemizin 2011 yılı hidrolik enerji üretimi 53 TW/h olup aynı yıl elektrik enerjisi ihtiyacımızın %22.8'i hidrolik enerjiden karşılanmıştır [12].

Ülkeler	Hidrolik Kurulu Gücü (GW)	Elektrik Enerjisi Üretimi (TWh)	Dünya Hidrolik Enerji
Çin	212	722	19.8
ABD	79	328	9.4
Brezilya	79	430	12.3
Kanada	75	377	10.8
Japonya	28	85	2.4
Rusya	47	165	4.7
Hindistan	42	132	3.8
Norveç	30	122	3.5
Türkiye	17	52	1.5
Toplam	970	3498	100

Tablo 2.5.1:Hidrolik Enerjinin Dünyadaki Durumu

2.5.1. Hidroelektrik Enerji

Dünya hızlı bir sosyal ve ekonomik gelişim göstermekte ve bu gelişmeye paralel olarak gereksinim duyduğu elektrik enerjisini kesintisiz, kaliteli, güvenilir ve ekonomik olarak, çevreyi en az olumsuz etkileyecek şekilde üretmek durumundadır. Bu nedenle öncelikle yerli enerji kaynaklarından yararlanılarak projeler geliştiriliyor ve gerekli yatırımlar yapılmaktadır.

Elektrik enerji üretiminde fosil ve nükleer yakıtlı termik ve doğal gazlı santraller yanında hidroelektrik santrallerin yenilenebilir ve puant çalışma gibi iki önemli özelliği mevcuttur [13]. Elektrik enerjisi tüketimi ekonomik gelişmenin ve sosyal refahın en önemli göstergelerinden biridir. Bir ülkede kişi başına düşen elektrik enerjisi üretimi ve/veya tüketimi o ülkedeki hayat standardını yansıtmaları bakımından büyük önem arz etmektedir.

Hidroelektrik enerjisinin avantajları:

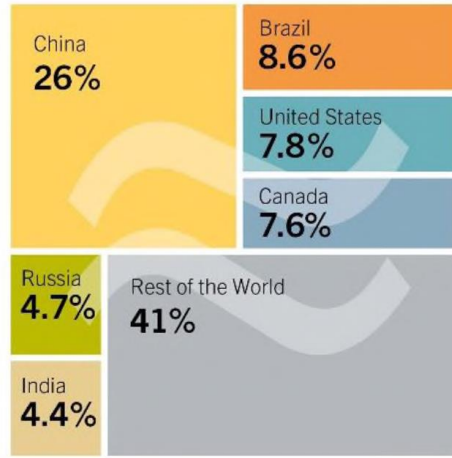
- Kirlilik Yaratmaz.

- Pik Enerji ihtiyacında çok hızlı devreye girer.
- Acil Durumlarda hızla devreden çıkarılabilir.
- Doğal kaynaklar kullanılır dışa bağımlı değildir.
- Yapılan yatırım sadece enerji için değil sulama-taşkın amaçlı kullanılabilir.

Dezavantajları:

- Yatırım maliyetleri fazladır.
- Toplam inşaat süresi uzundur.
- Yağışlara bağlı olumsuz etkilenmesi söz konusudur.

Hydropower Global Capacity, Shares of Top Six Countries, 2013



REN21. 2014. *Renewables 2014 Global Status Report* (Paris: REN21 Secretariat).



Resim 2.5.2: Hidroelektrik Enerjinin Dağılımı [14]

2013 Küresel Durum Raporunun verilerine göre birinci yeri Çin %26, ikinci Brazilya %8.6, üçüncü ABD %7.8, dördüncü %7.6 Kanada, beşinci %4.7 Rusya, altıncı %4.4 ile Hindistan ve yerde kalan diğer devletler ise genel hidroelektrik enerjisinin %41'ni oluşturmaktadırlar [14].

Çin, toplam uzunlukları 226.800 kilometreye ulaşan, 2.6 milyon metreküp debili, 50 binden fazla akarsuya sahip bir ülke olarak, önemli bir hidroelektrik enerji potansiyeline sahiptir [15].

DSİ verilerine göre Dünya hidroelektrik potansiyelinin yüzde 1.5'i Türkiye'de bulunmaktadır. Türkiyede üretilen toplam enerjinin %26'sı hidroelektrik enerjisidir. Bir ülkede mevcut teknolojilerle değerlendirilebilecek azami hidroelektrik potansiyeline teknik yapılabilir potansiyel adı verilmektedir [16].

2.5.2. Hidroelektrik Santral Çeşitleri

Hidroelektrik santrallar, kaynağına göre, rezervuarlı ve kanal tipi olarak tesis edilebilirler.

1-Rezervuarlı santrallarda öncelikle bir baraj yapılacağından suyun kullanımı enerji gereksinimine göre ayarlanabileceğinden verimleri yüksektir. Açıklama gir

2-Kanal tipi santrallar, rezervuarlara göre daha ucuza mal olmalarına karşın su biriktirme olanağı olmadığından gelen su debisine göre çalışmak zorundadırlar.

2.5.3. Hidroelektrik Nasıl Çalışır?

Hidroelektrik enerjisi dünya üzerinde oldukça yaygın kullanılan enerji kaynaklarından birisidir. Dünya elektrik enerjisi üretiminde %25 den fazla paya sahip yenilenebilir bir kaynak olan hidroelektrik enerjisinin (su gücü) kurulu gücü yaklaşık 900 GW tır.

Bir hidroelektrik santrali elektrik üretmek için suyun akış enerjisini kullanır. Akış halindeki suyun (nehir, çay, akarsu vb.) üzerine büyük beton bloklarla setler çekilerek birikmesi sağlanır. Belli yüksekliğe varan birikmiş su ciddi boyutlarda potansiyel enerjiye sahiptir. Bu potansiyel enerji baraj bünyesindeki çeşitli düzeneklerle enerjinin dönüşümü prensibine göre önce türbinler vasıtasıyla kinetik enerjiye (mekanik enerjiye) daha sonra da türbin çarkına bağlı generatör motorun dönmesi ile elektrik enerjisine çevrilir [17].

2.5.4. Bir Hidroelektrik Santralinin Temel Bileşenleri

Aslında oldukça basit bir çalışma prensibi olan hidroelektrik santralleri megavatlar düzeyinde elektrik ürettiği için oldukça büyük aksamalar ve derin bir mühendislik çalışması gerektirir. Geleneksel bir hidroelektrik santralinin temel bileşenleri şunlardır:

2.5.4.1. Set

Büyük bir su rezervuarı oluşturmak amacıyla beton ve beton benzeri kompozit malzemelerden oluşan ve suyu tutmaya yarayan büyük bloklardır.

2.5.4.2. Cebri basınçlı borular

Baraj gölü ile türbinler, yükleme odası ile türbinler veya denge bacası ile türbinler arasındaki basınçlı borulara cebri boru denir. Akışkanın iletilmesine olanak sağlar. Akışkan (su) cebri borulardan geçerek türbin çarkının dönmesini sağlar.

2.5.4.3. Salyangoz

Cebri boruların bitimine yerleştirilir. Burada su belirli bir ivme kazanarak eşit debide çarka gelir ve her noktadan sabit bir akış meydana getirerek daha verimli bir çalışma sağlar.

2.5.4.4. Hava giriş kısmı

Setin kapağı açıldığında yerçekimi kuvvetinin etkisiyle su cebri borulardan geçerek türbine ulaşır. Bu borulardan geçen suyun basıncı ve hızı oldukça fazladır.

2.5.4.5. Türbin

Türbin çarkı, türbin shaftı, türbin kapağı, hız regülatör sistemi, basınçlı yağ sistemi, türbin yatağı, soğutma sistemi, kumanda panosu ve yardımcı teçhizattan oluşur. Su, türbinin geniş pervanelerine vurduğunda pervaneler dönmeye başlar. Bu türbinin mili aynı zamanda generatöre bağlıdır.

2.5.4.6. Generatör

Generatör rotoru, statoru, yatağı, ikaz (uyartım), soğutma sistemi, koruma sistemi, kumanda ve işletim sistemi, doğru akım sistemi, kesici ve ayırıcılar ile yardımcı organlardan oluşur. Türbin pervaneleri döndüğünde, türbin miline bağlı generatörün dev mıknatıslarında dönmeye başlayacaktır. Dönen bu dev mıknatıslar bakır bobinlerde alternatif akım üretilmesine sebep olacaktır.

2.5.4.7. *Transformatör (Dönüştürücü)*

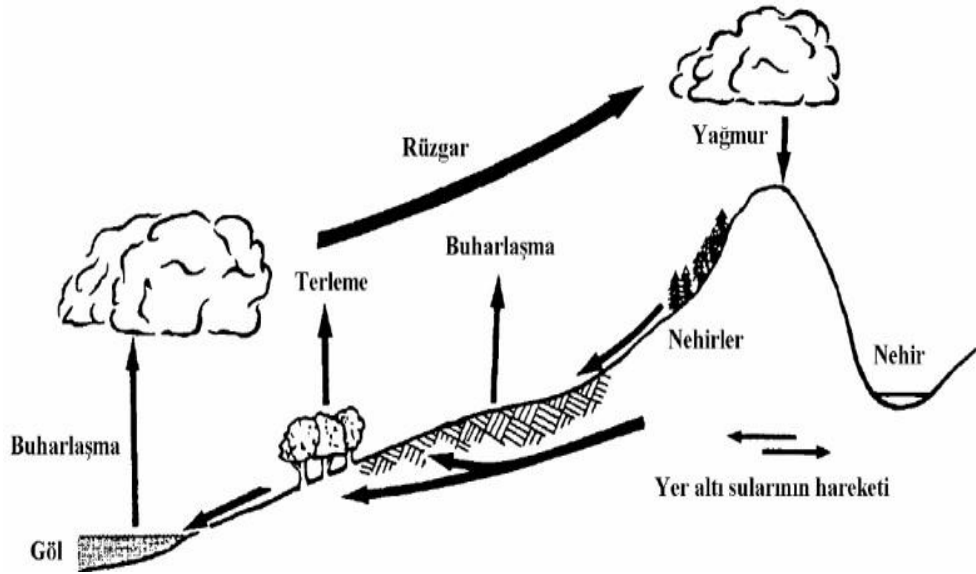
Ana gövde, soğutma sistemi, yangın sistemi, koruma sistemi bölümlerinden oluşur. Elde edilen gerilimi düşürmeyi veya yükseltmeyi sağlar. Hidroelektrik santrallerinde genelde düşük gerilimi yükseltmek amacıyla tasarlanmışlardır. Tek fazlı veya üç fazlı olabilirler.

2.5.4.8. *Şalt sahası*

Transformatörlerde oluşan yüksek gerilimin elektrik iletim hatlarına bağlandığı bölgedir [17].

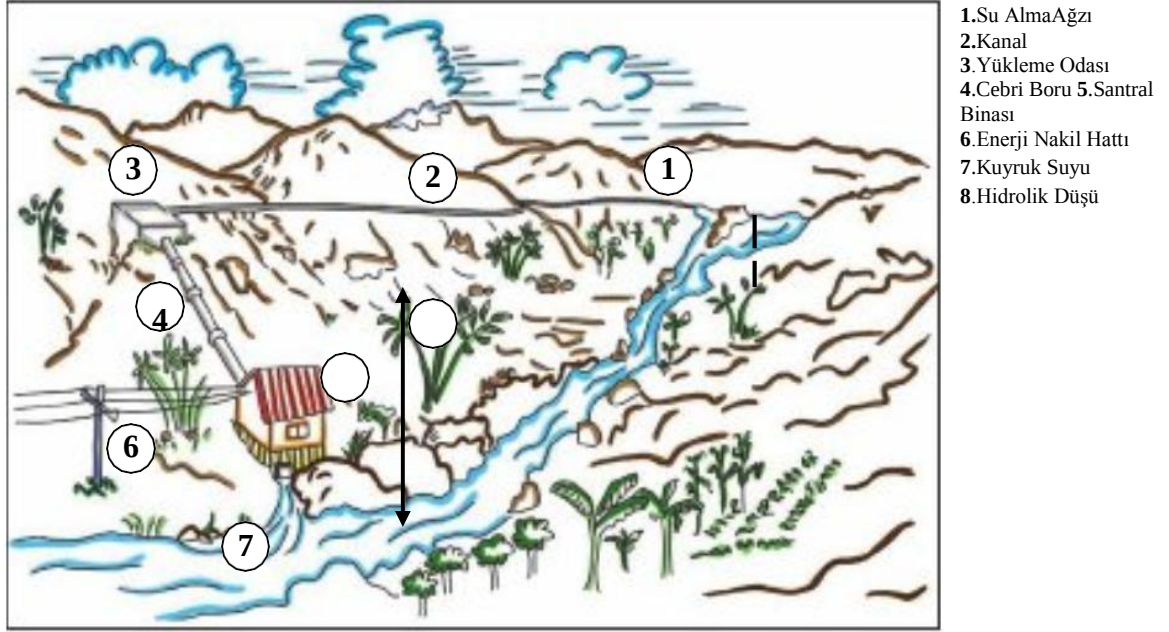
2.5.5. HİDROELEKTRİK ENERJİ NEDİR, NASIL ELDE EDİLİR

Hemen hemen bütün enerji kaynakları, güneş ışınımının maddeler üzerindeki fiziksel ve kimyasal tesirinden meydana gelmektedir. Hidrolik enerji de güneş ışınımından dolayı oluşan bir enerji kaynağı olup hidrolik çevrimi Şekil 2.5.1'de verilmiştir. Deniz, göl veya nehirlerdeki sular güneş enerjisi ile buharlaşmakta, oluşan su buharı rüzgârın etkisiyle de sürüklenerek dağların yamaçlarında yağmur veya kar halinde yeryüzüne ulaşmakta ve nehirleri beslemektedir. Böylelikle hidrolik enerji kendini sürekli yenileyen bir enerji kaynağı olmaktadır. Enerji üretimi ise suyun potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüştürülmesi ile sağlanmaktadır [11].



Şekil 2.5.5.1: Hidrolik Çevrimi

Hidroelektrik sistemlerde suyun akım enerjisinden faydalanmak için, su bir cebri boru veya kanal yardımıyla yüksek bir yerden alınarak türbine verilmekte ve mekanik enerjiye



Resim 2.5.5.1: Kanal Yoluyla Yüksek Bir Yerden Hidroelektrik Enerji

çevrilmektedir. Türbinlere tahrik ettiği jeneratörlerin dönmesi ile de elektrik enerjisi üretilmektedir (Resim 2.5.5.1). Ancak, bir su türbininden su kuvveti yardımıyla enerji üretebilmek için gerekli olan su hızını elde etmek üzere mutlaka bir düşme yüksekliğine (hidrolik düşüye) ve bu su düşüşüne uygun bir basınç farkının bulunmasına gerek vardır. Türbinden elde edilen güç, suyun düşü (üst ve alt kotlar arasındaki düşey mesafe) ve debisine (türbinlere birim zamanda verilen su miktarı) bağlıdır [11].

2.5.6. HİDROELEKTRİK SANTRALLERİN SINIFLANDIRILMASI

2.5.6.1. Büyük Ölçekli Hidroelektrik Sistemler

Bu sistemlerinin gücü 50 MW'ın üzerindedir. 50 MW güç, her biri 100W olan 500.000 ampulün gerektireceği enerjiyi karşılar. Diğer bir deyişle bir ev için gereken elektriksel güç 5kW olarak kabul edilirse 10.000 evin gereksinimi karşılanabilir. Bir evde ortalama 5 kişinin yaşadığı kabul edilirse 50.000 nüfuslu bir kasabanın elektrik ihtiyacını karşılamaya yetecek bir güçtür bu. Büyük ölçekli hidroelektrik santraller kömür ve doğalgaza dayalı termik santraller gibi konveksiyonel güç santralleri sınıfında değerlendirilir. Üretilen elektrik enerjisi diğer

santrallerden üretilen elektrik enerjisiyle birlikte merkezi enerji nakil hatları ile bir ülkenin birçok bölgesine dağıtılabilir [11].

2.5.6.2. Küçük Ölçekli Hidroelektrik Sistemler

Güç bölgeleri için maksimum sınır 10-50 MW arasında kabul edilmektedir. Enerji nakil hatları ile ulusal enerji şebekesine bağlanabildiği gibi yerel olarak bir kasabanın, bir yerleşim bölgesinin veya büyük bir fabrikanın enerji ihtiyacını karşılamak içinde kullanılabilir. 10 MW'lık bir güç 10.000 nüfuslu 2.000 evin enerji ihtiyacını karşılamak için yeterlidir. Ülkemiz küçük hidroelektrik santraller bakımından oldukça zengindir [11].

2.5.6.3. Mini Ölçekli Hidroelektrik Sistemler

Güç bölgeleri 101kW ile 10.000kW arasındadır. Bu sistemler ulusal enerji şebekesine daha az katkıda bulunurlar. Genellikle balık çiftliklerinin, akarsu kenarlarındaki küçük yerleşim bölgelerinin elektrik ihtiyacını karşılamak üzere yerel olarak tasarlanırlar. 100kW'lık bir güçle toplam 100 nüfuslu 20 evin enerji ihtiyacını karşılamak mümkündür.

2.5.6.4. Mikro Ölçekli Hidroelektrik Sistemler

Mikro hidroelektrik sistemler çok daha küçük ölçekte olurlar ve ulusal enerji şebekesine elektrik enerjisi sağlamazlar. Ana yerleşim bölgelerinden uzaktaki alanlarda yani ulusal enerji şebekesinin ulaşmadığı bölgelerde kullanılır. Güçleri, genellikle sadece bir yerleşim yeri veya çiftlik için yeterlidir. Güç bölgeleri, 200 W'tan başlayarak bir grup evin veya çiftliğin yeterli aydınlanma, pişirme ve ısınma enerjisini sağlayacak şekilde 100 kW'a kadar çıkabilir. Küçük fabrikaların veya balık çiftliklerinin enerji ihtiyacını karşılayacak şekilde ve ulusal enerji sisteminin bir parçası olmaksızın çalışabilirler [11].

