



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

**RİZE'DE BULUNAN HİDROELEKTRİK SANTRALLERİNİN
(HES) SU ALMA YAPILARINDA BİRİKEN MALZEMENİN
GRANÜLOMETRİK ANALİZİ**

(Yüksek Lisans Tezi)

Elshad ALİYEV

**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, Elshad ALİYEV tarafından hazırlanan *Rize’de Bulunan Hidroelektrik Santrallerinin (HES) Su Alma Yapılarında 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	: Prof. Dr. Ömer YÜKSEK	
Üye	: Prof. Dr. Murat YAYLACI	
Üye	: Doç. Dr. Veli SÜME	

ETİK BEYAN

İnşaat mühendisliği programından mezun olmak üzere teslim ettiğim “Rize’de Bulunan Hidroelektrik Santrallerinin (HES) Su Alma Yapılarında 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

Elshad ALİYEV

ÖN SÖZ

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsüne Yüksek Lisans Tezi olarak sunulan bu çalışmada, Rize’de bulunan Hidroelektrik Santrallerinin su alma yapılarında biriken malzemelerin granülometrik analizi adlı çalışma araştırılmış ve açıklanmıştır.

Bu çalışmada, Adacami, Alicik, Kale, Melikom, İkizdere, Cevizlik, Yokuşlu Kalkandere, Uzundere I, Uzundere II, Ambarlık HES’leri ve su alma yapılarına gidilmiş ve bu HES’lerin su alma yapılarından malzeme alımı yapılmış ve alınmış malzemelerin laboratuvarında granülometrik analizleri yapılmıştır.

Türkiye Cumhuriyeti Devleti’nin sağladığı imkanlar çerçevesinde, Azerbaycan’dandın Türkiye’ye gelerek, yüksek lisansımı bu güzel ülkede yapma fırsatı buldum. Bana bu imkanı veren Türkiye Cumhuriyeti Devleti’ne ve bana her adımda yardımcı olan Türk insanına sonsuz şükranlarımı sunmak istiyorum.

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, babama ve değerli arkadaşlarım Tarlan ZARBALİYEV başta olmakla arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

Elshad ALİYEV

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	X
GİRİŞ	1
1. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	4
1.1. Çalışma Alanı	4
1.2. Çalışma Alanının Tanıtımı.....	4
1.3. Numunelerin Alınması.....	6
1.4. Laboratuvar Çalışmaları	12
1.4.1. Numunelerin Etüvde Kurutulması.....	12
1.4.2. Numunelerin tartılması.....	16
1.4.3. Elek Analizi	17
1.4.4. Granülometri Eğrilerinin Oluşturulması ve Karakteristik Dane Çaplarının (d 50, d 65, d 90) Belirlenmesi.....	18
2. TARTIŞMA VE SONUÇLAR	83
3. ÖNERİLER.....	85
KAYNAKÇA.....	86

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Ana Bilim Dalı : İnşaat Mühendisliği

Tez Türü : Yüksek Lisans Tezi

Danışman : Doç. Dr. Veli SÜME

Hazırlayan : Elshad ALİYEV

Yıl : 2023

Sayfa Sayısı : 87

ÖZET

RİZE’DE BULUNAN HİDROELEKTRİK SANTRALLARININ (HES) SUALMA YAPILARINDA BİRİKEN MALZEMENİN GRANÜLOMETRİK ANALİZİ

Enerji günümüzde yaşam için en önemli ihtiyaçlardan biridir ve yıllar geçtikçe üretimi ile ilgili teknikler ve teknolojiler gelişmektedir. Bu enerji üretim yöntemlerinden birisi de yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde değerlendirilen Hidroelektrik Santralleri (HES) yapılarıdır. Aynı zamanda HES’ler suların sahip oldukları potansiyel enerjiyi, kinetik enerjiye ve oradan da mekanik enerjiye dönüştürerek elektrik enerjisi üreten yapılarıdır. HES yapıları ekonomik açıdan çok kullanışlı oldukları ve çevreye zarar vermeden üretim yaptıkları için, sadece Türkiye de değil bütün dünyada yaygın olarak kullanılmakta ve tercih edilmektedir. Üretim kapasitesi çok elverişli olan bu yapılar yağış oranı yüksek olan bölgeler de daha fazla inşa edilmekte olup buna bağlı olarak da su alma yapıları farklılık arz etmektedir. Rize topografik yapısı dik ve Türkiye’nin en fazla yağış alan bölgesi olup, su kaynakları açısından zengin bir ildir. Bölgede, yıllık yağış verilerinin ve ortalama akarsu eğimlerinin yüksek olması, akabinde düşü yüksekliğinin artması HES’ler üretim kapasitesini artırmakta ve bölgeyi enerji üretiminde öne çıkartmaktadır. Bu çalışmada Rize’deki HES’lerin su alma yapılarında biriken malzemelerden Kış ve yaz sezonlarında kum çakıl (sediment) numuneleri alınarak granülometrik analizleri yapılacaktır. Araştırma yapmak ve veri ortaya koymak hem zaman alan hemde maliyet gerektiren bir çalışmadır. Bu projede, mevcut HES’lerin arazide su alma yapılarında biriken malzemeler alınmak suretiyle laboratuvar ortamında elek analizleri yapılarak, ayrı ayrı granülometrik analizleri belirlenecek ve belirgin dane çapları (d_{50} , d_{65} , d_{90} 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 : Elshad ALİYEV

Year : 2023

Pages : 87

ABSTRACT

GRANULOMETRIC ANALYSIS OF THE ACCUMULATED MATERIAL IN THE UNDERWATER STRUCTURES OF HYDROELECTRIC POWER PLANTS (HEPP) LOCATED IN RIZE

Energy is one of the most important needs for life today and over the years, techniques and technologies related to its production are developing. One of these energy production methods is Hydroelectric Power Plants (HEPP) structures, which are considered among renewable energy sources. At the same time, HEPPs are structures that generate electrical energy by converting the potential energy of water into kinetic energy and then into mechanical energy. HEPP structures are widely used and preferred not only in Turkey but all over the world, as they are very useful economically and produce without harming the environment. These structures, which have a very suitable production capacity, are built more in regions with high precipitation rates, and accordingly, their water intake structures differ. Rize has a steep topographic structure and is the region that receives the most precipitation in Turkey and is a province rich in water resources. High annual precipitation data and average river slopes in the region, followed by an increase in head height, increase the production capacity of HEPPs and highlight the region in energy production. In this study, sand, and gravel (sediment) samples will be taken from the materials accumulated in the water intake structures of the HEPPs in Rize in winter and summer seasons, and granulometric analyzes will be made. Doing research and producing data is both time-consuming and costly. In this project, the materials accumulated in the field water intake structures of the existing HEPPs will be taken and sieve analyzes will be carried out in the laboratory environment, separate granulometric analyzes will be determined and the specific grain diameters (d_{50} , d_{65} , d_{90} , etc.) will be investigated and revealed.

Keywords: HEPP, Granulometric analysis, Sieve analysis, Characteristic grain diameter, Water absorption structure

KISALTMALAR

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

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. Adacami HES Dumankaya regülatörü (Kış-Ocak)	19
Tablo 2. Adacami HES Dumankaya regülatörü (Yaz-Haziran)	20
Tablo 3. Adacami HES Güneysu 1 regülatörü (Kış-Ocak)	21
Tablo 4. Adacami HES Güneysu 1 regülatörü (Yaz-Haziran)	22
Tablo 5. Adacami HES Güneysu 2 regülatörü (Kış-Ocak)	23
Tablo 6. Adacami HES Güneysu 2 regülatörü (Yaz-Haziran)	24
Tablo 7. Adacami HES Üzümlü regülatörü (Kış-Ocak).....	25
Tablo 8. Adacami HES Üzümlü regülatörü (Yaz-Haziran).....	26
Tablo 9. Adacami HES bütün regülatörlerinin karışık sonuçları (Kış-Ocak).....	27
Tablo 10. Adacami HES bütün regülatörlerinin karışık sonuçları (Yaz-Haziran).....	28
Tablo 11. Alicik HES birinci regülatörü (Kış-Ocak).....	30
Tablo 12. Alicik HES birinci regülatörü (Yaz-Haziran).....	31
Tablo 13. Alicik HES ikinci regülatörü (Kış-Ocak)	32
Tablo 14. Alicik HES ikinci regülatörü (Yaz-Haziran).....	33
Tablo 15. Alicik HES bütün regülatörlerinin karışık sonuçları (Kış-Ocak)	34
Tablo 16. Alicik HES bütün regülatörlerinin karışık sonuçları (Yaz-Haziran).....	35
Tablo 17. Ayvasıl HES regülatörü (Kış-Ocak).....	37
Tablo 18. Ayvasıl HES regülatörü (Yaz-Haziran).....	38
Tablo 19. Melikom HES regülatörü (Kış-Ocak)	40
Tablo 20. Melikom HES regülatörü (Yaz-Haziran)	41
Tablo 21. Cevizlik HES regülatörü (Kış-Ocak).....	43
Tablo 22. Cevizlik HES regülatörünü (Yaz-Haziran)	44
Tablo 23. Kale HES birinci regülatörünü (Kış-Ocak)	46
Tablo 24. Kale HES birinci regülatörü (Yaz-Haziran).....	47
Tablo 25. Kale HES ikinci regülatörünü (Kış-Ocak)	48
Tablo 26. Kale HES ikinci regülatörü (Yaz-Haziran)	49
Tablo 27. Kale HES bütün regülatörlerinin karışık sonuçları (Kış-Ocak)	50
Tablo 28. Kale HES bütün regülatörlerinin karışık sonuçları (Yaz-Haziran)	51
Tablo 29. Ambarlık HES birinci regülatörü (Kış-Ocak)	53
Tablo 30. Ambarlık HES birinci regülatörü (Yaz-Haziran)	54
Tablo 31. Ambarlık HES ikinci regülatörü (Kış-Ocak).....	55

Tablo 32. Ambarlık HES ikinci regülatörü (Yaz-Haziran).....	56
Tablo 33. Ambarlık HES bütün regülatörlerinin karışık sonuçları (Kış-Ocak).....	57
Tablo 34. Ambarlık HES bütün regülatörlerinin sonuçları (Yaz-Haziran)	58
Tablo 35. İkizdere HES Cimil regülatörü (Kış-Ocak).....	60
Tablo 36. İkizdere HES Cimil regülatörü (Yaz-Haziran).....	61
Tablo 37. İkizdere HES Çamlık regülatörü (Kış-Ocak)	62
Tablo 38. İkizdere HES Çamlık regülatörü (Yaz-Haziran)	63
Tablo 39. İkizdere HES bütün regülatörlerinin karışık sonuçları (Kış-Ocak).....	64
Tablo 40. İkizdere HES bütün regülatörlerinin karışık sonuçları (Yaz-Haziran).....	65
Tablo 41. Uzundere-I HES birinci regülatörü (Kış-Ocak)	67
Tablo 42. Uzundere-I HES birinci regülatörü (Yaz-Haziran)	68
Tablo 43. Uzundere-I HES ikinci regülatörü (Kış-Ocak).....	69
Tablo 44. Uzundere-I HES ikinci regülatörü (Yaz-Haziran).....	70
Tablo 45. Uzundere-I HES üçüncü regülatörü (Kış-Ocak)	71
Tablo 46. Uzundere-I HES dördüncü regülatörü (Kış-Ocak).....	72
Tablo 47. Uzundere-I HES dördüncü regülatörü (Yaz-Haziran).....	73
Tablo 48. Uzundere-I HES bütün regülatörlerinin karışık sonuçları (Kış-Ocak).....	74
Tablo 49. Uzundere-I HES bütün regülatörlerinin karışık sonuçları (Yaz-Haziran). 75	
Tablo 50. Uzundere-II HES regülatörü (Kış-Ocak).....	77
Tablo 51. Uzundere-II HES regülatörü (Yaz-Haziran)	78
Tablo 52. Yokuşlu Kalkandere HES regülatörü (Kış-Ocak)	80
Tablo 53. Yokuşlu Kalkandere HES regülatörü (Yaz-Haziran).....	81

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Çalışma alanı uydu görüntüsü	5
Şekil 2. Hidroelektrik santralleri uydu görüntüsü.....	5
Şekil 3. Adacami HES numune alımı	8
Şekil 4. Alicik, Ayvasıl, Cevizlik ve Melikom HES numune alımı	9
Şekil 5. Ambarlık, İkizdere kale HES numune alımı	10
Şekil 6. Uzundere I, Uzundere II ve Yokuşlu Kalkandere HES numune alımı.....	11
Şekil 7. Etüv cihazı	12
Şekil 8. Adacami ve Alicik HES 'lerinin kuru numuneleri	13
Şekil 9. Ayvasıl, Melikom, Cevizlik, Yokuşlu Kalkandere, Uzundere-II HES 'lerinin kuru numuneleri.....	14
Şekil 10. Ambarlık, İkizdere, Kale HES'lerinin kuru numuneleri	15
Şekil 11. Uzundere-I HES 'in kuru numuneleri	16
Şekil 12. Numunelerin hassas terazide tartılması	16
Şekil 13. Sarsma tablası	17
Şekil 14. Adacami HES Dumankaya regülatörü granülometrik eğrisi (Kış-Ocak)... 19	
Şekil 15. Adacami HES Dumankaya regülatörü granülometrik eğrisi (Yaz-Haziran)	20
Şekil 16. Adacami HES Güneysu 1 regülatörü granülometrik eğrisi (Kış-Ocak)	21
Şekil 17. Adacami HES Güneysu 1 regülatörü granülometrik eğrisi (Yaz-Haziran)	22
Şekil 18. Adacami HES Güneysu 2 regülatörünün granülometrik eğrisi (Kış-Ocak)	23
Şekil 19. Adacami HES Güneysu 2 regülatörünün granülometrik eğrisi (Yaz-Haziran)	24
Şekil 20. Adacami HES üzümlü regülatörü granülometrik eğrisi (Kış-Ocak)	25
Şekil 21. Adacami HES üzümlü regülatörü granülometrik eğrisi (Yaz-Haziran)	26
Şekil 22. Adacami HES bütün regülatörlerinin karışık analizi sonucunun granülometrik eğrisi (Kış-Ocak).....	27
Şekil 23. Adacami HES bütün regülatörlerinin karışık analizi sonucunun granülometrik eğrisi (Yaz-Haziran).....	28
Şekil 24. Adacami HES bütün regülatörlerinin karışık analizi sonucunun granülometrik eğrilerinin iki mevsimde karşılaştırılması (Kış-Ocak/Yaz-Haziran)	29

Şekil 25. Alicik HES birinci regülatörünün granülometrik eğrisi (Kış-Ocak)	30
Şekil 26. Alicik HES birinci regülatörünün granülometrik eğrisi (Yaz-Haziran)	31
Şekil 27. Alicik HES ikinci regülatörünün granülometrik eğrisi (Kış-Ocak).....	32
Şekil 28. Alicik HES ikinci regülatörünün granülometrik eğrisi (Yaz-Haziran)	33
Şekil 29. Alicik HES bütün regülatörlerinin karışık analizi sonucunun granülometrik eğrisi (Kış-Ocak)	34
Şekil 30. Alicik HES bütün regülatörlerinin karışık analizi sonucunun granülometrik eğrisi (Yaz-Haziran)	35
Şekil 31. Alicik HES bütün regülatörlerinin karışık analizi sonucunun granülometrik eğrilerinin iki mevsimde karşılaştırılması (Kış-Ocak/Yaz-Haziran).....	36
Şekil 32. Ayvasıl HES regülatörünün granülometrik eğrisi (Kış-Ocak)	37
Şekil 33. Ayvasıl HES regülatörünün granülometrik eğrisi (Yaz-Haziran)	38
Şekil 34. Ayvasıl HES regülatörünün Kış-Ocak/Yaz-Haziran mevsimlerinde oluşturulan granülometrik eğrilerinin karşılaştırılması	39
Şekil 35. Melikom HES regülatörünün granülometrik eğrisi (Kış-Ocak)	40
Şekil 36. Melikom HES regülatörünün granülometrik eğrisi (Yaz-Haziran)	41
Şekil 37. Melikom HES regülatörünün Kış-Ocak/Yaz-Haziran mevsimlerinde oluşturulan granülometrik eğrilerinin karşılaştırılması	42
Şekil 38. Cevizlik HES regülatörünün granülometrik eğrisi (Kış-Ocak)	43
Şekil 39. Cevizlik HES regülatörünün granülometrik eğrisi (Yaz-Haziran)	44
Şekil 40. Cevizlik HES regülatörünün Kış-Ocak/Yaz-Haziran mevsimlerinde oluşturulan granülometrik eğrilerinin karşılaştırılması	45
Şekil 41. Kale HES birinci regülatörünün granülometrik eğrisi (Kış-Ocak).....	46
Şekil 42. Kale HES birinci regülatörünün granülometrik eğrisi (Yaz-Haziran).....	47
Şekil 43. Kale HES ikinci regülatörünün granülometrik eğrisi (Kış-Ocak)	48
Şekil 44. Kale HES ikinci regülatörünün granülometrik eğrisi (Yaz-Haziran)	49
Şekil 45. Kale HES bütün regülatörlerinin karışık sonucunun granülometrik eğrisi (Kış-Ocak)	50
Şekil 46. Kale HES bütün regülatörlerinin karışık sonucunun granülometrik eğrisi (Yaz-Haziran)	51
Şekil 47. Kale HES bütün regülatörlerinin karışık analizi sonucunun granülometrik eğrilerinin iki mevsimde karşılaştırılması (Kış-Ocak/Yaz-Haziran).....	52

Şekil 48. Ambarlık HES birinci regülatörünün granülometrik eğrisi (Kış-Ocak).....	53
Şekil 49. Ambarlık HES birinci regülatörünün granülometrik eğrisi (Yaz-Haziran)	54
Şekil 50. Ambarlık HES ikinci regülatörünün granülometrik eğrisi (Kış-Ocak)	55
Şekil 51. Ambarlık HES ikinci regülatörünün granülometrik eğrisi (Yaz-Haziran) .	56
Şekil 52. Ambarlık HES bütün regülatörlerinin karışık sonucunun granülometrik eğrisi (Kış-Ocak)	57
Şekil 53. Ambarlık HES bütün regülatörlerinin karışık sonucunun granülometrik eğrisi (Yaz-Haziran)	58
Şekil 54. Ambarlık HES bütün regülatörlerinin karışık analizi sonucunun granülometrik eğrilerinin iki mevsimde karşılaştırılması (Kış-Ocak/Yaz- Haziran)	59
Şekil 55. İkizdere HES Cimil regülatörü granülometrik eğrisi (Kış-Ocak)	60
Şekil 56. İkizdere HES Cimil regülatörü granülometrik eğrisi (Yaz-Haziran)	61
Şekil 57. İkizdere HES çamlık regülatörü granülometrik eğrisi (Kış-Ocak).....	62
Şekil 58. İkizdere HES çamlık regülatörü granülometrik eğrisi (Yaz-Haziran).....	63
Şekil 59. İkizdere HES bütün regülatörlerinin karışık sonucunun granülometrik eğrisi (Kış-Ocak)	64
Şekil 60. İkizdere HES bütün regülatörlerinin karışık sonucunun granülometrik eğrisi (Yaz-Haziran)	65
Şekil 61. İkizdere HES bütün regülatörlerinin karışık analizi sonucunun granülometrik eğrilerinin iki mevsimde karşılaştırılması (Kış-Ocak/Yaz-Haziran).....	66
Şekil 62. Uzundere-I HES birinci regülatörü granülometrik eğrisi (Kış-Ocak)	67
Şekil 63. Uzundere-I HES birinci regülatörü granülometrik eğrisi (Yaz-Haziran)...	68
Şekil 64. Uzundere-I HES ikinci regülatörü granülometrik eğrisi (Kış-Ocak)	69
Şekil 65. Uzundere-I HES ikinci regülatörü granülometrik eğrisi (Yaz-Haziran)	70
Şekil 66. Uzundere-I HES üçüncü regülatörü granülometrik eğrisi (Kış-Ocak).....	71
Şekil 67. Uzundere-I HES dördüncü regülatörü granülometrik eğrisi (Kış-Ocak) ...	72
Şekil 68. Uzundere-I HES dördüncü regülatörü granülometrik eğrisi (Yaz-Haziran)	73
Şekil 69. Uzundere-I HES bütün regülatörlerinin karışık sonucunun granülometrik eğrisi (Kış-Ocak)	74
Şekil 70. Uzundere HES bütün regülatörlerinin karışık sonucunun granülometrik eğrisi	

(Yaz-Haziran)	75
Şekil 71. Uzunere-I HES bütün regülatörlerinin karışık analizi sonucunun granülometrik eğrilerinin iki mevsimde karşılaştırılması (Kış-Ocak/Yaz-Haziran)	76
Şekil 72. Uzunere-II HES regülatörü granülometrik eğrisi (Kış-Ocak)	77
Şekil 73. Uzunere-II HES regülatörü granülometrik eğrisi (Yaz-Haziran)	78
Şekil 74. Uzunere-II HES regülatörünün Kış-Ocak/Yaz-Haziran mevsimlerinde oluşturulan granülometrik eğrilerinin karşılaştırılması	79
Şekil 75. Yokuşlu Kalkandere HES regülatörü granülometrik eğrisi (Kış-Ocak).....	80
Şekil 76. Yokuşlu Kalkandere HES regülatörü granülometrik eğrisi (Yaz-Haziran)	81
Şekil 77. Yokuşlu Kalkandere HES regülatörünün Kış-Ocak/Yaz-Haziran mevsimlerinde oluşturulan granülometrik eğrilerinin karşılaştırılması.....	82

GİRİŞ

İnsanoğlu tarafından planlanan ileriye dönük çalışmaların başında enerji gelmektedir. Çok eski çağlardan günümüze kadar insanlar enerji elde edebilmek için birbirinden farklı yöntemler kullanmışlardır. Bu yöntemler sayesinde birden çok icat yapılmıştır. İcatlar sonucunda enerji eskisinden çok daha kolay elde edilebilir hale gelmiştir. Gelişim o kadar fark edilebilirdir ki günümüzde birçok hammaddeden enerji üretilmektedir. Enerjiye duyulan ihtiyaç her geçen gün daha da artmaktadır.

