



RECEP TAYYİP
ERDOĞAN
ÜNİVERSİTESİ

**T.C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**AMASYA İLİ YEŞİLIRMAK HAVZASI'NDA BULUNAN
MİDİLLİ, YAVUZ, OSMANCIK, KALE REGÜLATÖRLERİNDE
BİRİKEN MALZEMENİN GRANÜLOMETRİK ANALİZİ**

(Yüksek Lisans Tezi)

Gülay BOZ

**Danışman
Doç. Dr. Veli SÜME**

**RİZE
2023**

KABUL VE ONAY

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında, Doç. Dr. Veli SÜME danışmanlığında, Gülay Boz tarafından hazırlanan *Amasya İli Yeşilirmak Havzası'nda Bulunan Midilli, Yavuz, Osmancık, Kale Regülâtörlerinde Biriken Malzemenin Granülometrik Analizi* adlı bu tez çalışması, 14/08/2023 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oy birliği/oy çokluğuyla başarılı bulunarak jürimiz tarafından **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Unvanı, Adı SOYADI

İmza

Başkan

:

Doç. Dr. Veli SÜME

Üye

:

Dr. Öğr. Üyesi Ali GÜRBÜZ

Üye

:

Dr. Öğr. Üyesi Osman ÜÇÜNCÜ

ETİK BEYAN

İnşaat Mühendisliği Programından mezun olmak üzere teslim ettiğim “Amasya İli Yeşilirmak Havzası’nda Bulunan Midilli, Yavuz, Osmancık, Kale Regülatörlerinde Biriken Malzemenin Granülometrik Analizi” adlı tezim, bilim ve araştırma etiği prensiplerine riayet edilerek tarafımdan yazılmıştır.

Tez çalışmamda, başka kaynaklardan aktarılan bütün bilgi ve alıntılar, Enstitünüz Tez Yazım Kılavuzuna uygun olarak açıkça gösterilmiştir. Kaynağı gösterilenler dışında kalan bütün bilgiler uygun araştırma yöntemi kullanılarak tarafımdan edinilmiş ve esere bu şekilde yansıtılmıştır. Şahsıma ait olmayan hiçbir bilgi, kasıt veya kusurlar, şahsıma aitmiş gibi gösterilmemiştir. İnternet kaynakları dâhil, sahibine/kaynağına atıf yapılmaksızın hiçbir bilgi kullanılmamıştır. Aksinin ortaya çıkması halinde doğacak bütün hukuki, idari, akademik ve etik sorumluluk tarafıma ait olacaktır. Eserin tesliminden sonra herhangi bir zamanda, bilim etiğine aykırılık tespit edilmesi ve / veya eserimle ilgili intihal veya intihal şeklinde anlaşılabilecek bir durumun ortaya çıkması halinde; Üniversiteniz ve eğitim kadronuzun hiçbir şekilde sorumlu tutulmayacağını hür irademle kabul, beyan ve taahhüt ederim.

14 /08/2023

GÜLAY BOZ

ÖN SÖZ

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsüne Yüksek Lisans Tezi olarak sunulan bu çalışmada, Amasya İli Yeşilırmak Havzası'nda Bulunan Midilli, Yavuz, Osmancık, Kale Regülatörlerinde Biriken Malzemenin Granülometrik Analizi adlı çalışma araştırılmış ve açıklanmıştır.

Bu çalışmada, Kale, Osmancık, Yavuz ve Midilli HES'leri ve regülatörlerine gidilmiş ve bu HES'lerin Regülatörlerinden malzeme alımı yapılmış ve alınmış malzemelerin laboratuarda granülometrik analizleri yapılmıştır.

Bu çalışma süreci boyunca daima yanımda olan ve benden hiçbir zaman desteğini esirgemeyen değerli danışmanım Doç. Dr. Veli SÜME'ye teşekkür ederim. Bana her zaman inanan ve her daim arkamda duran aileme ve her daim yanımda olan değerli eşim Mehmet Sertaç BOZ'a çok teşekkür ederim.

GÜLAY BOZ

2023/RİZE

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	I
ETİK BEYAN.....	II
ÖN SÖZ	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÖZET	V
ABSTRACT.....	VI
KISALTMALAR.....	VII
TABLolar LİSTESİ.....	VIII
ŞEKİLLER LİSTESİ	IX
GİRİŞ	1
1. GENEL BİLGİLER	3
1.1. Literatür Özeti	3
1.2. Hidroelektrik Santraller Hakkında Genel Bilgiler	4
1.4. Amaç ve Gerekçe	5
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	6
2.1. Çalışma Alanı.....	6
2.2. Çalışma Alanının Tanıtımı.....	6
2.3. Çalışma Alanından Numunelerin Alımı	7
2.4. Laboratuvar Çalışmaları.....	10
2.4.1. Numunelerin Etüvde Kurutulması.....	11
2.4.2. Numunelerin Tartılması	14
2.4.3. Elek Analizi	15
2.4.3.1. Elek Analizi Genel Bilgiler	15
2.4.3.2. Elek Analizi Yapılması.....	15
2.4.4. Karakteristik Dane Çaplarının (D_{50} , D_{65} , D_{90}) Belirlenmesi Ve Granulometrik Eğri Çizilmesi	17
3. TARTIŞMA VE SONUÇLAR	26
4. ÖNERİLER.....	28
KAYNAKÇA.....	29

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Ana Bilim Dalı : İnşaat Mühendisliği

Tez Türü : Yüksek Lisans

Danışman : Doç. Dr. Veli SÜME

Hazırlayan : Gülay BOZ

Yıl : 2023

Sayfa Sayısı : 30

ÖZET

AMASYA İLİ YEŞİLIRMAK HAVZASINDA BULUNAN MİDİLLİ, YAVUZ, OSMANCIK, KALE REGÜLATÖRLERİNDE BİRİKEN MALZEMENİN GANÜLOMETRİK ANALİZİ

Geçmişten günümüze enerji ihtiyacı daima var olmuştur. Değişen ve gelişen teknolojilerle enerjiye bilhassa elektrik enerjisine olan ihtiyacımız her geçen gün artmaktadır. Elektrik enerjisi üretim yöntemlerinden birisi de yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde yer alan Hidroelektrik Santralleri (HES) dir. HES’ler suyun sahip olduğu potansiyel enerjiyi düşüşün den yararlanarak kinetik enerjiye oradan da sistemler aracılığıyla mekanik enerjiye dönüştürerek elektrik enerjisi üreten yapılardır. HES yapıları bilinenin aksine çevreye zarar vermemesi ve ekonomik açıdan çok kullanışlı yapılar olduğundan yalnızca ülkemizde değil tüm dünyada tercih edilmekte ve kullanılmaktadır. Üretim kapasitesi olarak elverişli yapılar olan HES’ler yıllık yağış miktarı ortalaması yüksek olan alanlara inşa edilmekte ve kullanılmaktadır. Türkiye’nin kuzey kesiminde yer alan Yeşilırmak Havzası yaklaşık 39.595 km²’lik yağış alanı ile Türkiye toplam alanının %5’ini oluşturmaktadır. Havza: Doğu Karadeniz, Çoruh, Fırat ve Kızılırmak havzaları ile komşudur (Yeşilırmak Havzası Master Planı, DSİ, 2016). Havzanın su ve toprak kaynaklarının geliştirilmesi amacı ile içme suyu, sulama, aşkın kontrolü ve enerji depolama tesisleri inşa edilmiş ve işletmeye açılmıştır. Amasya İlinin Yeşilırmak Havzası’ndan gelen HES’ler den yararlanan barajlardan Hasan Uğurlu ve Suat Uğurlu barajlarına su sağlayan Amasya ili sınırları içerisinde olan Midilli HES, Osmancık HES, Kale HES ve Yavuz HES’lerin Regülatörlerinde biriken malzemelerden kış ve yaz sezonlarında sediment numuneleri alınarak granülometrik analizleri yapılacaktır. Araştırma yapmak ve veri ortaya koymak hem zaman alan hem de maliyet gerektiren bir çalışmadır. Bu projede, mevcut HES’lerin arazide regülatörlerinde biriken malzemeler alınmak suretiyle laboratuvar ortamında elek analizleri yapılarak, ayrı ayrı granülometrik analizleri belirlenecek ve belirgin dane çapları (d₅₀, d₆₅, d₉₀ vb. gibi) araştırılarak ortaya konacaktır.

Anahtar Kelimeler: HES, Granülometrik analiz, Elek analizi, Karakteristik dane çapı, Su alma yapısı

Recep Tayyip Erdogan University Institute of Graduate Studies

Department : Civil Engineering

Thesis Type : Master Thesis

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Veli SÜME

Author : Gülay BOZ

Year : 2023

Pages : 30

ABSTRACT

GANULOMETRIC ANALYSIS OF THE MATERIAL ACCUMULATED IN THE MIDILLI, YAVUZ, OSMANCIK, KALE REGULATORS LOCATED IN THE YEŞİLIRMAK BASIN OF AMASYA PROVINCE

The need for energy has always existed from past to present. With changing and developing technologies, our need for energy, especially electrical energy, is increasing day by day. One of the electrical energy production methods is Hydroelectric Power Plants (HEPP), which are among the renewable energy sources. HEPPs are structures that produce electrical energy by taking advantage of the potential energy of water and converting it into kinetic energy and then into mechanical energy through systems. Contrary to popular belief, HEPP structures do not harm the environment and are economically very useful structures, so they are preferred and used not only in our country but all over the world. HEPPs, which are structures suitable for production capacity, are built and used in areas with high average annual rainfall. Yeşilirmak Basin, located in the northern part of Turkey, constitutes 5% of Turkey's total area with a rainfall area of approximately 39,595 km². Basin; It is adjacent to the Eastern Black Sea, Çoruh, Fırat and Kızılırmak basins (Yeşilirmak Basin Master Plan, DSİ, 2016). In order to develop the water and soil resources of the basin, drinking water, irrigation, water control and energy storage facilities were built and put into operation. Granulometrically, sediment samples were taken in winter and summer seasons from the materials accumulated in the regulators of Midilli HEPP, Osmancık HEPP, Kale HEPP and Yavuz HEPP within the borders of Amasya province, which provide water to Hasan Uğurlu and Suat Uğurlu dams, which are among the dams benefiting from the HEPPs coming from the Yeşilirmak Basin of Amasya Province. Analyzes will be made. Conducting research and producing data is both time-consuming and costly. In this project, the materials accumulated in the field regulators of existing HEPPs will be taken and sieve analyzes will be made in the laboratory environment, individual granulometric analyzes will be determined and distinct grain diameters (such as d₅₀, d₆₅, d₉₀ etc.) will be investigated and revealed.