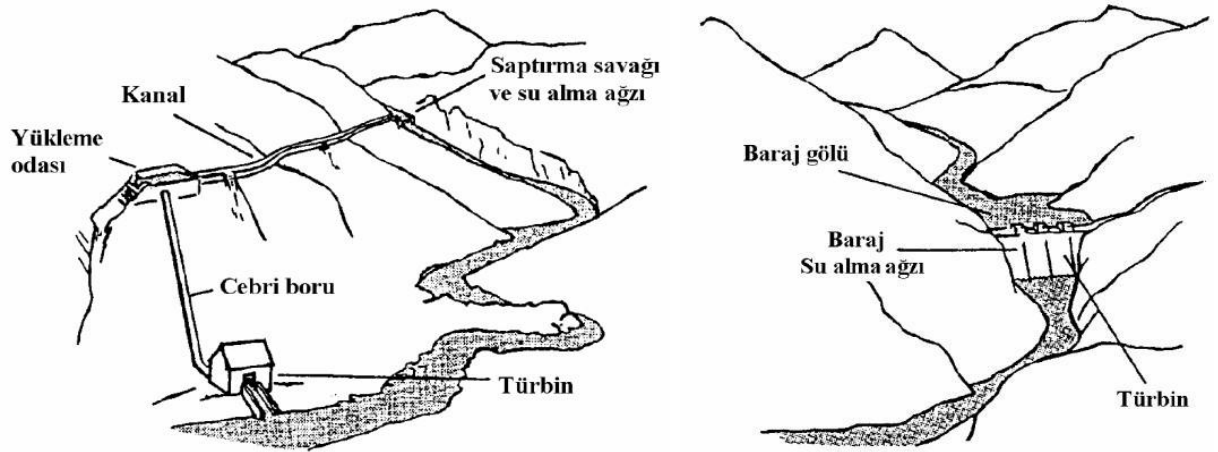
Mikro ölçekli hidroelektrik sistemler, yalnızca yaz aylarında yaşamın olduğu yüksek yayla ve mezarların enerji ihtiyaçlarını karşılamak içinde çok uygun bir seçenektir. Örneğin Karadeniz bölgesinin yüksek yaylaları bu türbinlerin kurulup işletilmesi için çok elverişlidir. Yaylalar genellikle küçük debi, yüksek düşüye sahip akarsuların yakınında, yani bol suyun olduğu yerlerde kurulmuştur. Bu yörelerde elektriği sadece bahar ve yaz aylarında ihtiyaç duyulmaktadır. Merkezi sistemlerle buralara elektrik getirmek hem çok pahalı hem de çok zordur. Çetin kış koşullarının hüküm sürdüğü bu bölgelerdeki aşırı yağışlar ve fırtınalar bu enerji nakil hatlarına büyük zarar verebilmektedir. Bu nedenle günümüzde hala birçok yayla ve mezarlarda elektrik bulunmamaktadır. Yerel olarak ve kolaylıkla yapılabilecek mikro su türbinleri, bahar ve yaz aylarında gereken elektrik enerjisi için kullanılabilir. Yayladan dönüşün

başladığı sonbahar aylarında ise sökülerek kapalı bir alanda saklanabilir, böylelikle zorlu kış şartlarının etkisinden korunabilirler [11].

2.5.6.5. Düşüye göre yapılan sınıflandırma ise:

Alçak Düşü; 20-150 m, Orta Düşü; 150 m üstü ise yüksek düşü olarak kabul edilir. Küçük, mini ve mikro ölçekli hidroelektrik santrallerin avantajları; merkezi enerji nakil sisteminden bağımsız olarak da çalışabilmeleri, ilk kurulum maliyetlerini düşük, işletme ve bakım masraflarının az olması, çevre kirliliğine neden olmamaları ve yerel olanaklarla yapılabilmeleridir.

Küçük hidroelektrik sistemler depolamasız ya da depolamalı (Resim 2.5.6.5.1) olarak da sınıflandırılmaktadırlar. Depolamasız sistemde bir saptırma savağı ve su alma ağzından kanala verilen su bir yükleme odasına kadar getirilir. Yükleme odasındaki fazla su için bir taşkın savağı bulunur. Su bir basınçlı borudan geçirilerek türbine verilir ve burada hidrolik enerji mekanik enerjiye çevrilir. Depolamasız sistemde suyun önü kesilmez, sadece bir kısmı bir kanal içerisine alınır. Genelde mikro ve mini hidroelektrik santraller bu şekilde kurulur. Yükleme odasında günlük bazda yapılan ayarlarla da su debisi kontrol edilir.



Resim 2.5.6.5.1: Depolamalı ve Depolamasız Küçük Hidroelektrik Santraller

Depolamalı sistemde ise suyun önü bir baraj sistemiyle kapatılır. Bu sistemin avantajı yağışlı mevsimde suyun barajda tutulmasıdır. Böylece yağışsız ve kuru mevsimde de gerekli potansiyel enerji sağlanmış olur. Ancak bu sistemler karmaşık ve pahalıdır. Örneğin baraj gölü belli aralıklarla kum ve kille dolar temizlenmesi oldukça zahmetli ve pahalıdır. Bir süre sonra baraj ömrünü tamamlar [11].

2.6. GÜNEŞ ENERJİSİ

Dünyanın en önemli enerji kaynağı güneştir. Güneşin ışıınım enerjisi, yer ve atmosfer sistemindeki fiziksel oluşumları etkileyen başlıca enerji kaynağıdır. Dünyadaki madde ve enerji akışları güneş enerjisi sayesinde mümkün olabilmektedir. Rüzgâr, deniz dalgası, okyanusta sıcaklık farkı ve biyokütle enerjileri, güneş enerjisini değişim geçirmiş biçimleridir. Güneş enerjisi, doğadaki su döngüsünün gerçekleşmesinde de rol oynayarak, akarsu gücünü yaratmaktadır. Fosil yakıtların da, biyokütle niteliğindeki materyallerde birikmiş güneş enerjisi olduğu kabul edilmektedir. Doğal enerji kaynaklarının pek çoğunun kökeni olan güneş enerjisinden, ısıtma ve elektrik elde etme gibi amaçlarla doğrudan yararlanılmaktadır [18].

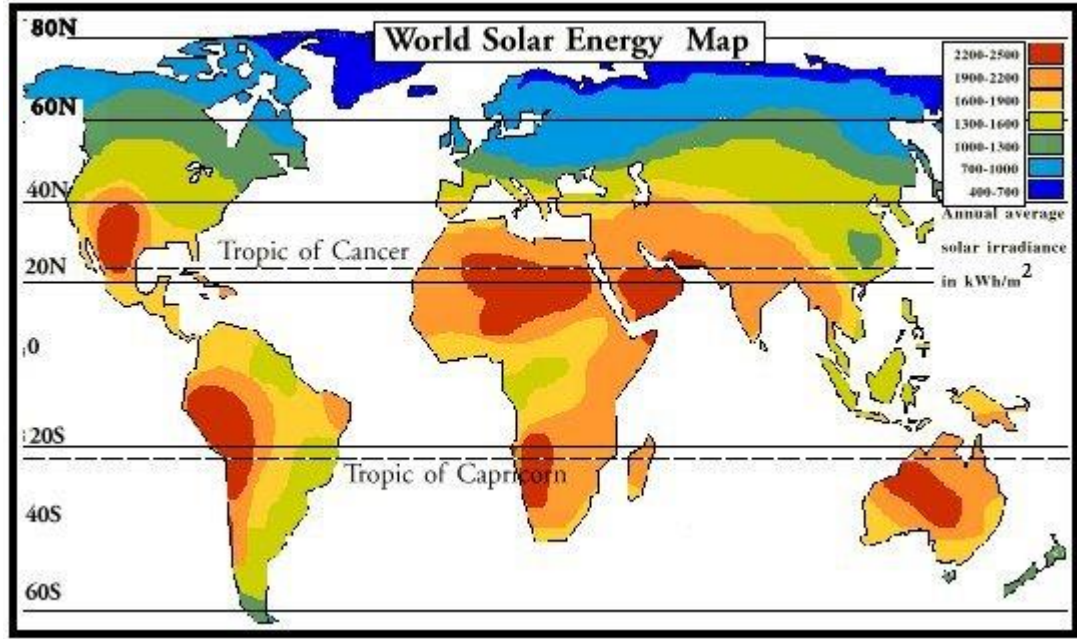
Güneş, dünyadan ortalama $1,469 \times 10^8$ km uzaklıkta, $1,392 \times 10^6$ km çapında ve $1,99 \times 10^{30}$ Kg kütlede sıcak gazlardan meydana gelen bir küredir. Yüzey sıcaklığı 6000°C olup iç bölgelerindeki sıcaklığın $8.000.000^\circ\text{C}$ ile $40.000.000^\circ\text{C}$ arasında olduğu tahmin edilmektedir. Güneşten saniyede 4 milyon ton kütle enerjiye dönüşmektedir. Güneş daha milyonlarca yıl ışımasını sürdüreceğinden, dünyamız için sonsuz bir enerji kaynağıdır [19].

Güneş enerjisi, güneşin çekirdeğinde yer alan füzyon süreci ile (hidrojen gazının helyuma dönüşmesi) açığa çıkan ışıma enerjisidir. Dünya atmosferinin dışında güneş enerjisinin şiddeti, yaklaşık olarak 1370 W/m^2 değerindedir, ancak yeryüzüne ulaşan miktarı atmosferden dolayı $0-1100 \text{ W/m}^2$ değerleri arasında değişim gösterir. Bu enerjinin dünyaya gelen küçük bir bölümü dahi, insanlığın mevcut enerji tüketiminden kat kat fazladır. Güneş enerjisinden yararlanma konusundaki çalışmalar özellikle 1970'lerden sonra hız kazanmış, güneş enerjisi sistemleri teknolojik olarak ilerleme ve maliyet bakımından düşme göstermiş, çevresel olarak temiz bir enerji kaynağı olarak kendini kabul ettirmiştir [20].

2.6.1. DÜNYA GÜNEŞ ENERJİSİ POTANSİYELİ

Dünya ile Güneş arasındaki mesafe 150 milyon km'dir. Dünya'ya güneşten gelen enerji, Dünya'da bir yılda kullanılan enerjinin 20 bin katıdır. Güneş ışıınının tamamı yer yüzeyine ulaşamaz, %30 kadarı atmosfer tarafından geriye yansıtılır. Güneş ışıınının %50'si atmosferi geçerek dünya yüzeyine ulaşır. Bu enerji ile Dünya'nın sıcaklığı yükselir ve yeryüzünde yaşam mümkün olur. Rüzgâr hareketlerine ve okyanus dalgalanmalarına da bu ısınma neden olur.

Yeryüzeyine gelen güneş ışınımının %1'den azı bitkiler tarafından fotosentez olayında kullanılır. Bitkiler, fotosentez sırasında güneş ışığıyla birlikte karbondioksit ve su kullanarak, oksijen ve şeker üretirler. Fotosentez, yeryüzünde bitkisel yaşamın kaynağıdır. Güneş, nükleer enerji dışındaki bütün enerjilerin dolaylı veya direkt kaynağıdır [20].



Harita 2.6.1: Dünya Solar Enerji Haritası

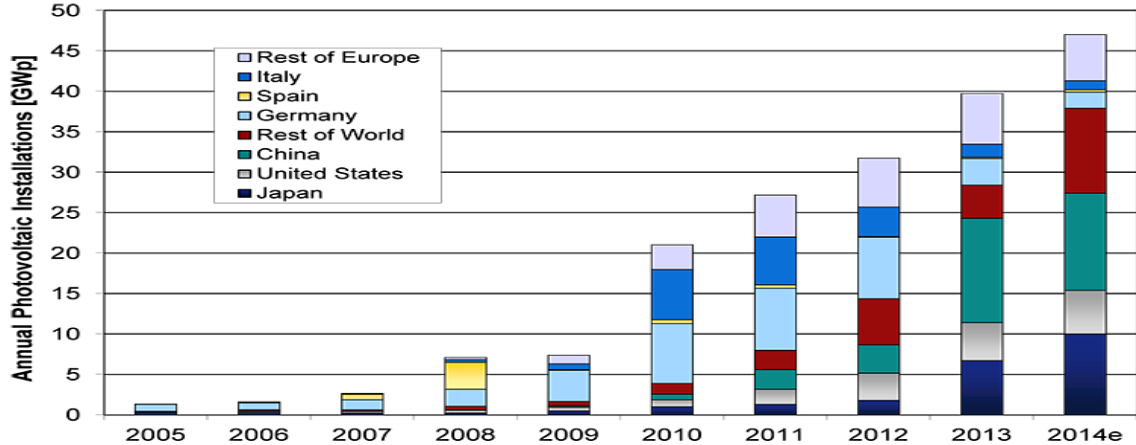
Yeryüzüne her sene düşen güneş ışınım enerjisi, yeryüzünde şimdiye kadar belirlenmiş olan fosil yakıt haznelerinin yaklaşık 160 katı kadardır. Ayrıca yeryüzünde fosil, nükleer ve hidroelektrik tesislerinin bir yılda üreteceğinden 15.000 kat kadar daha fazladır. Bu bakımdan güneş enerjisinin bulunması sorun değildir. Asıl sorun bunun insan faaliyetlerine uygun kullanılabilir bir enerji türüne dönüştürülebilmesindedir [18].

2007 yılında, güneş enerjisi ile birlikte yenilenebilir enerji kapasitesini arttırmaya, santral inşasına, araştırma ve geliştirmeye dünya çapında 100 milyar ABD dolarından fazla bir para harcanmıştır. Bu çok önemli bir dönüm noktasıdır. Yenilenebilir enerji üretim kapasitesi 2007 yılında dünya’da yaklaşık 240 GW’a yükselmiştir. Bu, 2004’e göre % 50’lik bir artış demektir. 2007 itibariyle yenilenebilir enerji kaynakları küresel enerji kapasitesinin % 5’ine ve küresel enerji üretiminin % 3,4’üne karşılık gelmektedir. (Kendi başına küresel enerji üretiminin % 15’ini karşılayan büyük hidroelektrik santraller bu rakamın dışındadır.)

Yenilenebilir enerji üretim kapasitesinde en büyük pay 2007 yılında dünya çapında % 28 büyüyerek tahmini 95 GW'a ulaşan rüzgar enerjisine aittir. Rüzgar üretim kapasitesi 2006'ya göre 2007'de % 40 daha fazla artış göstermiştir.

Dünyadaki en hızlı büyüyen enerji teknolojisi 2006 ve 2007 yıllarında toplam kurulu güçte yıllık % 50'den fazla artarak tahmini 7,7 GW'a ulaşan şebekeye bağlı güneş fotovoltaik (güneş pili) teknolojisidir. Bu, dünya çapında 1,5 milyon evin çatı güneş pilleri ile şebekeye enerji verdiği anlamına gelmektedir. 2009 yılı dünya güneş fotovoltaik enerjisi kapasitesinin 12 GW 'ı aşacağı tahmin edilmektedir [20].

Başta petrol, son dönemde doğal gaz ve artık tüm dünya tarafından farkındalığı oluşmuş yenilenebilir enerji özellikle de güneş enerjisi hem ekonomik hem de siyasi açıdan modern dünyanın tüm devletleri için stratejik bir öneme sahip konuma gelmiş ve gelmeye devam etmektedir. Enerji herkes için hayati, bu nedenle devletler enerji kaynaklarını, çeşitliliği ve bağımlılığını yönetebilme ve çevre dostu enerji kaynakları kullanma için sıkı bir mücadele içerisinde.



Grafik 2.6.1: Güneş Enerji 2005-2014 Yılları arası

2015 yılı boyunca, diğer sektörlerde olduğu gibi güneş enerjisi sektöründe de birçok gelişme, girişim ve yenilikle karşılaştık. Doğal kaynakların bilinçsiz kullanımı ve devam eden küresel ısınmanın sonucu istatistiklerle birlikte incelendiğinde enerji kaynakları ve yaşam standartlarımızın geleceği konusunda durumun son derece kritik olduğu görülebilir. Bu yüzden, özellikle son dönemde tüm dünyada farkındalığının yükselişte olduğu güneş enerjisi sektörü, diğer enerji sektörleriyle birlikte bu sorunlara çözüm olma yolunda hızla gelişmekte. Global

güneş enerjisi kurulu kapasitesi 2015 yılı sonu itibari ile geçen yıla oranla %25-30 artış göstererek yılın ilk yarı değerleri doğrultusunda 230 GW seviyelerine ulaştı, böylelikle 57,4 GW kurulu güç 2015 yılında global güneş enerjisi kurulu gücüne eklenmiş oldu. 2014 yılında da %28 artış göstererek 178,4 GW'a ulaşmıştı [21].

2.6.2. Güneş Enerjisi Teknolojileri

Güneş enerjisi teknolojileri yöntem, malzeme ve teknolojik düzey açısından çok çeşitlilik göstermekle birlikte iki ana gruba ayrılabilir:

2.6.2.1. Isıl Güneş Teknolojileri ve Odaklanmış Güneş Enerjisi (CSP):

Güneş enerjisinden ısı elde edilen bu sistemlerde, ısı doğrudan kullanılabileceği gibi elektrik üretiminde de kullanılabilir.

2.6.2.2. Güneş Hücreleri:

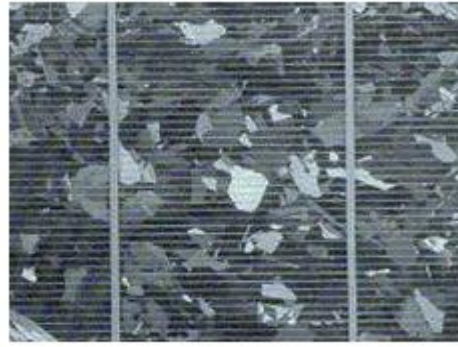
Fotovoltaik güneş elektrliği sistemleri de denilen yarı iletken malzemeler güneş ışığını doğrudan elektrliğe çevirirler.

2.6.3. Güneş (Fotovoltaik) Hücreleri:

Güneş hücreleri (fotovoltaik hücreler), yüzeylerine gelen güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren yarıiletken maddelerdir. Yüzeyleri kare, dikdörtgen, daire şeklinde biçimlendirilen güneş hücreleri alanları genellikle 100 cm² civarında, kalınlıkları ise 0,1- 0,4 mm arasındadır.

Güneş hücreleri fotovoltaik ilkeye dayalı olarak çalışırlar, yani üzerlerine ışık düştüğü zaman uçlarında elektrik gerilimi oluşur. Hücrenin verdiği elektrik enerjisinin kaynağı, yüzeyine gelen güneş enerjisidir.

Güneş enerjisi, güneş hücresinin yapısına bağlı olarak % 5 ile % 30 arasında bir verimle elektrik enerjisine çevrilebilir. Güç çıkışını artırmak amacıyla çok sayıda güneş hücresi birbirine paralel ya da seri bağlanarak bir yüzey üzerine monte edilir, bu yapıya güneş hücresi modülü ya da fotovoltaik modül adı verilir. Güç talebine bağlı olarak modüller birbirlerine seri ya da paralel bağlanarak bir kaç Watt'tan MEGA Watt'lara kadar sistem oluşturulur [22].



Güneş Pili



Fotovoltaik Model

Resim 2.6.3.1: Fotovoltaik Model ve Güneş Pili

2.6.3.1. Fotovoltaik Hücrelerinin Yapımında Kullanılan Malzemeler

Fotovoltaik hücreler pek çok farklı maddeden yararlanarak üretilir. Günümüzde en çok kullanılan maddeler şunlardır:

Kristal Silisyum: Önce büyütülüp daha sonra 150-200 mikron kalınlıkta ince tabakalar halinde dilimlenen Tek kristal Silisyum bloklardan üretilen güneş pillerinde laboratuvar şartlarında %24, ticari modüllerde ise %15'in üzerinde verim elde edilmektedir. Dökme silisyum bloklardan dilimlenerek elde edilen Çok kristal Silisyum güneş pilleri ise daha ucuza üretilmekte, ancak verim de %2-5 kadar düşük olmaktadır. Verim, laboratuvar şartlarında %18, ticari modüllerde ise %14 civarındadır.