Diğer gelişmiş ülkelerde olduğu gibi enerji üretimi ve tüketimi Türkiye’de de gün geçtikçe artmaktadır. Hidroelektrik santrallerden üretilen enerjinin diğer enerji üretimlerine göre çevreye verdiği zarar daha azdır. Buna örnek olarak Hidroelektrik enerji santrallerinde enerji üretiminde havaya herhangi bir zararlı gaz karışmamaktadır. Türkiye’de hidroelektrik enerji kullanımı ülkenin fiziki şartları dolayısıyla daha avantajlı hale gelmektedir. Hidroelektrik enerji üretiminde çevreye herhangi bir zararlı gaz salınımı ve yerli üretim olduğu için hidroelektrik enerjiye temiz enerji denilmektedir.

Hidroelektrik santrallerinden üretilen enerji yerli üretim olduğu için ekonomik olarak elverişlidir. Hidroelektrik santralleri sayesinde üretilen enerji dışa bağımlılığı da azaltmaktadır. Diğer üretim kaynaklarıyla karşılaştırıldığında maliyetteki kazanç fark edilebilir seviyededir Özellikle de Karadeniz bölgesinde hidroelektrik santrallerinin sayının fazla olması tesadüfi değildir. Bölgenin coğrafi konumu hidroelektrik enerji üretimi için çok elverişlidir. Konumun avantaj sağlamasının nedeni yağış rejimi ve su potansiyelidir. Bu yüzden Doğu Karadeniz bölgesi hidroelektrik enerji üretimi ile Türkiye genelinde enerji üretiminin önemli kısmını karşılamaktadır ve enerji sektöründe dışa bağımlılığı azaltmaktadır. Türkiye’de birçok bölge de Hidroelektrik Santral yapımı hız kazanmıştır. Özellikle Karadeniz bölgesinin Doğu Karadeniz bölümünde Hidroelektrik santrali (HES) yapımına ağırlık verilmiştir. Bu HES’lerin su alma yapılarında ve kanallarında kum ve çakıl malzemeleri birikmektedir. HES su alma yapılarında biriken bu malzeme zaman içerisinde su alma yapılarından temizlenerek uzaklaştırılmaktadır. Bu çalışma su alma yapılarında biriken kum ve çakıl malzemesinin dane çaplarının granülometrik analizinin yapımı amaçlanmaktadır.

Literatür Özeti

HES kısaltması olarak yazılan enerji üretim tesisleri suya ait potansiyel enerjiyi mekanik enerjiye çeviren sora jeneratörleri sayesinde bu mekanik enerjiyi de elektrik enerjisine çeviren yapılardır (Üçüncü, 2019). Dünya da HES'ler ile elektrik üretimi yapılan ülkelerin sayısı 60'ın üzerindedir (Kavcioglu, 2019). Elde edilen bazı bilgilere bakıldığında zaman Çin hidroelektrik üretiminde 694 TWh güç ile ilk sıradadır, Brezilya 403 TWh güç ile ikinci sırada ve Kanada ise 376 TWh güç ile üçüncü sıradadır (Tunç, 2017). Türkiye HES ile elektrik üretiminde 44. Sıradadır. Türkiye'de üretilen bütün enerjinin aşağı yukarı beşte birinden daha fazlası hidroelektrik kaynaklarla elde edilen enerjidir (Emeç, Adar, Akkaya ve Delice, 2019). Türkiye'nin 2023 yılında 450 milyar kWh civarında elektrik tüketimi olacağı tahmin ediliyor (Atalay ve Ulu, 2018).

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

HES'lerde biriken malzemelerin hangi problemleri doğura bileceğine benzer bir çalışmada Parchure ve Teeter, tarafından yapılmıştır (2003). Çalışmalarında navigasyon kanallarını incelemişler ve orada biriken sedimentin birikimine ve doğan bu sedimentin doğura bileceği problemleri araştırmışlardır (Parchure ve Teeter, 2003).

Mojabi vd., (2013), limanlarla alakalı bir çalışmada Liman girişi ve içinde biriken sedimentleri taraklama yolu ile alınmasının çok maliyetli bir iş olduğunu belirlemişlerdir (Mojabi, Hejazi ve Karimi, 2013).

Altan Yılmaz vd., (2011) tarafından yapılmış bir çalışmada, yol inşaatı malzemesi olarak göllerin etrafından temin edilen bazı agregaların kullanılabilirliği araştırılmıştır. Üç ayrı ocaktan malzeme alımı yaparak laboratuvarında elek analizi (granülometrik analiz) yapılmıştır (Yılmaz, Saltan ve Akıllı, 2012).

Mehmet Selçuk Güner ve Veli Süme yaptıkları bilimsel çalışma sonucunda çıkardıkları granülometrik eğriye bakarak hangi dane çapında en az boşluklu beton elde edebileceklerini tespit etmişlerdir (Güner, 1999).

Süme vd., bir başka projede Balıkçı barınaklarında biriken sedimentlerin granülometrik analizlerini yapmışlardır (2019). Aynı ayrı 7 balıkçı barınağından sediment örnekleri alıp her bir barınaktan topladıkları bu sedimentlerin laboratuvarında granülometrik analizlerini yapmışlardır (Süme, Yüksek ve Şişik, 2019).

Bu tez çalışmasında Doğu Karadeniz bölgesinin Rize ilinde bulunan 11 tane (HES) hidroelektrik santraline (Adacami, Alicik, Ayvasıl, Kale, Melikom, Uzundere-I, Uzundere-II, Ambarlık, Cevizlik, Yokuşlu Kalkandere, İkizdere) ayrı ayrı kış (Ocak) ve yaz (Haziran) mevsimlerinde gidilmiştir. Su alma yapılarında biriken 7 ayrı noktadan malzeme örnekleri alınarak laboratuvarında yapılan elek analizleri sonucuna göre granülometrik analizlerini belirleyerek belirgin dane çapları (d_{50} , d_{65} , d_{90} vb. gibi) ortaya koyulmuştur. Sonra bu malzemelerin granülometrik eğrileri elde edilmiştir.

Hidroelektrik Santralleri Hakkında Genel Bilgiler

Sudaki potansiyel enerjiyi, kinetik enerjiye dönüştürerek enerji elde edilmesine hidroelektrik denir. Böylelikle hidroelektrik santralleri (HES) suda olan potansiyel enerjiden elektrik üretmek için kullanılan yapılardır (Yaman ve Haşıl, 2018). Hidroelektrik santralleri sudan aldığı enerjiyi suyun akış gücünden almaktadır. Yani enerjiyi suyun akış gücü sayesinde hidroelektrik santrallerinin tribünlerini döndürerek enerji üretimini sağlamaktadır (Karacan, 2007). Başka enerji üretim sistemleri, hidroelektrik santrallerden alınan enerji ile kıyaslandığında hidroelektrik santrallerinden alınan enerjinin işletme maliyetinin düşük olduğu, verimliliğinin yüksek olduğu ve işletme ömrünün uzun olduğu görülmektedir (Gökdemir, Kömürcü ve Evcimen, 2012). Bu sebepten Türkiye’de ve diğer gelişmiş ülkelerde Hidroelektrik santrallerinin (HES) sıkça kullanılmaktadır. Toplam 150 ülkede hidroelektrik enerji, 11 bin santral ve 27 bin jeneratör ve türbin ile üretilmektedir (Şekkeli ve Keçecioğlu, 2011).

Amaç Gerekçe

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

İki mevsimde (Kış-Ocak, Yaz-Haziran) dane boyutu farklılıklarını gözlemlemek.

1. YAPILAN ÇALIŞMALAR

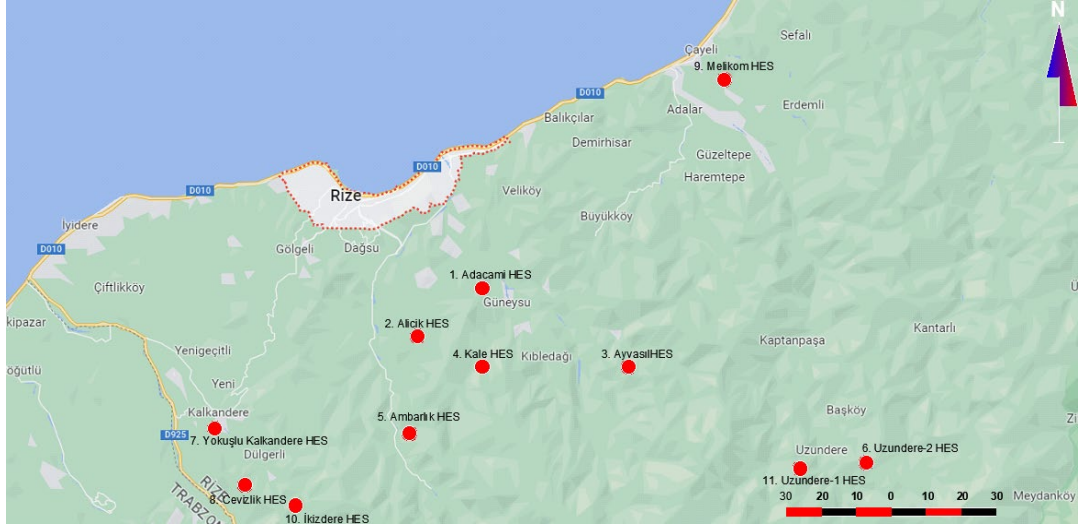
1.1. Çalışma Alanı

Rize'nin de içerisinde bulunduğu Doğu Karadeniz bölgesi Türkiye'de özel bir iklime sahiptir. Rize'nin iklimi yaz aylarında rutubetli ve serin kış aylarında adeta ılıman ancak her mevsim yağışlıdır (Dağ, 2007). Rize Karadeniz bölgesinin hatta Türkiye'nin en çok yağış alan bölgesidir. Rize'de 58 yıllık 1951-2008 ortalama yağış değerine bakıldığında m^2 ye 2239 mm olarak kaydedilmiştir. Türkiye genelinde ise ortalama yağış değeri m^2 ye 600 mm yağış düşmektedir (Baltacı, 2010).

Genel olarak Karadeniz Bölgesi'nin iklimi yağışlı ve nemli bir karaktere sahiptir. Ancak Rize yağış yoğunluğu bakımından bölgenin diğer illerini geride bırakmaktadır. Trabzon Rize'den 80 km mesafede bulunmasına rağmen Rize'deki yağış miktarı Trabzon'dan 2,5 kat daha fazladır (Polat ve Sunkar, 2017). Ülkenin en çok yağış alan bölgesi olan Doğu Karadeniz bölgesinin en çok yağış alan ili olan Rize'nin dört mevsim de yağışlı olması, dağ kesimlerinin yüksek kısımlarında soğuk geçmesi, kıyı bölgelerin ise daha ılıman olması bölgenin genel özelliklerini oluşturmaktadır. Rize'nin en soğuk ayı şubat ayı 6.2 °C sıcaklık ile, en sıcak ayı ise ağustos ayı 23.1 °C ortalama sıcaklık değerleri ölçülmüştür. Bölgenin yıllık ortalama sıcaklığı ise 14,1 °C dir (Yılmaz ve Özer, 2013).

1.2. Çalışma Alanının Tanıtımı

Çalışma alanı olarak Doğu Karadeniz bölgesinin Rize ili seçilmiştir. Rize'de toplam 15 tane HES mevcuttur (Unsur, 2021). Bu HES'lerin her birinin farklı sayıda regülatörleri bulunmaktadır. Regülatörler mevcut HES'lerin su alma yapılarını ilk aşamasını oluşturmaktadır. Bu tez çalışmasında mevcut 15 tane HES'in 11 (Adacami, Alicik, Ayvasıl, Cevizlik, Melikom, Yokuşlu Ambarlık, Melikom, İkizdere, Kale, Uzundere I, Uzundere II, Yokuşlu Kalkandere) tanesine ve bu HES'lerin her birinin regülatörlerine kış ve yaz mevsimi olmak üzere iki defa gidilmiş ve bu regülatörlerden sediment örnekleri (numune) alınmıştır. (Şekil 1), (Şekil 2).



Şekil 1. Çalışma alanı uydu görüntüsü



Şekil 2. Hidroelektrik santralleri uydu görüntüsü

Adacami HES ve Uzundere-1 HES'in her ikisinin toplamda 4 adet regülatörü bulunmaktadır. Adacami HES Güneysu İlçesinde Potamya ve Salarha dereleri üzerinde, Uzundere-I HES ise Çayeli ilçesinde İncesu deresi Senoz vadisi üzerinde bulunmaktadır.

Alicik, İkizdere, Kale ve Ambarlık HES'lerin ise her birinin 2 adet regülatörleri bulunmaktadır. Alicik HES Güneysu ilçesinde Taşlıdere ve Gürgen dereleri üzerinde bulunmaktadır. İkizdere HES İkizdere ilçesinde, İkizdere deresi üzerindedir. Kale HES Güneysu ilçesinde Gürgen ve Kanboz dereleri üzerinde, Ambarlık HES ise merkez ilçesinde Salarha ve Paşaçukuru dereleri üzerindedir.

Ayvasıl, Cevizlik, Melikom, Uzundere-II ve Yokuşlu Kalkandere HES'lerinin ise sadece bir regülatörü mevcuttur. Ayvasıl HES Güneysu ilçesinde Pilahoz deresi üzerinde yerleşiyor. Cevizlik HES İkizdere ilçesinde İkizdere deresi üzerindedir. Melikom HES Çayeli ilçesinde Madenli Beldesinde Senoz vadisi üzerinde yerleşmektedir. Uzundere-II HES Çayeli ilçesinde İncesu deresi Senoz vadisi üzerinde, Yokuşlu Kalkandere HES ise İkizdere ilçesinde İyidere deresi üzerinde bulunmaktadır.

1.3. Numunelerin Alınması

Numune alımı için seçilen 11 adet HES'in her birine kış ve yaz mevsimlerinde gidilmiştir. Gidilen santrallerin regülatörlerinden numune alımı yapılmadan önce ön hazırlık yapılmış ve sonrasında kazma, kürek ve numune kabı kullanılarak, 7 farklı noktadan her biri yaklaşık 1 kg olmak üzere, bir HES ten yaklaşık 7 kg numune alımı yapılmıştır. Bu noktaların seçimi, sediment birikiminin gözlemlendiği bölgeleri temsil etmektedir.

Alınan sediment örnekleri numune kaplarına koyulmuş, numune alınan regülatörün ismi, alınma tarihi ve saati kaydedilmiştir. Kaydedilen bu bilgiler, daha sonra numunelerin analiz sürecinde takip edilebilirlik ve doğru sonuçların elde edilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Numune alımı için seçilen regülatörün uydu görüntüsü, numunelerin alındığı noktaların işaretlenmiş ve adlandırılmış hallerinin yaz ve kış mevsimi olarak görüntüsü de aşağıda gösterilmiştir. Bu yöntem diğer mevsimde de numune alımı sırasında benzer noktadan alabilmek açısından kolaylık sağlamaktadır. (Şekil 3, Şekil 4, Şekil 5, Şekil 6).

Elde edilmiş sediment örnekleri laboratuvara taşınmıştır. Sonrasında etüv yaşı numunelerin koyulması için hazırlanmış, elek analizinde kullanılacak elek boyutları belirlenmiştir. Laboratuvar çalışmaları ardından granülometrik eğriler çizilmiştir.





Şekil 3. Adacami HES numune alımı



Şekil 4. Alicik, Ayvasıl, Cevizlik ve Melikom HES numune alımı



Şekil 5. Ambarlık, İkizdere kale HES numune alımı



Şekil 6. Uzundere I, Uzundere II ve Yokuşlu Kalkandere HES numune alımı

1.4. 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 yapılabilir.

Yaş numuneler hassas elektronik terazide tartılarak yaş değerleri kaydedildikten sonra kurutulmak için etüv cihazına koyulmuştur. Etüve koyulan malzemeler belirli derecelerde stabil 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 eleklerle 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.

1.4.1. Numunelerin Etüvde Kurutulması

Laboratuvara getirilen numuneler kurutulmak üzere etüve konulmuştur. Etüve konulan malzemeler $105^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta etüv cihazında stabil ağırlığa gelene kadar yaklaşık 24 saat bekletilmiştir (Şekil 7).



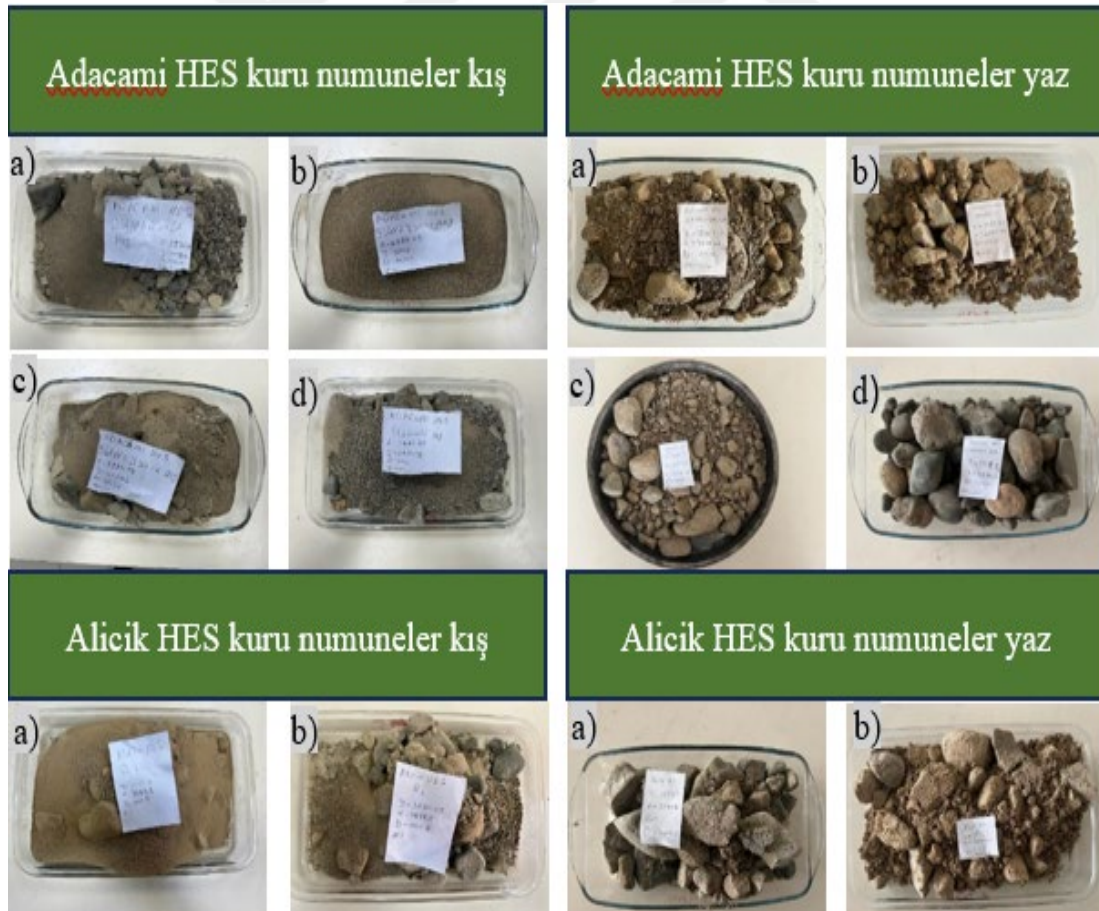
Şekil 7. Etüv cihazı

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.