Keywords: HES, Granulometric analysis, Sieve analysis, Characteristic grain diameter, Water intake structure

KISALTMALAR

HES	:	Hidroelektrik Santral
d ₅₀	:	Karakteristik dane çapı (malzemenin %50'sinin geçtięi)
d ₆₅	:	Karakteristik dane çapı (malzemenin %65'inin geçtięi)
d ₉₀	:	Karakteristik dane çapı (malzemenin %90'ının geçtiği)



TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1 . Midilli HES’e Ait Numunelerin Elek analizi kış (Kasım).....	17
Tablo 2. Midilli HES’e Ait Numunelerin Elek analizi yaz (Mayıs)	18
Tablo 3. Yavuz HES’e Ait Numunelerin Elek Analizi kış (Kasım)	19
Tablo 4. Yavuz HES’e Ait Numunelerin Elek analizi yaz (Mayıs).....	20
Tablo 5. Kale HES’e Ait Numunelerin Elek Analizi kış (Kasım)	21
Tablo 6. Kale HES’e Ait Numunelerin Elek Analizi yaz (Mayıs).....	22
Tablo 7. Osmancık HES’e Ait Numunelerin elek Analizi kış (Kasım)	23
Tablo 8. Osmancık HES’e Ait Numunelerin Elek Analizi yaz (Mayıs)	24



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Yeşilırmak Havzası	6
Şekil 2. Çalışma alanı uydu görüntüsü	7
Şekil 3. Numune Alımı Yapılan Yer (Yavuz HES).....	8
Şekil 4. Midilli HES numune alımı kış (Kasım), yaz (Mayıs)	9
Şekil 5. Yavuz HES Numune Alımı kış (Kasım), yaz (Mayıs).....	9
Şekil 6. Osmancık HES Numune Alımı kış (Kasım), yaz (Mayıs)	10
Şekil 7. Kale HES Numune Alımı kış (Kasım), yaz (Mayıs).....	10
Şekil 8. Etüv Cihazı	12
Şekil 9. Midilli HES’e Ait Numunelerin Etüvde Kurutulması.....	12
Şekil 10. Yavuz HES’e Ait Numunelerin Etüvde Kurutulması	13
Şekil 11. Kale HES’e Ait Numunelerin Etüvde Kurutulması	13
Şekil 12. Osmancık HES’e Ait Numunelerin Etüvde Kurutulması.....	14
Şekil 13. Numunelerin Tartıldığı Hassas Terazî	14
Şekil 14. Elek Analizinde Kullanılan Elekler.....	16
Şekil 15. Midilli HES’e Ait Numunelerin Granülometrik eğrisi kış (Kasım).....	18
Şekil 16. Midilli HES’e Ait Numunelerin Granülometrik eğrisi yaz (Mayıs)	19
Şekil 17. Yavuz HES’e Ait Numunelerin Granülometrik eğrisi kış (Kasım)	20
Şekil 18. Yavuz HES’e Ait Numunelerin Granülometrik Eğrisi yaz (Mayıs)	21
Şekil 19. Kale HES’e Ait Numunelerin Granülometrik eğrisi kış (Kasım)	22
Şekil 20. Kale HES’e Ait Numunelerin Granülometrik eğrisi yaz (Mayıs).....	23
Şekil 21. Osmancık HES’e Ait Numunelerin Granülometrik Eğrisi kış (Kasım)	24
Şekil 22. Osmancık HES’e Ait Numunelerin Granülometrik Eğrisi yaz (Mayıs).....	25

GİRİŞ

Çok eski tarihlerden günümüze kadar insanlar enerji elde edebilmek için farklı yöntemler denemişlerdir. Bu yolda birbirinden farklı birçok şey icat etmişlerdir. Bu derin uğraş ve çalışmalar sonucunda enerji üretimi eskisinden çok daha kolay erişilebilir hale gelmiştir. Fark o kadar belirgindir ki ilk enerjiyi ateş ile keşfeden insanoğlu günümüzde yeraltı madenlerinden bile enerji üretebilir hale gelmiştir. Enerjiye duyulan ihtiyaç ise her geçen gün artmaktadır.

Diğer büyük ülkelerde olduğu gibi enerji üretimi ve kullanımı Türkiye’de de çok gelişmiştir. Hidroelektrik santrallerde üretilen enerjinin diğer enerji kaynaklarına göre çevreye verdiği zarar daha azdır. Buna örnek olarak hidroelektrik santrallerde üretim gerçekleştirilirken çevreye zararlı gazlar yayılmamaktadır. Diğer ülkelerde ve Türkiye’de hidroelektrik santrallerden elde edilen enerji kullanımı daha avantajlı olmaktadır ve tercih sebeplerini artırmaktadır. Zararlı gazlar yayılmadığı için, çevreyi temiz tuttuğu için ve yerli üretim olduğu için hidroelektrik enerjiye temiz enerji denmektedir.

Hidroelektrik santrallerinden üretilen enerji yerli üretim olduğu için ve ülkemizi dışarıya bağlı enerji kullanımını azalttığı için ekonomik olarak daha elverişlidir. Diğer üretim kaynakları ile karşılaştırıldığında hidroelektrik santrallerin avantajı ortaya çıkmaktadır. Özellikle de Karadeniz bölgesinde hidroelektrik santrallerinin sayının fazla olması tesadüf değildir. Bölgenin coğrafi konumu hidroelektrik enerji üretimi için çok elverişlidir. Konumun avantaj sağlamasının nedeni yağış rejimi ve su potansiyelidir. Bu yüzden Orta Karadeniz bölgesi hidroelektrik enerji üretimi ile Türkiye genelinde enerji üretiminin bir kısmını kapsamaktadır ve dışa bağımlılık seviyesini düşürmektedir.

Orta Karadeniz bölgesinde teknolojik gelişmelere bağlı olarak hidroelektrik santral yapımı zamanla hızlanmıştır. Bu HES’lerin regülatörlerinde ve kanallarında sediment olarak birikinti malzemesi zamanla oluşmaktadır. Biriken bu malzeme HES’in ömrünü uzatmak için belirli aralıklarla temizlenmektedir. Temizlenen malzemenin uzaklaştırması esnasında çok fazla birikim olmaktadır. Bu çalışma ile birikinti malzemesinin karakteristik özellikleri belirlenerek biriken sediment malzemesinin granülometrik analizinin yapılmasını amaçlamaktadır. Bu çalışmadaki

amacımız hidroelektrik santrallerin regülatörlerinde biriken sedimentlerin granülometrik analizini yapmaktır. Biriken malzemenin granülometrik analizine bakılarak kış ve yaz mevsiminde biriken malzemenin dane çaplarını hesaplayarak çıkarımlarda bulunmak, yaptığımız çıkarımlar sonucunda HES yapılarının mevsimsel olarak dane çapı değişikliklerini belirlemektir.



1. GENEL BİLGİLER

1.1. Literatür Özeti

Hidroelektrik santraller suya ait potansiyel enerjiyi mekanik enerjiye çeviren sora jeneratörleri sayesinde mekanik enerjiyi de elektrik enerjisine çevirmektedirler (Üçüncü, 2019). Dünya da HES'ler ile üretim yapılan ülkelerin sayısı 60'tan fazladır (TMMOB, 2015). Elde edilen bazı bilgilere doğrultusunda Çin hidroelektrik üretiminde 694 TWh güç ile ilk sırada gelmektedir. Üretimde Çin den bir hayli geride kalan Brezilya 403 TWh güç ile ikinci sıradadır. Kanada ise üçüncü sırada 376 TWh güç üretmektedir (Tunç, 2017). Türkiye'de üretilen bütün enerjinin beşte birinden daha fazlası hidroelektrik kaynaklarla elde edilmektedir (Emeç, 2019).

Süme ve Fırat, yıllara göre HES tüketim ve üretim miktarlarını araştırarak Doğu Karadeniz bölgesinde, özellikle Rize'nin HES'ler için uygun bir bölge olduğunu, ortaya koymuşlardır (Süme ve Fırat, 2020).

Parchure ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmalar neticesinde HES'lerde biriken malzemelerin hangi problemleri doğurabileceğini ortaya koymuşlardır. Çalışmalarında navigasyon kanallarını incelemişler ve orada biriken sedimentin birikimini ve oluşan bu sedimentin doğurabileceği problemleri araştırmışlardır (Parchure ve Teeter, 2003).

Yol inşaatı yapı malzemesi olarak göller yöresinden temin edilen agegaların kullanılabilirliğini, 2011 yılında yaptıkları çalışmalar ile Altan Yılmaz ve arkadaşları araştırmışlardır. Elek analizini üç ayrı ocaktan malzeme alımı yaparak laboratuvar da yapmışlardır (Yılmaz vd. 2012).

Yüksek dayanımlı beton elde edebilmek için kullanılacak malzemenin sahip olması gereken en uygun granülometriyi bulmayı Mehmet Selçuk Güner ve Veli Süme tarif etmişlerdir (Güner ve Süme, 1999).

Süme vd. (2019), bir başka projede Balıkçı barınaklarında biriken sedimentlerin granülometrik analizlerini yapmışlardır (2019). Ayrı ayrı 7 balıkçı barınağından sediment örnekleri alıp her bir barınaktan topladıkları bu sedimentlerin laboratuvar da granülometrik analizlerini yapmışlardır.

Bu tez çalışmasında Orta Karadeniz bölgesinin Amasya ilinde bulunan 11 tane hidroelektrik santralden 4 üne (Kale, Osmancık, Yavuz ve Midilli) ayrı ayrı iki

mevsimde gidilmiştir. Kış mevsiminden kastımız kasım ayıdır, yaz mevsiminden kastımızda mayıs ayıdır. Bu çalışmada 4 tane hidroelektrik santralin seçilmesinin nedeni aynı akarsu kolu üzerinde olmaları ve bir hidroelektrik santralin mansabının diğerinin membası olmasıdır. Aynı akarsu kolu üzerinde sıralanmış hidroelektrik santral olmaları seçimimizin nedenidir. Regülatörlerde biriken malzemelerin elektrik analizleri sonucuna göre granülometrik analizlerini belirleyerek belirgin dane çaplarını (d_{50} , d_{65} , d_{90} vb. gibi) ortaya koyulmuştur. Regülatörlerde biriken malzemenin iki mevsimde (kış ve yaz) granülometrik eğrileri çizilmiştir.