Galyum Arsenit(GaAs): Bu malzemeyle laboratuvar şartlarında %25 ve %28 (optik yoğunlaştırıcı) verim elde edilmektedir. Diğer yarıiletkenlerle birlikte oluşturulan çok eklemlili GaAs pillerde %30 verim elde edilmiştir. GaAs güneş pilleri uzay uygulamalarında ve optik yoğunlaştırıcı sistemlerde kullanılmaktadır.

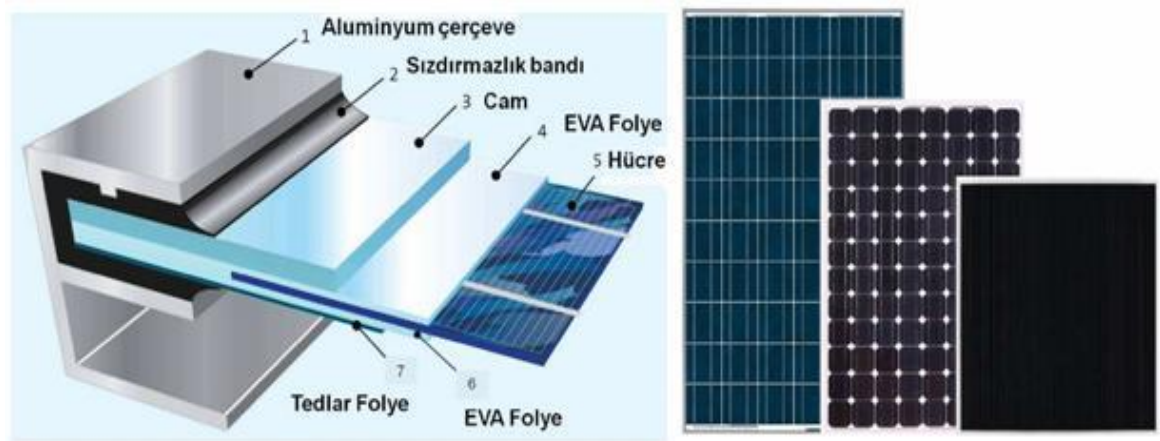
Amorf Silisyum: Kristal yapı özelliği göstermeyen bu Si pillerden elde edilen verim %10 dolayında, ticari modüllerde ise %5-7 mertebesinde. Günümüzde daha çok küçük elektronik cihazların güç kaynağı olarak kullanılan amorf silisyum direkt güneş ışınımı az olan bölgelerde de santral uygulamalarında kullanılmaktadır. Amorf silisyumun bir başka önemli

uygulama sahası ise binalara entegre yarısaydam cam yüzeyler, bina dış koruyucusu ve enerji üretici uygulamalarıdır.

Kadmiyum Tellürid(CdTe): Çok kristal yapıda bir malzeme olan CdTe ile güneş hücre maliyetinin çok aşağılara çekileceği tahmin edilmektedir. Laboratuar tipi küçük hücrelerde %16, ticari tip modüllerde ise %7 civarında verim elde edilmektedir.

Bakır İndiyum Diselenid(CuInSe₂): Bu çokkristal hücre laboratuar şartlarında %17,7 ve enerji üretimi amaçlı geliştirilmiş olan prototip bir modülde ise %10,2 verim elde edilmiştir.

Optik Yoğunlaştırıcı Hücreler: Gelen ışığı 10-500 kat oranlarda yoğunlaştıran mercekli veya yansıtıcı araçlarla modül verimi %20'nin, hücre verimi ise %30'un üzerine çıkılabilmektedir. Yoğunlaştırıcılar basit ve ucuz plastik malzemeden veya camdan yapılmaktadır [22].



Resim 2.6.3.1: Fotovoltaik Pil İç Yapısı

2.6.3.2 Fotovoltaik Hücrelerin Yapısı Ve Çalışma Prensipleri

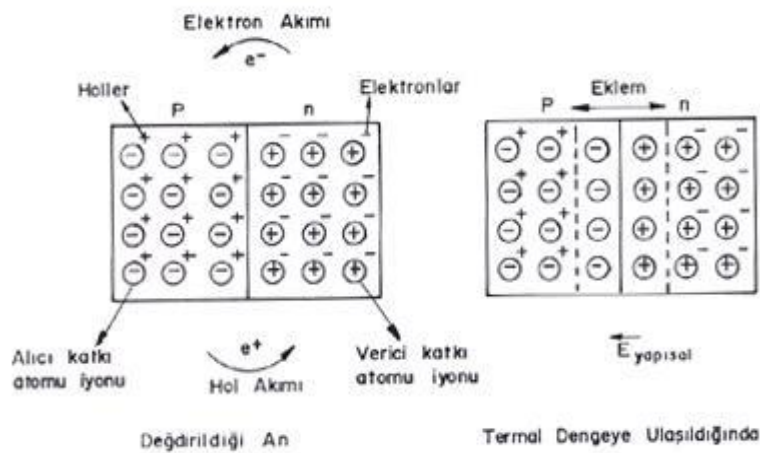
Günümüz elektronik ürünlerinde kullanılan transistörler, doğrultucu diyotlar gibi fotovoltaik hücreler de, yarı-iletken maddelerden yapılırlar. Yarı-iletken özellik gösteren birçok madde arasında fotovoltaik hücre yapmak için en elverişli olanlar, silisyum, galyum arsenit, kadmiyum tellür gibi maddelerdir.

Yarı-iletken maddelerin fotovoltaik hücre olarak kullanılabilmeleri için n ya da p tipi katkıları gereklidir. Katkılama, saf yarıiletken eriyik içerisine istenilen katkı

maddelerinin kontrollü olarak eklenmesiyle yapılır. Elde edilen yarı-iletkenin n ya da p tipi olması katkı maddesine bağlıdır. En yaygın güneş pili maddesi olarak kullanılan silisyumdan n tipi silisyum elde etmek için silisyum eriyiğine periyodik cetvelin 5. grubundan bir element, örneğin fosfor eklenir. Silisyum'un dış yörüngesinde 4, fosforun dış yörüngesinde 5 elektron olduğu için, fosforun fazla olan tek elektronu kristal yapıya bir elektron verir. Bu nedenle V. grup elementlerine 'verici' ya da 'n tipi' katkı maddesi denir.

P tipi silisyum elde etmek için ise, eriyiğe 3. gruptan bir element (alüminyum, indiyum, bor gibi) eklenir. Bu elementlerin son yörüngesinde 3 elektron olduğu için kristalde bir elektron eksikliği oluşur, bu elektron yokluğuna hol ya da boşluk denir ve pozitif yük taşıdığı varsayılır. Bu tür maddelere de 'p tipi' ya da 'alıcı' katkı maddeleri denir.

P ve N tipi katkılanmış malzemeler bir araya getirildiğinde yarıiletken eklemler oluşturulur. N tipi yarıiletkende elektronlar, p tipi yarıiletkende holler çoğunluk taşıyıcısıdır. P ve N tipi yarıiletkenler bir araya gelmeden önce, her iki madde de elektriksel bakımdan nötrdür. Yani P tipinde negatif enerji seviyeleri ile hol sayıları eşit, n tipinde pozitif enerji seviyeleri ile elektron sayıları eşittir. PN eklem oluştuğunda, N tipindeki çoğunluk taşıyıcısı olan elektronlar, P tipine doğru akım oluştururlar. Bu olay her iki tarafta da yük dengesi oluşana kadar devam eder. PN tipi maddenin ara yüzeyinde, yani eklem bölgesinde, P bölgesi tarafında negatif, N bölgesi tarafında pozitif yük birikir. Bu eklem bölgesine 'geçiş bölgesi' ya da 'yükten arındırılmış bölge' denir. Bu bölgede oluşan elektrik alan 'yapısal elektrik alan (E_y)' olarak adlandırılır. Aşağıda PN eklem oluşması şematize edilmiştir.



Resim 2.6.3.2.1: Fotovoltaik Çalışma Prensibi

Yarıiletken eklemnin fotovoltaiik hücre olarak çalışması için eklem bölgesinde fotovoltaiik dönüşümün sağlanması gerekir. Bu dönüşüm iki aşamada olur, ilk olarak, eklem bölgesine ışık düşürölerek elektron-hol çiftleri oluşturulur, ikinci olarak ise, bunlar bölgedeki elektrik alan yardımıyla birbirlerinden ayrılır.

Yarıiletkenler, bir yasak enerji aralığı tarafından ayrılan iki enerji bandından oluşur. Bu bandlar Valans bandı ve İletkenlik bandı adını alırlar. Bu yasak enerji aralığına eşit veya daha büyük enerjili bir foton, yarıiletken tarafından soğurulduğu zaman, enerjisini Valans bandındaki bir elektrona vererek, elektronun iletkenlik bandına çıkmasını sağlar. Böylece, elektron-hol çifti oluşur. Bu olay, p-n eklem fotovoltaiik hücrenin ara yüzeyinde meydana gelmiş ise elektron-hol çiftleri buradaki elektrik alan tarafından birbirlerinden ayrılır. Bu şekilde fotovoltaiik hücre, elektronları n bölgesine, holleri de p bölgesine iten bir pompa gibi çalışır. Birbirlerinden ayrılan elektron-hol çiftleri, fotovoltaiik hücrenin uçlarında yararlı bir güç çıkışı oluştururlar. Bu süreç yeniden bir fotonun hücre yüzeyine çarpmasıyla aynı şekilde devam eder. Yarıiletkenin iç kısımlarında da, gelen fotonlar tarafından elektron-hol çiftleri oluşturulmaktadır. Fakat gerekli elektrik alan olmadığı için tekrar birleşerek kaybolmaktadırlar[22].

3. MATERYAL VE METOT

3.1. MATERYAL

Araştırma materyali Kırgızistan'ın enerji potansiyeli bilgisi verilerek hidrolik enerji örneği olarak Büyük Aksu nehrinin yıllık enerji üretimi bulunmuştur. Güneş enerjisi için ise Bişkek, Çolpon-Ata, Su Samır ve Tanrı Dağındaki uzun yıllar meteoroloji istasyonlarından alınan veriler bir hesaplama sistemine sokularak yıllık enerji üretimi hesaplanmıştır.

3.2. METOT

Metot olarak Kırgızistan'ın hidrolik yıllık enerji üretimi hesaplanan Büyük Aksu nehri ile güneş enerjisi yıllık enerji üretimi hesaplaması yapılan Bişkek, Su Samır, Çolpon Ata ve Tanrı Dağı bölgelerinde kurulacak santrallerin maliyet analizleri çıkartılarak elektrik enerjisi tarifi ile birlikte üretilen enerji ekonomik bazda yıllık kazancı ortaya çıkartmaktır. Sonra yıllık bazda ekonomik kazanç dolara çevrilip kurulan elektrik santralleri kaç yılda amorti ettiğini bulmaktır.

Türkiye'de kullanılan bir metotla ilk önce maliyetleri dünya bazında çıkartılarak su ve güneş enerji verileri ile birlikte sistemlerin yıllık enerji kapasiteleri minimum ve maksimum olarak hesaplanmış ve amorti süreleri Kırgızistan'da bulunan Severelektro şirketinin elektrik enerji tarifleri her bir tarif için ev ve sanayi tek tek hesaplanmıştır. Ortalama tariflerinde bulunduğu hesaplamalarda bize yıllık kurduğumuz enerji santrallerinde ekonomik getirisinin ne kadar olduğunu ve kaç yılda maliyetini tekrar kazanabildiğimizi ortaya çıkartmaktadır.

3.3. KIRGIZİSTAN GÜNEŞ ENERJİSİ

Dünya'ya ulaşan güneş enerjisi radyasyonu tükenmez bir kaynaktır. Bu enerjinin güneş ışınımı 1 kW/m^2 'lik bir alan içinde maksimum güneş enerjisi elde etmek için çok büyük bir zamana gerek duyulmamaktadır. Yeryüzünün bir yaz günü dünya ortalaması olarak birçok yerinde 1-2 saat güneş alması ile birlikte güneş ışın enerjisi $1500\text{-}200 \text{ W/m}^2$ olarak görülmektedir.

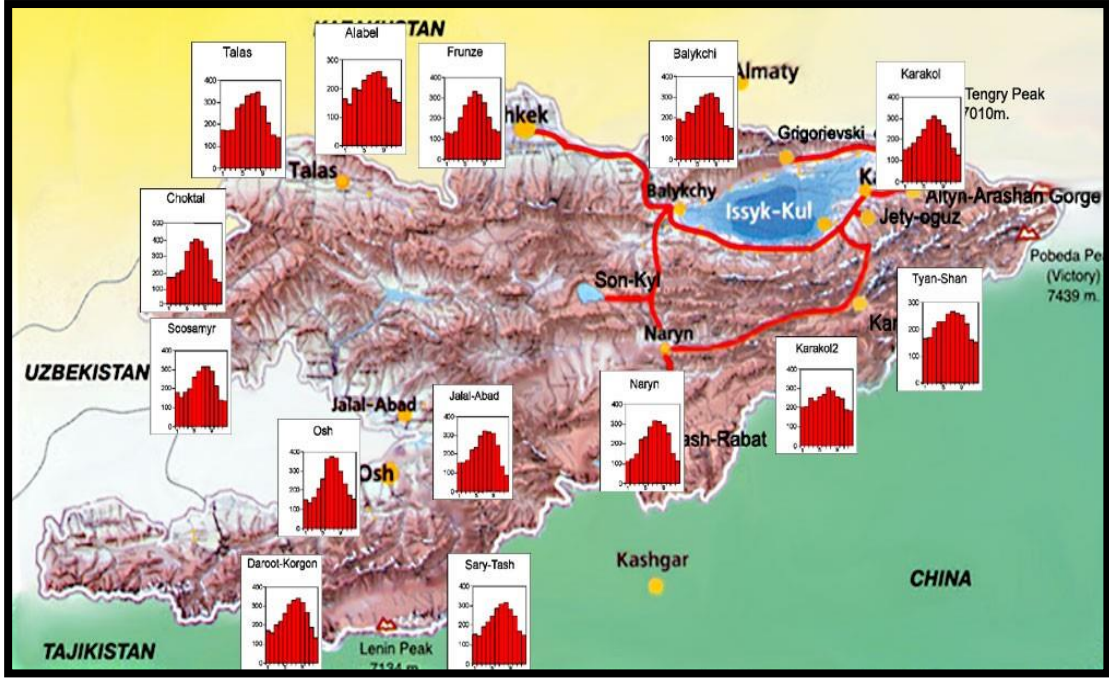
Kırgızistan coğrafik konumu ve iklim koşulları güneş enerjisini kullanmak için çok uygundur. Kırgızistan'daki 15 adet meteoroloji istasyonlarındaki verilerine göre bir yıl için ortalama güneşlenme süresi ortalaması 2630 saattir. Tabloda yer alan veriler bakacak olursak yıllık güneş süreleri verilmektedir. Kırgızistan'ın 8 farklı yerinin 12 ay boyunca güneşlenme süreleri Tablo 3.3.1'de verilmektedir [23].

Tablo 3.3.1: Kırgızistan Yıllık Güneşlenme Saati

Aylar	Bişkek	Oş	Celal-Abad	Talas	Karakol	Narin	Tyan-Şyan	Çon Kızıl-Su
Ocak	136	140	144	169	146	127	181	106
Şubat	127	129	138	148	152	133	177	95
Mart	146	134	139	162	169	164	173	115
Nisan	211	209	216	203	214	222	235	173
Mayıs	248	266	285	269	254	238	247	167
Haziran	300	322	330	309	296	296	262	187
Temmuz	324	343	346	332	319	317	269	238
Ağustos	311	334	345	333	295	311	260	186
Eylül	281	296	306	292	264	278	254	172
Ekim	216	238	239	238	231	232	224	157
Kasım	134	132	127	157	151	138	171	120
Aralık	124	106	93	135	123	107	158	97
Toplam	2558	2649	2708	2708	2614	2563	2611	1815

Kırgızistan'da deniz seviyesinden 2000 m yükseklikte 1m² alan içine kışın radyasyon ışınlımı 0,3-0,4 kW/m² ve yazın ise radyasyon ışınlımı 0,6 kW/m² enerji ortaya çıkartabilecek güce denk gelmektedir. Aynı zamanda yazın 1 m² alanda 500-600 W/h, kışın 300-400 W/h enerji elde edilebilmektedir. Kırgızistan 198.500 km² alan içerisinde güneş ışınından elde edilebilecek enerji miktarı yıllık yaklaşık 29,8-39,7 milyar kW/h'dir.

Bu miktar Kırgızistan’da bulunan akarsuların brüt potansiyelinden 1828-2435 kat daha fazladır. (Kırgızistan’da akarsu brüt potansiyeli 16,3 milyon kW/h) [23].



Harita 3.3.1: Kırgızistan Güneş Enerjisi Haritası

Kırgızistan bulunan meteoroloji istasyonlarının yükseklikleri ve yıllık güneşlenme süreleri saat bazında bakıldığında en yüksek güneşlenme süresi 2965 saat ile Karakol, en düşük güneşlenme süresi 1698 saat ile Con Kızıl-Su olarak verilerde görülmektedir [23].

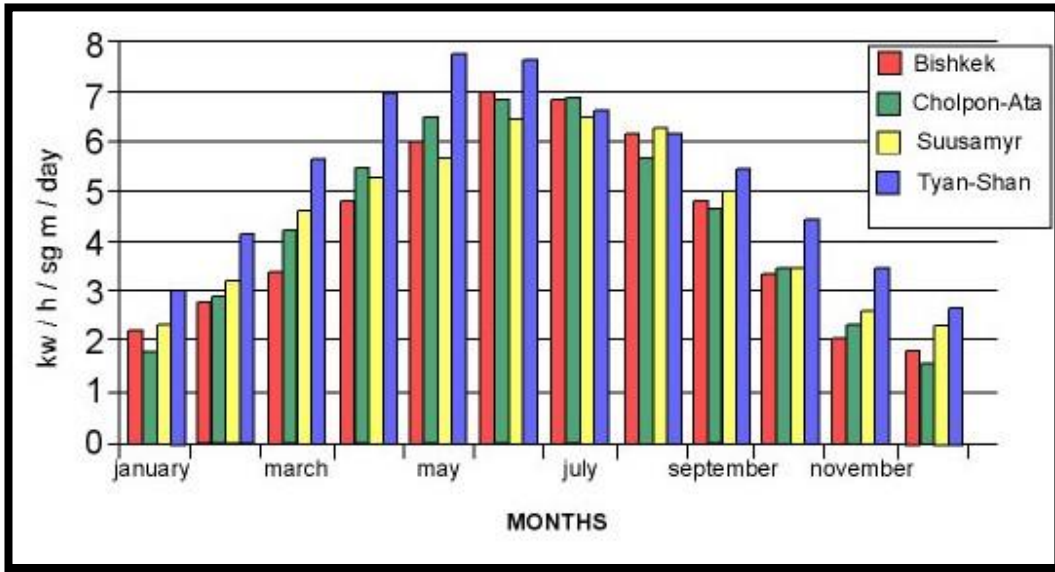
Tablo 3.3.2: Kırgızistan Yıllık Güneşlenme Süresi

No	İstasyon Yerleri	Yükseklik (m)	Yıllık Güneşlenme Süresi (Saat)
1	Bişkek	766	2590
2	Celal-Abad	769	2787
3	Oş	888	2750
4	Talas	1217	2772
5	Çolpon-Ata	1616	2804
6	Balıkçı	1660	2881
7	Przewalski	1716	2670
8	Przewalski	1771	2660
9	Çatkan	1937	2849
	Narın	2039	2537
10	Su-Samır	2061	2660
11	Darout-Kurgan	2470	2833
12	Çon Kızıl-Su	2555	1698
13	Dolon	3040	2655
14	Karakol	3080	2965
15	Sarı Taş	3155	2596
16	Ala-Bel	3213	2455
17	Tö Aşu	3235	2193
18	Tanrı Dağı	3600	2606

Kırgızistan'da güneş potansiyeli 15 adet meteoroloji istasyonlarından 4 Adet istasyonun gözlemlenmesiyle şiddeti, açısı, yayılımı ve yansıtma analiz yapılarak potansiyellerinin ne kadar olduğu hakkında bilgiler vermektedir. Bu istasyonlar: Bişkek (deniz seviyesinden 766 m), Colpon-Ata (deniz seviyesinden 1616 m), bulunan Su Samır (deniz seviyesinden 2500 metre) ve Tanrı Dağı (deniz seviyesinden 3601 m) olmak üzere 4 adet istasyondaki alınan verileri işlenmiştir [23].