Her bir regülatör için ait olduğu regülatörün ismi, numunenin alındığı noktanın belirgin bir şekilde gösterilmiştir.

Yaş kütle, numunenin alındığı noktada toplandığı andaki toplam kütle değerini ifade etmektedir. Kuru kütle ise numunenin, etüvde kurutulması ve su içeriğini kaybetmesi sonucunda elde edilen kuru madde miktarını temsil etmektedir.

Toplamda 4 adet regülatörü olan Adacami HES ve 2 adet regülatörü olan Alicik HES'inin kış ve yaz mevsimde gidilen regülatörlerinden alınan malzemelerin etüvden çıktıktan sonraki kuru numuneleri Şekil 8'de gösterilmiştir.



Şekil 8. Adacami ve Alicik HES'lerinin kuru numuneleri

Şekil 8’de ayrıca bu HES’lerin Kuru numunelerin şekiller üzerinde a, b, c, d işaretlemeleri yapılmıştır. Bu işaretlemeler Adacami HES için: a- Dumankaya regülatörü, b- Güneysu 1 regülatörü, c- Güneysu 2 regülatörü, d- Üzümlü regülatörü, Alicik HES için ise: a- birinci regülatör, b- ikinci regülatör.

Toplamda 1 adet regülatörü olan Ayvasıl, Cevizlik, Melikom, Yokuşlu Kalkandere ve Uzundere-II HES’lerinin kış ve yaz mevsimde gidilen regülatörlerinden alınan malzemelerin etüvden çıktıktan sonraki kuru numuneleri Şekil 9’da gösterilmiştir.



Şekil 9. Ayvasıl, Melikom, Cevizlik, Yokuşlu Kalkandere, Uzundere-II HES'lerinin kuru numuneleri

Şekil 9’de ayrıca bu HES’lerin Kuru numunelerin şekiller üzerinde a, b, işaretlemeleri yapılmıştır. Bu işaretlemeler: a- kış mevsiminde alınan kuru numune, b-

yaz mevsiminde alınan kuru numune

Toplamda 2 adet regülatörü olan Ambarlık, İkizdere, Kale, HES'lerinin kış ve yaz mevsiminde gidilen regülatörlerinden alınan malzemenin etüvden çıkan kuru numuneleri Şekil 10'da gösterilmiştir.



Şekil 10. Ambarlık, İkizdere, Kale HES'lerinin kuru numuneleri

Şekil 10'da ayrıca bu HES'lerin Kuru numunelerin şekiller üzerinde a, b, işaretlemeleri yapılmıştır. Bu işaretlemeler İkizdere HES için: a- Cimil regülatörü, b- çamlık regülatörü, Diğer HES'ler için ise: a- birinci regülatör, b- ikinci regülatör.

Toplamda 4 adet regülatörü olan Uzundere-I HES'inin kış ve yaz mevsiminde gidilen regülatörlerinden alınan malzemelerin etüvden çıktıktan sonraki kuru numuneleri Şekil 11'de gösterilmiştir.

Yaz mevsimi numune alımı zamanı HES'in 3cü regülatöründen çökme nedeniyle malzeme alımı yapılamamıştır.



Şekil 11. Uzundere-I HES 'in kuru numuneleri

Şekil 11'de ayrıca bu HES'in Kuru numunelerin şekiller üzerinde a, b, c, d işaretlemeleri yapılmıştır. Bu işaretlemeler: a- birinci regülatör b- ikinci regülatör, c- üçüncü regülatör, d- dördüncü regülatör.

1.4.2. Numunelerin tartılması

Kuru halde etüvden çıkartılan sediment örnekleri elektronik hassas terazide takriben 3500-4000 gr. olacak şekilde sırayla tartıldı. (Şekil 12)



Şekil 12. Numunelerin hassas terazide tartılması

1.4.3. Elek Analizi

1.4.3.1. 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 yüzdeleri belirlemek için yapılıyor (Aydın, 2020). Elek analizinde analizi yapılacak numune, kürek, analizde kullanılacak elek çapları, numune kapları, hassas terazi, fırça gibi malzemeler kullanılıyor (Dingil, Örnek ve Türedi, 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).

1.4.3.2. Elek Analizi Yapılması

Ağırlık ölçümleri yapıldıktan sonra elek analizi için numuneler sıra ile sarsma tablasına konuldu. Sıra ile elek analizleri yapılan sediment örnekleri toplam 9 elekten geçirildi. 0.075, 0.250, 0.5, 1, 2, 4, 8, 16, 31.5 (mm) boyutlu elek üstlerinde kalan malzemeler tekrar tartılarak sonuçları tablo haline getirildi. (Şekil 13)



Şekil 13. Sarsma tablası

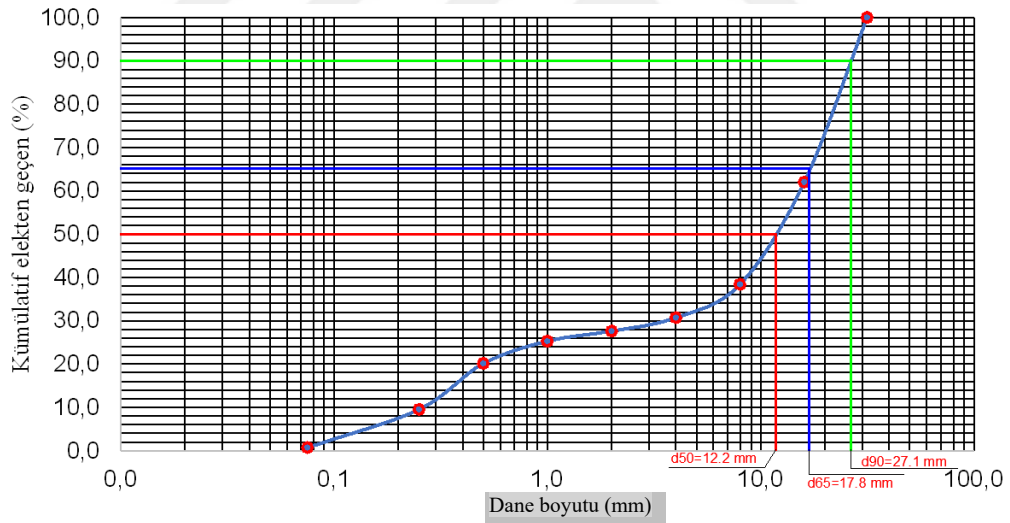
1.4.4. Granülometri Eğrilerinin Oluşturulması ve Karakteristik Dane Çaplarının (d_{50} , d_{65} , d_{90}) Belirlenmesi.

Her bir eleğin üstünde kalan ve geçen miktarlar belirlendikten sonra bu miktarlar tablo haline getirildi. Aynı işlem tekrarlanarak her bir HES regülatörü için tablolar oluşturulduktan sonra granülometri eğrileri oluşturuldu ve karakteristik dane çapları (d_{50} , d_{65} , d_{90}) belirlendi.



Tablo 1. Adacami HES Dumankaya regülatörü (Kış-Ocak)

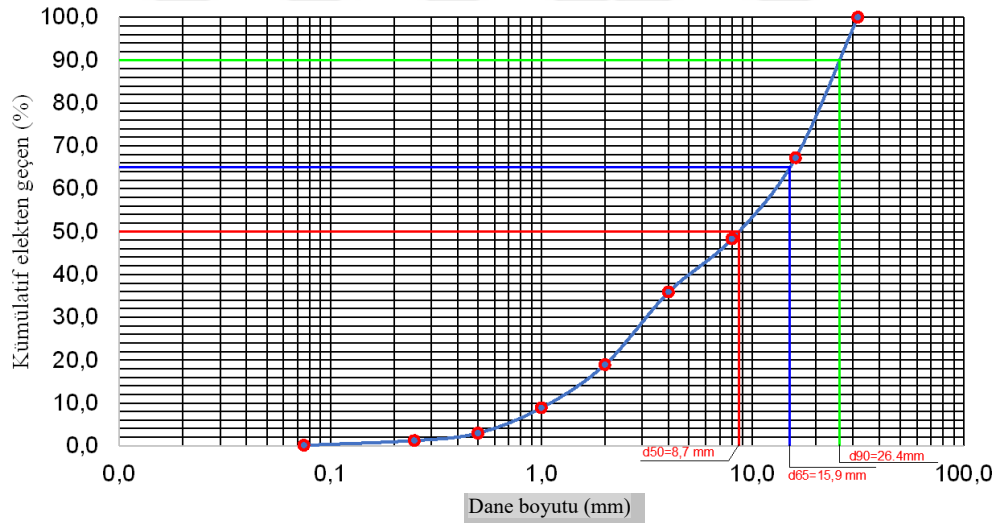
Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (gr)	Kümülatif elek üstü kalan (gr)	Kümülatif elekten geçen (gr)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,0	0,0	1605,5	100,0
16,0	610,1	610,1	995,4	62,0
8,0	378,6	988,8	616,8	38,4
4,0	124,1	1112,9	492,7	30,7
2,0	49,4	1162,3	443,3	27,6
1,0	37,2	1199,4	406,1	25,3
0,5	83,1	1282,6	323,0	20,1
0,25	170,3	1452,8	152,7	9,5
0,075	141,3	1594,1	11,4	0,7
Tava	11,4	1605,5	0	0
Toplam	1605,5	0	0	0

**Şekil 14.** Adacami HES Dumankaya regülatörü granülometrik eğrisi (Kış-Ocak)

Adacami HES'in Dumankaya regülatörünün kış mevsiminde elek analizi tablosu Tablo 1'de granülometrik eğrisi ise Şekil 14'te gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığında zaman ise d_{50} - 12,2mm, d_{65} - 17,8mm, d_{90} - 27,1mm olduğu görülmektedir.

Tablo 2. Adacami HES Dumankaya regülatörü (Yaz-Haziran)

Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (gr)	Kümülatif elek üstü kalan (gr)	Kümülatif elekten geçen (gr)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,0	0,0	2295,2	100,0
16,0	752,6	752,6	1542,6	67,2
8,0	434,0	1186,7	1108,5	48,3
4,0	284,7	1471,3	823,9	35,9
2,0	389,2	1860,5	434,7	18,9
1,0	231,6	2092,1	203,1	8,8
0,5	135,3	2227,4	67,8	3,0
0,25	39,2	2266,6	28,6	1,2
0,075	25,6	2292,2	3,0	0,1
Tava	3,0	2295,2	0	0
Toplam	2295,2	0	0	0

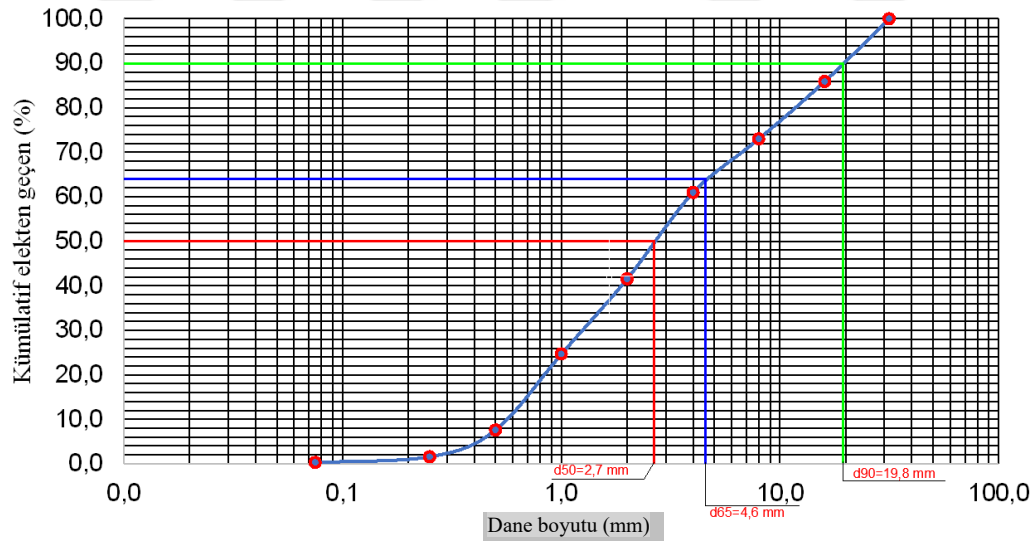


Şekil 15. Adacami HES Dumankaya regülatörü granülometrik eğrisi (Yaz-Haziran)

Adacami HES'in Dumankaya regülatörünün yaz mevsiminde elek analizi tablosu Tablo 2'de granülometrik eğrisi ise Şekil 15'te gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığında ise $d_{50} = 8,7$, $d_{65} = 15,9$, $d_{90} = 26,4$ olduğu görülmektedir.

Tablo 3. Adacami HES Güneysu 1 regülatörü (Kış-Ocak)

Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (gr)	Kümülatif elek üstü kalan (gr)	Kümülatif elekten geçen (gr)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,0	0,0	1953,0	100,0
16,0	275,7	275,7	1677,3	85,9
8,0	251,8	527,5	1425,5	73,0
4,0	235,4	762,8	1190,1	60,9
2,0	378,5	1141,4	811,6	41,6
1,0	329,5	1470,9	482,1	24,7
0,5	334,2	1805,0	147,9	7,6
0,25	117,4	1922,4	30,6	1,6
0,075	25,3	1947,6	5,3	0,3
Tava	5,3	1953,0	0	0
Toplam	1953,0	0	0	0

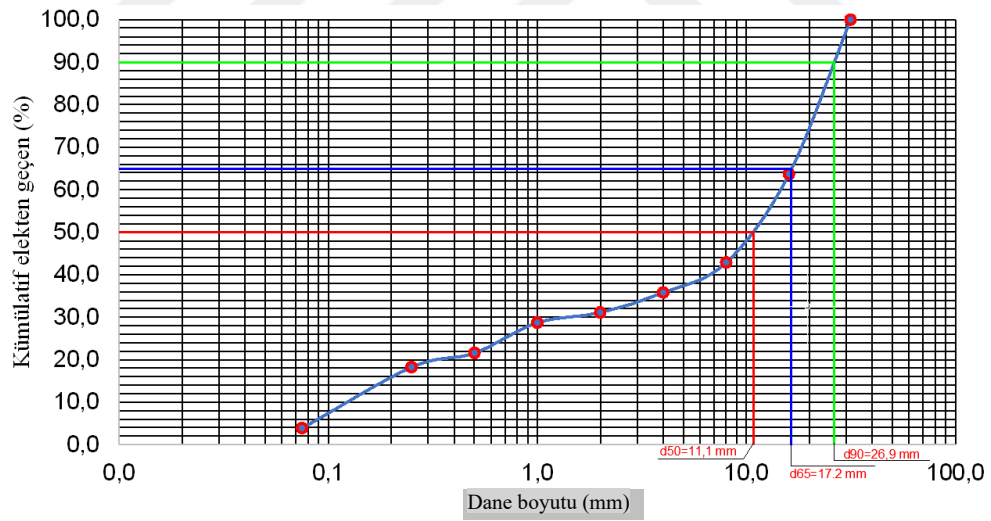


Şekil 16. Adacami HES Güneysu 1 regülatörü granülometrik eğrisi (Kış-Ocak)

Adacami HES'in Güneysu 1 regülatörünün kış mevsiminde elek analizi tablosu Tablo 3'te granülometrik eğrisi ise Şekil 16'da gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığında zaman ise d_{50} - 2,7, d_{65} - 4,6, d_{90} - 19,8 olduğu görülmektedir.

Tablo 4. Adacami HES Güneysu 1 regülatörü (Yaz-Haziran)

Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (gr)	Kümülatif elek üstü kalan (gr)	Kümülatif elekten geçen (gr)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,0	0,0	979,9	100,0
16,0	356,1	356,1	623,8	63,7
8,0	204,0	560,1	419,8	42,8
4,0	69,2	629,3	350,6	35,8
2,0	46,1	675,4	304,5	31,1
1,0	23,0	698,4	281,4	28,7
0,5	70,0	768,5	211,4	21,6
0,25	32,6	801,0	178,8	18,3
0,075	140,7	941,7	38,1	3,9
Tava	38,1	979,9	0	0
Toplam	979,9	0	0	0

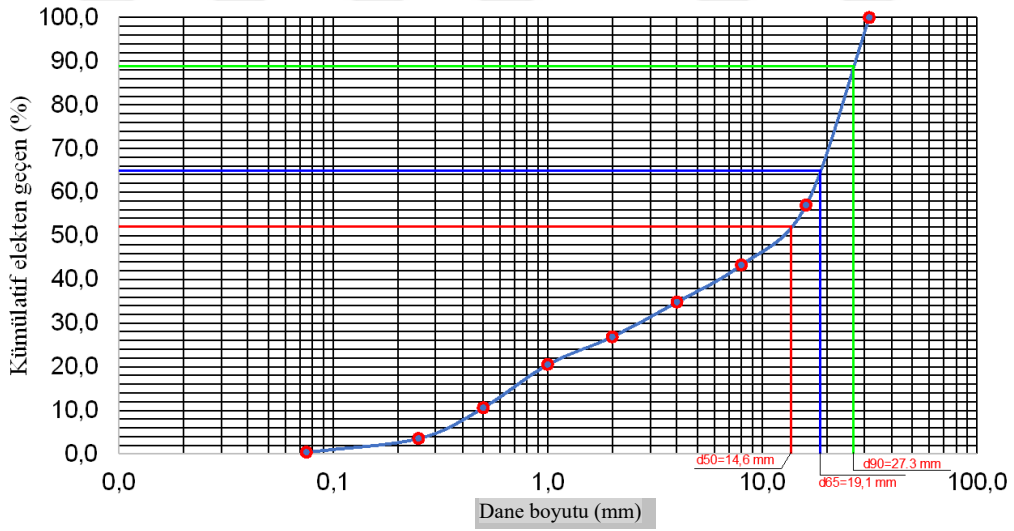


Şekil 17. Adacami HES Güneysu 1 regülatörü granülometrik eğrisi (Yaz-Haziran)

Adacami HES'in Güneysu 1 regülatörünün yaz mevsiminde elek analizi tablosu Tablo 4'te granülometrik eğrisi ise Şekil 17'de gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığında zaman ise d_{50} - 11,1, d_{65} - 17,2, d_{90} - 26,9 olduğu görülmektedir.

Tablo 5. Adacami HES Güneysu 2 regülatörü (Kış-Ocak)

Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (gr)	Kümülatif elek üstü kalan (gr)	Kümülatif elekten geçen (gr)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,0	0,0	1710,5	100,0
16,0	735,5	735,5	975,1	57,0
8,0	233,8	969,3	741,3	43,3
4,0	145,7	1115,0	595,5	34,8
2,0	136,2	1251,2	459,3	26,9
1,0	108,2	1359,4	351,1	20,5
0,5	170,1	1529,5	181,0	10,6
0,25	120,3	1649,8	60,7	3,6
0,075	53,6	1703,4	7,1	0,4
Tava	7,1	1710,5	0	0
Toplam	1710,5	0	0	0

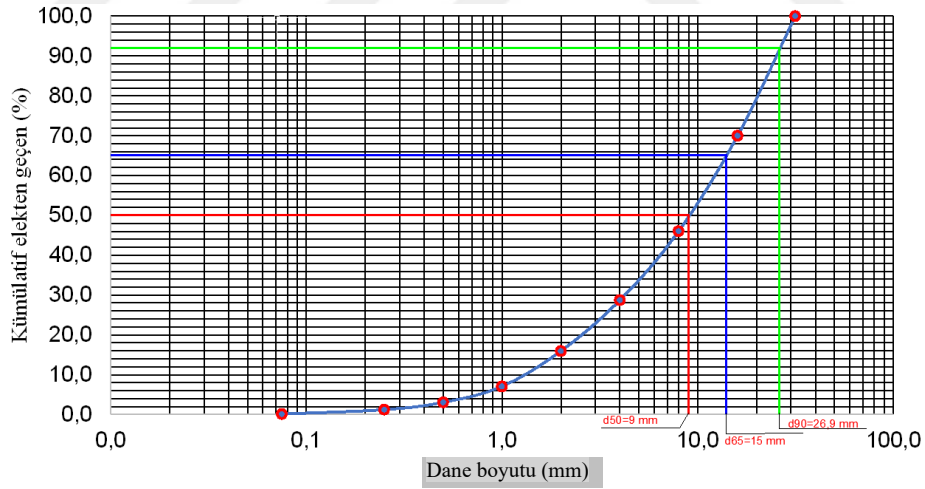


Şekil 18. Adacami HES Güneysu 2 regülatörünün granülometrik eğrisi (Kış-Ocak)

Adacami HES'in Güneysu 2 regülatörünün kış mevsiminde elek analizi tablosu Tablo 5'te granülometrik eğrisi ise Şekil 18'de gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığında zaman ise d_{50} - 14,6, d_{65} - 19,1, d_{90} - 27,3 olduğu görülmektedir.