1.2. Hidroelektrik Santraller Hakkında Genel Bilgiler

Enerji miktarının büyüklüğünü suyun akış hızı, akış yüksekliği belirlemektedir. Akarsu ne kadar büyükse suyun enerji getirisi o kadar fazla olur. Aynı şekilde suyun düşüşü ne kadar fazlaysa enerji seviyesi de o kadar fazla olacaktır. Santrale gelen su, borular/kanallar yardımıyla türbine oradanda pervane/çarklara gelerek döndürmeye başlar. Pervaneler jeneratörlere bağlı olduğundan elektrik enerjisini oluşturmaktadır.

Suyun saf akışı enerjisi yani kinetik enerjisi, türbinlerin yardımıyla mekanik enerjiye dönüştürülmektedir. Jeneratör içerisindeki stator adı verilen sargılar sayesinde kinetik enerjinin ilk önce mekanik enerjiye, mekanik enerjinin de elektrik enerjisine dönüştürüldüğü bir sistemdir (Terzi ve Alkan, 2006: 185). Hidroelektrik enerji yenilenebilir enerjiler arasında en ekonomik olanıdır. Ancak hidroelektrik enerji potansiyelinin sadece %20'sinden yararlanılmaktadır. Ayrıca 10 GW'a kadar elektrik enerjisi kapasitesine sahip hidroelektrik santrallerin yapılabilmesi hidroelektrik enerji geleceğinin ümit vaat edici olduğunu göstermektedir (Özil, vd. 2012: 49).

Ülkemiz enerji konusunda ne yazık ki dışa bağımlı haldedir. Gelişmekte olan ülkeler arasında yer aldığımız için enerji ihtiyacımız da buna paralel olarak her geçen gün artmaktadır. Dolayısıyla enerjinin ülke ekonomisine maliyeti sorun teşkil etmektedir.

1.4. Amaç ve Gerekçe

Bu çalışmadaki amacımız hidroelektrik santrallerin su alma yapılarında biriken sedimentlerin granülometrik analizini yapmaktır. Biriken malzemenin granülometrisine bakılarak kış ve yaz mevsiminde biriken malzemenin dane çaplarını hesaplayarak çıkarımlarda bulunmak, yaptığımız çıkarımlar sonucunda HES yapılarının mevsimsel olarak dane çapı değişikliklerini belirlemektir.

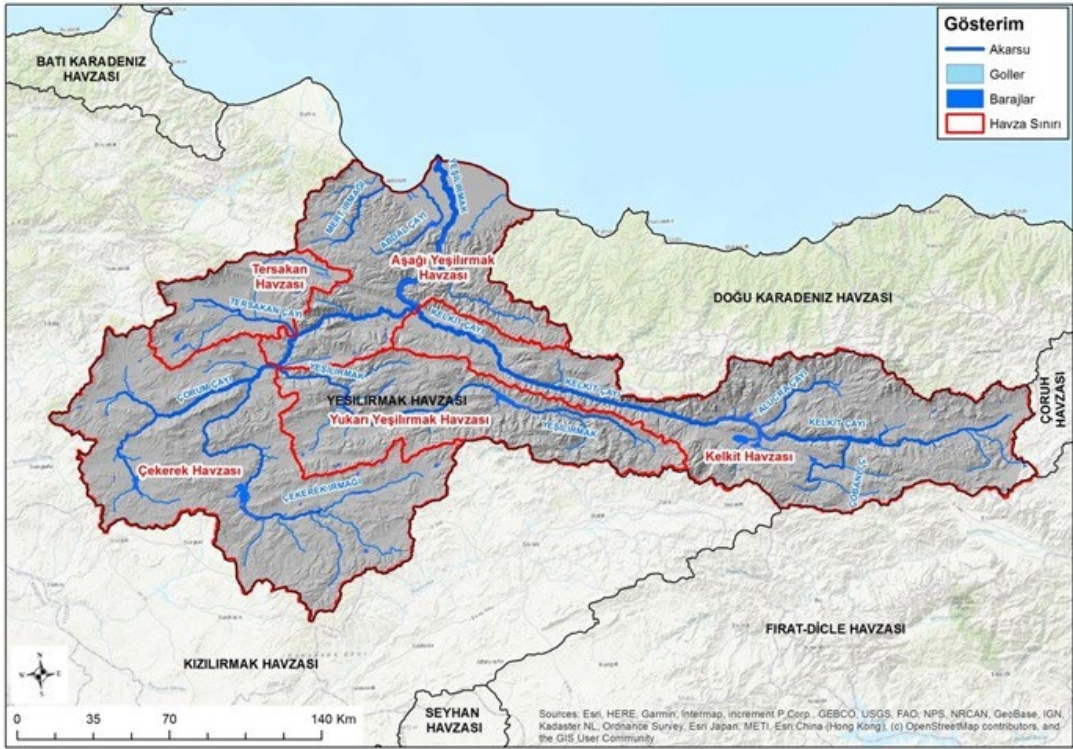
Bu çalışmada amaç Amasya da mevcut 11 HES'te, su alma yapılarında biriken malzemelerin elek analizleri sonucuna göre granülometrik analizlerini belirleyerek belirgin dane çapları (d_{50} , d_{65} , d_{90} vb. gibi) ortaya konulmuştur.

İki mevsimde kış (Kasım), yaz (Mayıs) dane boyutu farklılıklarını gözlemlenmiştir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Çalışma Alanı

Çalışma alanı olarak Orta Karadeniz bölgesinin Amasya ili seçilmiştir. Amasya da toplam 11 tane HES mevcuttur. Bu tez çalışmasında mevcut 11 tane HES'in 4 tanesine (Kale, Osmancık, Yavuz ve Midilli) kış (Kasım) ve yaz (Mayıs) mevsimi olmakla iki kere gidilmiş ve sediment örnekleri (numune) alınmıştır.

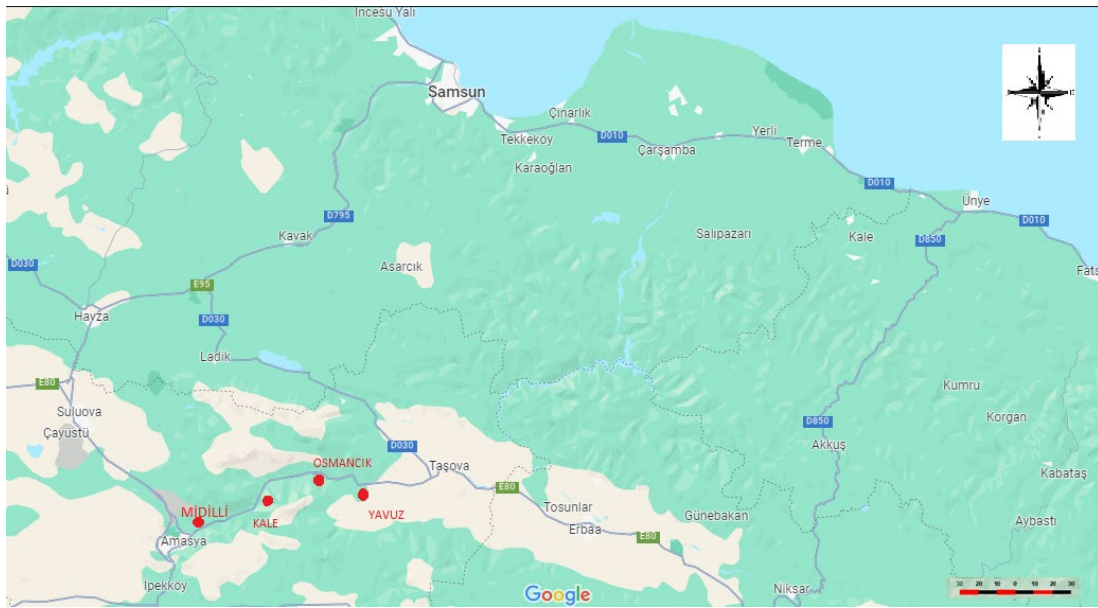


Şekil 1. Yeşilirmak Havzası

2.2. Çalışma Alanının Tanıtımı

Yeşilirmak Havzası'nda Orta Karadeniz, Batı Karadeniz, Karadeniz ardı bölümlerinde İç Anadolu iklimi görülmektedir. Kıyı şeridindeki bölgelerde Karadeniz ikliminin etkileri görülmektedir. Bu bölgelerde yazlar sıcak, kışlar ılık ve yağışlı geçmektedir. İç kesimler yüksek dağların etkisi altında kalmaktadır. Burada dağların etkisinden kışlar soğuk, yağmur ve kar yağışlı, yazlar ise serin geçmektedir. Yeşilirmak havzası 39.595 km²'lik yağış alanına sahip olup 39.595 km²'lik yağış alanı ile Türkiye yüzölçümünün %5'ini kaplamaktadır. Yeşilirmak Akarsuyu ana kolu denize döküldüğü noktada 36.202 km²'lik bir yağış alanına sahiptir. Yeşilirmak

havzasında ortalama sıcaklıklar sıfırın altındaki değerler, kuzeyden güneye doğru inildikçe karasal iklim özelliklerinin görüldüğünün göstergesidir. Yeşilırmak Nehri, Sakarya, Filyos, Kızılırmak ve Çoruh Nehri ile birlikte ülkemizin Karadeniz'e dökülen en önemli 5 akarsuyundan biridir (Yeşilırmak havzası Master Planı, DSİ, 2016). Yeşilırmak havzasında kıyı şeridi ve kıyı şeridine yakın yerlerde Karadeniz iklimi hakimdir. Karadeniz ikliminde kışlar ılık, yazlar ise serindir. Mevsim geçişleri yumuşaktır. Yağışlar hemen her mevsimde görülmekte olup, aylara göre neredeyse homojen dağılmıştır. Kıyı şeridinden iç kesimlere doğru gidildikçe yüksek dağların etkisi altında kalındığından karasal iklim kendini göstermeye başlar.



Şekil 2. Çalışma alanı uydu görüntüsü

2.3. Çalışma Alanından Numunelerin Alımı

Her bir HES'in regülatörü bulunmaktadır ve bu regülatörler, su alma yapılarının ilk aşamasını oluşturmaktadır. Regülatörler, suyun miktarını ve basıncını ayarlayarak santralin verimli çalışmasını sağlamaktadır.