Aşağıdaki diyagrama bakılarak bir yıllık Kırgızistan'ın 4 şehrinin yeryüzüne yatay düzlemde güneşlenme radyasyon ışıınım miktarları verilmektedir. Güneş radyasyon ışıınım miktarı yapılan ölçümleri bizleri yıllık bazda ne kadar enerji üretebileceğimizi ortaya çıkartmaktadır. Kırgızistan'ın farklı bölgelerinde bulunan Bişkek, Colpon-Ata, Su-Samır ve Tanrı dağları verileri verilmektedir [23].

Grafik 3.3.1: Kırgızistan Güneş Radyasyonu Işınım



Toplam güneş radyasyon seviyesi değerleri karşılaştırma analizi incelendiğinde Kırgızistan'da artan yükseklik, güneş radyasyonu miktarı artmaktadır. Yükseklik artıkça güneş radyasyon ışıınım seviyesi artması Kırgızistan için özel bir durumdur [23].

Kırgızistan'da güneş potansiyeli 15 adet meteoroloji istasyonlarından 4 Adet istasyonun gözlemlenmesiyle şiddeti, açısı, yayılımı ve yansıtma analiz yapılarak potansiyellerinin ne kadar olduğu hakkında bilgiler vermektedir. Bu istasyonlar: Bişkek (deniz seviyesinden 766 m), Colpon-Ata (deniz seviyesinden 1616 m), bulunan Suusamır (deniz seviyesinden 2500 metre) ve Tien-Shan (deniz seviyesinden 3601 m) olmak üzere 4 adet istasyondaki alınan verileri işlenmiştir[23].

AYLAR	METEOROLOJİ İSTASYONU			
	Bişkek	Colpon-Ata	Su-Samır	Tanrı Dağı
Ocak	284,5	201,1	259,8	335,2
Şubat	284,9	289,1	343,6	423,3
Mart	381,3	477,7	542,7	515,6
Nisan	523,7	590,8	515,6	754,2
Mayıs	670,4	720,7	645,3	842,2
Haziran	158,4	729,1	699,1	808,7
Temmuz	154,2	762,6	716,4	741,6
Ağustos	674,6	641,1	691,3	678,8
Eylül	523,7	515,4	540,5	578,2
Ekim	360,3	372,9	372,9	481,8
Kasım	213,7	222,3	255,6	347,8
Aralık	180,2	159,2	226,3	293,3
Toplam	5610	5682	5809,1	6800,7
Yükseklik	766	1616	2061	3601
Yıl	30	13	24	30

**Tablo 3.3.3: Ortalama Aylık Yatay Düzlemdeki Güneş Radyasyon Işınım Değerleri
(Mj/m²)**

3.4. ENERJİ ÜRETİM SANTRALLERİNİN MALİYET ANALİZİ

Enerji santrallerinde maliyet unsurlarının değerlendirilmesinde, genellikle santralin ilk yatırım maliyeti ve birim enerji üretim maliyeti dikkate alınmaktadır. Santralin birim enerji üretim maliyeti, santralin kullanım ömrü boyunca yapılan bütün harcamaları (ilk yatırım maliyeti, işletme/bakım maliyetleri) kapsayan, santralden birim enerji elde edilmesi için gerekli olan maliyeti ifade eden ekonomik bir değerlendirme kriteridir. Enerji santrallerinde elektrik enerjisi üretimine etki eden faktörler, santralin ilk yatırım maliyeti ve işletme/bakım maliyetidir [24].

3.4.1. İlk Yatırım Maliyeti:

İlk yatırım maliyeti, santralin işletmeye başlamadan önce enerji üretimine hazır hale getirilmesi amacıyla, makina-teçhizat, bina, arazi vb. temel elemanlar için yapılan harcamalardır. Enerji santral maliyetlerinin en büyük kısmı ilk yatırım maliyetleridir[24].

3.4.2. İşletme/Bakım Maliyeti:

İşletme bakım maliyetleri ise santral kurulumu sonrası santralden enerji üretmek için yapılması gereken harcamalardır. İşletme maliyetleri, sabit işletme maliyeti ve değişken işletme maliyeti olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Sabit işletme maliyeti çalışanların maaşları ve primler, santral genel ve idari harcamaları, santral destek ekipmanları, planlanmış bakımlar gibi maliyetlerdir. Değişken işletme maliyetleri ise santralde kullanılan yakıtlar, enerji, su, kimyasallar, katalizörler, gazlar, yağlayıcılar, tükenebilir malzeme ve kaynaklar ile atıkların neden olduğu maliyetlerdir.

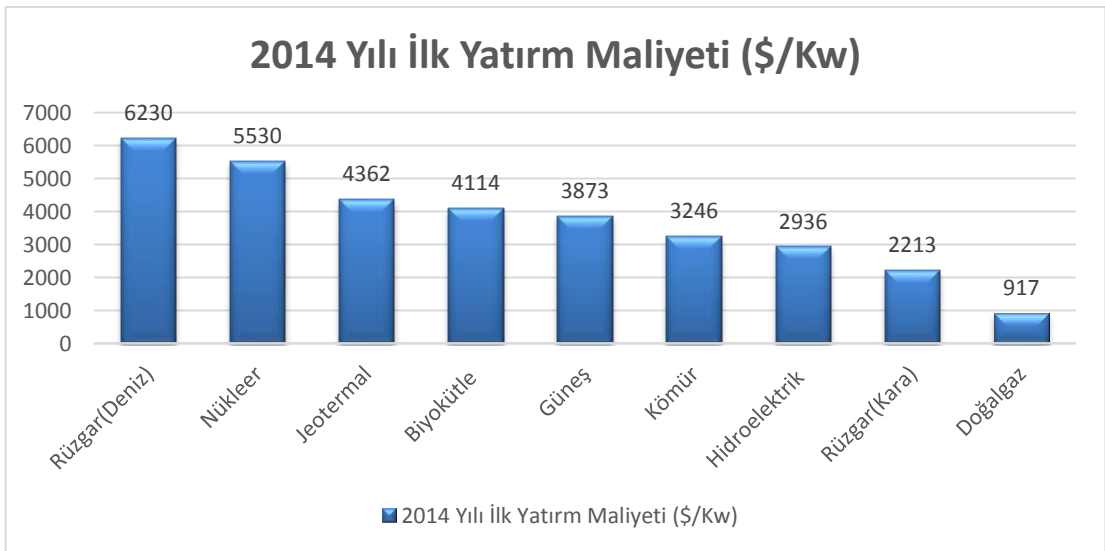
Kömür ve doğalgaz yakıtlı termik santral, nükleer santral, hidroelektrik santral, rüzgar enerji santralleri (kara ve deniz üstü), güneş enerji santrali, jeotermal enerji santrali ve biyokütle enerjisi santrali için \$/kW cinsinden ilk yatırım maliyetleri, \$/kW-yıl cinsinden sabit işletme maliyetleri ile \$/MW/h cinsinden değişken işletme maliyetleri Tablo 'te verilmiştir. Tabloda, ilk yatırım maliyeti bir birim güç elde edilmesi için ödenmesi gereken maliyet, sabit işletme maliyeti bir yılda santralden birim güç elde edilmesi için ödenmesi gereken maliyet ve değişken işletme maliyeti bir birim enerji elde edilmesi için ödenmesi gereken maliyet olarak değerlendirilmiştir[24].

Santral Tipi	İlk Yatırım Maliyeti (\$/kW)	Sabit İşletme Maliyeti (\$/kW-yıl)	Değişken İşletme Maliyeti (\$/MWh)
Rüzgar Santrali (Deniz Üstü)	6230	74	-
Nükleer Santral	5530	93,28	2,14
Jeotermal Enerji Santrali	4362	100	-
Biyokütle Enerji Santrali	4114	105,53	5,26
Güneş Enerjisi Santrali	3873	24,69	-
Kömür Yakıtlı Linyit Santrali	3246	37,8	4,47
Hidroelektrik Santrali	2936	14,13	-
Rüzgar Santrali (Kara)	2213	39,55	-
Doğalgaz Yakıtlı Linyit Santrali	917	13,17	3,6

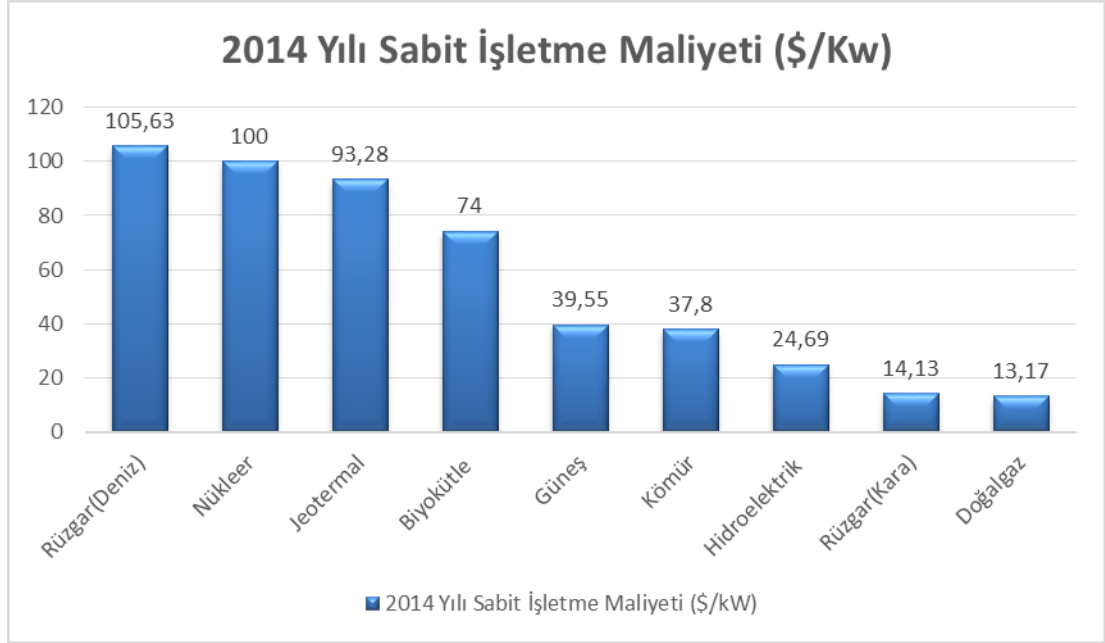
Tablo 3.4.1: Enerji Santralleri Birim Bazda Maliyeti

Tablo değerlendirildiğinde, rüzgar santralleri, jeotermal enerji santralleri, güneş enerji santralleri ve hidroelektrik santraller yenilenebilir enerji santrallerinin değişken işletme maliyetlerinin olmadığı görülmektedir[24].

Grafik 3.4.1: 2014 Yılı İlk Yatırım Maliyeti



Tablodan, ilk yatırım maliyetleri yüksek olan santraller sırasıyla, deniz üstü rüzgar enerji santrali (6230 \$/kW), nükleer santral (5530 \$/kW) ve jeotermal enerji



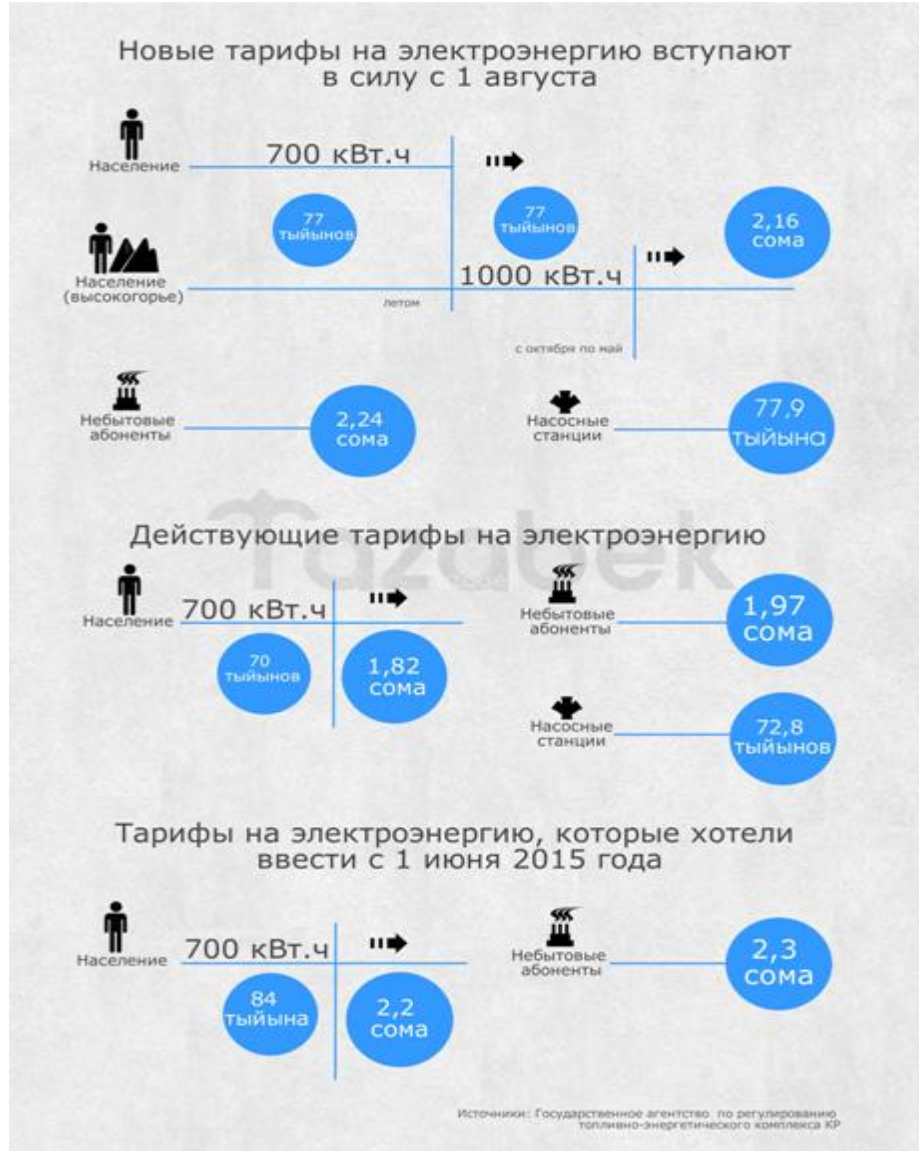
Grafik 3.4.2: 2014 Yılı Sabit İşletme Maliyeti

santrali (4362 \$/kW) iken; ilk yatırım maliyetleri düşük olan santraller ise doğalgaz yakıtlı linyit santral (917 \$/kW), karada kullanılan rüzgar santrali (2213 \$/kW) ve hidroelektrik santral (2936 \$/kW) olduğu görülmektedir. Sabit işletme maliyeti en yüksek olan santraller sırasıyla, biyokütle enerji santrali (105,63 \$/kW-yıl), jeotermal enerji santrali (100 \$/kW-yıl) ve nükleer santral (93,28 \$/kW-yıl); düşük olan santraller ise sırasıyla, doğalgaz yakıtlı termik santral (13,17 \$/kW-yıl), hidroelektrik santral (14,13 \$/kW-yıl) ve güneş enerji santralidir (24,69 \$/kW-yıl). Değişken işletme maliyeti yüksek olan santraller, biyokütle enerji santrali (5,26 \$/MW/h) ile kömür yakıtlı linyit santral (4,47 \$/MW/h); düşük olan santraller ise nükleer santral (2,14 \$/MW/h) ile doğalgaz yakıtlı linyit santral (3,6 \$/ MW/h) şeklindedir[24].

3.4.3. Kırgızistan'daki Elektrik Fiyatı Tarifesi

Kırgızistan'ın 1 Ağustos 2015 tarihinden itibaren 1 KW/h elektrik satış fiyatları şu şekildedir. Mesken (ev, işyeri 700 KW/h kadar) 0,77 Som, mesken (ev, işyeri 700 KW/h sonra) 2,16 Som. Tarım amaçlı çalışan elektrikli makinelerde 0,779 Som ve Sanayi

kuruluşlarının 2,24 Som olarak belirlenmiştir. Aşağıdaki tabloya bakıldığında geçerli olan ortalama tarif ise 1,82 Som ve sanayi için ortalama geçerli olan fiyat ise 1,97 Som olarak kullanılmaya başlanmıştır [25].



Resim 3.4.1. Kırgızistan Enerji Tarifesi

3.5. Hesaplamalarla İlgili Bilgiler:

Enerjinin amorti etme süresi aşağıdaki formülle bütün tarif miktarlarınca hesaplanmıştır. Tablo en alt kısımlarında bulunan amorti süreleri bize yaklaşık olarak kaç yılda yaptığımız enerji inşaatının geri dönüşümlerini vermektedir. Amorti süresi Yıllık Kazanç (YK) bölü, yatırım maliyetinin eskalasyon ve faiz hesaplaması yapılması ardından çıkan miktarı bölünmesiyle hesaplanabilmektedir.

$$A.E = \frac{I_d}{YK}$$

Bu hesaplama yıllık elektrik zam oranları dahil edilmemiş olup standart durumlar baz alınarak bulunan yaklaşık tahmini sonuçları göstermektedir.

4. BULGULAR VE HESAPLAMALAR

4.1. 1000 KW/HGÜNEŞ ENERJİ (FOTOVOLTAİK) MALİYET HESAPI ANALİZİ ÖRNEĞİ

Faiz Oranı	(i)	0,05
Santral Ömrü	(n)	30yıl
Yük Faktörü	(Lf)	%80
Baz Alınan Güç	(Ne)	1000 kW/h
Birim Tesis Bedeli	(Cs)	3.873\$/kW
Eskalasyon Oranı	(e)	0,06
İnşaat Süresi		3 yıl

Tablo 4.1.1: Maliyet Analizi Hesaplama Verileri

4.1.1. Birim Tesis Bedeli (Cs)

Birim tesis bedeli her geçen gün teknolojinin değişmesi ile GES'in kurulum maliyeti düşmektedir.Yapılan maliyet hesabında bu değişimler göz önünde bulundurulmalıdır. Günümüzde 1 kW/hgüneş enerjinin maliyeti ortalama olarak 3.873ABD Dolar olarak görülmektedir.