Tablo 6. Adacami HES Güneysu 2 regülatörü (Yaz-Haziran)

Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (gr)	Kümülatif elek üstü kalan (gr)	Kümülatif elekten geçen (gr)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,0	0,0	2123,5	100,0
16,0	637,7	637,7	1485,7	70,0
8,0	508,4	1146,1	977,3	46,0
4,0	368,2	1514,3	609,2	28,7
2,0	270,8	1785,1	338,4	15,9
1,0	188,7	1973,8	149,7	7,0
0,5	84,8	2058,6	64,9	3,1
0,25	38,6	2097,2	26,3	1,2
0,075	23,7	2120,9	2,5	0,1
Tava	2,5	2123,5	0	0
Toplam	2123,5	0	0	0

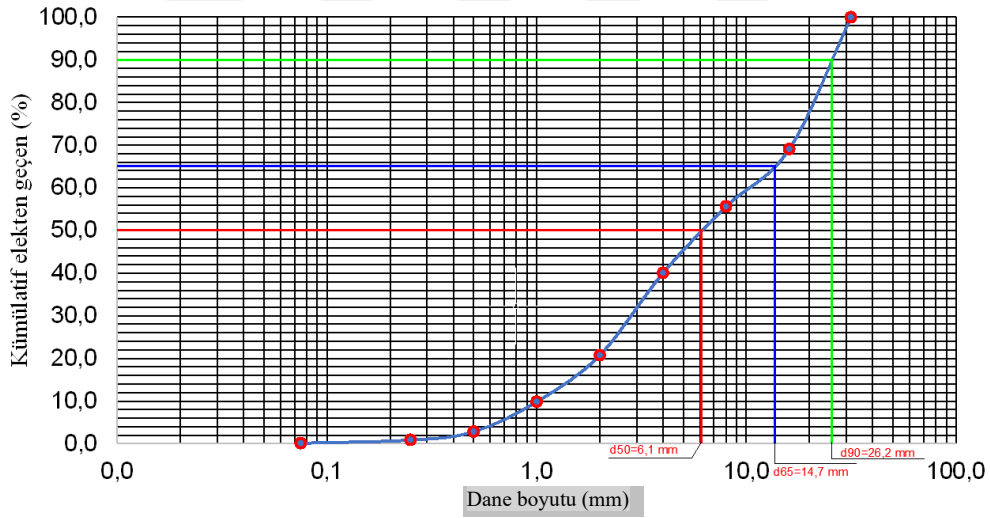


Şekil 19. Adacami HES Güneysu 2 regülatörünün granülometrik eğrisi (Yaz-Haziran)

Adacami HES'in Güneysu 2 regülatörünün yaz mevsiminde elek analizi tablosu Tablo 6'da granülometrik eğrisi ise Şekil 19'da gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığı zaman ise d_{50} - 9mm, d_{65} - 15mm, d_{90} - 26,9mm olduğu görülmektedir.

Tablo 7. Adacami HES Üzümlü regülatörü (Kış-Ocak)

Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (gr)	Kümülatif elek üstü kalan (gr)	Kümülatif elekten geçen (gr)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,0	0,0	1768,0	100,0
16,0	546,9	546,9	1221,1	69,1
8,0	237,2	784,1	983,9	55,6
4,0	275,8	1060,0	708,1	40,0
2,0	341,0	1401,0	367,1	20,8
1,0	193,0	1593,9	174,1	9,8
0,5	124,5	1718,4	49,6	2,8
0,25	34,1	1752,5	15,5	0,9
0,075	13,0	1765,5	2,6	0,1
Tava	2,6	1768,0	0	0
Toplam	1768,0	0	0	0

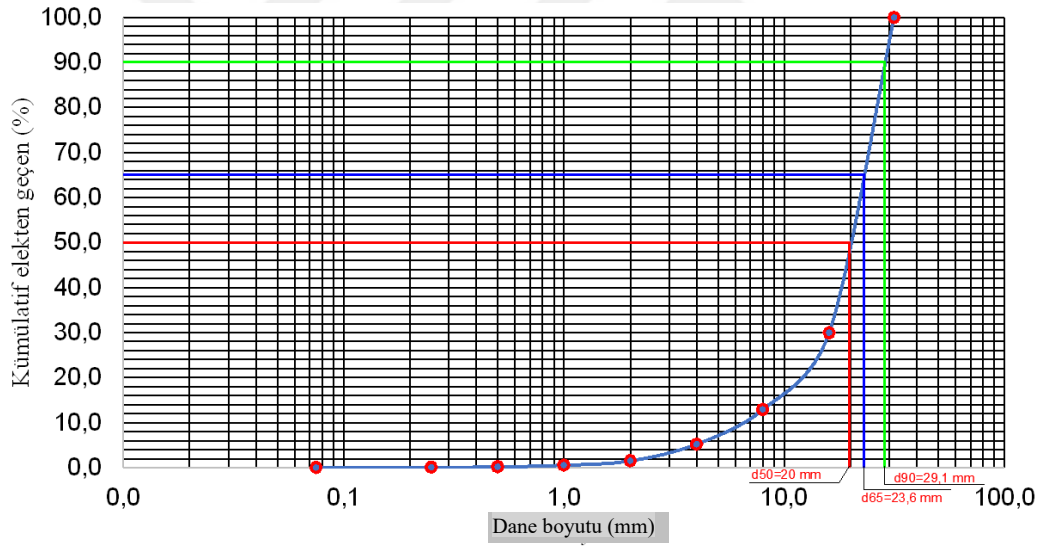


Şekil 20. Adacami HES üzümlü regülatörü granülometrik eğrisi (Kış-Ocak)

Adacami HES'in üzümlü regülatörünün kış mevsiminde elek analizi tablosu Tablo 7'de granülometrik eğrisi ise Şekil 20'de gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığı zaman ise d_{50} - 6,1mm, d_{65} - 14,7mm, d_{90} - 26,2mm olduğu görülmektedir.

Tablo 8. Adacami HES Üzümlü regülatörü (Yaz-Haziran)

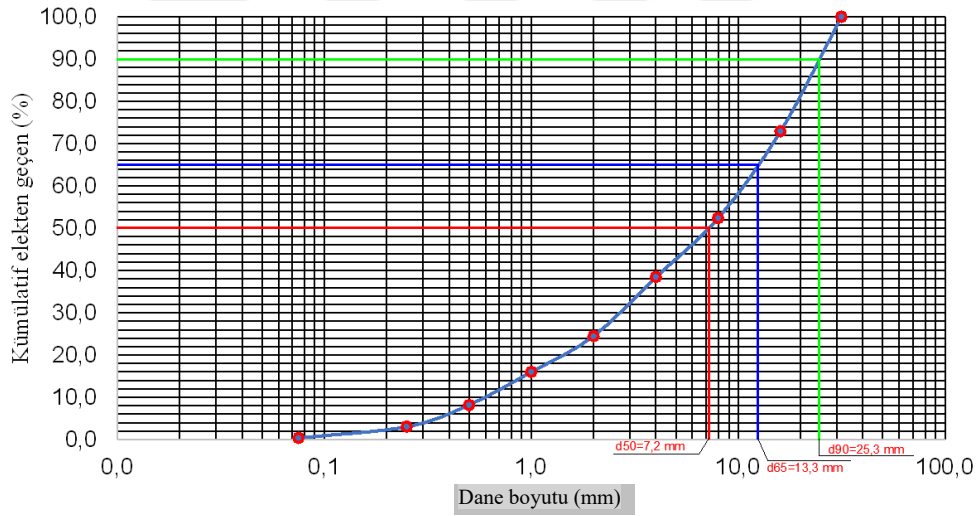
Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (gr)	Kümülatif elek üstü kalan (gr)	Kümülatif elekten geçen (gr)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,0	0,0	1166,1	100,0
16,0	816,6	816,6	349,5	30,0
8,0	198,5	1015,1	151,1	13,0
4,0	90,0	1105,1	61,1	5,2
2,0	43,5	1148,6	17,6	1,5
1,0	11,1	1159,7	6,5	0,6
0,5	4,3	1164,0	2,2	0,2
0,25	1,4	1165,4	0,8	0,1
0,075	0,5	1165,9	0,2	0,0
Tava	0,2	1166,1	0	0
Toplam	1166,1	0	0	0

**Şekil 21.** Adacami HES üzümlü regülatörü granülometrik eğrisi (Yaz-Haziran)

Adacami HES'in üzümlü regülatörünün yaz mevsiminde elek analizi tablosu Tablo 8'de granülometrik eğrisi ise Şekil 21'de gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığında zaman ise d_{50} - 20mm, d_{65} - 23,6mm, d_{90} - 29,1mm olduğu görülmektedir.

Tablo 9. Adacami HES bütün regülatörlerinin karışık sonuçları (Kış-Ocak)

Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (gr)	Kümülatif elek üstü kalan (gr)	Kümülatif elekten geçen (gr)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,0	0,0	1933,1	100,0
16,0	524,3	524,3	1408,7	72,9
8,0	396,4	920,7	1012,3	52,4
4,0	269,5	1190,3	742,8	38,4
2,0	270,1	1460,3	472,7	24,5
1,0	163,9	1624,2	308,9	16,0
0,5	151,1	1775,3	157,8	8,2
0,25	99,2	1874,5	58,6	3,0
0,075	51,2	1925,7	7,4	0,4
Tava	7,4	1933,1	0	0
Toplam	1933,1	0	0	0

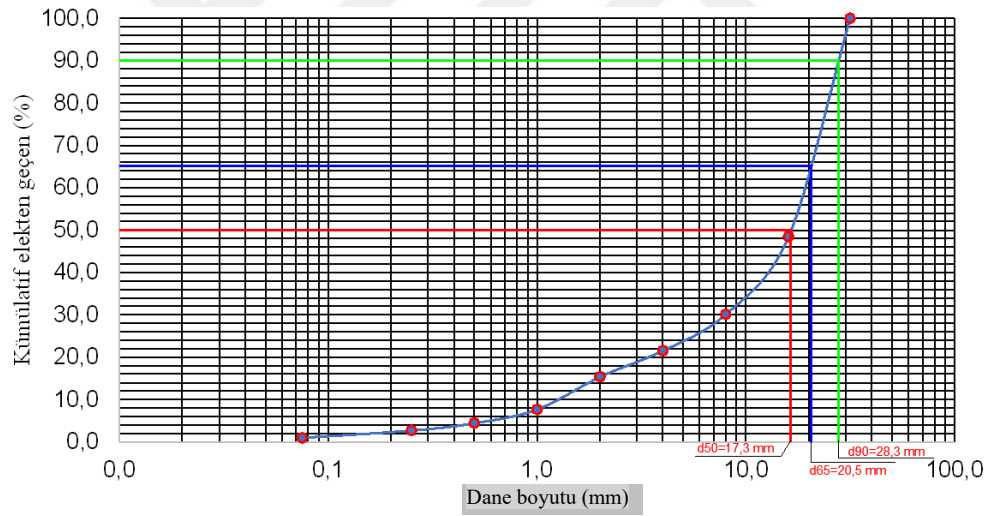


Şekil 22. Adacami HES bütün regülatörlerinin karışık analizi sonucunun granülometrik eğrisi (Kış-Ocak)

Adacami HES'in bütün regülatörlerinden kış mevsiminde alınan malzemenin karışımının elek analizi tablosu Tablo 9'da granülometrik eğrisi ise Şekil 22'de gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığında zaman ise d_{50} - 7,2mm, d_{65} - 13,3mm, d_{90} - 25,3 mm olduğu görülmektedir.

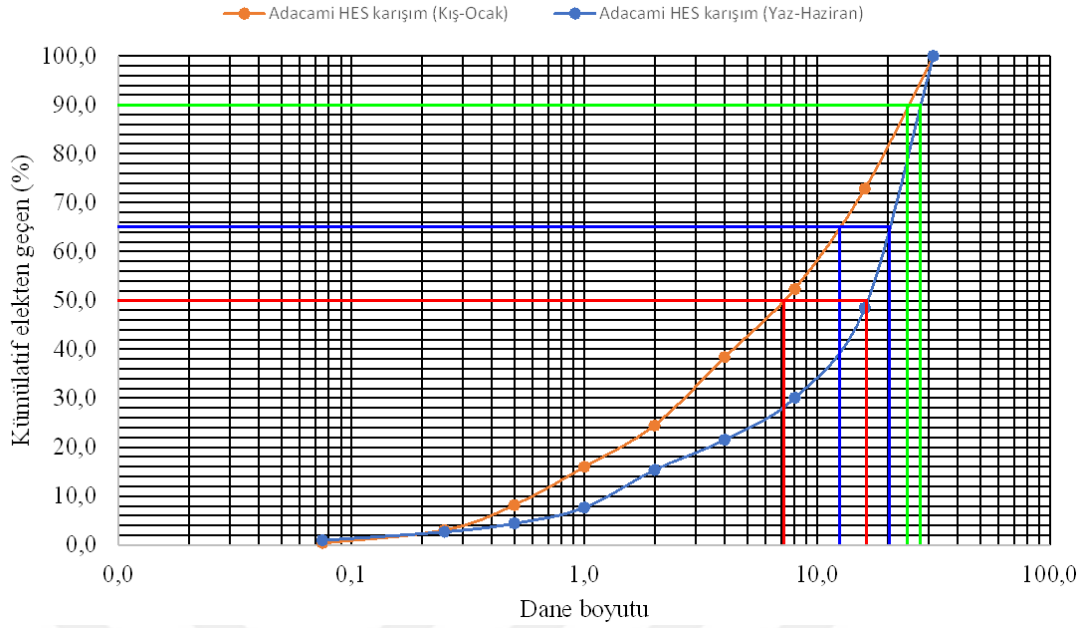
Tablo 10. Adacami HES bütün regülatörlerinin karışık sonuçları (Yaz-Haziran)

Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (gr)	Kümülatif elek üstü kalan (gr)	Kümülatif elekten geçen (gr)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,0	0,0	2000,4	100,0
16,0	1030,8	1030,8	969,6	48,5
8,0	367,6	1398,3	602,1	30,1
4,0	172,0	1570,3	430,1	21,5
2,0	122,5	1692,8	307,6	15,4
1,0	155,0	1847,8	152,6	7,6
0,5	64,1	1911,9	88,5	4,4
0,25	34,7	1946,6	53,8	2,7
0,075	34,4	1981,0	19,4	1,0
Tava	19,4	2000,4	0	0
Toplam	2000,4	0	0	0



Şekil 23. Adacami HES bütün regülatörlerinin karışık analizi sonucunun granülometrik eğrisi (Yaz-Haziran)

Adacami HES'in bütün regülatörlerinden yaz mevsiminde alınan malzemenin karışımının elek analizi tablosu Tablo 10'da granülometrik eğrisi ise Şekil 23'te gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığında zaman ise d_{50} - 17,3mm, d_{65} - 20,5mm, d_{90} - 28,3 mm olduğu görülmektedir.

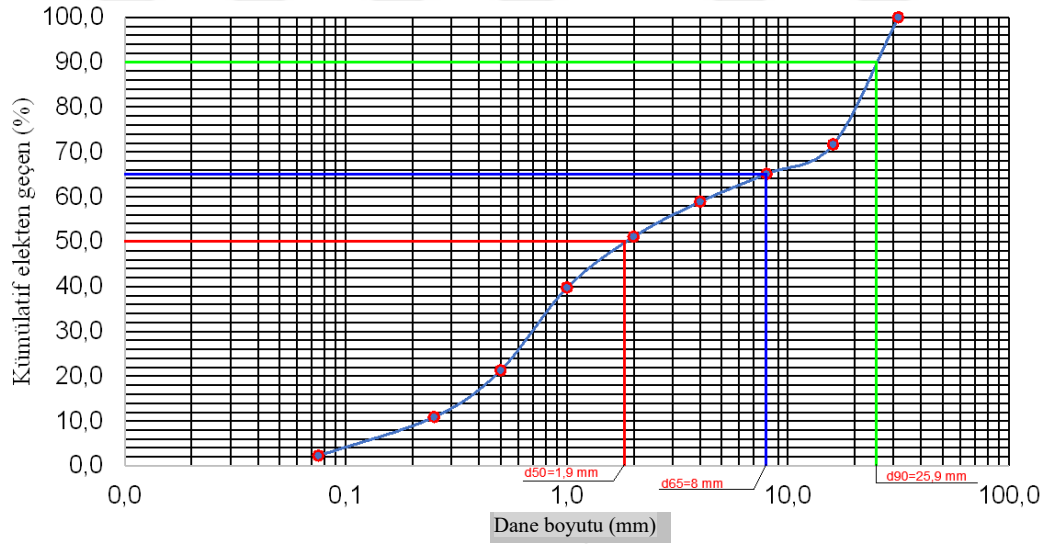


Şekil 24. Adacami HES bütün regülatörlerinin karışık analizi sonucunun granülometrik eğrilerinin iki mevsimde karşılaştırılması (Kış-Ocak/Yaz-Haziran)

Adacami HES'in regülatörlerinden kış ve yaz (Ocak ve Haziran) mevsimlerinde alınan numunelerin karıştırılarak elek analizi yapılması sonrası oluşturulan granülometrik eğrileri aynı grafik üzerinde gösterilmiştir.

Tablo 11. Alicik HES birinci regülatörü (Kış-Ocak)

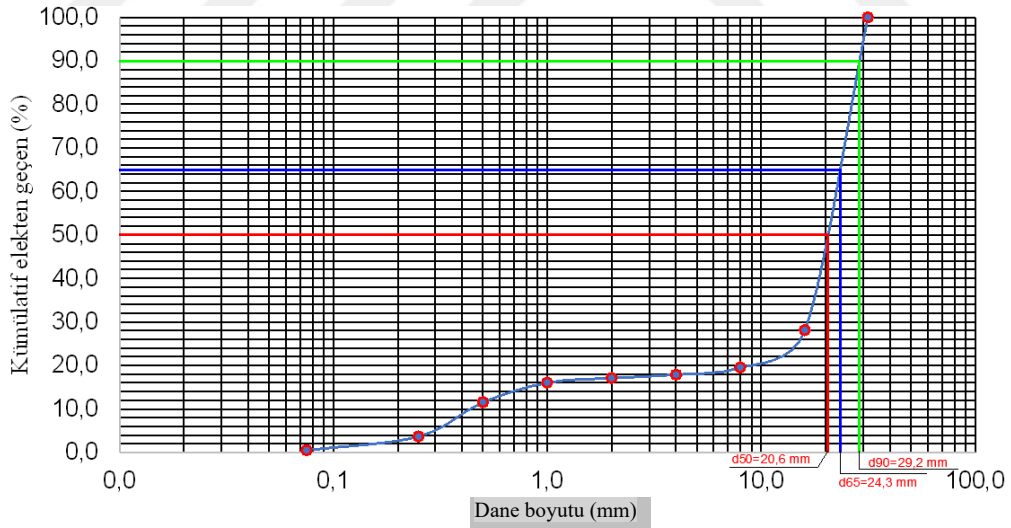
Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (gr)	Kümülatif elek üstü kalan (gr)	Kümülatif elekten geçen (gr)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,0	0,0	1318,5	100,0
16,0	373,4	373,4	945,1	71,7
8,0	86,4	459,8	858,7	65,1
4,0	81,8	541,6	776,9	58,9
2,0	103,3	644,9	673,6	51,1
1,0	149,0	793,9	524,6	39,8
0,5	243,8	1037,7	280,8	21,3
0,25	137,1	1174,8	143,7	10,9
0,075	113,5	1288,3	30,2	2,3
Tava	30,2	1318,5	0	0
Toplam	1318,5	0	0	0

**Şekil 25.** Alicik HES birinci regülatörünün granülometrik eğrisi (Kış-Ocak)

Alicik HES'in birinci regülatörünün kış mevsiminde elek analizi tablosu Tablo 11'de granülometrik eğrisi ise Şekil 24'te gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığında ise d_{50} - 1,9mm, d_{65} - 8mm, d_{90} - 25,9mm olduğu görülmektedir.