Sediment alımı için her iki mevsimde de uygun zamanlar seçilmiştir. Bu, doğal koşullara uygun olarak sediment örneklerinin toplanabilmesini ve analiz edilebilmesini sağlamaktadır. Her bir regülatör için mevsim şartları göz önünde bulundurularak belirlenen zamanlarda sediment numuneleri alınmıştır. Regülatörlerde biriken su miktarı ve su derinliği çok fazla olduğundan belirlenen alanlardan iş makinesi yardımıyla 7 ayrı noktadan malzeme alımı gerçekleştirilmiştir. İş

makinesinin kepçesine toplanan malzemelerden numune örnekleri alınmıştır. Bu süreç, regülatörlerin sayısına bağlı olarak tekrarlanmış ve toplamda 4 HES'in Regülatörlerinden numuneler alınmıştır.

Her bir HES için regülatörlerin üzerinde nokta belirlenmesi yapılmıştır ki daha sonraki numune alımında aynı alandan malzeme alımı sağlanıp, doğru bir değerlendirme yapılabilsin. Bu malzemelerin alındığı kısımlar, sediment birikiminin gözlemlendiği bölgeleri temsil etmektedir. Bu sayede, numunelerin temsil ettiği alanlar ve alınma noktaları itibarıyla kapsayıcılık sağlanmıştır.

Seçilen her alandan, numune alımı için iş makinesinin kepçesi içerisinden kürek ve numune kabı kullanılarak yaklaşık bir kilogramlık sediment örnekleri alınmıştır. Numune alımı sırasında, numunenin alındığı alanın ismi, tarihi ve saati titizlikle kaydedilmiştir. Bu bilgiler, daha sonra numunelerin analiz sürecinde takip edilebilirlik ve doğru sonuçların elde edilmesi açısından büyük önem arz etmektedir.



Şekil 3. Numune Alımı Yapılan Yer (Yavuz HES)

Midilli HES regülatörü



Şekil 4. Midilli HES numune alımı kış (Kasım), yaz (Mayıs)

Yavuz HES regülatörü



Şekil 5. Yavuz HES Numune Alımı kış (Kasım), yaz (Mayıs)

Osmancık HES regülatörü



Şekil 6. Osmancık HES Numune Alımı kış (Kasım), yaz (Mayıs)

Kale HES regülatörü



Şekil 7. Kale HES Numune Alımı kış (Kasım), yaz (Mayıs)

2.4. Laboratuvar Çalışmaları

İlk olarak HES'lerden toplanan numuneler laboratuvara getirilmiş ve deneyleri yapılmak üzere hazırlanmıştır. Bu laboratuvar, elek analizi çalışması için gerekli olan tüm donanıma sahiptir ve bu sayede sediment örnekleri üzerinde detaylı çalışmalar yapılabilmektedir.

Yaş numuneler hassas elektronik terazide tartılarak yaş değerleri kaydedildikten sonra kurutulmak için etüv cihazına koyulmuştur. Etüve koyulan

malzemeler belirli derecelerde sabit ağırlığa gelene kadar bekletilmiştir.

Etüvden çıkan kuru numunelerin kuru kütleleri de kaydedildikten sonra elek analizi yapmak için elek boyutları seçildi. Elekler seçildikten sonra kuru numuneler küçük kürek kullanımıyla mevcut eleklere koyulmuştur.

Eleğe konulan sediment örnekleri eleme işlemi için sarsma tablasına yerleştirildi. Sarsma tablasına konularak elenen malzemeler analiz sonrası her bir elekte üstünde kalan malzeme tekrar elektronik hassas terazide tartılarak değerleri tabloya not edildi.

Sonuç olarak, yapılan elek analizleri sonucunda granülometrik eğriler oluşturulmuştur. Bu eğriler, numunenin içerdiği farklı boyutlardaki parçacıkların yüzdelik dağılımlarını göstermektedir. Bu veriler, inşaat, jeoloji, zemin mekaniği gibi alanlarda önemli bilgiler sağlar.

2.4.1. Numunelerin Etüvde Kurutulması

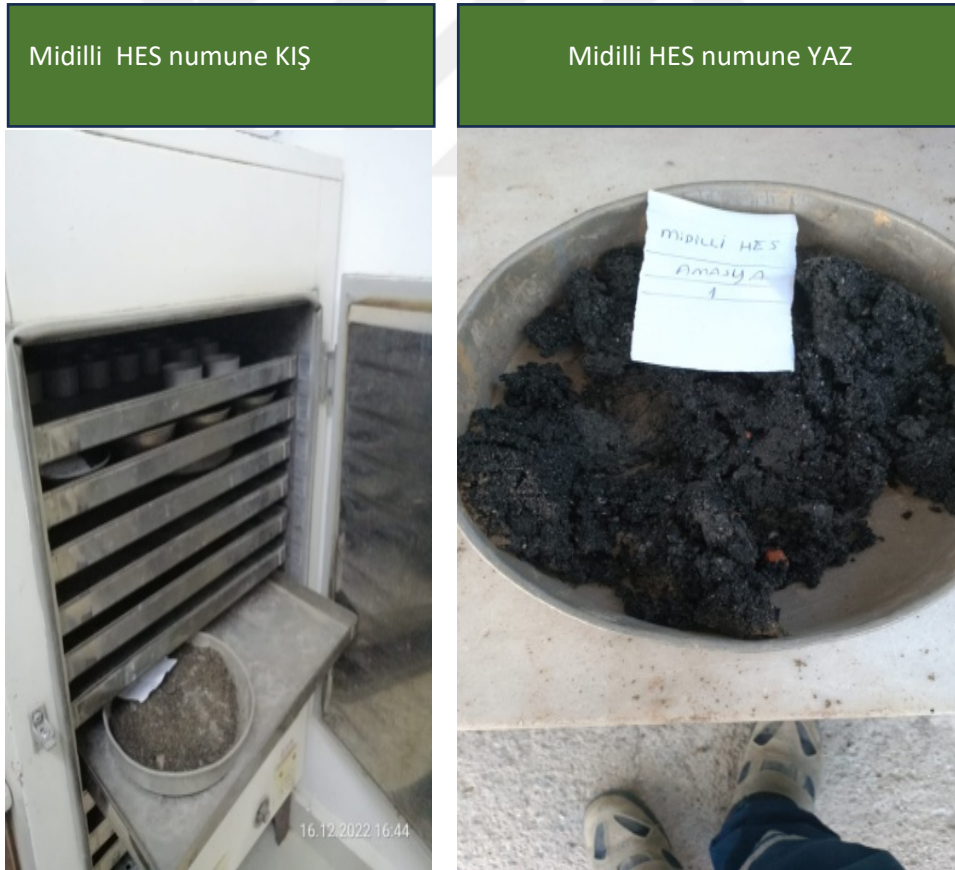
Elde edilen sediment numuneleri, titizlikle işaretlenmiş numune kaplarına yerleştirilmiş ve daha sonra laboratuvara taşınmıştır. Numunelerin laboratuvara getirilmesiyle birlikte, analizler için gerekli olan ön hazırlık tamamlanmıştır. Laboratuvar ortamında, numuneler üzerinde granülometrik analizler gerçekleştirilmiştir ve bu analiz sonuçlarında granülometrik eğriler çizilmiştir.

Numune alımı yapıldıktan sonra Samsun ilinde bulunan lisanslı bir laboratuvar da deneyleri yapılmıştır. Laboratuvar da elek analizini yapmak için bütün gereksinimler mevcuttur.

Numune kaplarında laboratuvara taşınan yaş sediment örnekleri öncelikle kurutulmak için etüv cihazına koyulmuştur. Etüv cihazında $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta 24 saat sabit ağırlığa gelene kadar bekletilen numuneler ardından elektronik hassas terazide tartılmıştır. Elde edilen kuru numune yıkama yöntemiyle kullanmış olduğumuz en küçük elek boyutu olan 0,075 mm lik eleğe aktarılmış ve musluk suyu altında temiz su akana kadar tutulmuştur. Numune tekrar tartılmıştır. Sonrasında yaş olan numune kuruması için tekrar etüve konularak 24 saat etüvde bekletilmiştir.



Şekil 8. Etüv Cihazı



Şekil 9. Midilli HES'e Ait Numunelerin Etüvde Kurutulması

Yavuz HES numune KIŞ



Yavuz HES numune YAZ



Şekil 10. Yavuz HES'e Ait Numunelerin Etüvde Kurutulması

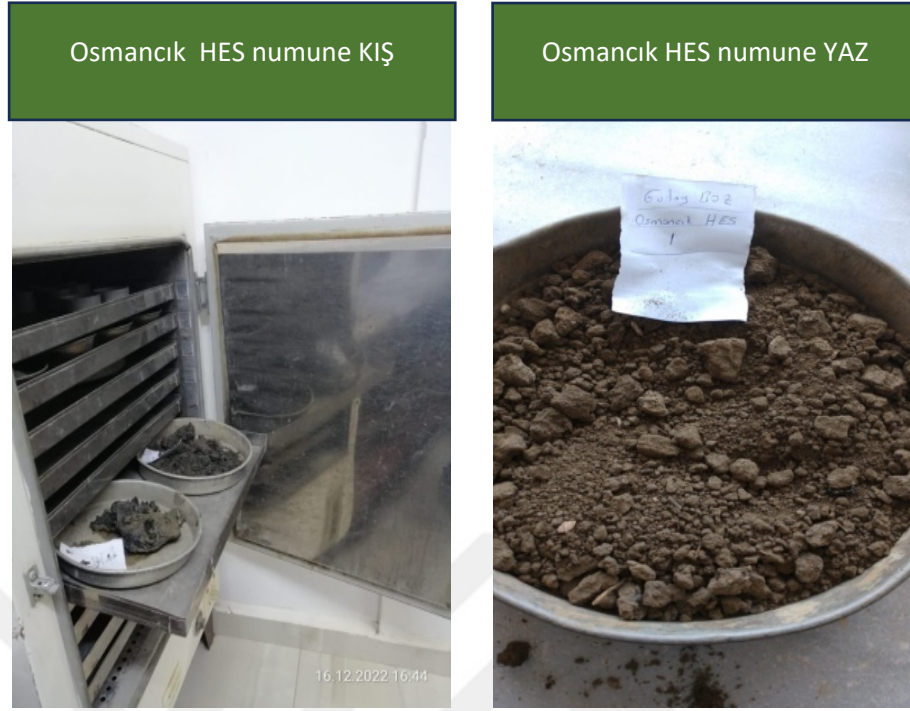
Kale HES numune KIŞ



Kale HES numune YAZ



Şekil 11. Kale HES'e Ait Numunelerin Etüvde Kurutulması



Şekil 12. Osmancık HES’e Ait Numunelerin Etüvde Kurutulması

2.4.2. Numunelerin Tartılması

Kuru halde etüvden çıkartılan sediment örnekleri elektronik hassas terazide takriben 3500-4000 g olacak şekilde sırayla tartıldı (Şekil 13).