4.1.2. Yatırım Maliyeti

Yatırım maliyeti; baz alınan güç miktarı ile birim tesis bedeli çarpımı ile bulunur. Ortalama 3 yıl sürecek bir güneş enerjisi santralının aşağıda maliyet analizi yapılmaktadır.

$$I_d = C_s \cdot N_e$$

$$I_d = 3873 \times 1000 \left(\frac{\text{Kw}}{\text{h}} \right)$$

$$I_d = 3.873.000 \$$$

4.1.3. İnşaat Süresince Eskalasyon Yükü ($Y_e(t)$)

Harcama planı hazırlanırken inşaat süresi boyunca yüksek fiyat enflasyonu nedeni ile inşaat, tesisat, araç ve gereç fiyatlarında görülen hızlı artışlar uzun sürebilecek bir taahhüdün sabit birim fiyatlarla ihalelerde sözleşme fiyatının maliyetlerdeki artışa göre

güncellenmesidir.Eskalasyon oranı malzeme fiyatlarının artışı anlamına gelmektedir. Enerji kurulum maliyetlerinde 0,06 olarak alınmaktadır.

Bir harcama planı ilk yıl için %30, ikinci yıl için %50 ve üçüncü yıl için %20 olarak kabul edilmiştir.

$$Y_e(t) = Y(t). (1 + e)^t$$

Bu formülü kullanarak inşaat süresi boyunca eskalasyon yükü hesaplanabilir.

2017 yılı için ;

$$Y_e(t) = 3.873.000 \times 0,30 = 1.161.900 \$$$

2018 yılı için ;

$$Y_e(t) = 3.873.000 \times 0,50 = 1.936.500 \$$$

2019 yılı için ;

$$Y_e(t) = 3.873.000 \times 0,20 = 774.600 \$$$

Bu değerler 3 yıllık eskalasyonsuz harcama planını göstermektedir.Bize gerekli olan eskale edilmiş harcama planıdır.Elektrik santrallerinde santral gücü arttıkça birim elektrik üretim maliyeti azalır.

2017 yılı için ;

$$Y_e(t) = 1.161.900 \times (1 + 0,06)^1 = 1.231.614 \$$$

2018 yılı için ;

$$Y_e(t) = 1.936.500 \times (1 + 0,06)^2 = 2.052.690 \$$$

2019 yılı için ;

$$Y_e(t) = 774.600 \times (1 + 0,06)^3 = 821.076 \$$$

Tablo 4.1.3.1: İnşaat Süresince Eskalasyon Hesabı e=0,06			
Yıl	Harcama Dağılımı(%)	Eskalasyonsuz Harcama P.(\$)	Eskala Edilmiş Harcama P.(\$)
2017	30	1.161.900	1.231.614
2018	50	1.936.500	2.052.690
2019	20	774.600	821.076
TOPLAM	100	3.873.000	4.105.380

4.1.4. İnşaat Süresince Faiz Yüğü (T(t))

Faiz yüğü hesaplaması aşağıdaki formül ile yapılır.Faiz oranı 0,05 olarak kabul ederiz.Yalnız bu faiz oranı verilen bankadaki değışimlere göre değışmektedir. Biz ortalama bir değer yüksek miktarda bir para birimi olduğı için %0,05 oranı aldık.Faiz miktarını şu şekilde hesaplarız:

$$T(t) = Ye(t). [(1 + i)^{S-t}]$$

2017 yılı için ;

$$T(t) = 1.231.614x[(1 + 0,05)^1] = 1.293.194\$$$

2018 yılı için ;

$$T(t) = 2.052.690x[(1 + 0,05)^2] = 2.155.324 \$$$

2019 yılı için ;

$$T(t) = 821.076x[(1 + 0,05)^3] = 862.130 \$$$

Tablo 4.1.4.1-İnşaat Süresince Faiz Hesabı e=0,05			
Yıl	Eskala Edilmiş Harcama P.(\$)	Eskala Edilmiş Harcama+Faiz P.(\$)	Faiz Yüğü (0,05)
2017	1.231.614	1.293.194	61.580
2018	2.052.690	2.155.324	102.634
2019	821.076	862.130	41504
TOPLAM	4.105.380	4.310.454	205.074

4.1.5. Sabit Yıllık Sermaye Masrafı (C_k)

İşletmenin kullandığı her türlü kaynağın bir maliyeti vardır. Sermaye Maliyeti veya Fon Kaynak Maliyeti, kullanılan veya kullanılması düşünülen her türlü finansman kaynağının ağırlıklı ortalama maliyetidir. Yeni yatırım projelerinin değerlendirilmesinde, iskonto oranı olarak sermaye maliyeti kullanılmaktadır. Sermaye yapısı ve maliyeti, işletmenin başarısını ve karlılığını etkilemektedir. Kiralama, uzun vadeli finanslama, çalışma sermayesi politikası gibi kararların alınması için sermaye maliyetinin bilinmesi gerekmektedir.

$$C_k = I_k \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

$$C_k = 4.310.454 \times \left[\frac{0,05 \times (1+0,05)^{30}}{(1+0,05)^{30} - 1} \right] = 280.401 \$$$

4.1.6. Yıllık Üretilen Enerji Miktarı (E)

Aşağıdaki tablolarda görüldüğü üzere Kırgızistan'daki 1 yıllık üretilen enerji miktarı Bişkek, Çolpon Ata, Su Samır ve Tanrı Dağı noktaları için verilmiştir.

Tablo 4.1.6.1: 100 KW/hBişkek Şehri Yıllık Güneş Enerjisi Hesaplaması				
Aylar	GÜN SAYISI	AYLIK GRD MJ (m ²)	AYLIK GRD Kw/h (m ²)	1000 KW/h
Ocak	31,00	284,50	79,03	79.028,41
Şubat	28,00	284,90	79,14	79.139,52
Mart	31,00	381,30	105,92	105.917,51
Nisan	30,00	523,70	145,47	145.473,39
Mayıs	31,00	670,40	186,22	186.223,71
Haziran	30,00	758,40	210,67	210.668,35
Temmuz	31,00	754,20	209,50	209.501,68
Ağustos	31,00	674,60	187,39	187.390,39
Eylül	30,00	523,70	145,47	145.473,39
Ekim	31,00	360,30	100,08	100.084,13
Kasım	30,00	213,70	59,36	59.361,59
Aralık	31,00	180,20	50,06	50.055,96
Genel	365,00	5.609,90	1.558,32	1.558.318,02

Tablo 4.1.6.2: 1000 KW/h Colpon Ata Şehri Güneş Enerjisi Hesaplaması				
Aylar	GÜN SAYISI	AYLIK GRD MJ (m ²)	AYLIK GRD Kw/h (m ²)	1000 KW/h
Ocak	31	201,10	55,86	55.861,56
Şubat	28	289,10	80,31	80.306,20
Mart	31	477,70	132,70	132.695,51
Nisan	30	590,80	164,11	164.112,42
Mayıs	31	720,70	200,20	200.196,05
Haziran	30	729,10	202,53	202.529,40
Temmuz	31	762,60	211,84	211.835,03
Ağustos	31	641,10	178,08	178.084,76
Eylül	30	515,40	143,17	143.167,81
Ekim	31	372,90	103,58	103.584,16
Kasım	30	222,30	61,75	61.750,49
Aralık	31	159,20	44,22	44.222,58
Genel	365	5.682,00	1.578,35	1.578.345,96

Tablo 4.1.6.3: 1000 KW/h Su Samır Güneş Enerjisi Hesaplaması				
Aylar	GÜN SAYISI	AYLIK GRD. MJ (m²)	AYLIK GRD Kw/h (m²)	1000 KW/h
Ocak	31	259,80	72,17	72.167,24
Şubat	28	343,60	95,45	95.445,21
Mart	31	542,70	150,75	150.751,21
Nisan	30	515,60	143,22	143.223,37
Mayıs	31	645,30	179,25	179.251,43
Haziran	30	699,10	194,20	194.196,00
Temmuz	31	716,40	199,00	199.001,59
Ağustos	31	691,30	192,03	192.029,31
Eylül	30	540,50	150,14	150.140,09
Ekim	31	372,90	103,58	103.584,16
Kasım	30	255,60	71,00	71.000,57
Aralık	31	226,30	62,86	62.861,61
Genel	365	5.809,10	1.613,65	1.613.651,80

Tablo 4.1.6.4: 1000 KW/h Tanrı Dağı Güneş Enerjisi Hesaplaması				
Aylar	GÜN SAYISI	AYLIK GRD. MJ (m²)	AYLIK GRD Kw/h (m²)	1000 KW/h
Ocak	31	335,20	93,11	93.111,86
Şubat	28	423,30	117,58	117.584,27
Mart	31	515,60	143,22	143.223,37
Nisan	30	754,20	209,50	209.501,68
Mayıs	31	842,20	233,95	233.946,32
Haziran	30	808,70	224,64	224.640,69
Temmuz	31	741,60	206,00	206.001,65
Ağustos	31	678,80	188,56	188.557,06
Eylül	30	578,20	160,61	160.612,40
Ekim	31	481,80	133,83	133.834,40
Kasım	30	347,80	96,61	96.611,88
Aralık	31	293,30	81,47	81.472,87
Genel	365	6.800,70	1.889,10	1.889.098,45

4.1.7. Birim Yatırım Maliyeti (gk)

$$g_k = \frac{C_K}{E}$$

$$\text{Bişkek için} : g_k = \frac{280.401}{1.558.318,02} = 0,1799 \$ \frac{kW}{h}$$

$$\text{Colpon Ata için} : g_k = \frac{280.401}{1.578.345,96} = 0,1776 \$ \frac{kW}{h}$$

$$\text{Su Samır için} : g_k = \frac{280.401}{1.613.651,80} = 0,1737 \$ \frac{kW}{h}$$

$$\text{Tanrı Dağı için} : g_k = \frac{280.401}{1.889.098,45} = 0,1484 \$ \frac{kW}{h}$$

4.1.8. Birim İşletme Bakım Maliyeti (g_m)

Sabit işletme bakım maliyeti (C_m) 2014 yılı verilerini göre güneş enerji santrallerinde 39,55 ABD Doları olarak verilmiştir.

$$g_m = \frac{C_m}{E}$$

$$\text{Bişkek için} : g_m = \frac{39.550}{1.558.318,02} = 0,0253 \frac{\$}{kwh}$$

$$\text{Colpon Ata için} : g_m = \frac{39.550}{1.578.345,96} = 0,0250 \frac{\$}{kwh}$$

$$\text{Su Samır için} : g_m = \frac{39.550}{1.613.651,80} = 0,0245 \frac{\$}{kwh}$$

$$\text{Tanrı Dağı için} : g_m = \frac{39.550}{1.889.098,45} = 0,0209 \frac{\$}{kwh}$$

4.1.9. Birim Elektrik Enerji Maliyeti (g) (\$/kW/h)

$$1 \text{ kW/h saatteki } g = \frac{g_k + g_m}{E} = \frac{C_T}{E}$$

$$\text{Bişkek için} : g = 0,1799 + 0,0253 = 0,2052 \text{ cent } \$/kWh$$

$$\text{Colpon Ata için} : g = 0,1776 + 0,0250 = 0,2026 \text{ cent } \$/kWh$$

$$\text{Su Samır için:} : g = 0,1773 + 0,0245 = 0,2018 \text{ cent } \$/kWh$$

$$\text{Tanrı Dağı için} : g = 0,1484 + 0,0209 = 0,1693 \text{ cent } \$/kWh$$

4.1.10. Ekonomik Kazanç ve Amorti Süresi Hesaplama

Yıllık enerji üretimi ile tarife çarpımı birlikte ekonomik her bir tarife için gelir hesabı yapıldıktan sonra maliyet analizinden çıkan giderimizin bölümünden bir elektrik santralin kaç senede geri kazanımı olacağı bulunmaktadır. Aşağıdaki hesaplamalarda Bişkek, Çolpon Ata, Su Samır ve Tanrı Dağı kurulacak güneş enerjisi tesisleri için yapılan hesaplamalar bulunmaktadır.

Tablo 4.1.10.1-Bişkek Şehri Güneş Enerjisi Hesaplaması Minimum Kazanç (20 Mart 2017 1 ABD Dolar=69,2915)

AYLAR	GÜN SAYISI	AYLIK GRD MJ (m²)	AYLIK GRD Kw/h (m²)	1000 KW/h	%15 KAYIP	KAZANÇ (Mesken 700 Kw/h kadar 0,77 Som)	KAZANÇ (Mesken 700 Kw/h Sonrası 2,16 Som)	Kazanç (Sanayi 2,24 Som)	Kazanç (Mesken Ortalaması 1,82som)	Kazanç (Sanayi Ortalaması 1,97 Som)
Ocak	31,00	284,50	79,03	79.028,41	67.174,15	51.724,09	145.096,16	150.470,09	122.256,95	132.333,07
Şubat	28,00	284,90	79,14	79.139,52	67.268,59	51.796,82	145.300,16	150.681,65	122.428,84	132.519,13
Mart	31,00	381,30	105,92	105.917,51	90.029,89	69.323,01	194.464,56	201.666,95	163.854,39	177.358,88
Nisan	30,00	523,70	145,47	145.473,39	123.652,38	95.212,33	267.089,14	276.981,33	225.047,33	243.595,18
Mayıs	31,00	670,40	186,22	186.223,71	158.290,16	121.883,42	341.906,74	354.569,95	288.088,08	311.831,61
Haziran	30,00	758,40	210,67	210.668,35	179.068,10	137.882,44	386.787,09	401.112,54	325.903,94	352.764,16
Temmuz	31,00	754,20	209,50	209.501,68	178.076,42	137.118,85	384.645,08	398.891,19	324.099,09	350.810,56
Ağustos	31,00	674,60	187,39	187.390,39	159.281,83	122.647,01	344.048,75	356.791,30	289.892,93	313.785,20
Eylül	30,00	523,70	145,47	145.473,39	123.652,38	95.212,33	267.089,14	276.981,33	225.047,33	243.595,18
Ekim	31,00	360,30	100,08	100.084,13	85.071,51	65.505,07	183.754,47	190.560,19	154.830,16	167.590,88
Kasım	30,00	213,70	59,36	59.361,59	50.457,35	38.852,16	108.987,87	113.024,46	91.832,37	99.400,98
Aralık	31,00	180,20	50,06	50.055,96	42.547,56	32.761,62	91.902,74	95.306,54	77.436,56	83.818,70
Genel	365,00	5.609,90	1.558,32	1.558.318,02	1.324.570,32	1.019.919,15	2.861.071,89	2.967.037,51	2.410.717,98	2.609.403,53
Dolar (\$)						14.719,25	41.290,37	42.819,24	34.790,96	37.658,35
Amorti Süresi (Yıl)						292,34	104,39	100,67	123,90	114,46

Açıklama 1: Bişkek şehri 1 yıllık minimum enerji üretimi için yapılan hesaplamalarda her bir tarif için kurulan güneş elektrik santralleri için yapılan analizler tabloda verilmektedir. Hesaplamalar Som para birimi cinsinden hesap edilip daha son 20 Mart 2017 Kırgız Merkez Bankası kuruna göre ABD Doları cinsinden hesaplar çıkartılmıştır. Sonuç uzun yıllar kendi amorti edemeyeceği ortaya çıkmıştır. Çıkan sonuçlar maliyeti karşılamamaktadır. Yukarıda alınan elektrik enerjisi birim tarifleri Kırgız Cumhuriyeti'nde geçerli olan Severelektro şirketi internet sayfasından alınmıştır.,

Tablo 4.1.10.2-Bişkek Şehri Güneş Enerjisi Hesaplaması Maksimum Kazanç (20 Mart 2017 1 Dolar=69,2915)									
Aylar	GÜN SAYISI	AYLIK GRD MJ (m²)	AYLIK GRD Kw/h (m²)	1000 KW/h	KAZANÇ(700 Kw/h kadar 0,77 Som)	KAZANÇ(700 Kw/h Sonrası 2,16 Som)	Kazanç (Sanayi 2,24 Som)	Kazanç (Mesken Ortalaması 1,82som)	Kazanç (Sanayi Ortalaması 1,97 Som)
Ocak	31,00	284,50	79,03	79.028,41	60.851,88	170.701,37	177.023,64	143.831,71	155.685,97
Şubat	28,00	284,90	79,14	79.139,52	60.937,43	170.941,37	177.272,53	144.033,93	155.904,86
Mart	31,00	381,30	105,92	105.917,51	81.556,49	228.781,83	237.255,23	192.769,88	208.657,50
Nisan	30,00	523,70	145,47	145.473,39	112.014,51	314.222,51	325.860,38	264.761,56	286.582,57
Mayıs	31,00	670,40	186,22	186.223,71	143.392,26	402.243,22	417.141,11	338.927,16	366.860,71
Haziran	30,00	758,40	210,67	210.668,35	162.214,63	455.043,64	471.897,11	383.416,40	415.016,65
Temmuz	31,00	754,20	209,50	209.501,68	161.316,29	452.523,62	469.283,75	381.293,05	412.718,30
Ağustos	31,00	674,60	187,39	187.390,39	144.290,60	404.763,24	419.754,47	341.050,51	369.159,06
Eylül	30,00	523,70	145,47	145.473,39	112.014,51	314.222,51	325.860,38	264.761,56	286.582,57
Ekim	31,00	360,30	100,08	100.084,13	77.064,78	216.181,73	224.188,46	182.153,12	197.165,74
Kasım	30,00	213,70	59,36	59.361,59	45.708,42	128.221,03	132.969,95	108.038,09	116.942,32
Aralık	31,00	180,20	50,06	50.055,96	38.543,09	108.120,86	112.125,34	91.101,84	98.610,23
Genel	365,00	5.609,90	1.558,32	1.558.318,02	1.199.904,88	3.365.966,93	3.490.632,37	2.836.138,80	3.069.886,50
Dolar (\$)					17.316,77	48.756,91	50.376,05	40.930,54	44.303,94
Amorti Süresi (Yıl)					248,92	88,73	85,57	105,31	97,29

Açıklama 2: Bişkek şehri 1 yıllık maksimum enerji üretimi için yapılan hesaplamalarda her bir tarif için kurulan güneş elektrik santralleri için yapılan analizler tabloda verilmektedir. Hesaplamalar Som para birimi cinsinden hesap edilip daha son 20 Mart 2017 Kırgız Merkez Bankası kuruna göre ABD Doları cinsinden hesaplar çıkartılmıştır. Sonuç uzun yıllar kendi amorti edemeyeceği ortaya çıkmıştır. Çıkan sonuçlar maliyeti karşılamamaktadır. Yukarıda alınan elektrik enerjisi birim tarifleri Kırgız Cumhuriyeti’nde geçerli olan Severelektro şirketi internet sayfasından alınmıştır.