Tablo 12. Alicik HES birinci regülatörü (Yaz-Haziran)

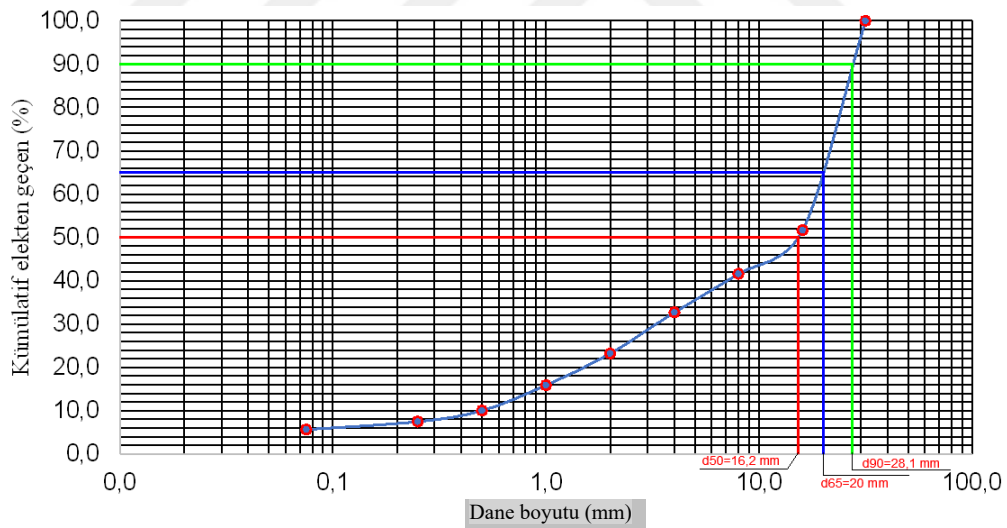
Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (gr)	Kümülatif elek üstü kalan (gr)	Kümülatif elekten geçen (gr)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,0	0,0	1129,3	100,0
16,0	812,2	812,2	317,2	28,1
8,0	96,7	908,9	220,4	19,5
4,0	18,3	927,2	202,1	17,9
2,0	9,0	936,2	193,1	17,1
1,0	11,9	948,1	181,3	16,1
0,5	50,8	998,8	130,5	11,6
0,25	88,9	1087,7	41,6	3,7
0,075	35,7	1123,4	5,9	0,5
Tava	5,9	1129,3	0	0
Toplam	1129,3	0	0	0

**Şekil 26.** Alicik HES birinci regülatörünün granülometrik eğrisi (Yaz-Haziran)

Alicik HES'in birinci regülatörünün yaz mevsiminde elek analizi tablosu Tablo 12'de granülometrik eğrisi ise Şekil 25'te gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığında ise d_{50} - 20,6mm, d_{65} - 24,3mm, d_{90} - 29,2mm olduğu görülmektedir.

Tablo 13. Alicik HES ikinci regülatörü (Kış-Ocak)

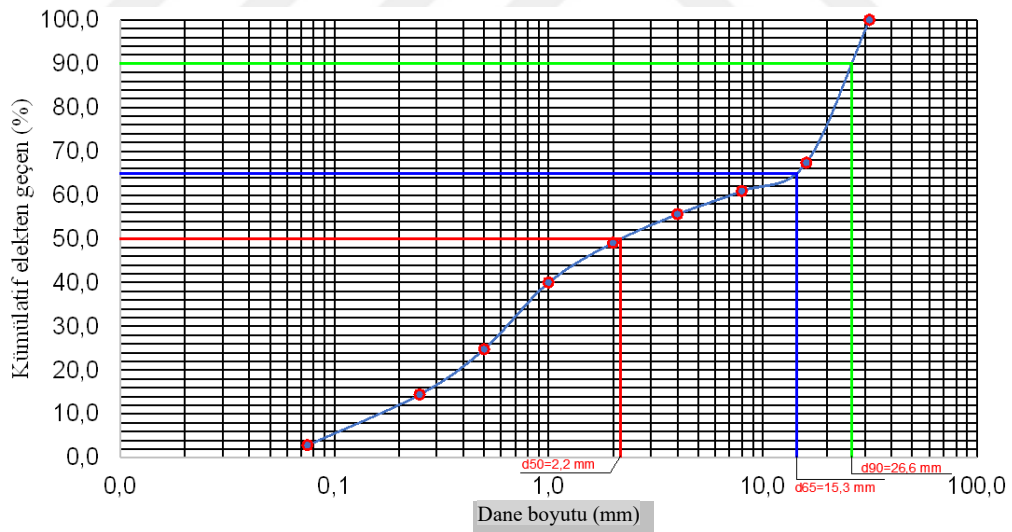
Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (gr)	Kümülatif elek üstü kalan (gr)	Kümülatif elekten geçen (gr)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,0	0,0	1001,5	100,0
16,0	483,8	483,8	517,6	51,7
8,0	101,1	585,0	416,5	41,6
4,0	89,0	673,9	327,6	32,7
2,0	95,3	769,2	232,2	23,2
1,0	73,2	842,4	159,1	15,9
0,5	58,9	901,4	100,1	10,0
0,25	25,3	926,7	74,8	7,5
0,075	18,2	944,9	56,6	5,7
Tava	56,6	1001,5	0	0
Toplam	1001,5	0	0	0

**Şekil 27.** Alicik HES ikinci regülatörünün granülometrik eğrisi (Kış-Ocak)

Alicik HES'in ikinci regülatörünün kış mevsiminde elek analizi tablosu Tablo 13'te granülometrik eğrisi ise Şekil 26'de gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığında zaman ise d_{50} - 16,2mm, d_{65} - 20mm, d_{90} - 28,1mm olduğu görülmektedir.

Tablo 14. Alicik HES ikinci regülatörü (Yaz-Haziran)

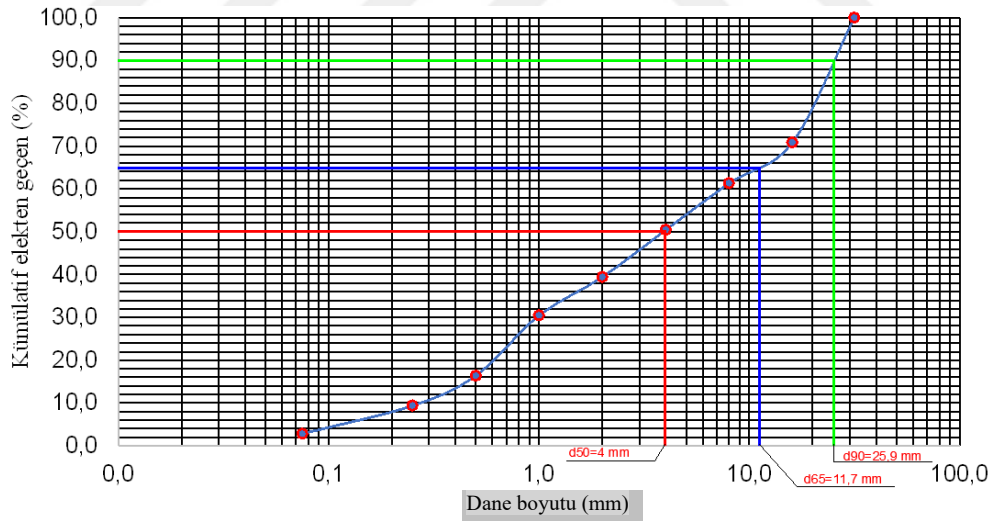
Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (gr)	Kümülatif elek üstü kalan (gr)	Kümülatif elekten geçen (gr)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,0	0,0	1521,2	100,0
16,0	496,4	496,4	1024,8	67,4
8,0	98,0	594,4	926,8	60,9
4,0	80,3	674,8	846,5	55,6
2,0	99,4	774,1	747,1	49,1
1,0	137,9	912,0	609,2	40,0
0,5	231,8	1143,8	377,5	24,8
0,25	157,6	1301,4	219,9	14,5
0,075	175,8	1477,2	44,1	2,9
Tava	44,1	1521,2	0	0
Toplam	1521,2	0	0	0

**Şekil 28.** Alicik HES ikinci regülatörünün granülometrik eğrisi (Yaz-Haziran)

Alicik HES'in ikinci regülatörünün yaz mevsiminde elek analizi tablosu Tablo 14'te granülometrik eğrisi ise Şekil 27'de gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığı zaman ise d_{50} - 2,2mm, d_{65} - 15,3mm, d_{90} - 26,6mm olduğu görülmektedir.

Tablo 15. Alicik HES bütün regülatörlerinin karışık sonuçları (Kış-Ocak)

Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (gr)	Kümülatif elek üstü kalan (gr)	Kümülatif elekten geçen (gr)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,0	0,0	1059,9	100,0
16,0	309,1	309,1	750,8	70,8
8,0	100,4	409,5	650,4	61,4
4,0	115,9	525,4	534,5	50,4
2,0	116,4	641,8	418,0	39,4
1,0	95,0	736,9	323,0	30,5
0,5	149,2	886,1	173,8	16,4
0,25	74,2	960,3	99,6	9,4
0,075	69,3	1029,6	30,3	2,9
Tava	30,3	1059,9	0	0
Toplam	1059,9	0	0	0

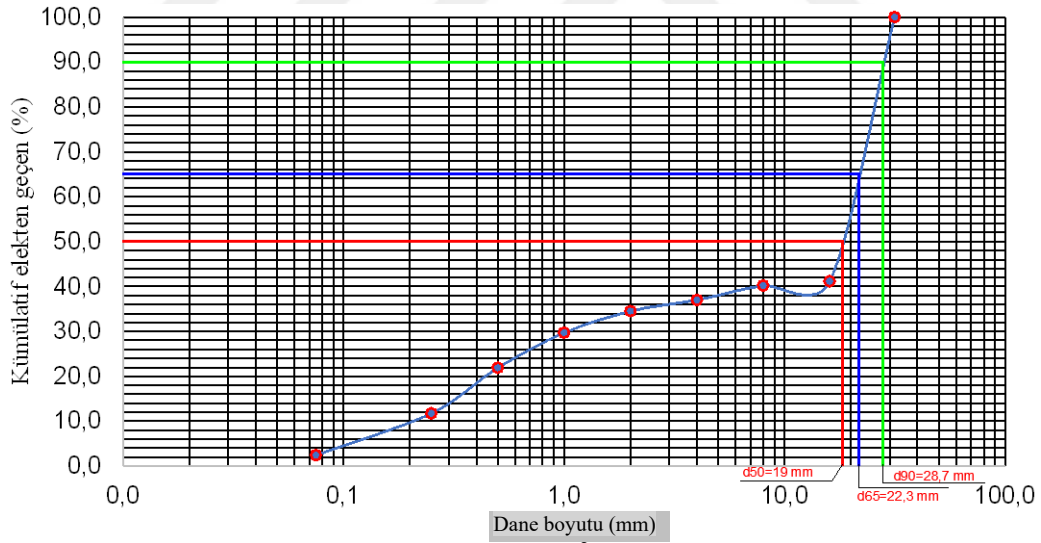


Şekil 29. Alicik HES bütün regülatörlerinin karışık analizi sonucunun granülometrik eğrisi (Kış-Ocak)

Alicik HES'in bütün regülatörlerinden kış mevsiminde alınan malzemenin karışımının elek analizi tablosu Tablo 15'te granülometrik eğrisi ise Şekil 28'de gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığı zaman ise d_{50} - 4mm, d_{65} - 11,7mm, d_{90} - 25,9 mm olduğu görülmektedir.

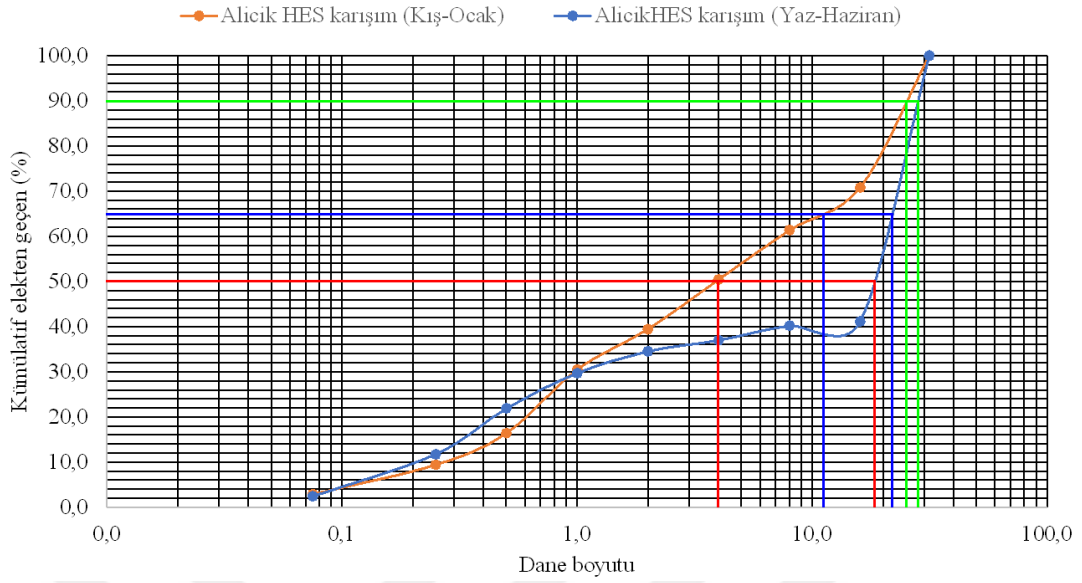
Tablo 16. Alicik HES bütün regülatörlerinin karışık sonuçları (Yaz-Haziran)

Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (gr)	Kümülatif elek üstü kalan (gr)	Kümülatif elekten geçen (gr)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,0	0,0	1375,6	100,0
16,0	809,6	809,6	566,0	41,1
8,0	12,8	822,3	553,3	40,2
4,0	44,4	866,7	508,9	37,0
2,0	33,8	900,5	475,1	34,5
1,0	66,7	967,2	408,4	29,7
0,5	107,1	1074,3	301,3	21,9
0,25	139,8	1214,1	161,5	11,7
0,075	128,2	1342,3	33,3	2,4
Tava	33,3	1375,6	0	0
Toplam	1375,6	0	0	0



Şekil 30. Alicik HES bütün regülatörlerinin karışık analizi sonucunun granülometrik eğrisi (Yaz-Haziran)

Alicik HES'in bütün regülatörlerinden yaz mevsiminde alınan malzemenin karışımının elek analizi tablosu Tablo 16'da granülometrik eğrisi ise Şekil 29'da gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığında zaman ise d_{50} - 19mm, d_{65} - 22,3mm, d_{90} - 28,7 mm olduğu görülmektedir.

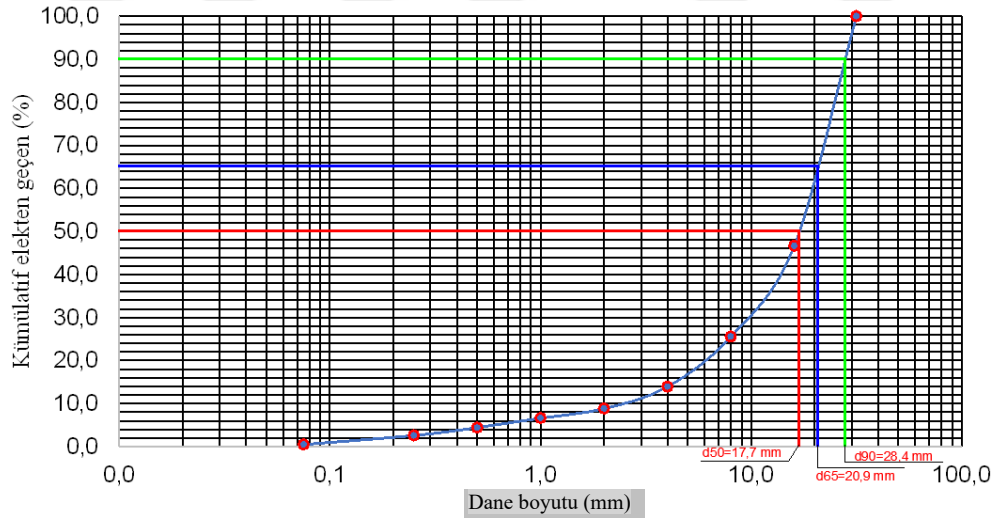


Şekil 31. Alicik HES bütün regülatörlerinin karışık analizi sonucunun granülometrik eğrilerinin iki mevsimde karşılaştırılması (Kış-Ocak/Yaz-Haziran)

Alicik HES'in regülatörlerinden kış ve yaz (Ocak ve Haziran) mevsimlerinde alınan numunelerin karıştırılarak elek analizi yapılması sonrası oluşturulan granülometrik eğrileri aynı grafik üzerinde gösterilmiştir.

Tablo 17. Ayvasıl HES regülatörü (Kış-Ocak)

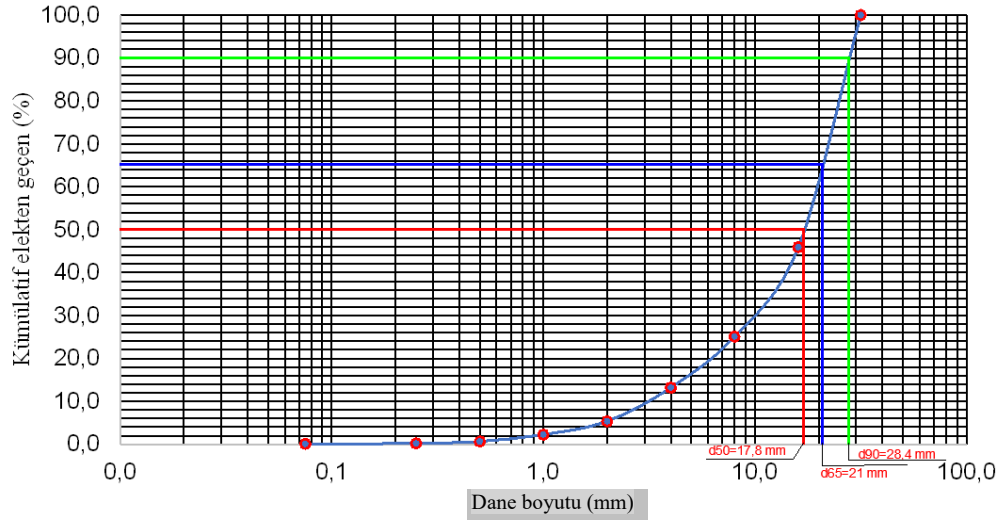
Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (gr)	Kümülatif elek üstü kalan (gr)	Kümülatif elekten geçen (gr)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,0	0,0	1496,2	100,0
16,0	797,9	797,9	698,2	46,7
8,0	315,5	1113,5	382,7	25,6
4,0	174,3	1287,8	208,4	13,9
2,0	76,0	1363,8	132,4	8,9
1,0	33,0	1396,8	99,4	6,6
0,5	32,8	1429,6	66,6	4,5
0,25	27,4	1456,9	39,2	2,6
0,075	31,3	1488,3	7,9	0,5
Tava	7,9	1496,2	0	0
Toplam	1496,2	0	0	0

**Şekil 32.** Ayvasıl HES regülatörünün granülometrik eğrisi (Kış-Ocak)

Ayvasıl HES'in regülatörünün kış mevsiminde elek analizi tablosu Tablo 17'de granülometrik eğrisi ise Şekil 30'da gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığı zaman ise d_{50} - 17,7mm, d_{65} - 20,9mm, d_{90} - 28,4mm olduğu görülmektedir.