Şekil 13. Numunelerin Tartıldığı Hassas Terazi

2.4.3. Elek Analizi

2.4.3.1. Elek Analizi Genel Bilgiler

Zeminlerin dane boyutlanması dağılımını ortaya koymak için kullanılan en eski yöntemlerden biri olarak bilinen elek analizi yöntemi günümüze kadar halen sıklıkla kullanılan yöntemlerden biridir. Elek analizi deneyi zeminlerde dane büyüklüğü dağılımının silt, kil, kum ve çakıl yüzdelerini belirlemek için yapılıyor (Aydın, 2020). Elek analizinde analizi yapılacak numune, kürek, analizde kullanılacak elek çapları, numune kapları, hassas terazi, fırça gibi malzemeler kullanılıyor (Dingil vd. 2019). Son olarak ise analizi yapılacak numuneler sarsma tablasına koyularak elek analizine tabi tutuluyor. Sediment örneğinin elek analizi bittikten sonra her bir elek üstünde kalan malzeme tartılır. Bir elekten geçmeyen malzeme miktarı zemin örneğinin malzeme miktarından çıkartılarak elekten geçen malzemenin miktarı belirlenir (Okman, 1998).

2.4.3.2. Elek Analizi Yapılması

Günümüzde hala sıklıkla kullanılan yöntemlerden biri olan elek analizi yöntemi, incelenen zeminin dane boyutlarının belirlenmesinde kullanılmaktadır. Zeminlerde dane büyüklüğü dağılımı kil, silt, kum ve çakıl yüzdelerini belirlemek için yapılmaktadır (Yılmaz vd. 2013). Elek analizinde analizi yapılacak numune, kürek, analizde kullanılacak elek çapları, numune kapları, hassas terazi, fırça gibi malzemeler kullanılmaktadır (Dingil vd. 2019). Son olarak ise analizi yapılacak numuneler sarsma tablasına konularak elek analizine tabi tutulmaktadır. Sediment örneğinin elek analizi bittikten sonra her bir elek üstünde kalan malzeme tartılmaktadır. Bir elekten geçmeyen malzeme miktarı zemin örneğinin malzeme miktarından çıkartılarak elekten geçen malzemenin miktarı belirlenmektedir (Okman, 1998). Numuneleri büyük çaplı elekten küçük çaplı eleğe doğru olacak şekilde sarsma tablasının üzerine yerleştirdik. (75), (50), (37,5), (25), (19), (9,5), (4,75), (2), (1,18), (0,60), (0,320), (0,150), (0,075) mm boyutlu elek üstlerinde kalan malzemeler tekrar tartılarak sonuçları tablo haline getirildi. Sarsma tablasını çalıştırarak bu şekilde 5 dakika eleme yaptık. Eleme işlemi bittikten sonra büyük çaplı elekten başlamak üzere numuneler tartıldı. Her bir elek üzerinde kalan malzeme miktarlarını tabloya yazdık. Tartılan numunelerin hepsinin

üzerine etiketlemeler yapılarak ait oldukları HES'lerin regülatörlerinin isimleri yazılmıştır. Çalışma yaptığımız alanda genel olarak sediment örneklerinin kil ve silt olması sebebiyle yıkama yapıldığı esnada malzeme kaybı oluşması doğal olarak karşılanmıştır. Suyla birlikte dane çapları elekten çok daha küçük olduğundan akıp gitmiştir. Elek boyutunun üzerinde kalan numuneler tartılarak yazılmış ve granülometrik eğrileri oluşturulmuştur. Etüvden çıkan kuru malzemelerin her biri, farklı regülatörlere ait olduğu için, ait oldukları regülatörlerin isimleri, yaş kütleleri ve kuru kütleleri gibi bilgilerle etiketlenmiştir. Bu etiketleme işlemi, numunelerin kaynağının doğru bir şekilde belirlenmesini ve sonraki analiz sürecinde takip edilebilirlik sağlanmasını amaçlamaktadır. Ayrıca, her bir numunenin yaş kütleleri ve kuru kütleleri de etiketlenmiştir. Yaş kütle, numunenin alındığı noktada toplandığı andaki toplam kütle değerini ifade etmektedir. Kuru kütle ise numunenin, etüvde kurutulması ve su içeriğinin çıkarılması sonucunda elde edilen kuru madde miktarını temsil etmektedir. Bu bilgiler, numunenin taşıdığı su içeriğinin belirlenmesi için önemlidir.



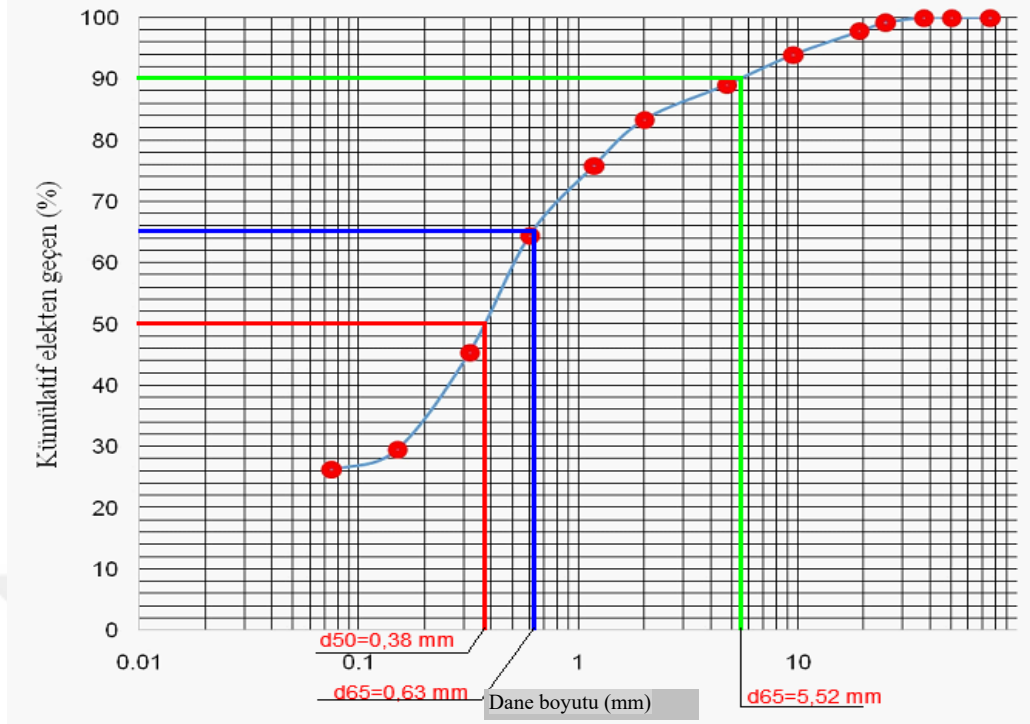
Şekil 14. Elek Analizinde Kullanılan Elekler

2.4.4. Karakteristik Dane aplarının (D_{50} , D_{65} , D_{90}) Belirlenmesi Ve Granulometrik Eğri izilmesi

Elek analizi sonrasında eleme yapılan her bir eleğin üstünde kalan ve geçen miktarları belirlendikten sonra bu miktarların yazılı olduğu bir tablo oluşturuldu. Aynı işlem tekrarlanarak her bir HES regülatörü için tablolar oluşturulduktan sonra granulometri eğrileri çizildi ve karakteristik dane çapları (d_{50} , d_{65} , d_{90}) belirlenmiştir.

Tablo 1 . Midilli HES’e Ait Numunelerin Elek analizi kış (Kasım)

Elek Açıklıkları (mm)	Her bir ekte kalan (g)	Kümülatif elek üstü kalan (g)	Ekte kalan toplam (%)	Ekten Geçen (%)
75	0,0	0,0	0,0	100,0
50	0,0	0,0	0,0	100,0
37,5	0,0	0,0	0,0	100,0
25	6,9	6,9	0,8	99,2
19	10,6	17,4	2,2	97,8
9,5	29,9	47,3	6,1	93,9
4,75	38,3	85,6	10,9	89,0
2	47,4	133,0	16,7	83,3
1,18	62,1	194,4	24,2	75,8
0,60	93,7	288,9	35,6	64,4
0,320	145,6	434,4	54,7	45,3
0,150	106,3	540,7	70,5	29,5
0,075	18,1	558,9	73,8	26,2

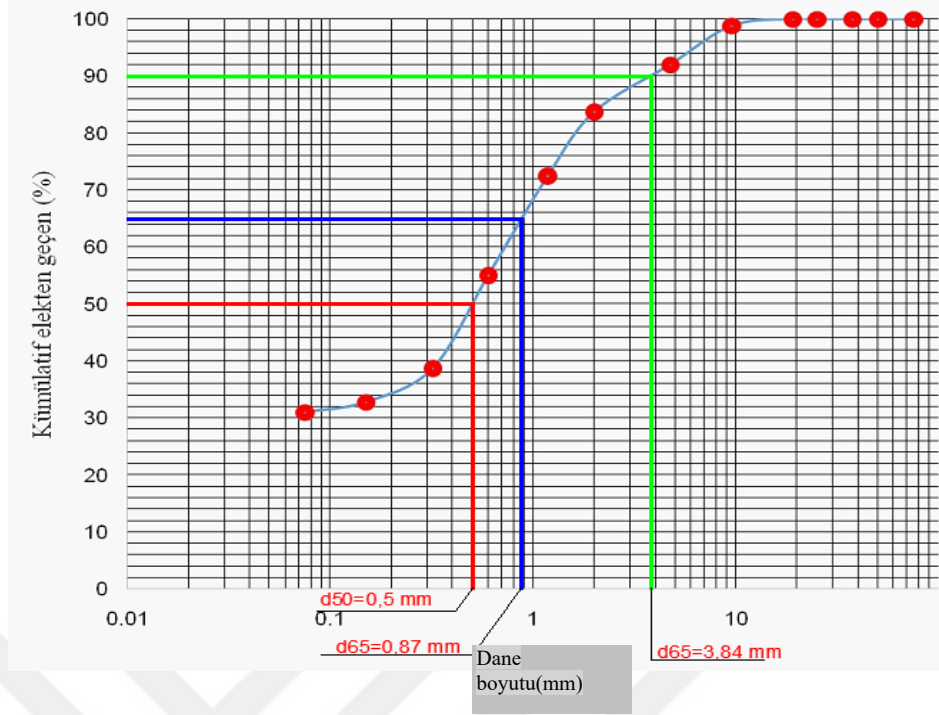


Şekil 15. Midilli HES’e Ait Numunelerin Granülometrik eğrisi kış (Kasım)

Midilli Regülatörü ve HES’in kış mevsiminde elek analizi tablosu Tablo 1’de granülometrik eğrisi ise Şekil 15’te gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığında ise $d_{50} = 0,38$ mm, $d_{65} = 0,63$ mm, $d_{90} = 5,52$ mm olduğu görülüyor.