Tablo 4.1.10.3-Çolpon Ata Şehri Güneş Enerjisi Hesaplaması Minimum Kazanç (20 Mart 2017 1 Dolar=69,2915)

Aylar	GÜN SAYISI	AYLIK GRD MJ (m²)	AYLIK GRD kW/h (m²)	1000 KW/h	%15 KAYIP	KAZANÇ (Mesken700 kW/h kadar 0,77 som)	KAZANÇ (Mesken700 kW/h Sonrası 2,16 Som)	Kazanç (Sanayi 2,24 Som)	Kazanç (Mesken Ortalaması 1,82som)	Kazanç (Sanayi Ortalaması 1,97 Som)
Ocak	31	201,10	55,86	55.861,56	47.482,32	36.561,39	102.561,82	106.360,41	86.417,83	93.540,18
Şubat	28	289,10	80,31	80.306,20	68.260,27	52.560,41	147.442,18	152.903,00	124.233,69	134.472,73
Mart	31	477,70	132,70	132.695,51	112.791,18	86.849,21	243.628,95	252.652,24	205.279,95	222.198,62
Nisan	30	590,80	164,11	164.112,42	139.495,56	107.411,58	301.310,41	312.470,06	253.881,92	274.806,25
Mayıs	31	720,70	200,20	200.196,05	170.166,64	131.028,31	367.559,94	381.173,27	309.703,28	335.228,28
Haziran	30	729,10	202,53	202.529,40	172.149,99	132.555,49	371.843,97	385.615,97	313.312,98	339.135,48
Temmuz	31	762,60	211,84	211.835,03	180.059,77	138.646,03	388.929,11	403.333,89	327.708,79	354.717,75
Ağustos	31	641,10	178,08	178.084,76	151.372,04	116.556,47	326.963,62	339.073,38	275.497,12	298.202,93
Eylül	30	515,40	143,17	143.167,81	121.692,64	93.703,33	262.856,10	272.591,51	221.480,61	239.734,50
Ekim	31	372,90	103,58	103.584,16	88.046,54	67.795,83	190.180,52	197.224,24	160.244,70	173.451,68
Kasım	30	222,30	61,75	61.750,49	52.487,92	40.415,70	113.373,91	117.572,94	95.528,01	103.401,20
Aralık	31	159,20	44,22	44.222,58	37.589,19	28.943,68	81.192,65	84.199,78	68.412,33	74.050,70
Genel	365	5.682,00	1.578,35	1.578.345,96	1.341.594,07	1.033.027,43	2.897.843,18	3.005.170,71	2.441.701,20	2.642.940,31
Dolar (\$)						14.908,43	41.821,05	43.369,98	35.238,11	38.142,35
Amorti Süresi (Yıl)						275,37	98,37	94,66	116,50	107,63

Açıklama 3: Çolpon Ata şehri 1 yıllık minimum enerji üretimi için yapılan hesaplamalarda her bir tarif için kurulan güneş elektrik santralleri için yapılan analizler tabloda verilmektedir. Hesaplamalar Som para birimi cinsinden hesap edilip daha son 20 Mart 2017 Kırgız Merkez Bankası kuruna göre ABD Doları cinsinden hesaplar çıkartılmıştır. Sonuç uzun yıllar kendi amorti edemeyeceği ortaya çıkmıştır. Çıkan sonuçlar maliyeti karşılamamaktadır. Yukarıda alınan elektrik enerjisi birim tarifleri Kırgız Cumhuriyeti'nde geçerli olan Severelektro şirketi internet sayfasından alınmıştır

Tablo 4.1.10.4-Çolpon Ata Şehri Güneş Enerjisi Hesaplaması Maksimum Kazanç (20 Mart 2017 1 Dolar=69,2915)									
Aylar	GÜN SAYISI	AYLIK GRD. MJ (m²)	AYLIK GRD Kw/h (m²)	1000 KW/h	KAZANÇ(700 Kw/h kadar 0,77 Som)	KAZANÇ(700 Kw/h Sonrası 2,16 Som)	Kazanç (Sanayi 2,24 Som)	Kazanç (Mesken Ortalaması 1,82som)	Kazanç (Sanayi Ortalaması 1,97 Som)
Ocak	31	201,10	55,86	55.861,56	43.013,40	120.660,97	125.129,89	101.668,04	110.047,27
Şubat	28	289,10	80,31	80.306,20	61.835,77	173.461,39	179.885,88	146.157,28	158.203,21
Mart	31	477,70	132,70	132.695,51	102.175,54	286.622,29	297.237,93	241.505,82	261.410,15
Nisan	30	590,80	164,11	164.112,42	126.366,57	354.482,84	367.611,83	298.684,61	323.301,48
Mayıs	31	720,70	200,20	200.196,05	154.150,96	432.423,46	448.439,14	364.356,80	394.386,21
Haziran	30	729,10	202,53	202.529,40	155.947,64	437.463,50	453.665,85	368.603,50	398.982,91
Temmuz	31	762,60	211,84	211.835,03	163.112,97	457.563,66	474.510,46	385.539,75	417.315,01
Ağustos	31	641,10	178,08	178.084,76	137.125,26	384.663,08	398.909,86	324.114,26	350.826,97
Eylül	30	515,40	143,17	143.167,81	110.239,22	309.242,47	320.695,90	260.565,42	282.040,59
Ekim	31	372,90	103,58	103.584,16	79.759,80	223.741,79	232.028,52	188.523,17	204.060,80
Kasım	30	222,30	61,75	61.750,49	47.547,88	133.381,07	138.321,11	112.385,90	121.648,47
Aralık	31	159,20	44,22	44.222,58	34.051,38	95.520,76	99.058,57	80.485,09	87.118,47
Genel	365	5.682,00	1.578,35	1.578.345,96	1.215.326,39	3.409.227,27	3.535.494,95	2.872.589,65	3.109.341,54
Dolar (\$)					17.539,33	49.201,23	51.023,5	41.456,59	44.873,35
Amorti Süresi (Yıl)					245,76	87,61	84,48	103,98	96,06

Açıklama 4: Çolpon Ata şehri 1 yıllık maksimum enerji üretimi için yapılan hesaplamalarda her bir tarif için kurulan güneş elektrik santralleri için yapılan analizler tabloda verilmektedir. Hesaplamalar Som para birimi cinsinden hesap edilip daha son 20 Mart 2017 Kırgız Merkez Bankası kuruna göre ABD Doları cinsinden hesaplar çıkartılmıştır. Sonuç uzun yıllar kendi amorti edemeyeceği ortaya çıkmıştır. Çıkan sonuçlar maliyeti karşılamamaktadır. Yukarıda alınan elektrik enerjisi birim tarifleri Kırgız Cumhuriyeti'nde geçerli olan Sevelektro şirketi internet sayfasından alınmıştır.

Tablo 4.1.10.5-Su Samır Güneş Enerjisi Hesaplaması Minimum Kazanç(20 Mart 2017 1 Dolar=69,2915)

AYLAR	GÜN SAYIS I	AYLIK GRD. MJ (m²)	AYLIK GRD Kw/h (m²)	1000 KW/h	%15 KAYIP	KAZANÇ (Mesken700 Kw/h kadar 0,77 som)	KAZANÇ (Mesken700 Kw/h Sonrası 2,16 Som)	Kazanç (Sanayi 2,24 Som)	Kazanç (Mesken Ortalaması 1,82som)	Kazanç (Sanayi Ortalaması 1,97 Som)
Ocak	31	259,80	72,17	72.167,24	61.342,16	47.233,46	132.499,06	137.406,43	111.642,73	120.844,05
Şubat	28	343,60	95,45	95.445,21	81.128,43	62.468,89	175.237,40	181.727,68	147.653,74	159.823,00
Mart	31	542,70	150,75	150.751,21	128.138,53	98.666,66	276.779,21	287.030,30	233.212,12	252.432,89
Nisan	30	515,60	143,22	143.223,37	121.739,86	93.739,69	262.958,10	272.697,29	221.566,55	239.827,53
Mayıs	31	645,30	179,25	179.251,43	152.363,72	117.320,06	329.105,63	341.294,73	277.301,97	300.156,53
Haziran	30	699,10	194,20	194.196,00	165.066,60	127.101,28	356.543,85	369.749,18	300.421,21	325.181,20
Temmuz	31	716,40	199,00	199.001,59	169.151,35	130.246,54	365.366,92	378.899,03	307.855,46	333.228,17
Ağustos	31	691,30	192,03	192.029,31	163.224,92	125.683,19	352.565,82	365.623,81	297.069,35	321.553,09
Eylül	30	540,50	150,14	150.140,09	127.619,08	98.266,69	275.657,21	285.866,73	232.266,72	251.409,58
Ekim	31	372,90	103,58	103.584,16	88.046,54	67.795,83	190.180,52	197.224,24	160.244,70	173.451,68
Kasım	30	255,60	71,00	71.000,57	60.350,48	46.469,87	130.357,04	135.185,08	109.837,88	118.890,45
Aralık	31	226,30	62,86	62.861,61	53.432,37	41.142,93	115.413,92	119.688,51	97.246,92	105.261,77
Genel	365	5.809,10	1.613,65	1.613.651,80	1.371.604,03	1.056.135,10	2.962.664,70	3.072.393,02	2.496.319,33	2.702.059,94
Dolar (\$)						15.241,91	42.756,4	44.340,11	36.026,34	38.995,55
Amorti Süresi (Yıl)						282,80	100,81	97,21	119,65	110,54

Açıklama 5: Su Samırdaki noktada için 1 yıllık minimum enerji üretimi için yapılan hesaplamalarda her bir tarif için kurulan güneş elektrik santralleri için yapılan analizler tabloda verilmektedir. Hesaplamalar Som para birimi cinsinden hesap edilip daha son 20 Mart 2017 Kırgız Merkez Bankası kuruna göre ABD Doları cinsinden hesaplar çıkartılmıştır. Sonuç uzun yıllar kendi amorti edemeyeceği ortaya çıkmıştır. Çıkan sonuçlar maliyeti karşılamamaktadır. Yukarıda alınan elektrik enerjisi birim tarifleri Kırgız Cumhuriyeti’nde geçerli olan Severelektro şirketi internet sayfasından alınmıştır.

4.1.10.6- Su Samır Güneş Enerjisi Hesaplaması Maksimum Kazanç (20 Mart 2017 1 Dolar=69,2915)									
AYLAR	GÜN SAYISI	AYLIK GRD. MJ (m²)	AYLIK GRD Kw/h (m²)	1000 KW/h	KAZANÇ(700 Kw/h kadar 0,77 Som)	KAZANÇ(700 Kw/h Sonrası 2,16 Som)	Kazanç (Sanayi 2,24 Som)	Kazanç (Mesken Ortalaması 1,82som)	Kazanç (Sanayi Ortalaması 1,97 Som)
Ocak	31	259,80	72,17	72.167,24	55.568,78	155.881,25	161.654,63	131.344,38	142.169,47
Şubat	28	343,60	95,45	95.445,21	73.492,81	206.161,65	213.797,27	173.710,28	188.027,06
Mart	31	542,70	150,75	150.751,21	116.078,43	325.622,60	337.682,70	274.367,19	296.979,88
Nisan	30	515,60	143,22	143.223,37	110.281,99	309.362,47	320.820,34	260.666,53	282.150,03
Mayıs	31	645,30	179,25	179.251,43	138.023,60	387.183,10	401.523,21	326.237,61	353.125,32
Haziran	30	699,10	194,20	194.196,00	149.530,92	419.463,36	434.999,04	353.436,72	382.566,12
Temmuz	31	716,40	199,00	199.001,59	153.231,23	429.843,44	445.763,57	362.182,90	392.033,14
Ağustos	31	691,30	192,03	192.029,31	147.862,57	414.783,32	430.145,66	349.493,35	378.297,75
Eylül	30	540,50	150,14	150.140,09	115.607,87	324.302,59	336.313,80	273.254,96	295.775,98
Ekim	31	372,90	103,58	103.584,16	79.759,80	223.741,79	232.028,52	188.523,17	204.060,80
Kasım	30	255,60	71,00	71.000,57	54.670,44	153.361,23	159.041,27	129.221,03	139.871,12
Aralık	31	226,30	62,86	62.861,61	48.403,44	135.781,09	140.810,02	114.408,14	123.837,38
Genel	365	5.809,10	1.613,65	1.613.651,80	1.242.511,88	3.485.487,88	3.614.580,03	2.936.846,27	3.178.894,04
Dolar (\$)					17.931,66	50.301,81	52.164,84	42.383,98	45.887,11
Amorti Süresi (Yıl)					240,38	85,69	82,63	101,7	93,36

Açıklama 6: Su Samırdaki noktada için 1 yıllık maksimum enerji üretimi için yapılan hesaplamalarda her bir tarif için kurulan güneş elektrik santralleri için yapılan analizler tabloda verilmektedir. Hesaplamalar Som para birimi cinsinden hesap edilip daha son 20 Mart 2017 Kırgız Merkez Bankası kuruna göre ABD Doları cinsinden hesaplar çıkartılmıştır. Sonuç uzun yıllar kendi amorti edemeyeceği ortaya çıkmıştır. Çıkan sonuçlar maliyeti karşılamamaktadır. Yukarıda alınan elektrik enerjisi birim tarifleri Kırgız Cumhuriyeti'nde geçerli olan Severelektro şirketi internet sayfasından alınmıştır.

Tablo 4.1.10.7-Tanrı Dağları Güneş Enerjisi Hesaplaması Minimum Kazanç (20 Mart 2017 1 Dolar=69,2915)										
AYLAR	GÜN SAYISI	AYLIK GRD. MJ (m²)	AYLIK GRD Kw/h (m²)	1000 kW/h	%15 KAYIP	KAZANÇ (Mesken700 Kw/h kadar 0,77 som)	KAZANÇ (Mesken700 Kw/h Sonrası 2,16 Som)	Kazanç (Sanayi 2,24 Som)	Kazanç (Mesken Ortalaması 1,82som)	Kazanç (Sanayi Ortalaması 1,97 Som)
Ocak	31	335,20	93,11	93.111,86	79.145,08	60.941,71	170.953,37	177.284,97	144.044,04	155.915,80
Şubat	28	423,30	117,58	117.584,27	99.946,63	76.958,91	215.884,73	223.880,46	181.902,87	196.894,87
Mart	31	515,60	143,22	143.223,37	121.739,86	93.739,69	262.958,10	272.697,29	221.566,55	239.827,53
Nisan	30	754,20	209,50	209.501,68	178.076,42	137.118,85	384.645,08	398.891,19	324.099,09	350.810,56
Mayıs	31	842,20	233,95	233.946,32	198.854,37	153.117,86	429.525,44	445.433,79	361.914,95	391.743,11
Haziran	30	808,70	224,64	224.640,69	190.944,58	147.027,33	412.440,30	427.715,87	347.519,14	376.160,83
Temmuz	31	741,60	206,00	206.001,65	175.101,40	134.828,08	378.219,03	392.227,14	318.684,55	344.949,76
Ağustos	31	678,80	188,56	188.557,06	160.273,50	123.410,60	346.190,77	359.012,65	291.697,78	315.738,80
Eylül	30	578,20	160,61	160.612,40	136.520,54	105.120,81	294.884,36	305.806,00	248.467,38	268.945,46
Ekim	31	481,80	133,83	133.834,40	113.759,24	87.594,62	245.719,97	254.820,71	207.041,82	224.105,71
Kasım	30	347,80	96,61	96.611,88	82.120,10	63.232,48	177.379,42	183.949,03	149.458,58	161.776,60
Aralık	31	293,30	81,47	81.472,87	69.251,94	53.324,00	149.584,20	155.124,35	126.038,54	136.426,33
Genel	365	6.800,70	1.889,10	1.889.098,45	1.605.733,68	1.236.414,93	3.468.384,75	3.596.843,44	2.922.435,30	3.163.295,35
Dolar (\$)						17.843,67	50.054,98	61.069,26	42.175,96	45.652,
Amorti Süresi (Yıl)						241,57	86,11	70,58	102,20	94,42

Açıklama 7: Tanrı Dağındaki noktada için 1 yıllık minimum enerji üretimi için yapılan hesaplamalarda her bir tarif için kurulan güneş elektrik santralleri için yapılan analizler tabloda verilmektedir. Hesaplamalar Som para birimi cinsinden hesap edilip daha son 20 Mart 2017 Kırgız Merkez Bankası kuruna göre ABD Doları cinsinden hesaplar çıkartılmıştır. Sonuç uzun yıllar kendi amorti edemeyeceği ortaya çıkmıştır. Çıkan sonuçlar maliyeti karşılamamaktadır. Yukarıda alınan elektrik enerjisi birim tarifleri Kırgız Cumhuriyeti'nde geçerli olan Severelektro şirketi internet sayfasından alınmıştır.

Tablo 4.1.10.8 Tanrı Dağları Güneş Enerjisi Hesaplaması Maximum Kazanç (20 Mart 2017 1 Dolar=69,2915)									
AYLAR	GÜN SAYISI	AYLIK GRD. MJ (m²)	AYLIK GRD Kw/h (m²)	1000 KW/h	KAZANÇ(700 Kw/h kadar 0,77 Som)	KAZANÇ(700 Kw/h Sonrası 2,16 Som)	Kazanç (Sanayi 2,24 Som)	Kazanç (Mesken Ortalaması 1,82som)	Kazanç (Sanayi Ortalaması 1,97 Som)
Ocak	31	335,20	93,11	93.111,86	71.696,13	201.121,61	208.570,56	169.463,58	183.430,36
Şubat	28	423,30	117,58	117.584,27	90.539,89	253.982,03	263.388,77	214.003,38	231.641,02
Mart	31	515,60	143,22	143.223,37	110.281,99	309.362,47	320.820,34	260.666,53	282.150,03
Nisan	30	754,20	209,50	209.501,68	161.316,29	452.523,62	469.283,75	381.293,05	412.718,30
Mayıs	31	842,20	233,95	233.946,32	180.138,66	505.324,04	524.039,75	425.782,30	460.874,24
Haziran	30	808,70	224,64	224.640,69	172.973,33	485.223,88	503.195,14	408.846,05	442.542,15
Temmuz	31	741,60	206,00	206.001,65	158.621,27	444.963,56	461.443,69	374.923,00	405.823,25
Ağustos	31	678,80	188,56	188.557,06	145.188,94	407.283,26	422.367,82	343.173,86	371.457,42
Eylül	30	578,20	160,61	160.612,40	123.671,54	346.922,78	359.771,77	292.314,56	316.406,42
Ekim	31	481,80	133,83	133.834,40	103.052,49	289.082,31	299.789,06	243.578,62	263.653,78
Kasım	30	347,80	96,61	96.611,88	74.391,15	208.681,67	216.410,62	175.833,63	190.325,41
Aralık	31	293,30	81,47	81.472,87	62.734,11	175.981,41	182.499,24	148.280,63	160.501,56
Genel	365	6.800,70	1.889,10	1.889.098,45	1.454.605,80	4.080.452,64	4.231.580,52	3.438.159,17	3.721.523,94
Dolar (\$)					20.992,56	58.888,21	61.069,26	49.618,77	53.708,23
A.Süresi (Yıl)					205,33	73,20	70,58	86,87	80,26

Açıklama 8: Tanrı Dağındaki noktada için 1 yıllık minimum enerji üretimi için yapılan hesaplamalarda her bir tarif için kurulan güneş elektrik santralleri için yapılan analizler tabloda verilmektedir. Hesaplamalar Som para birimi cinsinden hesap edilip daha son 20 Mart 2017 Kırgız Merkez Bankası kuruna göre ABD Doları cinsinden hesaplar çıkartılmıştır. Sonuç uzun yıllar kendi amorti edemeyeceği ortaya çıkmıştır. Çıkan sonuçlar maliyeti karşılamamaktadır. Yukarıda alınan elektrik enerjisi birim tarifleri Kırgız Cumhuriyeti'nde geçerli olan Severelektro şirketi internet sayfasından alınmıştır.