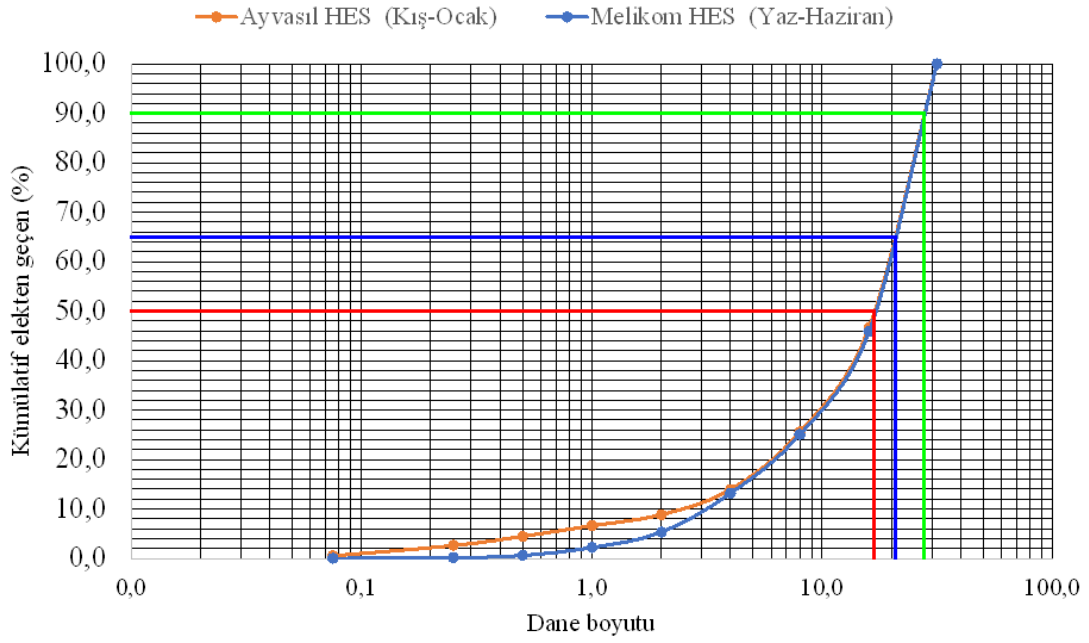
Tablo 18. Ayvasıl HES regülatörü (Yaz-Haziran)

Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (gr)	Kümülatif elek üstü kalan (gr)	Kümülatif elekten geçen (gr)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,0	0,0	1482,2	100,0
16,0	801,8	801,8	680,3	45,9
8,0	308,8	1110,7	371,5	25,1
4,0	176,0	1286,6	195,5	13,2
2,0	116,5	1403,1	79,0	5,3
1,0	46,2	1449,3	32,9	2,2
0,5	23,5	1472,8	9,4	0,6
0,25	6,5	1479,3	2,8	0,2
0,075	2,2	1481,6	0,6	0,0
Tava	0,6	1482,2	0	0
Toplam	1482,2	0	0	0



Şekil 33. Ayvasıl HES regülatörünün granülometrik eğrisi (Yaz-Haziran)

Ayvasıl HES'in regülatörünün yaz mevsiminde elek analizi tablosu Tablo 18'de granülometrik eğrisi ise Şekil 31'de gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığı zaman ise d_{50} - 17,8mm, d_{65} - 21mm, d_{90} - 28,4mm olduğu görülmektedir.

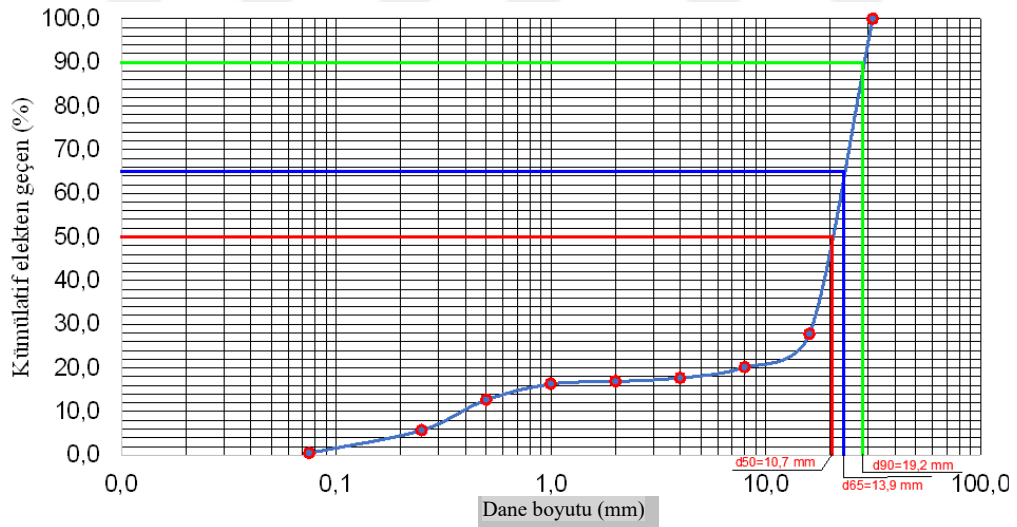


Şekil 34. Ayvasıl HES regülatörünün Kış-Ocak/Yaz-Haziran mevsimlerinde oluşturulan granülometrik eğrilerinin karşılaştırılması

Ayvasıl HES'in regülatöründen kış ve yaz (Ocak ve Haziran) mevsimlerinde alınan numunelerin elek analizi sonrası oluşturulan granülometrik eğrileri aynı grafik üzerinde gösterilmiştir.

Tablo 19. Melikom HES regülatörü (Kış-Ocak)

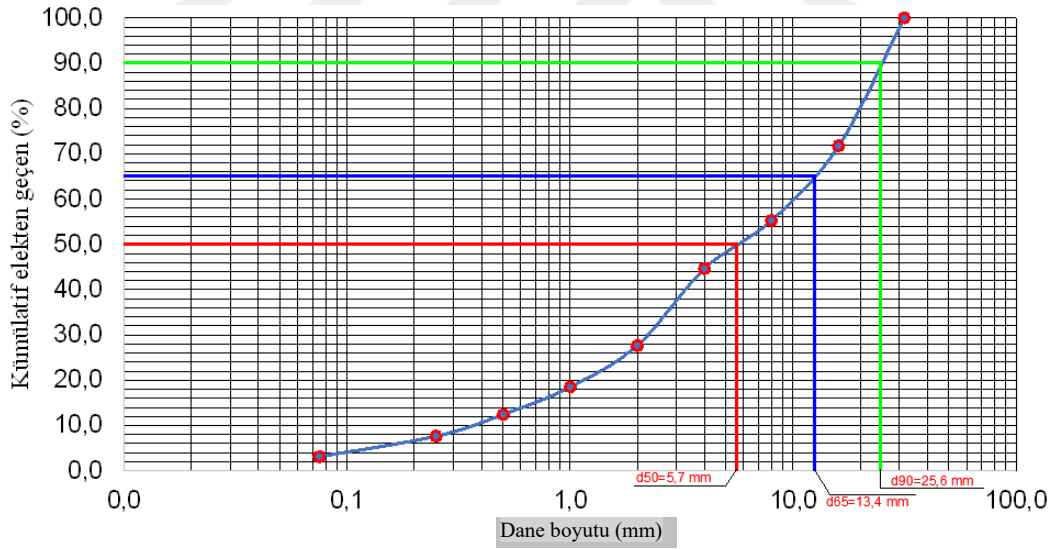
Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (gr)	Kümülatif elek üstü kalan (gr)	Kümülatif elekten geçen (gr)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,0	0,0	501,8	100,0
16,0	362,5	362,5	139,3	27,8
8,0	38,1	400,6	101,3	20,2
4,0	12,5	413,1	88,8	17,7
2,0	3,9	417,0	84,9	16,9
1,0	2,7	419,6	82,2	16,4
0,5	18,2	437,8	64,0	12,7
0,25	35,2	473,1	28,8	5,7
0,075	26,1	499,2	2,6	0,5
Tava	2,7	501,8	0	0
Toplam	501,8	0	0	0

**Şekil 35.** Melikom HES regülatörünün granülometrik eğrisi (Kış-Ocak)

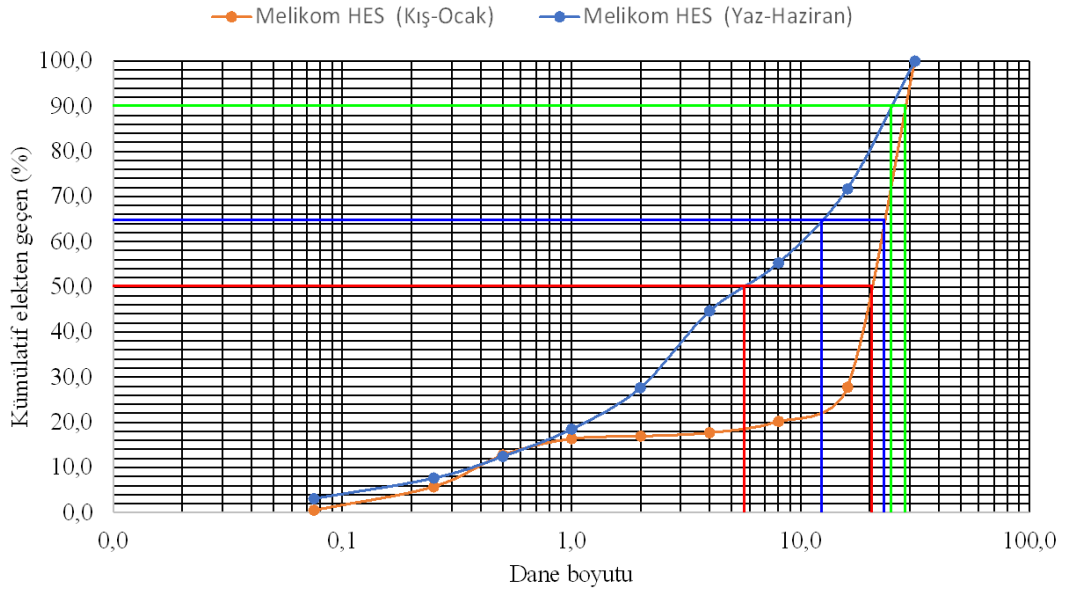
Melikom HES'in regülatörünün kış mevsiminde elek analizi tablosu Tablo 19'da granülometrik eğrisi ise Şekil 32'de gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığında ise d_{50} - 10,7mm, d_{65} - 13,9mm, d_{90} - 19,2mm olduğu görülmektedir.

Tablo 20. Melikom HES regülatörü (Yaz-Haziran)

Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (gr)	Kümülatif elek üstü kalan (gr)	Kümülatif elekten geçen (gr)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,0	0,0	3105,5	100,0
16,0	878,3	878,3	2227,2	71,7
8,0	510,7	1389,0	1716,5	55,3
4,0	329,9	1718,8	1386,7	44,7
2,0	528,4	2247,2	858,3	27,6
1,0	284,5	2531,7	573,8	18,5
0,5	188,2	2719,8	385,7	12,4
0,25	149,1	2869,0	236,5	7,6
0,075	140,3	3009,3	96,3	3,1
Tava	96,3	3105,5	0	0
Toplam	3105,5	0	0	0

**Şekil 36.** Melikom HES regülatörünün granülometrik eğrisi (Yaz-Haziran)

Melikom HES'in regülatörünün yaz mevsiminde elek analizi tablosu Tablo 20'de granülometrik eğrisi ise Şekil 33'te gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığında zaman ise d_{50} - 5,7mm, d_{65} - 13,4mm, d_{90} - 25,6mm olduğu görülmektedir.

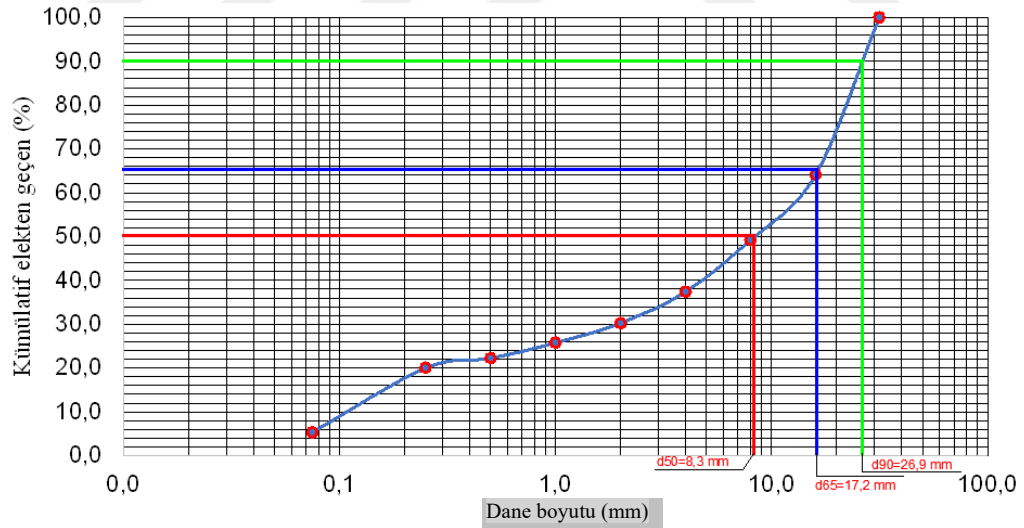


Şekil 37. Melikom HES regülatörünün Kış-Ocak/Yaz-Haziran mevsimlerinde oluşturulan granülometrik eğrilerinin karşılaştırılması

Melikom HES'in regülatöründen kış ve yaz (Ocak ve Haziran) mevsimlerinde alınan numunelerin elek analizi sonrası oluşturulan granülometrik eğrileri aynı grafik üzerinde gösterilmiştir.

Tablo 21. Cevizlik HES regülatörü (Kış-Ocak)

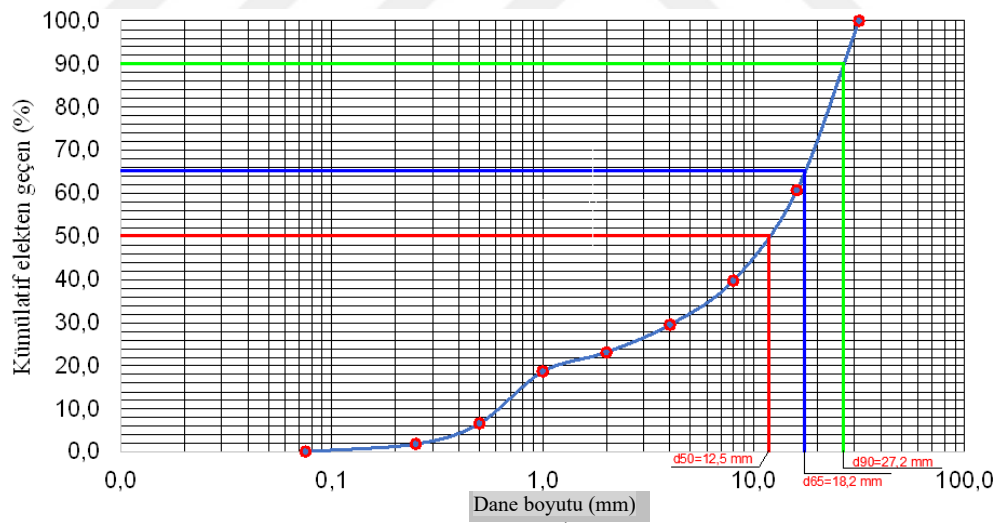
Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (gr)	Kümülatif elek üstü kalan (gr)	Kümülatif elekten geçen (gr)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,0	0,0	1181,6	100,0
16,0	423,7	423,7	758,0	64,1
8,0	176,6	600,2	581,4	49,2
4,0	139,3	739,5	442,2	37,4
2,0	84,9	824,4	357,2	30,2
1,0	52,8	877,2	304,4	25,8
0,5	41,9	919,1	262,5	22,2
0,25	25,9	945,0	236,7	20,0
0,075	173,5	1118,5	63,1	5,3
Tava	63,1	1181,6	0	0
Toplam	1181,6	0	0	0

**Şekil 38.** Cevizlik HES regülatörünün granülometrik eğrisi (Kış-Ocak)

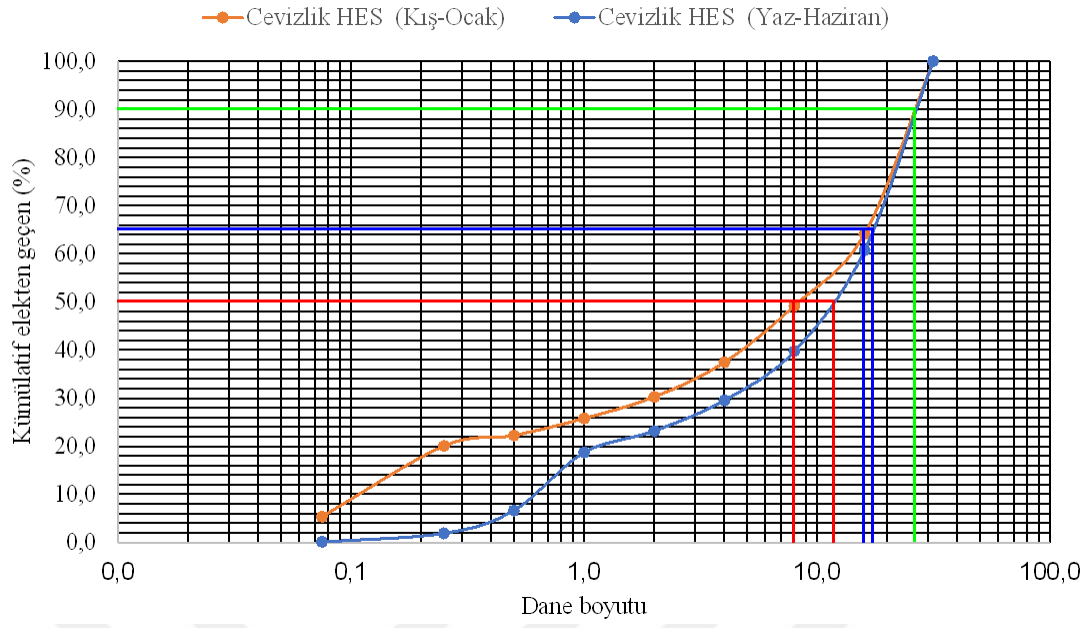
Cevizlik HES'in regülatörünün kış mevsiminde elek analizi tablosu Tablo 21'de granülometrik eğrisi ise Şekil 34'te gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığı zaman ise d_{50} - 8,3mm, d_{65} - 17,2mm, d_{90} - 26,9mm olduğu görülmektedir.

Tablo 22. Cevizlik HES regülatörünü (Yaz-Haziran)

Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (gr)	Kümülatif elek üstü kalan (gr)	Kümülatif elekten geçen (gr)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,0	0,0	2239,6	100,0
16,0	879,2	879,2	1360,3	60,7
8,0	469,2	1348,5	891,1	39,8
4,0	229,5	1577,9	661,6	29,5
2,0	143,2	1721,2	518,4	23,1
1,0	99,3	1820,4	419,2	18,7
0,5	270,4	2090,8	148,8	6,6
0,25	106,2	2197,0	42,5	1,9
0,075	39,8	2236,8	2,8	0,1
Tava	2,8	2239,6	0	0
Toplam	2239,6	0	0	0

**Şekil 39.** Cevizlik HES regülatörünün granülometrik eğrisi (Yaz-Haziran)

Cevizlik HES'in regülatörünün yaz mevsiminde elek analizi tablosu Tablo 21'de granülometrik eğrisi ise Şekil 35'te gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığında zaman ise d_{50} - 12,5mm, d_{65} - 18,2mm, d_{90} - 27,2mm olduğu görülmektedir.

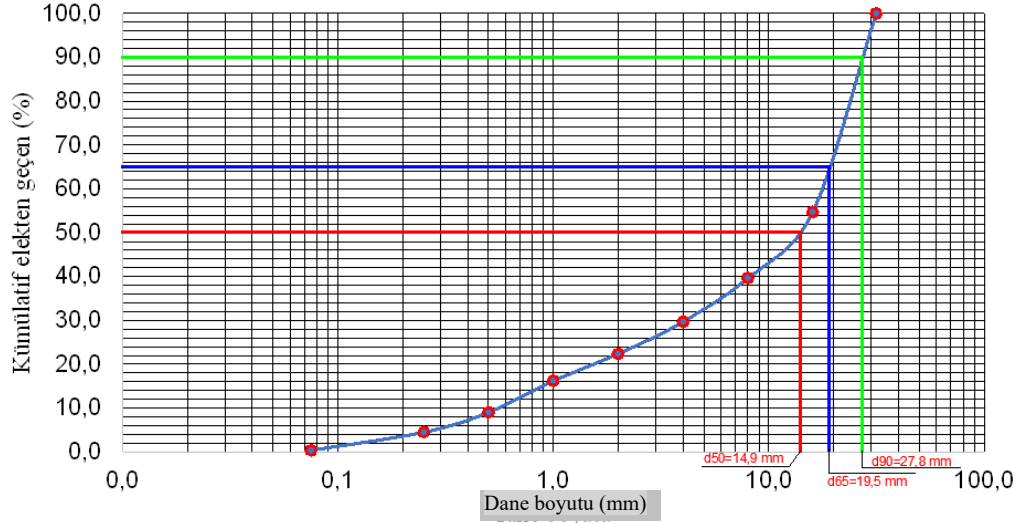


Şekil 40. Cevizlik HES regülatörünün Kış-Ocak/Yaz-Haziran mevsimlerinde oluşturulan granülometrik eğrilerinin karşılaştırılması

Cevizlik HES'in regülatöründen kış ve yaz (Ocak ve Haziran) mevsimlerinde alınan numunelerin elek analizi sonrası oluşturulan granülometrik eğrileri aynı grafik üzerinde gösterilmiştir.