Tablo 2. Midilli HES’e Ait Numunelerin Elek analizi yaz (Mayıs)

Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (g)	Kümülatif elek üstü kalan (g)	Elekte kalan toplam (%)	Elekten Geçen (%)
75	0,0	0,0	0,0	100,0
50	0,0	0,0	0,0	100,0
37,5	0,0	0,0	0,0	100,0
25	0,0	0,0	0,0	100,0
19	0,0	0,0	0,0	100,0
9,5	13,0	13,0	2,2	98,8
4,75	35,0	48,0	8,0	92,0
2	50,0	98,0	16,3	83,7
1,18	67,0	165,0	27,5	72,5
0,60	105,0	270,0	45,0	55,0
0,320	98,0	368,0	61,3	38,7
0,150	35,0	403,0	67,2	32,8
0,0075	11,0	414,0	69,0	31,0

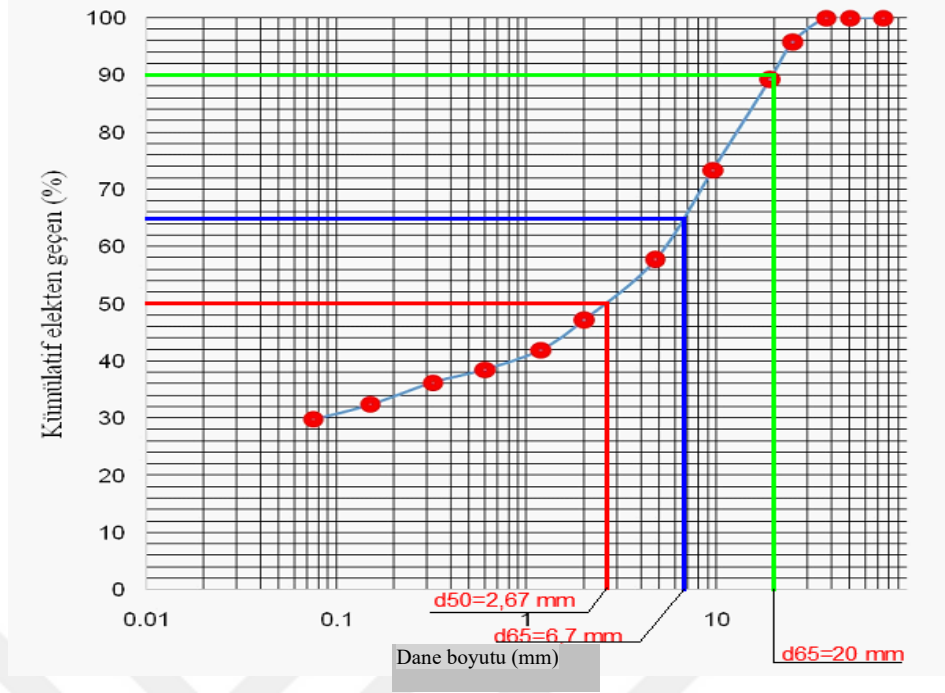


Şekil 16. Midilli HES’e Ait Numunelerin Granülometrik eğrisi yaz (Mayıs)

Midilli Regülatörü ve HES’in yaz mevsiminde elek analizi tablosu Tablo 2’de granülometrik eğrisi ise, Şekil 16’da gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığı zaman ise $d_{50}=0,5$ mm, $d_{65}=0,87$ mm, $d_{90}=3,84$ mm olduğu görülüyor.

Tablo 3. Yavuz HES’e Ait Numunelerin Elek Analizi kış (Kasım)

Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (g)	Kümülatif elek üstü kalan (g)	Kümülatif elekten geçen (g)	Elekten Geçen (%)
75	0,0	0,0	0,0	100,0
50	0,0	0,0	0,0	100,0
37,5	0,0	0,0	0,0	100,0
25	44	44	4,2	95,8
19	68	112	10,7	89,3
9,5	167	279	26,6	73,4
4,75	164	443	42,2	57,8
2	111	554	52,8	47,2
1,18	56	610	58,1	41,9
0,60	36	646	61,5	38,5
0,320	24	670	63,8	36,2
0,150	40	710	67,6	32,4
0,075	27	737	70,2	29,8

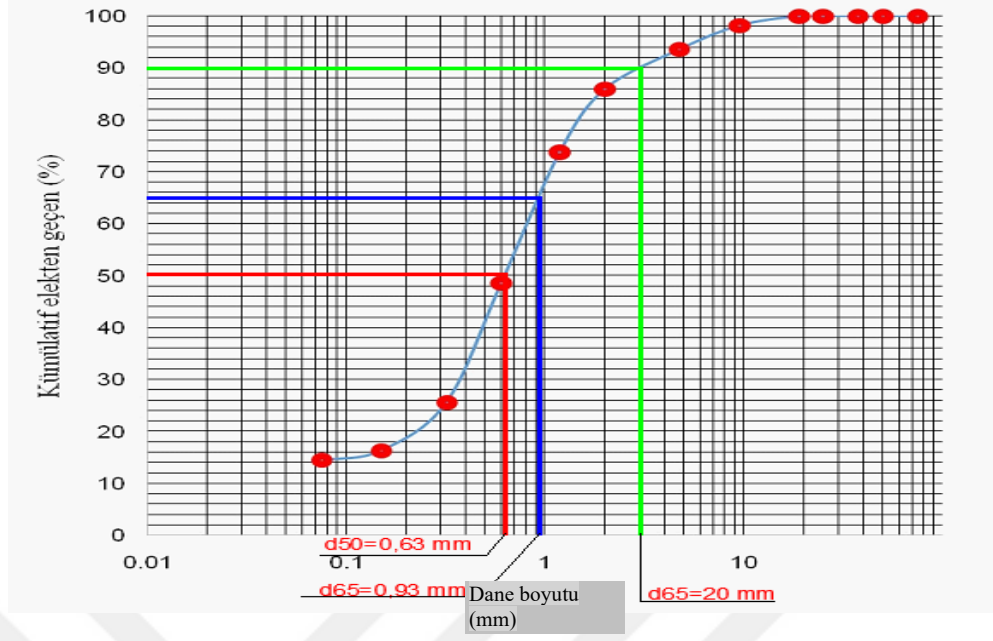


Şekil 17. Yavuz HES'e Ait Numunelerin Granülometrik eğrisi kış (Kasım)

Yavuz Regülatörü ve HES'in kış mevsiminde elek analizi tablosu Tablo 3'de granülometrik eğrisi ise Şekil 17'de gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığında ise $d_{50} = 2,67$ mm, $d_{65} = 6,7$ mm, $d_{90} = 20,0$ mm olduğu görülmüştür.

Tablo 4. Yavuz HES'e Ait Numunelerin Elek analizi yaz (Mayıs)

Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (g)	Kümülatif elek üstü kalan (g)	Elekte kalan toplam (%)	Elekten Geçen (%)
75	0,0	0,0	0,0	100,0
50	0,0	0,0	0,0	100,0
37,5	0,0	0,0	0,0	100,0
25	0,0	0,0	0,0	100,0
19	0,0	0,0	0,0	100,0
9,5	11,0	11,0	1,8	98,2
4,75	29,0	40,0	6,4	93,6
2	48,0	88,0	14,1	85,9
1,18	76,0	164,0	26,2	73,8
0,60	158,0	322,0	51,4	48,6
0,320	144,0	466,0	74,4	25,6
0,150	58,0	524,0	83,7	16,3
0,075	11,0	535,0	85,5	14,5

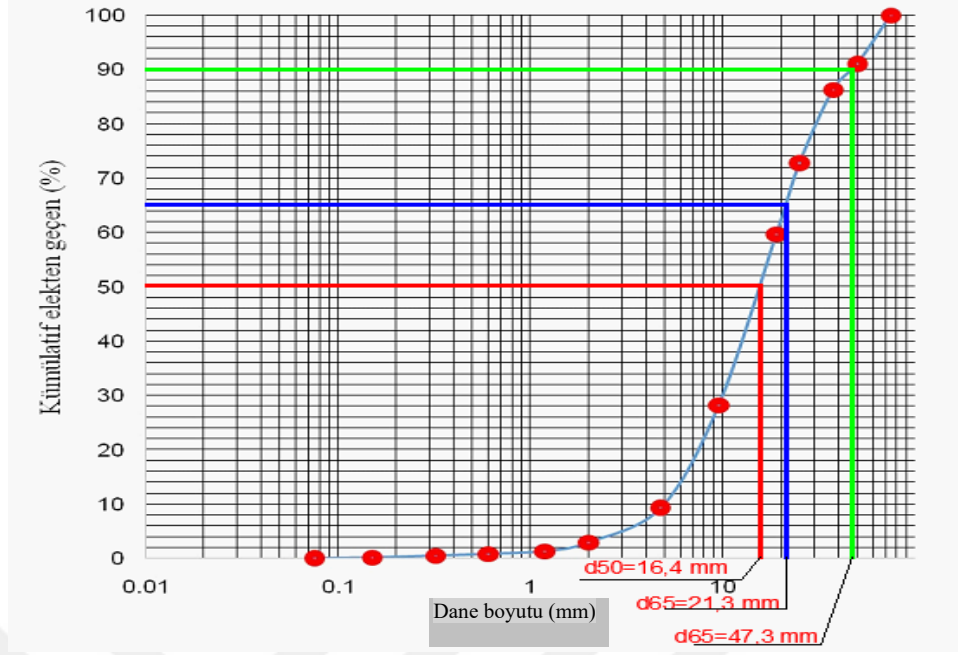


Şekil 18. Yavuz HES’e Ait Numunelerin Granülometrik Eğrisi yaz (Mayıs)

Yavuz Regülatörü ve HES’in yaz mevsiminde elek analizi tablosu Tablo 4’te granülometrik eğrisi ise Şekil 18’de gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığında zaman ise $d_{50}=0,63$ mm, $d_{65}=0,93$ mm, $d_{90}=20,0$ mm olduğu görülüyor.