4.2. 10.000 KW/H HİDROLİK ENERJİ SANTRALİ (HES) MALİYET HESAPI ANALİZİ

Faiz Oranı	(i)	0,05
Santral Ömrü	(n)	50 yıl
Yük Faktörü	(Lf)	%85
Baz Alınan Güç	(Ne)	10.000,00 kW/h
Birim Tesis Bedeli	(Cs)	2936 \$/kW
Eskalasyon Oranı	(e)	0,06
İnşaat Süresi		3 yıl

Tablo 4.1.1: Maliyet Analizi Hesaplama Verileri

4.2.1. Birim Tesis Bedeli (Cs)

Birim tesis bedeli her geçen gün teknolojinin değişmesi ile HES'in kurulum maliyeti düşmektedir. Yapılan maliyet hesabında bu değişimler göz önünde bulundurulmalıdır. Günümüzde 1 kW/h hidrolik enerjinin maliyeti ortalama olarak 2.936 ABD Dolar olarak görülmektedir.

4.2.2. Yatırım Maliyeti

Yatırım maliyeti; baz alınan güç miktarı ile birim tesis bedeli çarpımı ile bulunur. Ortalama 3 yıl sürecek bir güneş enerjisi santralinin aşağıda maliyet analizi yapılmaktadır.

$$I_d = C_s \cdot N_e$$

$$I_d = 2936 \times 10.000 \left(\frac{\text{Kw}}{\text{h}} \right)$$

$$I_d = 29.360.000 \$$$

4.2.3. İnşaat Süresince Eskalasyon Yükü ($Y_e(t)$)

Harcama planı hazırlanırken inşaat süresi boyunca yüksek fiyat enflasyonu nedeni ile inşaat, tesisat, araç ve gereç fiyatlarında görülen hızlı artışlar uzun sürebilecek bir taahhüdün sabit birim fiyatlarla ihalelerde sözleşme fiyatının maliyetlerdeki artışa göre güncellenmesidir. Eskalasyon oranı malzeme fiyatlarının artışı anlamına gelmektedir. Enerji kurulum maliyetlerinde 0,06 olarak alınmaktadır.

Bir harcama planı ilk yıl için %30, ikinci yıl için %50 ve üçüncü yıl için %20 olarak kabul edilmiştir.

$$Y_e(t) = Y(t) \cdot (1 + e)^t$$

Bu formülü kullanarak inşaat süresi boyunca eskalasyon yükü hesaplanabilir. İnşaat süresi 2017 yılında %30'u, 2018 yılında %50'si ve 2019 yılında %20'si tamamlanılacak şekilde bir hesaplama hazırlanacaktır. Bu bilgiler ışığında:

2017 yılı için ;

$$Y_e(t) = 29.360.000 \times 0,30 = 8.808.000 \$$$

2018 yılı için ;

$$Y_e(t) = 29.360.000 \times 0,50 = 14.680.000 \$$$

2019 yılı için ;

$$Y_e(t) = 29.360.000 \times 0,20 = 5.872.000 \$$$

Bu değerler 3 yıllık eskalasyonsuz harcama planını göstermektedir. Bize gerekli olan eskale edilmiş harcama planıdır. Elektrik santrallerinde santral gücü arttıkça birim elektrik üretim maliyeti azalır.

2017 yılı için ;

$$Y_e(t) = 8808.000 \times (1 + 0,06)^1 = 9.336.480 \$$$

2018 yılı için ;

$$Y_e(t) = 14.680.000 \times (1 + 0,06)^2 = 15.560.080 \$$$

2019 yılı için ;

$$Y_e(t) = 5.872.200 \times (1 + 0,06)^3 = 6.224.532 \$$$

4.1.2-İnşaat Süresince Eskalasyon Hesabı e=0,06			
Yıl	Harcama Dağılımı(%)	Eskalasyonsuz Harcama P.(\$)	Eskala Edilmiş Harcama P.(\$)
2017	30	8.808.000	9.336.480
2018	50	14.680.000	15.560.080
2019	20	5.872.000	6.224.532
TOPLAM	100	29.360.000	31.121.092

4.2.4. İnşaat Süresince Faiz Yüğü (T(t))

Faiz yüğü hesaplaması aşağıdaki formül ile yapılır. Faiz oranı 0,05 olarak kabul ederiz. Yalnız bu faiz oranı verilen bankadaki değışimlere göre değışmektedir. Biz ortalama bir değer yüksek miktarda bir para birimi olduğı için %0,05 oranı aldık. Faiz miktarını şu şekilde hesaplarız:

$$T(t) = Ye(t). [(1 + i)^{s-t}]$$

2017 yılı için ;

$$T(t) = 9.336.480x[(1 + 0,05)^1] = 9.803.304 \$$$

2018 yılı için ;

$$T(t) = 15.560.080x[(1 + 0,05)^2] = 16.338.084 \$$$

2019 yılı için ;

$$T(t) = 6.224.532x[(1 + 0,05)^3] = 6.535.758 \$$$

Tablo 4.2.3-İnşaat Süresince Faiz Hesabı e=0,05			
Yıl	Eskala Edilmiş Harcama P.(\$)	Eskala Edilmiş Harcama +Faiz P.(\$)	Faiz Yüğü (0,05)
2017	9.336.480	9.803.304	466.824
2018	15.560.080	16.338.084	778.004
2019	6.224.532	6.535.758	311.226
TOPLAM	31.121.092	32.677.146	1.556.054

4.2.5. Sabit Yıllık Sermaye Masrafı (C_k)

İşletmenin kullandığı her türlü kaynağın bir maliyeti vardır. Sermaye Maliyeti veya Fon Kaynak Maliyeti, kullanılan veya kullanılması düşünülen her türlü finansman kaynağının ağırlıklı ortalama maliyetidir. Yeni yatırım projelerinin değerlendirilmesinde, iskonto oranı olarak sermaye maliyeti kullanılmaktadır. Sermaye yapısı ve maliyeti, işletmenin başarısını ve karlılığını etkilemektedir. Kiralama, uzun vadeli finanslama, çalışma sermayesi politikası gibi kararların alınması için sermaye maliyetinin bilinmesi gerekmektedir.

$$C_k = I_k \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

$$C_k = 32.677.146x \left[\frac{0,05x(1+0,05)^{50}}{(1+0,05)^{50} - 1} \right] = 1.788.861 \$$$

Birim Yatırım Maliyeti (g_k)

$$g_k = \frac{C_k}{E}$$

$$\text{Bişkek için} \quad : g_k = \frac{1.788.861}{42.000.000} = 0,0425 \$ \frac{kW}{h}$$

4.2.6. Birim İşletme Bakım Maliyeti (g_m)

Yıllık sabit işletme bakım maliyeti (C_m) 2014 yılı verilerini göre hidroelektrik enerji santrallerinde 24,69 ABD Doları olarak verilmiştir. 10 MW'lık bir santral için:

$$g_m = \frac{C_m}{E}$$

$$\text{Büyük Aksu için} \quad : g_m = \frac{246.900}{42.000.000} = 0,00587 \frac{\$}{kwh}$$

4.2.7. Birim elektrik enerji maliyeti (g) (\$/kW/h)

$$1 \text{ kW/h saatteki } g = \frac{g_k + g_m}{E} = \frac{C_T}{E}$$

$$\text{Büyük Aksu için} \quad : g = 0,0425 + 0,00587 = 0,0483 \text{ cent } \$/kWh$$

4.3.1. BÜYÜK AKSU IRMAĞININ HESAPLAMA ÖRNEĞİ

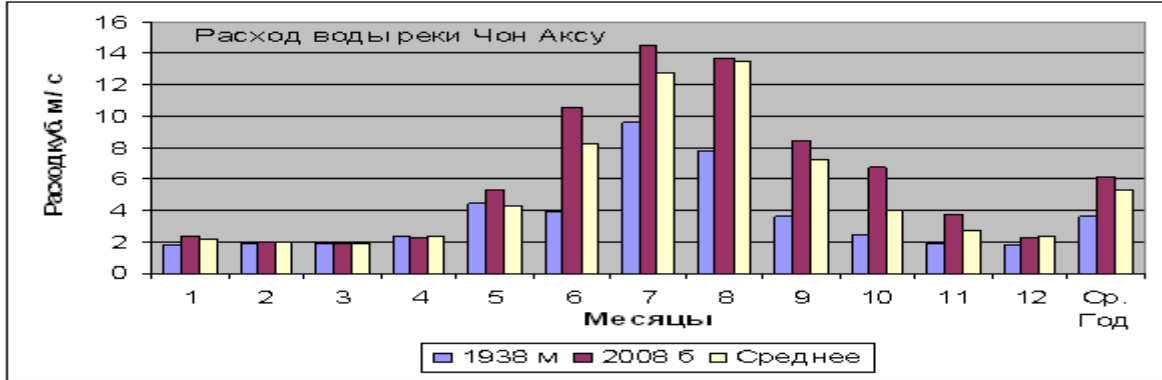
Nehirlerin hidroelektrik potansiyelinin incelerken sık sık medyada ve bazen özel bilgi kaynaklarında (dergi, kitap, rapor, vb), hangi bir hidroelektrik potansiyellerinden tam net olarak bahsedilmemektedir. Hidroelektrik potansiyelde önemli olan bilgiler brüt enerji üretimi, teknik kısım veya ekonomik olarak adlandırılmaktadır. Dolayısıyla, enerji sektörüne ilgisi olan ve olmayan bazı insanların yerel halk, milletvekilleri, hükümet ve diğerlerin belirli bir nehirin hidroelektrik potansiyelleri , alan, bölge ve devlet hakkında yanlış fikirleri oluşmaktadır. Bu çalışmada Isık-Göl ilçesinin Isık-Göl bölgesinde bulunan en büyük nehirin olan Büyük Aksu nehrinin çeşitli hidroelektrik potansiyellerini hesaplayıp göstermektedir[26].

Çalışmada nehri destekleyen küçük nehir yada kanallarla ilgili materyelleri toplamakla, tüm mevcut olan ölçüm istasyonları verilerini kullanılması ile çıkan sonuçların incelemektir. Nehir eğimi ve gradyan eğimlerin belirlenmesi harita üzerinde 1:50000 ölçekli bir harika kullanarak, aynı zamanda bunların açıklamaları GPS sistemiile bağdaştırılmıştır[26].

Nehir Havzasının alanı 337 metrekaredir, nehrin uzunluğu 49 km. ve nehri destekleyen 135 km'lik toplam uzunluğu 36 kolla ayrılmış şekilde görülebilmektedir. Haritadan incelendiği zaman buzullardan Kungei Ala-Too'dan kaynaklı olduğunu tespit edilmiştir. Nehrin yarısının uzunluğu doğu yönünde akar, daha sonra güneye döner ve o noktadan Grigorievka vadisine kadar her iki kıyısında "sayısız kolları toplanır. Grigoryevka vadisinde su akış yavaşlamaya başlar. Vadinin çıkışında ise (dağ eteklerinden gelen) Isık-Göl bölgesinde nehir üç sulama kanalları ile düzenlenir. Nehrin güç kaynakları dönemsel olarak eriyen karlardan ve buzullardan oluşmaktadır. Nehirlerdeki yağmur suları aktifide değeri düşüktür[26].

Tablo4.3.1'de Büyük-Aksu nehrin 1990-2008 yılları arası su debisi grafiği aylık bazda ortalaması verilmiştir. 1990'lardan sonra, bu tür küçük nehirler üzerinde ölçüm istasyonlarının çalışması için ırmak suyunun akışının tespitinde aktif bir şekilde Su Sorunları Enstitüsü ve Hidroelektrik (Kırgızistan Ulusal Bilimler Akademisi/ HAH KP) , bu tezde bilgilere başvurulmuştur [26].

Grafik 4.3.1 Büyük-Aksu Nehirinin Su Debisi(m³ / sn)



4.3.1. Hidroelektrik Potansiyel Formüllerinin Tanınlanması ve Belirlenmesi

Nehrin brüt hidroelektrik potansiyeli $\mathfrak{E}_b$ bilinen formül ile nehrin tüm kısımlarını hidroelektrik potansiyel toplamı olarak tanımlanır:

$$\mathfrak{E}_b = \sum_{i=1}^n 0,5 (Q_{hi} + Q_{ki}) * \Delta H_i * g * 8760, \text{ кВт-ч / год} \quad (1)$$

Formüldeki n nehir boyunca tanımlanan alan, Q_{hi} ve Q_{ki} nehir yatağının başında ve sonunda kadar gözetleme süresi boyunca yıllık ortalama su tüketimi, (m³ / sn); ΔH_i – nehir yatağının başlangıç ve bitiş noktaları arası yükseklik farkı, $g = 9,81$ – serbest düşüşün hızlanması, m/s; **8760** - yılda saat sayısı olarak formülde kullanılmıştır [26].

Nehrin teknik hidroelektrik potansiyeli (P_r) aynı formüle göre belirleniyor, ancak nehir boyunca tüm alanlarının yerine toplam hidroelektrik nehrin belirlenmiş noktalarından seçilmiş alanları alınmaktadır [26].

S.Y. Juk Sredazgidroproekt Enstitüsü'nün hesaplarına göre Isık-Göl havzasının teknik hidroelektrik potansiyeli brüt hidroelektrik potansiyelinin yaklaşık olarak % 55'tir [26].

Nehirlerin ($\mathfrak{E}$) ekonomik hidroelektrik potansiyel gücü bölgenin sosyal, ekonomik ve teknolojik durumu ele alınarak belirlenir ve teknik hidroelektrik potansiyelden yaklaşık % 50 oluşuyor [26].

4.3.2. Büyük-Aksu Nehrinin Hidroelektrik Potansiyelleri

Temel hidroelektrik özellikleri ve hidroelektrik potansiyeli olarak kaynak aldığımız Bolşakov M.N ve Şpak V.G tarafından Büyük-Aksu nehri için belirlenmiş veriler Tablo 4.3.2.1'de gösterilmektedir[26].

Brüt hidroelektrik potansiyel Çon –Aksu nehirin güç ve hidroelektrik enerjisi Su Sorunları ve Hidroelektrik Enerjinin Enstitüsü tarafından tanımlanan Sredazgidroproekt Enstitüsü katsayıları dikkate alarak yeniden hesaplanır ve nehirin teknik hidroelektrik potansiyelleri Tablo 4.3.2.1 'de gösterilmektedir [26].

Tablo 4.3.2.1- Büyük-Aksu Nehrinin Hidrolik Enerji Verisi ve Özellikleri [4] ve [3]

Nehir	Nehir Alanı			Güç (Bin kW)		Hidrolojik Enerji Mil. kW/h/ Yıl	
	Uzunluk (km)	Debi m ³ /c	Yükseklik (m)	Brüt	Teknik	Brüt	Teknik
Büyük Aksu[4]	24	1,52-5,14	1047	-	-	34,2	296
Büyük Aksu [3]	49	0,0-5,26	1885	48,6	426	26,7	234

Büyük-Aksu nehrinin hidroelektrik özellikleri brüt hidroelektrik gücü P_B , kW/hcinsinden şu formülle göre hesaplanmaktadır:

$$P_B = 0,5 * Q_c * \Delta H * 9,81, \text{ kW/h} \quad (2)$$

Q_c - yıllık ortalama su tüketimi nehir gözlemlendiği dönemde, m³/s;

ΔH -su kaynağında yükseklik noktaların farkı –1607 m

Nehrin hidroelektrik potansiyel brüt yıllık miktarı $\mathfrak{B}$ formülle belirlenmiştir:

$$\mathfrak{B} = P_B * 8760, \text{ milyon kW/h} \quad (3)$$

Nehrin brüt hidroelektrik potansiyelleri 2-3 formüllerine göre hesaplaması yapılmış ve işlem sonuçları Tablo 3'te veri olarak eklenmiştir.

Büyük-Aksu nehrin teknik hidroelektrik potansiyelini belirlemek için nehrin alt kısımları bilgilerine ulaşılmış ve hidroelektrik özelliklerinin alanlarında teorik araştırmalar yapılmıştır.

Nehrin hidroelektrik güç potansiyeli (P_T) olarak nehrin seçilmiş alanlarında aşağıdaki formüle göre belirlenmektedir:

$$P_T = \sum_{i=1}^n 0,5 (Q_{Hi} + Q_{Ki}) * (H_{Hi} - H_{Ki}) * g ; \quad (4)$$

Q_{Hi} , Q_{Ki} – yıllık ortalama su tüketimi nehir alanının başından ve sonuna kadar;

H_{Hi} , H_{Ki} – seçili nehir alanının başından ve sonundaki yüksek noktaları arasındaki fark

Nehrin teknik hidroelektrik potansiyeli hidrolik enerji üzerinde Θ_T şu formüle göre belirlenmektedir:

$$\Theta_T = P_T * 8760, \text{ kW/h yıl}; \quad (5)$$

Nehrin teknik hidroelektrik potansiyelinin işlem sonuçları 2-5 formüllere göre yapılmış ve Tablo 4.3.2.2’de özetlenmiştir[26].

Tablo 4.3.2.2- Büyük Aksu Nehri Hidroelektrik Potansiyel Brüt, Teknik ve Ekonomik Güç Hesaplamaları

Nehir	Hidroelektrik Potansiyel					
	Brüt		Teknik		Ekonomik	
	Güç (Bin kW)	Enerji (Milyon kW/h)	Güç (Bin kW)	Enerji (Milyon kW/h)	Güç (Bin kW)	Enerji (Milyon kW/h)
Büyük Aksu [4]	-	-	34,2	296	17,1	148
Büyük Aksu [3]	48,6	426	26,7	234	13,4	117
Büyük Aksu	41,8	366	18,0	158	6,0	42

Büyük Aksu nehrin ekonomik açıdan hidroelektrik potansiyelini belirlemek için teorik çalışmaların ardından nehrin hidroelektrik özellikleri ve santrallerin (HES) yerleştirilmesi

gereken alanın belirlenmesi gerekmektedir. Tablo'te gösterildiği gibi, Büyük Aksu nehrinin ön incelemesinde küçük HES yerleştirilmesi için uygun olduğu ve iki nokta seçmek gereklidir.