Tablo 23. Kale HES birinci regülatörünü (Kış-Ocak)

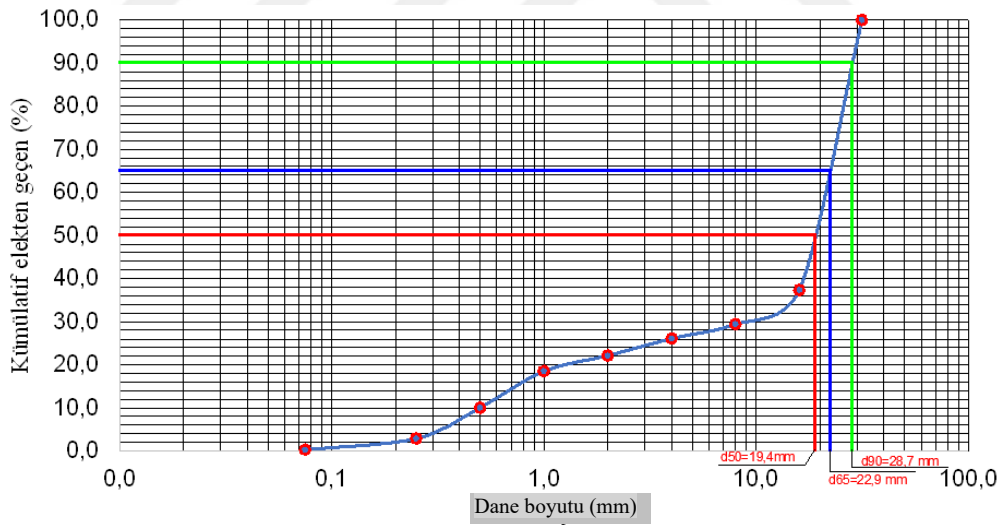
Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (gr)	Kümülatif elek üstü kalan (gr)	Kümülatif elekten geçen (gr)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,0	0,0	1279,5	100,0
16,0	579,6	579,6	699,9	54,7
8,0	192,6	772,2	507,3	39,6
4,0	127,7	899,9	379,6	29,7
2,0	93,5	993,4	286,1	22,4
1,0	78,4	1071,8	207,7	16,2
0,5	92,5	1164,3	115,2	9,0
0,25	57,7	1222,0	57,6	4,5
0,075	52,9	1274,9	4,7	0,4
Tava	4,7	1279,5	0	0
Toplam	1279,5	0	0	0

**Şekil 41.** Kale HES birinci regülatörünün granülometrik eğrisi (Kış-Ocak)

Kale HES'in birinci regülatörünün kış mevsiminde elek analizi tablosu Tablo 23'te granülometrik eğrisi ise Şekil 36'da gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığında ise d_{50} - 14,9mm, d_{65} - 19,5mm, d_{90} - 27,6mm olduğu görülmektedir.

Tablo 24. Kale HES birinci regülatörü (Yaz-Haziran)

Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (gr)	Kümülatif elek üstü kalan (gr)	Kümülatif elekten geçen (gr)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,0	0,0	880,8	100,0
16,0	551,9	551,9	329,0	37,3
8,0	69,8	621,6	259,2	29,4
4,0	29,2	650,8	230,0	26,1
2,0	35,2	686,0	194,8	22,1
1,0	31,7	717,7	163,1	18,5
0,5	74,7	792,4	88,4	10,0
0,25	63,1	855,5	25,3	2,9
0,075	22,9	878,4	2,5	0,3
Tava	2,5	880,8	0	0
Toplam	880,8	0	0	0

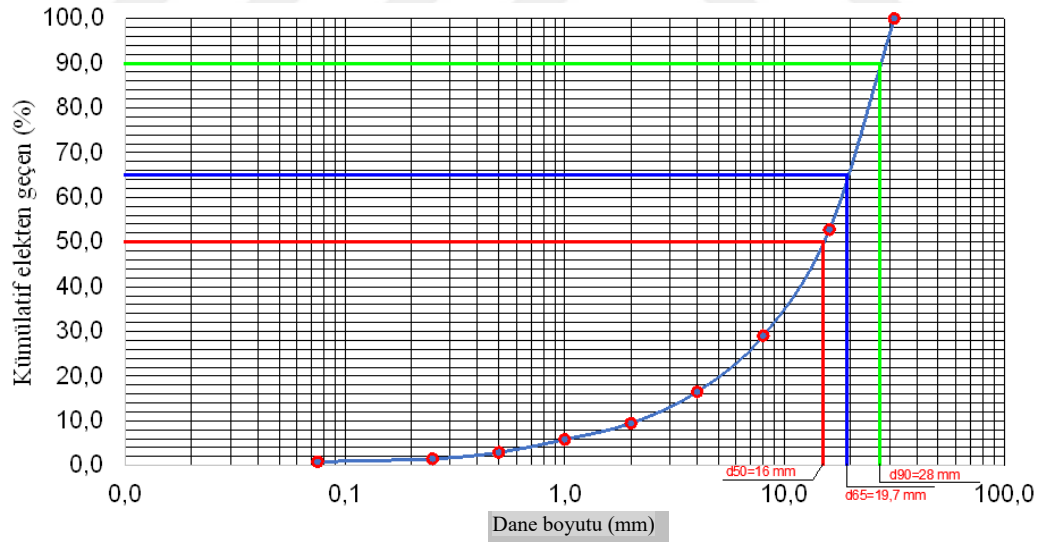


Şekil 42. Kale HES birinci regülatörünün granülometrik eğrisi (Yaz-Haziran)

Kale HES'in birinci regülatörünün yaz mevsiminde elek analizi tablosu Tablo 24'te granülometrik eğrisi ise Şekil 37'de gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığı zaman ise d_{50} - 19,4mm, d_{65} - 22,9mm, d_{90} - 28,7mm olduğu görülmektedir.

Tablo 25. Kale HES ikinci regülatörünü (Kış-Ocak)

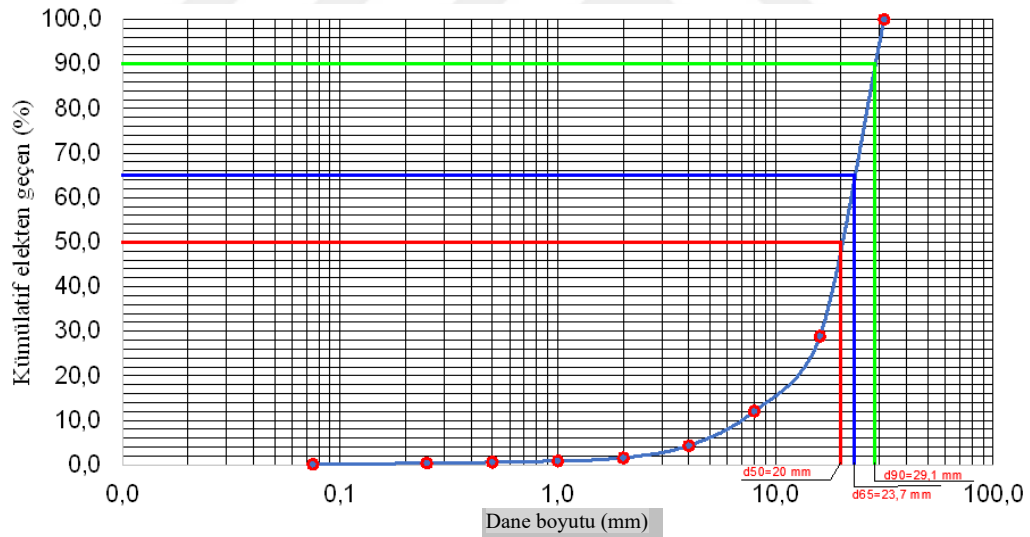
Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (gr)	Kümülatif elek üstü kalan (gr)	Kümülatif elekten geçen (gr)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,0	0,0	1524,6	100,0
16,0	720,3	720,3	804,3	52,8
8,0	361,4	1081,7	442,9	29,0
4,0	191,4	1273,1	251,5	16,5
2,0	107,2	1380,3	144,3	9,5
1,0	55,2	1435,5	89,1	5,8
0,5	44,5	1480,0	44,6	2,9
0,25	21,5	1501,5	23,1	1,5
0,075	10,4	1511,9	12,7	0,8
Tava	12,7	1524,6	0	0
Toplam	1524,6	0	0	0

**Şekil 43.** Kale HES ikinci regülatörünün granülometrik eğrisi (Kış-Ocak)

Kale HES'in ikinci regülatörünün kış mevsiminde elek analizi tablosu Tablo 25'te granülometrik eğrisi ise Şekil 38'da gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığında ise d_{50} - 16mm, d_{65} - 19,7mm, d_{90} - 28mm olduğu görülmektedir.

Tablo 26. Kale HES ikinci regülatörü (Yaz-Haziran)

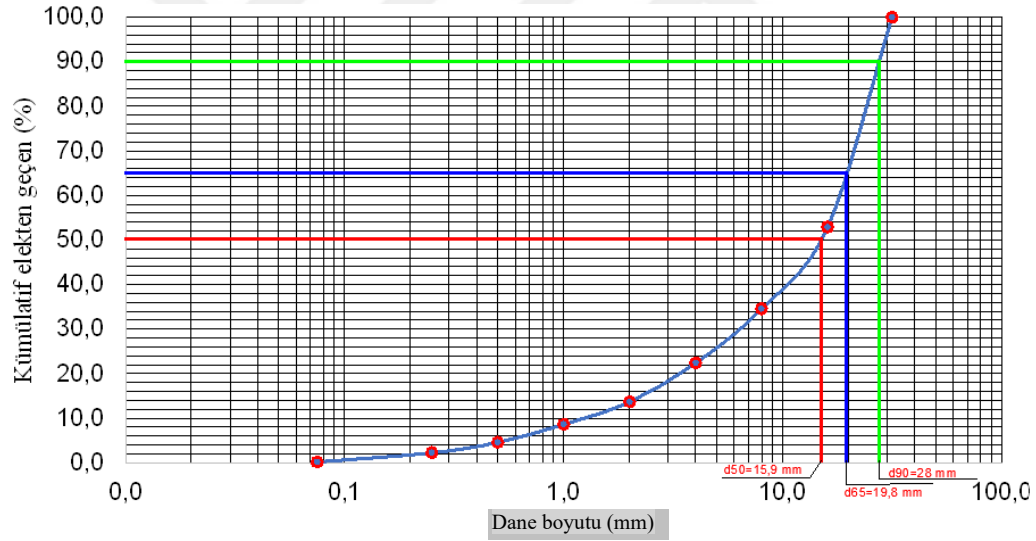
Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (gr)	Kümülatif elek üstü kalan (gr)	Kümülatif elekten geçen (gr)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,0	0,0	720,1	100,0
16,0	512,3	512,3	207,8	28,9
8,0	121,0	633,2	86,8	12,1
4,0	55,6	688,9	31,2	4,3
2,0	19,9	708,8	11,3	1,6
1,0	4,8	713,6	6,5	0,9
0,5	2,2	715,7	4,3	0,6
0,25	1,5	717,2	2,8	0,4
0,075	2,1	719,3	0,7	0,1
Tava	0,7	720,1	0	0
Toplam	720,1	0	0	0

**Şekil 44.** Kale HES ikinci regülatörünün granülometrik eğrisi (Yaz-Haziran)

Kale HES'in ikinci regülatörünün yaz mevsiminde elek analizi tablosu Tablo 26'da granülometrik eğrisi ise Şekil 39'd gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığında zaman ise d_{50} - 20mm, d_{65} - 23,7mm, d_{90} - 20,1mm olduğu görülmektedir.

Tablo 27. Kale HES bütün regülatörlerinin karışık sonuçları (Kış-Ocak)

Elek Açıklıkları (mm)	Her bir ekte kalan (gr)	Kümülatif elek üstü kalan (gr)	Kümülatif elekten geçen (gr)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,0	0,0	1370,5	100,0
16,0	645,6	645,6	724,9	52,9
8,0	251,2	896,8	473,8	34,6
4,0	166,9	1063,7	306,8	22,4
2,0	119,3	1183,0	187,5	13,7
1,0	69,2	1252,2	118,3	8,6
0,5	55,4	1307,6	62,9	4,6
0,25	32,0	1339,7	30,9	2,3
0,075	28,2	1367,9	2,7	0,2
Tava	2,7	1370,5	0	0
Toplam	1370,5	0	0	0

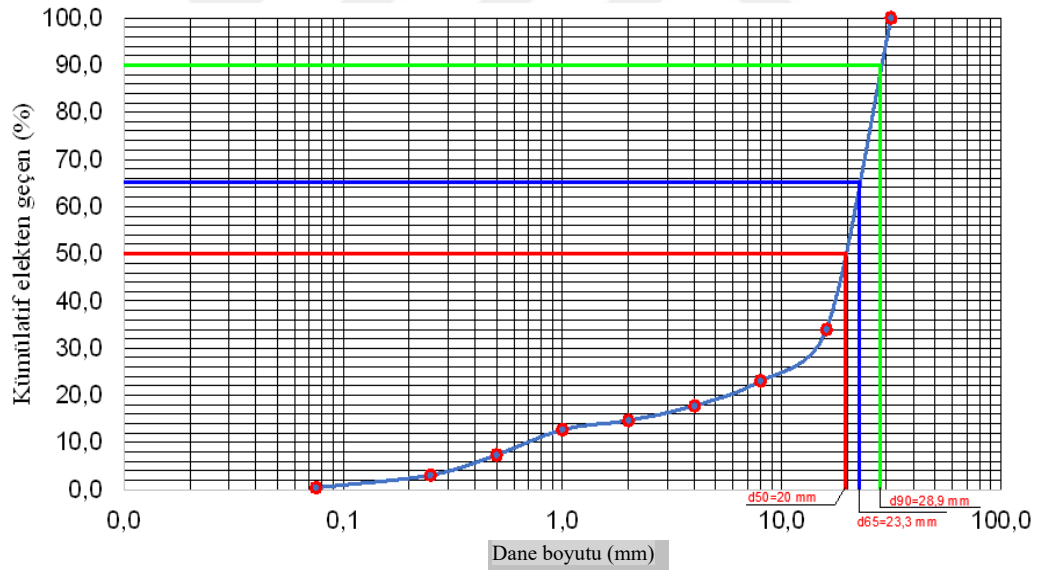


Şekil 45. Kale HES bütün regülatörlerinin karışık sonucunun granülometrik eğrisi (Kış-Ocak)

Kale HES'in bütün regülatörlerinden kış mevsiminde alınan malzemenin karışımının elek analizi tablosu Tablo 27'de, granülometrik eğrisi ise Şekil 40'da gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığı zaman ise d_{50} - 15,9mm, d_{65} - 19,8mm, d_{90} - 28mm olduğu görülmektedir.

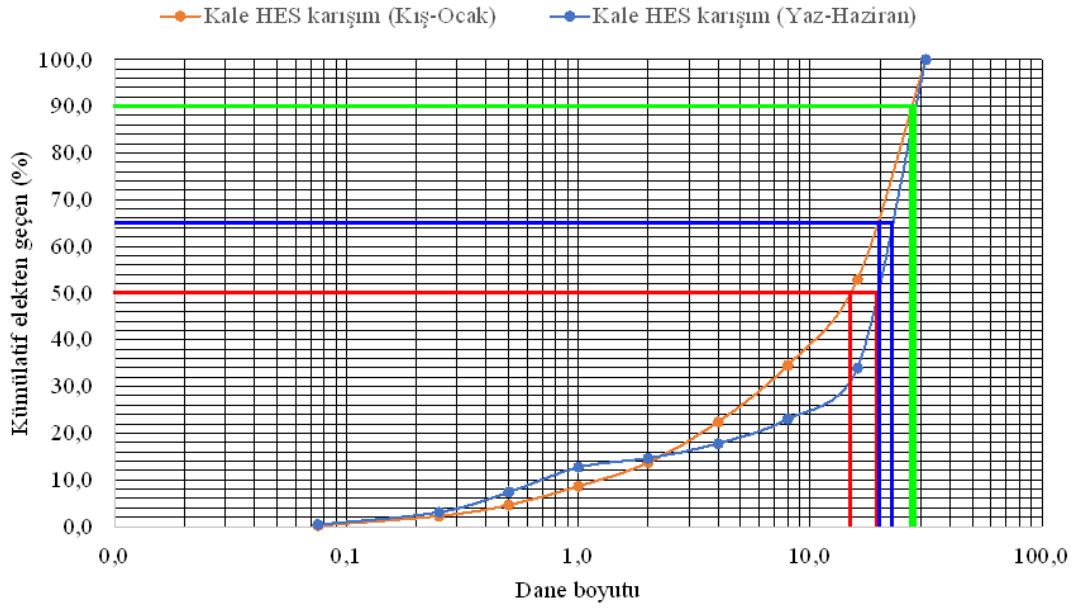
Tablo 28. Kale HES bütün regülatörlerinin karışık sonuçları (Yaz-Haziran)

Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (gr)	Kümülatif elek üstü kalan (gr)	Kümülatif elekten geçen (gr)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,0	0,0	1468,2	100,0
16,0	969,9	969,9	498,3	33,9
8,0	159,8	1129,7	338,5	23,1
4,0	77,7	1207,4	260,8	17,8
2,0	45,4	1252,7	215,5	14,7
1,0	28,3	1281,1	187,1	12,7
0,5	78,8	1359,8	108,4	7,4
0,25	63,1	1422,9	45,3	3,1
0,075	39,0	1461,9	6,3	0,4
Tava	6,3	1468,2	0	0
Toplam	1468,2	0	0	0



Şekil 46. Kale HES bütün regülatörlerinin karışık sonucunun granülometrik eğrisi (Yaz-Haziran)

Kale HES'in bütün regülatörlerinden yaz mevsiminde alınan malzemenin karışımının elek analizi tablosu Tablo 28'de, granülometrik eğrisi ise Şekil 41'de gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığında zaman ise d_{50} - 20mm, d_{65} - 23,3mm, d_{90} - 28,9mm olduğu görülmektedir.

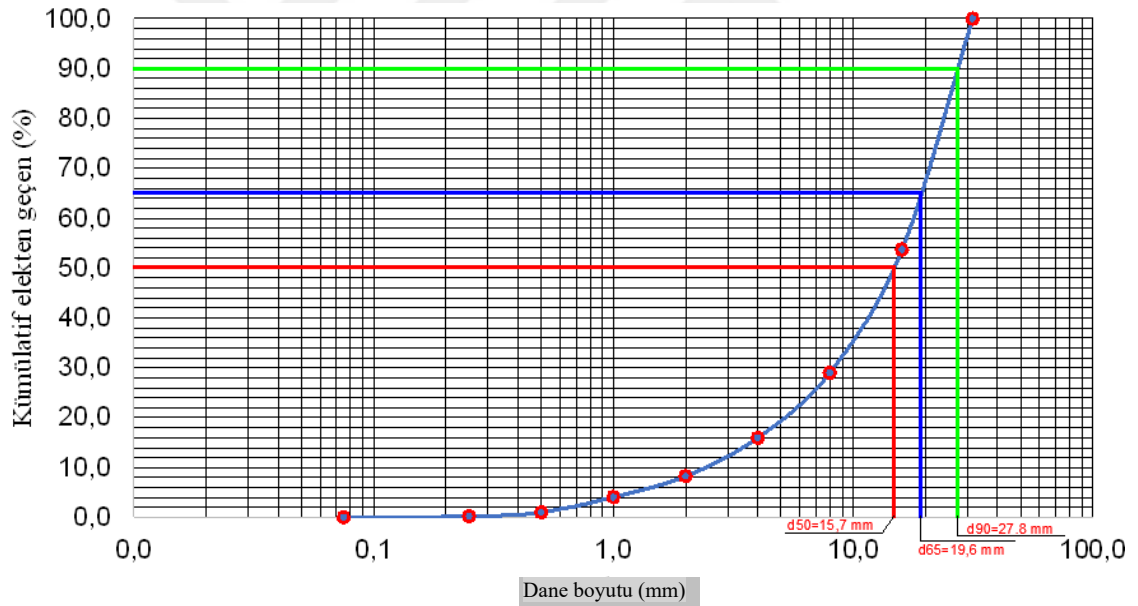


Şekil 47. Kale HES bütün regülatörlerinin karışık analizi sonucunun granülometrik eğrilerinin iki mevsimde karşılaştırılması (Kış-Ocak/Yaz-Haziran)

Kale HES'in regülatörlerinden kış ve yaz (Ocak ve Haziran) mevsimlerinde alınan numunelerin karıştırılarak elek analizi yapılması sonrası oluşturulan granülometrik eğrileri aynı grafik üzerinde gösterilmiştir.