Tablo 5. Kale HES’e Ait Numunelerin Elek Analizi kış (Kasım)

Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (g)	Kümülatif elek üstü kalan (g)	Kümülatif elekten geçen (g)	Elekten Geçen (%)
75	0,0	0,0	0,0	100,0
50	674,0	674,0	8,9	91,1
37,5	358,0	1032,0	13,7	86,3
25	1028,0	2060,0	27,2	72,8
19	988,0	3048,0	40,3	59,7
9,5	2379,0	5427,0	71,8	28,2
4,75	1425,0	6852,0	90,6	9,4
2	489,0	7341,0	97,1	2,9
1,18	121,0	7462,0	98,7	1,3
0,60	41,0	7503,0	99,2	0,8
0,320	22,0	7525,0	99,5	0,5
0,150	20,0	7545,0	99,8	0,2
0,075	9,0	7554,0	99,9	0,1

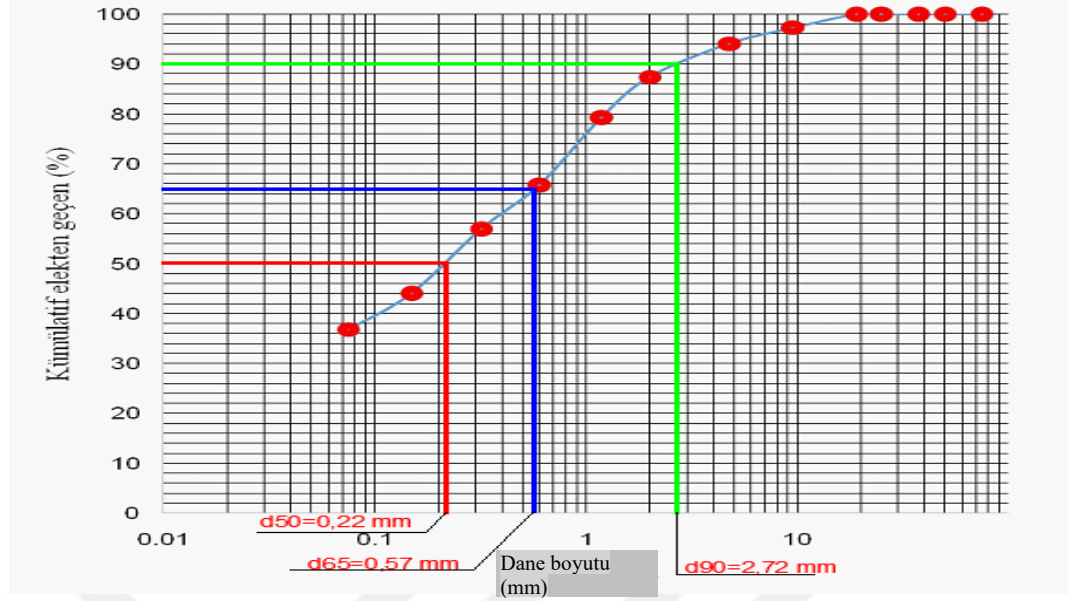


Şekil 19. Kale HES'e Ait Numunelerin Granülometrik eğrisi kış (Kasım)

Kale Regülatörü ve HES'in kış mevsiminde elek analizi tablosu Tablo 5'te granülometrik eğrisi ise Şekil 19'da gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığı zaman ise $d_{50} = 16,4$ mm, $d_{65} = 21,3$ mm, $d_{90} = 47,3$ mm olduğu görülüyor.

Tablo 6. Kale HES'e Ait Numunelerin Elek Analizi yaz (Mayıs)

ElekAçıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (g)	Kümülatif elek üstü kalan (g)	Elekte kalan toplam (%)	Elekten Geçen (%)
75	0,0	0,0	0,0	100,0
50	0,0	0,0	0,0	100,0
37,5	0,0	0,0	0,0	100,0
25	0,0	0,0	0,0	100,0
19	0,0	0,0	0,0	100,0
9,5	22,0	22,0	2,8	97,3
4,75	25,0	47,0	5,9	94,1
2	54,0	101,0	12,6	87,4
1,18	65,0	166,0	20,8	79,3
0,60	108,0	274,0	34,3	65,8
0,320	70,0	344,0	43,0	57,0
0,150	103,0	447,0	55,9	44,1
0,075	59,0	506,0	63,3	36,8

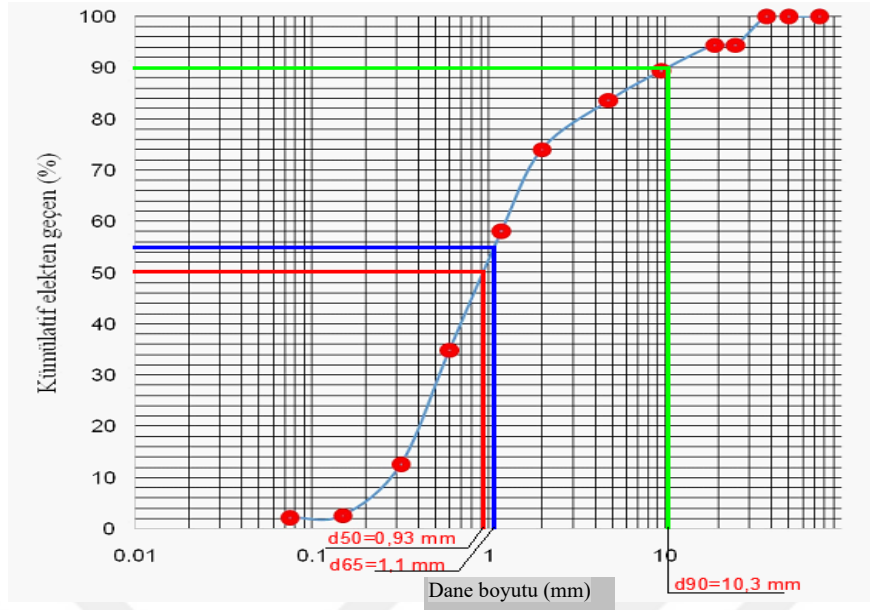


Şekil 20. Kale HES’e Ait Numunelerin Granülometrik eğrisi yaz (Mayıs)

Kale Regülatörü ve HES’in yaz mevsiminde elek analizi tablosu Tablo 6’da granülometrik eğrisi ise Şekil 20’de gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığında zaman ise $d_{50}=0,22$ mm, $d_{65}=0,57$ mm, $d_{90}=2,72$ mm olduğu görülüyor.

Tablo 7. Osmancık HES’e Ait Numunelerin elek Analizi kış (Kasım)

Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekten geçen (g)	Kümülatif elek üstü kalan (g)	Elekte kalan toplam (%)	Elekten Geçen (%)
75	0,0	0,0	0,0	100,0
50	0,0	0,0	0,0	100,0
37,5	0,0	0,0	0,0	100,0
25	48,0	48,0	5,6	94,4
19	0,0	48,0	5,6	94,4
9,5	43,0	91,0	10,6	89,4
4,75	50,0	141,0	16,4	83,6
2	83,0	224,0	26,0	74,0
1,18	137,0	361,0	41,9	58,1
0,60	200,0	561,0	65,1	34,9
0,320	192,0	753,0	87,4	12,6
0,150	87,0	840,0	97,4	2,6
0,075	30	843,0	97,8	2,2

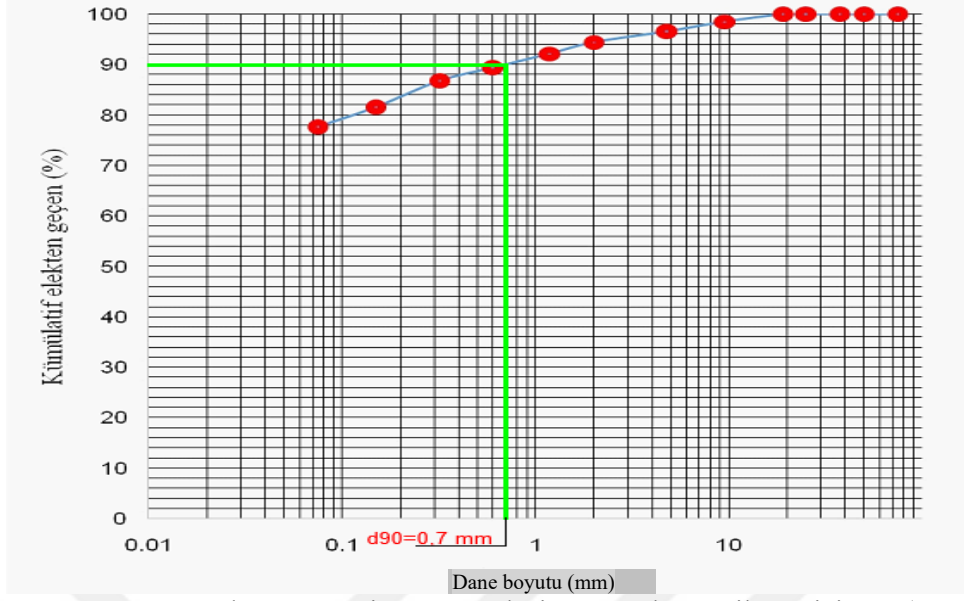


Şekil 21 .Osmancık HES’e Ait Numunelerin Granülometrik Eğrisi kış (Kasım)

Osmancık Regülatörü ve HES’in kış mevsiminde elek analizi tablosu Tablo 7’de granülometrik eğrisi ise Şekil 21’de gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığında ise $d_{50}=0,93$ mm, $d_{65}=1,1$ m, $d_{90}=10,3$ mm olduğu görülüyor.