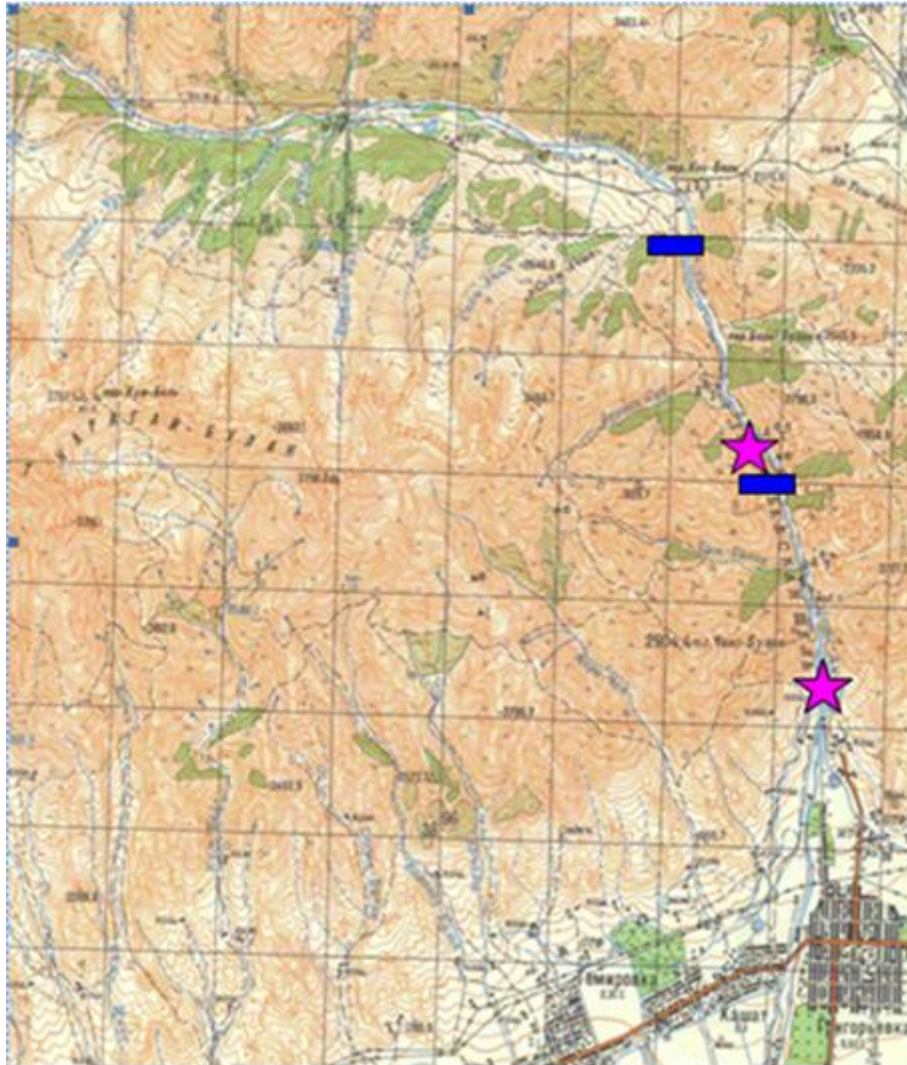
Büyük Aksu nehrinin ekonomik hidroelektrik potansiyelleri güç (P_3) ile yıllık enerji üretimi (Ξ_3) ifadelerle gösterilebilir. Nehrin kış ve yaz su tüketimini belirlemek için verimlilik faktörünü dikkate alarak verilen formüllerle belirlenmesi önerilmektedir:

$$P_3 = Q_r * H * g * k_{pd}, \text{ kW/h(06)};$$

Q_r - Yıllık brüt ortalama basıncı m^3/s ;

H – türbin önünde su basıncı m;

k_{pd} –verimlilik kat sayısının koşulları 0,7 alınmalıdır.



Harita 4.3.2.1- Büyük Aksu Nehri Grigoryevskaya Vadisi Küçük Hes Kuralabilecek Noktalar

$$\Xi_3 = P_3 * (\Psi_3 + \Psi_4), \text{ kW/h} \quad (7);$$

Ψ_3, Ψ_4 – küçük HES'in normal rejimde çalıştığı yaz ve kış aylarında saat sayısı miktarı

Her dönem 3500 saat olarak kabul edilmektedir. Daha önce verilen formüllerle verilen (6 ve 7) Büyük Aksu nehrin kış ve yaz su debisi ile belirlenen yıllık gücü ortaya çıkartmaktadır. Kurulu güç ve üretilen elektriğin hesaplama sonuçları soğukdönemde Kasım-Nisan ayına kadar ve sıcak dönem ise Mayıs-Ekime kadar olan Tablo 4'te gösterilmiştir [26].

Tablo 4.3.2.3- “Grigoryevskaya - 1,2 “ Temel Parametrelerle Hesaplamalar

HES ADLARI	Su Debisi (m ³ / c)	Su Basıncı (m)	Güç (kW)	Enerji (kW/h)
	Periyot – Kasım...Nisan			
Grigoryevskaya - 1	2.0	150	2000	7 000 000
Grigoryevskaya - 2	2.0	150	2000	7 000 000
	Periyot– Mayıs...Ekim			
Grigoryevskaya - 1	4,0	150	4000	14 000 000
Grigoryevskaya - 2	4,0	150	4000	14 000 000
TOPLAM		300	8000	42 000 000

Yıllık ortalama güç 6.000 kW ve enerji üretimi toplamı 42.000.000 milyon kW/h saat olarak yukarıdaki tabloda hidroelektrik potansiyeli ortaya çıkmıştır. Maliyet analizi hesaplamamızla birlikte Severelektro elektrik birim tarifesini hesaplamamızla kurduğumuz 10 MW enerji santralimizin amorti süreleri aşağıdaki tablolar hesaplamalar ortaya çıkartmaktadır.

Tablo 4.3.2.4-Büyük Aksu Hesaplaması Maximum Kazanç (20 Mart Merkez Bankası Kuru 1 Dolar=69.2915)

Aylar	Debi	Periyot	Su Basıncı	Güç (kW)	Enerji kW/h	KAZANÇ (Mesken700 Kw/h kadar 0,77 som)	KAZANÇ (Mesken700 Kw/h Sonrası 2,16 Som)	Kazanç (Sanayi 2,24 Som)	Kazanç (Mesken Ortalaması 1,82som)	Kazanç (Sanayi Ortalaması 1,97 Som)
Büyük Aksu-1	2,00	Kasım-Nisan	150,00	2.000,00	7.000.000,00	5.390.000,00	15.120.000,00	15.680.000,00	12.740.000,00	13.790.000,00
Büyük Aksu-2	2,00	Kasım-Nisan	150,00	2.000,00	7.000.000,00	5.390.000,00	15.120.000,00	15.680.000,00	12.740.000,00	13.790.000,00
Büyük Aksu-1	4,00	Mayıs-Ekim	150,00	4.000,00	14.000.000,00	10.780.000,00	30.240.000,00	31.360.000,00	25.480.000,00	27.580.000,00
Büyük Aksu-2	4,00	Mayıs-Ekim	150,00	4.000,00	14.000.000,00	10.780.000,00	30.240.000,00	31.360.000,00	25.480.000,00	27.580.000,00
Genel			300,00	8.000,00	42.000.000,00	32.340.000,00	90.720.000,00	94.080.000,00	76.440.000,00	82.740.000,00
Dolar						466.723,91	1.309.251,50	1.357.742,29	1.103.165,61	1.194.085,85
Amorti Süresi						70,01	24,96	24,07	29,62	27,37

Açıklama: Büyük Aksu 1 ve 2 noktaları için 1 yıllık maksimum enerji üretimi için yapılan hesaplamalarda her bir tarif için kurulan güneş elektrik santralleri için yapılan analizler Tablo’ verilmektedir. Hesaplamalar Som para birimi cinsinden hesap edilip daha son 20 Mart 2017 Kırgız Merkez Bankası kuruna göre ABD Doları cinsinden hesaplar çıkartılmıştır. Sonuç uzun yıllar kendi amorti edemeyeceği ortaya çıkmıştır. Çıkan sonuçlar maliyeti karşılamamaktadır. Yukarıda alınan elektrik enerjisi birim tarifleri Kırgız Cumhuriyeti’nde geçerli olan Severelektro şirketi internet sayfasından alınmıştır.

Tablo 4.3.2.5-Büyük Aksu Hesaplaması Minimum Kazanç (20 Mart Merkez Bankası Kuru 1 Dolar=69.2915)

Aylar	Debi (m ³ /c)	Periyot	Su Basıncı (m)	Güç (kW)	Enerji kW/h	%15 Kayıp	KAZANÇ (Mesken 700 Kw/h kadar 0,77 Som)	KAZANÇ (Mesken 700 Kw/h Sonrası 2,16 Som)	Kazanç (Sanayi 2,24 Som)	Kazanç (Mesken Ortalaması 1,82 Som)	Kazanç (Sanayi Ortalaması 1,97 Som)
Büyük Aksu-1	2,00	Kasım-Nisan	150,00	2.000	7.000.000,00	5.950.000,00	4.581.500,00	12.852.000,00	13.328.000,00	10.829.000,00	11.721.500,00
Büyük Aksu-2	2,00	Kasım-Nisan	150,00	2.000	7.000.000,00	5.950.000,00	4.581.500,00	12.852.000,00	13.328.000,00	10.829.000,00	11.721.500,00
Büyük Aksu-1	4,00	Mayıs-Ekim	150,00	4.000	14.000.000,00	11.900.000,00	9.163.000,00	25.704.000,00	26.656.000,00	21.658.000,00	23.443.000,00
Büyük Aksu-2	4,00	Mayıs-Ekim	150,00	4.000	14.000.000,00	11.900.000,00	9.163.000,00	25.704.000,00	26.656.000,00	21.658.000,00	23.443.000,00
Genel			300,00	8.000	42.000.000	35.700.000	27.489.000	77.112.000	79.968.000	64.974.000	70.329.000
Dolar							396.715,33	1.112.863,77	1.154.080,95	937.690,77	1.014.972,98
Amorti Süresi							82,37	29,36	28,31	34,85	32,20

Açıklama: Büyük Aksu 1 ve 2 noktaları için 1 yıllık maksimum enerji üretimi için yapılan hesaplamalarda her bir tarif için kurulan güneş elektrik santralleri için yapılan analizler Tablo’ verilmektedir. Hesaplamalar Som para birimi cinsinden hesap edilip daha son 20 Mart 2017 Kırgız Merkez Bankası kuruna göre ABD Doları cinsinden hesaplar çıkartılmıştır. Sonuç uzun yıllar kendi amorti edemeyeceği ortaya çıkmıştır. Çıkan sonuçlar maliyeti karşılamamaktadır. Yukarıda alınan elektrik enerjisi birim tarifleri Kırgız Cumhuriyeti’nde geçerli olan Severelektro şirketi internet sayfasından alınmıştır.

5. TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

Kırgızistan enerji kaynakları bilgileri elde ettiğimiz sonuçlarda oldukça yüksek olduğu görülmüştür. Hidrolik ve güneş enerjisi incelemelerinde kurulacak tesislerin hesaplamalar yapılarak kurulan tesislerin kaç yılda yapım maliyet analizi amorti bulunmuştur. Santrallerin Kırgızistan elektrik tarifesine göre oldukça uzun sürede kendilerini maliyetlerini

Türkiye’de kullanılan bir metotla ilk önce maliyetleri dünya bazında çıkartılarak su ve güneş enerji verileri ile birlikte sistemlerin yıllık enerji kapasiteleri minimum ve maksimum olarak hesaplanmış ve amorti süreleri Kırgızistan’da bulunan Severelektro şirketinin elektrik enerji tarifleri her bir tarif için ev ve sanayi tek tek hesaplanmıştır. Ortalama tariflerinde bulunduğu hesaplamalarda bize yıllık kurduğumuz enerji santrallerinde ekonomik getirisinin ne kadar olduğunu ve kaç yılda maliyetini tekrar kazanabildiğimizi ortaya çıkartmaktadır.

İki farklı modelleme örneği yapılan araştırmada su enerjisi için; Büyük Aksu nehrini yıllık enerji hesaplanmış, 10 MW olarak kurulacak bir sistemin maliyeti bulunmuş, Kırgızistan Severelektro şirketinin elektrik enerjisi birim tarifi alınarak yıllık ekonomik kazanç hesaplanmış ve elektrik santrali amorti süresi bulunmuştur. Güneş enerjisi için ise; Bişkek, Çolpon Ata, Su Samır ve Tanrı Dağı’nda uzun yıllar boyunca alınan güneş radyasyon ışıınımı değerleri kullanarak 1.000 kW/h saatlik bir enerji santralinde yıllık enerji üretimi hesaplanmış elektrik enerjisi birim tarifi alınarak yıllık kazanç hesaplanmış ve elektrik santrali amorti süresi bulunmuştur.

Enerji üretimi devlet desteği göz önünde alınmadan yapılan hesaplamalarda maliyetlerin yüksek olmasına rağmen Kırgızistan su kaynakları ve güneş radyasyon ışıınım gücünün yatırım yapılabileceği ve devletin bu konuda çalışmalarını önem vermesi gerektiğini ortaya çıkartılmıştır. Elde edilen analiz sonuçlarına göre araştırılması yapılan, Kırgızistan kurulacak elektrik santrallerinin enerji üretim güçlerinin yüksek olduğu fakat düşük elektrik enerjisi tarifesi nedeniyle amorti etme sürelerinin uzun olduğu ortaya çıkartılmıştır.

Yıllık ortalama güç 6.000 kW ve enerji üretimi toplamı 42.000.000 milyon kW/h saat olarak bulunan Büyük Aksu nehrine hidroelektrik potansiyeli ortaya çıkmıştır. Maliyet analizi 32.677.146 ABD Doları olarak hesaplanmıştır. Kırgızistan elektrik tarifesi ile birlikte minimum ve maksimum elektrik birim tarifesini hesaplamızla kurduğumuz 10 MW enerji santralimizin amorti süreleri sonuçları elde edilmiştir. Amorti sonuçlarında elektrik enerjisi tariflerinin çok düşük olmasına rağmen sistemin kendisini amorti edebildiği ortaya çıkmıştır.

Bişkek, Çolpon Ata, Su Samır ve Tanrı Dağlarına kurduğumuz güneş enerjisi elektrik santralleri verileri bulunmuştur. Güneş santralleri elektrik üretimi yıllık bazda hesaplamada oldukça yüksek olduğu fakat Kırgızistan elektrik enerjisi tarifesi düşük fiyat da olmasından dolayı amorti sürelerinin uzun vadede olduğu görülmüştür. Maliyet analizinde 1.000 kW/h güneş santrali 4.310.454 ABD Doları olarak hesaplanmıştır. Amorti süreleri için yapılan analizde sistemin şu an güncel olan elektrik enerjisi tarifinde kendini amorti etmesi oldukça güç olduğu hiçbir tarife türünde geri kazanım olmadığı ortaya çıkmıştır.

Dünya üzerindeki maliyet analizi fiyatlandırmasına bakılarak yapılan hesaplamalarda yüksek maliyette çıkmıştır. Yüksek maliyette geri kazanım yılını uzatmakta tesisten alacağımız ekonomik kazancı düşürmektedir. Bu konu ile ilgili gelişen elektrik enerjisi materyallerinin Çin pazarından temin edilmesi durumunda daha düşük maliyette olacağı göz önünde bulundurulmalıdır.

Kırgızistan Cumhuriyeti'nin elektrik enerjisi desteklenmesi ve yatırımların artması gerekmektedir. Bölgesel durumuna bakıldığı zaman çok büyük ekonomik getirisi olabileceği hem su kaynakları açısından hem de güneş enerjisi olarak oldukça büyük potansiyele sahip olduğu yapılan hesaplamalarda açık ve net görülmektedir. Aynı zamanda ülke kaynaklarını kullanılması için modernizasyon ve stratejik planlama yapılması gerekmektedir.

KAYNAKÇA:

- [1]. Enerji ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları, T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü 2015
- [2]. Yenilenebilir Enerji Kaynakları, TMMOB Makine Mühendisler Odası
- [3]. Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Twidell, John & Weir, Tony 1990
- [4]. Dünya Enerji Görünümü Raporu, Dünya Enerji Ajansı 2013
- [5]. Enerji Raporu 2015, TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası İzmir Şubesi
- [6]. Enerji Sektör Raporu 2014 Doğu Akdeniz Kalkınma Ajansı Sayfa 8
- [7]. Türkiye Cumhuriyeti Enerji Bakanlığı Dünya ve Ülkemiz Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü 01 Ekim 2016 İtibarıyla Sayfa 3-5
- [8]. www.mapsofworld.com/kyrgyzstan/
- [9]. KG Enerji ve Sanayi Bakanlığı İstatiksel Verileri
- [10]. Kırgızistan İş Fırsatları Sektör Raporları Serisi – 3, T.C Ekonomi Bakanlığı Bışkek Ticaret Müşavirliği 2 Şubat 2015
- [11]. www.kimyamuhendisi.com
- [12]. BP Statistical Review of World Energy, 2012. British Petroleum (BP), London, UK. 9.REN21, 2012. Renewables 2012 Global Status Report, Renewables Energy Policy Network for the 21st Century (REN21), Paris, France
- [13]. “Hydropower”, Startcraft, Ocak <http://www.statkraft.com/energy-sources/hydropower/> Erişim tarihi: 19 Nisan 2015
- [14]. www.ren21.net/portals/0/documents/resources/gsr/2014/gsr2014_full%20report_low%20res.pdf
- [15]. Çin’in Hidroelektrik Enerji Üretimi http://www.mfa.gov.tr/cin_in-hidroelektrik-enerji-uretimi.tr.mfa

- [16]. “Hidroelektrik Hakkında”, 15 Eylül 2014, <http://www.statkraft.com.tr/hidroelektrik-hakkinda/> (Erişim tarihi: 19 Nisan 2015)
- [17]. <http://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane>
- [18]. Türkiye’de Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Bu Potansiyelin Kullanım Derecesi, Yöntemi ve Yaygınlığı Üzerine Bir Araştırma Kamil B. Varınca ve M. Talha Gönüllü Sayfa 3
- [19]. Güneş Enerjisi Sistemleri Temel Prensipler Serdar Öksüz Ankara Erişim Tarihi: Haziran 2014
- [20]. Dünya’da ve Türkiye’de Güneş Enerjisi Haziran 2009 Sayfa 68-69
- [21]. Yorum: 2015 Yılında Dünya Güneş Enerjisi Sektöründe Neler Oldu? www.enerjiinstitusu.com/2016/01/05/75256/
- [22]. www.eie.gov.tr/yenilenebilir/g_enj_tekno.aspx
- [23]. Ekonomik Açıdan Yenilenebilir Enerji Kaynakları Erkimbaev M.T.
- [24]. Enerji Üretim Santralleri Maliyet Analizi Arş. Gör Kadir Kaya ve Prof. Dr. Erdem Koç
- [25]. <http://www.severelectro.kg/ru/2009-06-12-12-39-17>
- [26]. Isık Göl Bölgesindeki Büyük Aksu Nehrinin Hidroelektrik Potansiyelinin Hesaplanması Örneği Lipkin Vladimir Ivanovich, Kozhobaev Kanatbek Asekovich Sayfa 1-6

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER:

Adı Soyadı	Emrah DOĞDU
Uyruğu	Türk
Doğum Tarihi ve Yeri	01.08.1989 Kabataş ORDU
Medeni Durumu	Bekar
Tel	00996705021478
E-mail	emrahdogdu@gmail.com

EĞİTİM:

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Kırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi	2017
Lisans	Kırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi	2014
Lise	Alankent Çok Programlı Lisesi	2006

İŞ

KTMU	Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı	2014
------	--	------

YABANCI DİL:

Rusça

Kırgızca