Tablo 8. Osmancık HES’e Ait Numunelerin Elek Analizi yaz (Mayıs)

Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (g)	Kümülatif elek üstü kalan (g)	Elekte kalan toplam (%)	Elekten Geçen (%)
75	0,0	0,0	0,0	100,0
50	0,0	0,0	0,0	100,0
37,5	0,0	0,0	0,0	100,0
25	0,0	0,0	0,0	100,0
19	0,0	0,0	0,0	100,0
9,5	22,0	22,0	1,5	98,5
4,75	29,0	51,0	3,4	96,6
2	33,0	84,0	5,6	94,4
1,18	35,0	119,0	7,9	92,1
0,60	40,0	159,0	10,6	89,4
0,320	39,0	198,0	13,2	86,8
0,150	78,0	276,0	18,4	81,6
0,075	58,0	334,0	22,3	77,7



Şekil 22. Osmancık HES'e Ait Numunelerin Granülometrik Eğrisi yaz (Mayıs)

Osmancık Regülatörü ve HES'in yaz mevsiminde elek analizi tablosu Tablo 8'de granülometrik eğrisi ise Şekil 22'de gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığında ise $d_{50}=0$ mm, $d_{65}=0$ mm, $d_{90}=0,7$ mm olduğu görülüyor.

3. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Midilli HES'te bulunan regülatörden alınan numunelerin ortalama karakteristik dane çapı değeri $d_{50}=0,38$ mm kış (Kasım), 0,5 mm yaz (Mayıs); $d_{65}=0,63$ mm kış (Kasım), 0,87 mm yaz (Mayıs); $d_{90}=5,52$ mm kış (Kasım), 3,84 mm yaz (Mayıs) sonuçları elde edilmiştir. Yapılan değerlendirme sonucunda Midilli HES'te bulunan regülatörün dane çapları yaz ve kış olarak değerlendirilmiş ve sonuçta kış mevsiminde alınan numunelerin d_{50} ve d_{65} dane çapı ortalaması yaz mevsimine göre daha ince boyutlu olduğu görülmüştür. Dane çapı (d_{90}) ortalamasının ise, kış mevsiminde alınan numunelerin dane çapı ortalamasının yaz mevsimine göre daha kalın boyutlu olduğu görülmüştür.

Yavuz HES'te bulunan regülatörden alınan numunelerin ortalama karakteristik dane çapı değeri $d_{50}=2,67$ mm kış (Kasım), 0,63 mm yaz (Mayıs); $d_{65}=6,7$ mm kış (Kasım), 0,93 mm yaz (Mayıs); $d_{90}=20$ mm kış (Kasım), 20 mm yaz (Mayıs) sonuçları elde edilmiştir. Yavuz HES'te bulunan regülatöre ait dane çapları yaz ve kış olarak değerlendirilmiş ve sonuçta kış mevsiminde alınan numunelerin d_{50} ve d_{65} dane çapı ortalaması yaz mevsimine göre daha kalın boyutlu olduğu görülmüştür. Dane çapı ortalamasının (d_{90}) ise, kış mevsiminde alınan numunelerin dane çapı ortalaması yaz mevsimine göre boyutunda herhangi bir değişiklik olmadığı görülmüştür.

Kale HES'te bulunan regülatörden alınan numunelerin ortalama karakteristik dane çapı değeri $d_{50}=16,4$ mm kış (Kasım), 0,22 mm yaz (Mayıs); $d_{65}=21,3$ mm kış (Kasım), 0,57 mm yaz (Mayıs); $d_{90}=47,3$ mm kış (Kasım), 2,72 mm yaz (Mayıs) sonuçları elde edilmiştir. Kale HES'te bulunan regülatörün dane çapları yaz ve kış olarak değerlendirilmiş ve sonuçta kış mevsiminde alınan numunelerin dane çapı ortalaması yaz mevsimine göre daha kalın boyutlu olduğu görülmüştür.

Osmançık HES'te bulunan regülatörden alınan numunelerin ortalama karakteristik dane çapı değeri $d_{50}=0,93$ mm kış (Kasım), 0 mm yaz (Mayıs); $d_{65}=1,1$ mm kış (Kasım), 0 mm yaz (Mayıs); $d_{90}=10,3$ mm kış (Kasım), 0,7 mm yaz (Mayıs) sonuçları elde edilmiştir. Kale HES'te bulunan regülatörün dane çapları yaz ve kış olarak değerlendirilmiş ve sonuçta kış mevsiminde alınan numunelerin dane çapı ortalaması yaz mevsimine göre daha kalın boyutlu olduğu görülmüştür. Yaz mevsiminde alınan numune örneklerine bakıldığında d_{90} değerinin bulunduğu ancak

d_{50} , d_{65} değerlerinin ise 0 çıktığı görülmüştür.



4. ÖNERİLER

Sedimentlerin tabanlarda çökelmesinin engellenmesi ve regülatörlerin hacminin azalmaması, HES'lerin verimliliğinin artması ve HES'in memba bölgesinde toplanan suyun hacminin artmasına bağlı olarak sudan elde edilen enerjinin artması, bu alanda biriken malzemenin alandan uzaklaştırılması gerekir. Regülatörlerin su alma yapısında biriken malzemenin hacmi bu şekilde azaltılmalıdır. Bu çıkarılan malzemeler içerisinde sürüklenen organik malzeme olduğundan tarımda kullanılabilir. Ancak öncesinde kimyasal bir deneye tabi tutularak verimliliğine bakılarak tarımda gübre olarak kullanılabilir. Ayrıca kolaylıkla elde edilebilen malzeme yollarda stabilize malzeme olarak veya beton üretiminde yapı malzemesi olarak kullanılabilir. Yıkanmış malzeme olması nedeni ile beton kalitesinin yükseltilmesinde önemli rol oynayacağı düşünülmektedir.

Regülatörlerdeki su hacminin daha verimli kullanılması sağlanmalıdır. Ayrıca sedimentin içerisinde bulunan askıda kalan malzemeler türbin çarklarına ulaştığında aşınma ve yıpranmadan kaynaklanan enerji kaybı söz konusu olabilir. Daha kapsamlı bir çalışma için regülatörden yalnızca 7 noktadan değil regülatörün su alma yapısından alan temsil edecek şekilde numune alınması gerekebilir. Yapılan çalışmada iş makinesi kullanılarak biriken malzeme yardımıyla alınmıştır. Bu çalışmanın devamında regülatörlerin su alma yapısını temsil edebilecek noktalardan ve uygun derinlikteki noktalardan toplam malzeme alımı yapılarak çalışmanın etki alanı genişletilebilir.

Ek olarak numune alımı sonrası elek analizi sırasında sadece değişik çaplarda 13 adet elek boyutu kullanılmıştır. Yeni çalışmalar yapılırken daha fazla sayıda farklı elek çapları kullanılarak biriken malzemeler daha detaylı incelenebilir.

KAYNAKÇA

- Atalay, Ö. Yılmaz Ulu, E. (2018) Hydropower Capacity of Turkey and Actual Investments, *International Conference on Technology, Engineering and Science (IConTES)*, 162-164,.
- Dingil, M. Örnek, M.ve Türedi (2019), Y. *Laboratuvar deneyleri için yazılım önerisi: kıvam limitleri ve elek analizi örnekleri*.
- Emeç, Ş. Adar, T. Akkaya, G.D Elice, E. (2019) K.Efficiency Assessment of Hydroelectric Power Plant in Turkey by Data Envelopment Analysis (DEA), *European Jurnal of Science and Technology*, 34-45,. (DOI:1031590 /ejosat.594716)
- Güner, M. S. (1999). *Malzeme bilimi - yapı malzemesi ve beton teknolojisi*. Aktif Yayınevi, İstanbul, 419-420.
- Okman, C. (1998). *Zemin mekaniği*. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ankara.
- Özal, E. Şiş bot, S. Özpinar, A. ve Olgun, B. (2012). *Elektrik Enerjisi Teknolojileri ve Enerji Verimliliği*. İstanbul: Türkiye Elektrik Sanayi Birliği (TESAB) Ticari İşletmesi.
- Parchure, T. M., & Teeter, A. M. (2003). *Potential Methods for Reducing Shoaling in Harborsand Navigation Channels. Coastaland Hydraulics Engineering Technical Note ERDC. CHL CHETN-XIV-6*, Vicksburg, MS: US Army Engineer Researchand Development Center, Coastaland Hydraulics Laboratory.
- Süme, V. Yüksek, Ö. ve Şişik, E. (2019). Balıkçı Barınaklarında Biriken ve Sığlaşmaya Neden Olan Sedimentin Granülometrik Analizi. *Türk Hidrolik Dergisi*,3(2),7-13.Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/turhiddr/issue/51144/640788>
- Süme, V. ve Fırat, S. S. (2020). Hidroelektrik Santraller ve Rize İlinde Bulunan Hidroelektrik Santrallerin Şehir ve Doğu Karadeniz Havzası İçin Önemi. *Türk Hidrolik Dergisi*, 4(2), 8-23. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/turhiddr/issue/58788/816893>
- Terzi, Ü.K. ve Alkan, M. (2006). “Dalga Enerjisi Sistemleri, Ekonomisi, Çevresel Etkileri ve Ülkemiz için Ekonomik Açıdan Değerlendirilmesi”. *10. Enerji Kongresi. Dünya’da ve Türkiye’de Enerji-Uygulamalar ve Sorunlar Cilt II*. İstanbul: Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi.
- TMMOB (2015), İnşaat Mühendisleri Odası Antalya Şubesi.4. *Su Yapıları Sempozyumu*, Retma Matbaa, Antalya,.
- Tunç, T. (2017) *Artvin, Rize ve Trabzon İllerindeki Bazı Hidroelektrik Santrallerin*

Orman Alanları Üzerindeki Etkileri, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon,.

Unsur, C. (2021). Kale HES'in Enerji Üretimine Katkısı Güneysu/Rize. *Türk Hidrolik Dergisi*, 5(1), 18-24.

Üçüncü, M. M (2019). *Enerji Kaynaklarımız Işığında Hidroelektrik Santrallerin Türkiye Ekonomisindeki Yeri ve Trabzon Örneği*, Avrasya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Bilimleri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Trabzon,.

Yeşilırmak Havzası Master Plan Nihai Raporu/[Rev.1]/Ekim 2016/ASB/bus

Yılmaz A. Saltan, M. ve Akıllı, A. (2012). Göller yöresinde işletilen kireçtaşı agregalarının yol inşaatı malzemesi olarak kullanılabilirliğinin araştırılması. *Pamukkale University, Jurnal of Engineering Sciences*, 18(3).

Yılmaz, F. K. ve Özer, Y. (2013). Rize and Ardahan Cases in Respect of Thornthwaite Climate Classification/ Thornthwaite İklim Tasnifine Göre Rize ve Ardahan Örnekleri. In *3rd International Geography Symposium–GEOMED*, İstanbul.