Tablo 29. Ambarlık HES birinci regülatörü (Kış-Ocak)

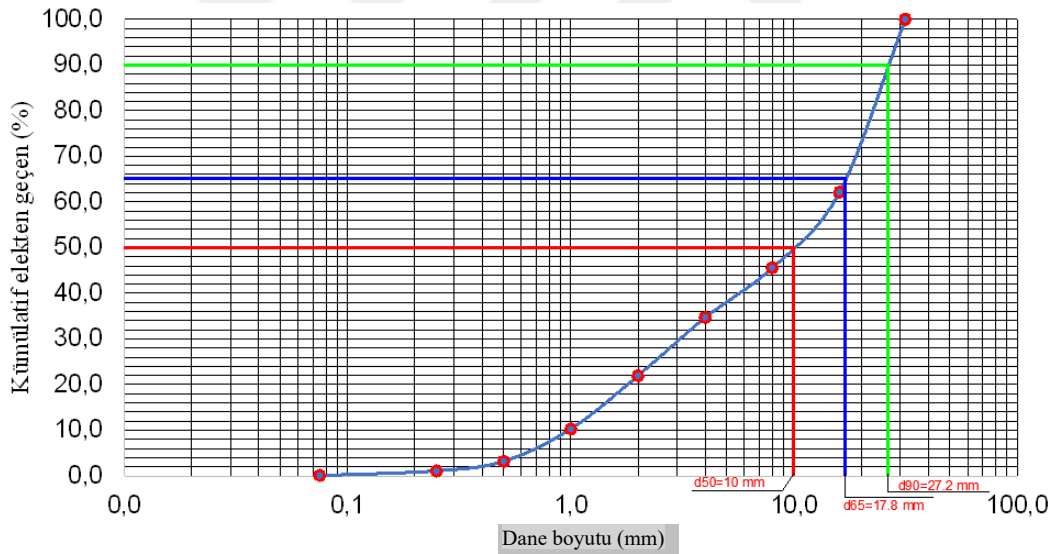
Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (gr)	Kümülatif elek üstü kalan (gr)	Kümülatif elekten geçen (gr)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,0	0,0	2708,5	100,0
16,0	1254,0	1254,0	1454,6	53,7
8,0	668,8	1922,7	785,8	29,0
4,0	353,6	2276,3	432,3	16,0
2,0	208,5	2484,7	223,8	8,3
1,0	114,0	2598,7	109,8	4,1
0,5	82,9	2681,6	26,9	1,0
0,25	20,6	2702,2	6,4	0,2
0,075	5,9	2708,0	0,5	0,0
Tava	0,5	2708,5	0	0
Toplam	2708,5	0	0	0

**Şekil 48.** Ambarlık HES birinci regülatörünün granülometrik eğrisi (Kış-Ocak)

Ambarlık HES'in birinci regülatörünün kış mevsiminde elek analizi tablosu Tablo 29'da granülometrik eğrisi ise Şekil 42'de gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığı zaman ise d_{50} - 15,7mm, d_{65} - 19,6mm, d_{90} - 27,8mm olduğu görülmektedir.

Tablo 30. Ambarlık HES birinci regülatörü (Yaz-Haziran)

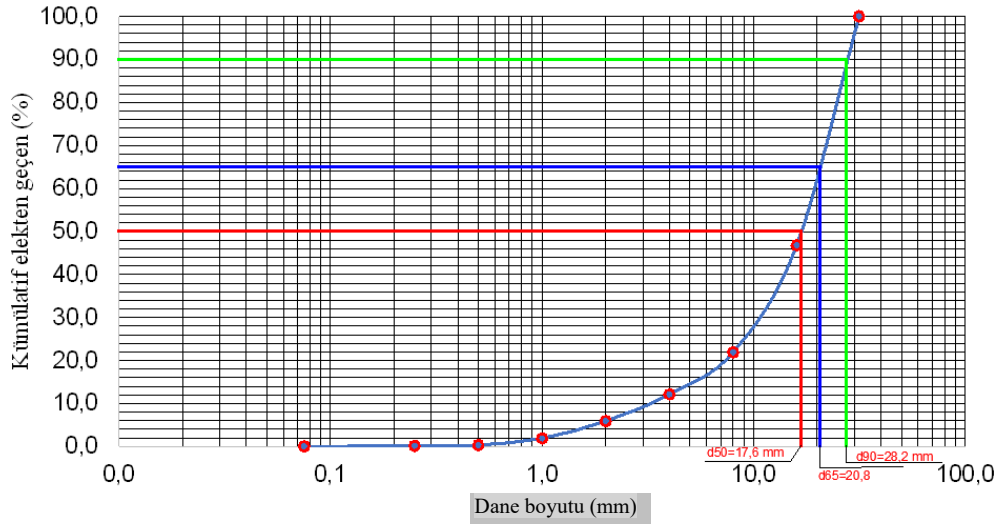
Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (gr)	Kümülatif elek üstü kalan (gr)	Kümülatif elekten geçen (gr)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,0	0,0	1796,1	100,0
16,0	680,1	680,1	1115,9	62,1
8,0	297,7	977,8	818,3	45,6
4,0	194,8	1172,6	623,5	34,7
2,0	229,5	1402,1	394,0	21,9
1,0	209,8	1611,9	184,2	10,3
0,5	127,1	1739,0	57,1	3,2
0,25	37,7	1776,7	19,4	1,1
0,075	18,4	1795,1	1,0	0,1
Tava	1,0	1796,1	0	0
Toplam	1796,1	0	0	0

**Şekil 49.** Ambarlık HES birinci regülatörünün granülometrik eğrisi (Yaz-Haziran)

Ambarlık HES'in birinci regülatörünün yaz mevsiminde elek analizi tablosu Tablo 30'da granülometrik eğrisi ise Şekil 43'te gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığında zaman ise d_{50} - 10mm, d_{65} - 17,8mm, d_{90} - 27,2mm olduğu görülmektedir.

Tablo 31. Ambarlık HES ikinci regülatörü (Kış-Ocak)

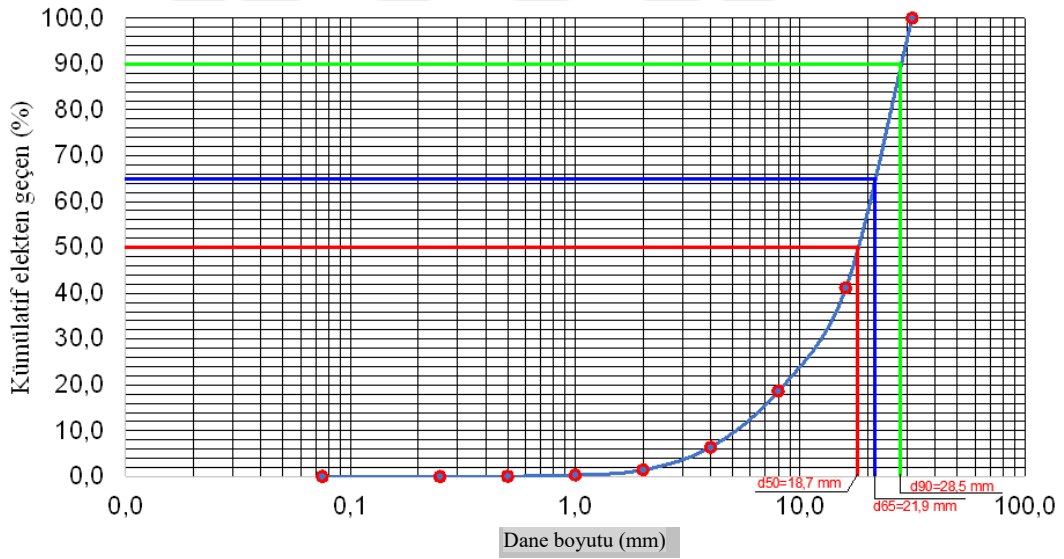
Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (gr)	Kümülatif elek üstü kalan (gr)	Kümülatif elekten geçen (gr)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,0	0,0	1384,4	100,0
16,0	736,5	736,5	647,8	46,8
8,0	344,3	1080,8	303,6	21,9
4,0	135,5	1216,3	168,1	12,1
2,0	85,7	1302,0	82,4	5,9
1,0	56,0	1358,0	26,4	1,9
0,5	21,3	1379,3	5,1	0,4
0,25	3,0	1382,3	2,1	0,2
0,075	1,5	1383,7	0,7	0,0
Tava	0,7	1384,4	0	0
Toplam	1384,4	0	0	0

**Şekil 50.** Ambarlık HES ikinci regülatörünün granülometrik eğrisi (Kış-Ocak)

Ambarlık HES'in ikinci regülatörünün kış mevsiminde elek analizi tablosu Tablo 31'de granülometrik eğrisi ise Şekil 44'te gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığı zaman ise d_{50} - 10mm, d_{65} - 17,8mm, d_{90} - 27,2mm olduğu görülmektedir.

Tablo 32. Ambarlık HES ikinci regülatörü (Yaz-Haziran)

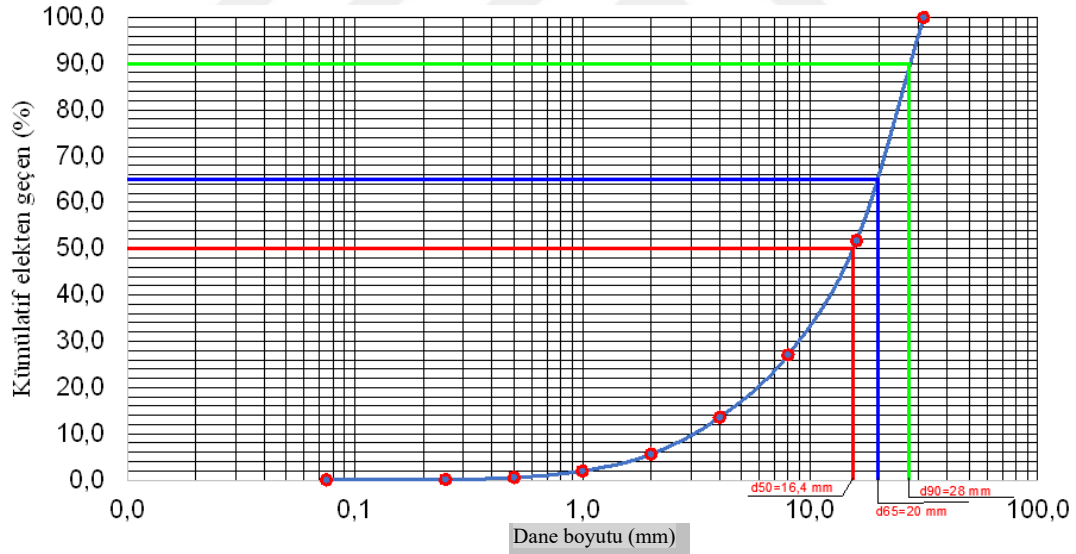
Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (gr)	Kümülatif elek üstü kalan (gr)	Kümülatif elekten geçen (gr)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,0	0,0	2070,6	100,0
16,0	1218,0	1218,0	852,6	41,2
8,0	466,8	1684,8	385,8	18,6
4,0	253,3	1938,1	132,5	6,4
2,0	102,4	2040,5	30,1	1,5
1,0	23,3	2063,8	6,8	0,3
0,5	5,1	2068,9	1,7	0,1
0,25	1,0	2069,9	0,7	0,0
0,075	0,6	2070,5	0,2	0,0
Tava	0,2	2070,6	0	0
Toplam	2070,6	0	0	0

**Şekil 51.** Ambarlık HES ikinci regülatörünün granülometrik eğrisi (Yaz-Haziran)

Ambarlık HES'in ikinci regülatörünün yaz mevsiminde elek analizi tablosu Tablo 32'de granülometrik eğrisi ise Şekil 45'te gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığı zaman ise d_{50} - 18,7mm, d_{65} - 21,9mm, d_{90} - 28,5mm olduğu görülmektedir.

Tablo 33. Ambarlık HES bütün regülatörlerinin karışık sonuçları (Kış-Ocak)

Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (gr)	Kümülatif elek üstü kalan (gr)	Kümülatif elekten geçen (gr)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,0	0,0	2492,6	100,0
16,0	1202,7	1202,7	1289,9	51,8
8,0	615,6	1818,2	674,4	27,1
4,0	336,5	2154,7	337,9	13,6
2,0	198,8	2353,5	139,1	5,6
1,0	90,6	2444,1	48,5	1,9
0,5	34,9	2479,1	13,5	0,5
0,25	9,9	2488,9	3,7	0,1
0,075	3,0	2491,9	0,7	0,0
Tava	0,7	2492,6	0	0
Toplam	2492,6	0	0	0

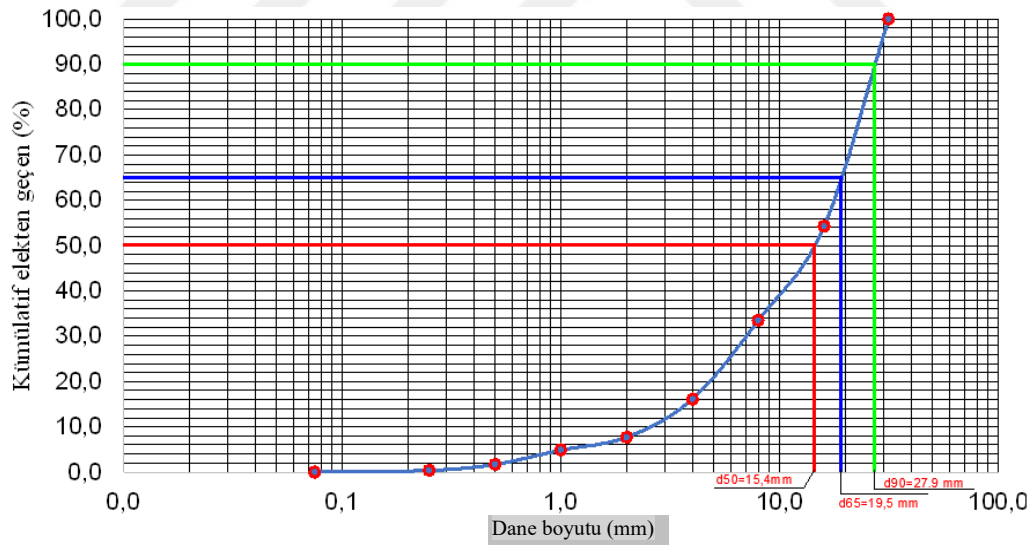


Şekil 52. Ambarlık HES bütün regülatörlerinin karışık sonucunun granülometrik eğrisi (Kış-Ocak)

Ambarlık HES'in bütün regülatörlerinden kış mevsiminde alınan malzemenin karışımının elek analizi tablosu Tablo 33'te, granülometrik eğrisi ise Şekil 46'da gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığı zaman ise d_{50} - 16,4mm, d_{65} - 20mm, d_{90} - 28mm olduğu görülmektedir.

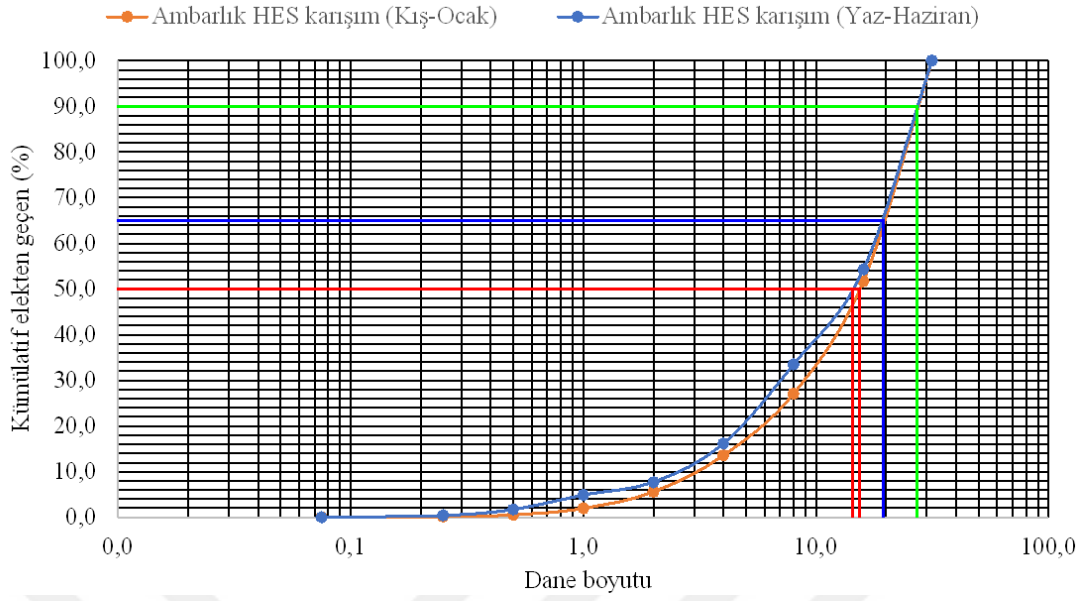
Tablo 34. Ambarlık HES bütün regülatörlerinin sonuçları (Yaz-Haziran)

Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (gr)	Kümülatif elek üstü kalan (gr)	Kümülatif elekten geçen (gr)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,0	0,0	1550,1	100,0
16,0	708,6	708,6	841,5	54,3
8,0	322,0	1030,6	519,5	33,5
4,0	269,6	1300,2	249,9	16,1
2,0	130,6	1430,9	119,3	7,7
1,0	43,2	1474,0	76,1	4,9
0,5	49,5	1523,6	26,6	1,7
0,25	20,3	1543,8	6,3	0,4
0,075	6,1	1549,9	0,3	0,0
Tava	0,3	1550,1	0	0
Toplam	1550,1	0	0	0



Şekil 53. Ambarlık HES bütün regülatörlerinin karışık sonucunun granülometrik eğrisi (Yaz-Haziran)

Ambarlık HES'in bütün regülatörlerinden yaz mevsiminde alınan malzemenin karışımının elek analizi tablosu Tablo 34'te, granülometrik eğrisi ise Şekil 47'de gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığı zaman ise d_{50} - 15,4mm, d_{65} - 19,5mm, d_{90} - 27,9mm olduğu görülmektedir.

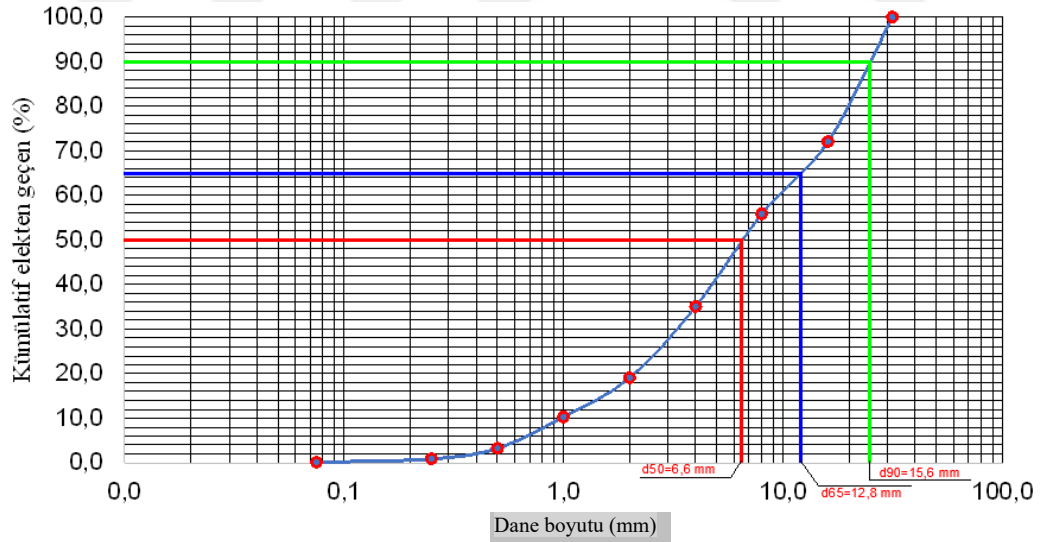


Şekil 54. Ambarlık HES bütün regülatörlerinin karışık analizi sonucunun granülometrik eğrilerinin iki mevsimde karşılaştırılması (Kış-Ocak/Yaz-Haziran)

Ambarlık HES'in regülatörlerinden kış ve yaz (Ocak ve Haziran) mevsimlerinde alınan numunelerin karıştırılarak elek analizi yapılması sonrası oluşturulan granülometrik eğrileri aynı grafik üzerinde gösterilmiştir.

Tablo 35. İkizdere HES Cimil regülatörü (Kış-Ocak)

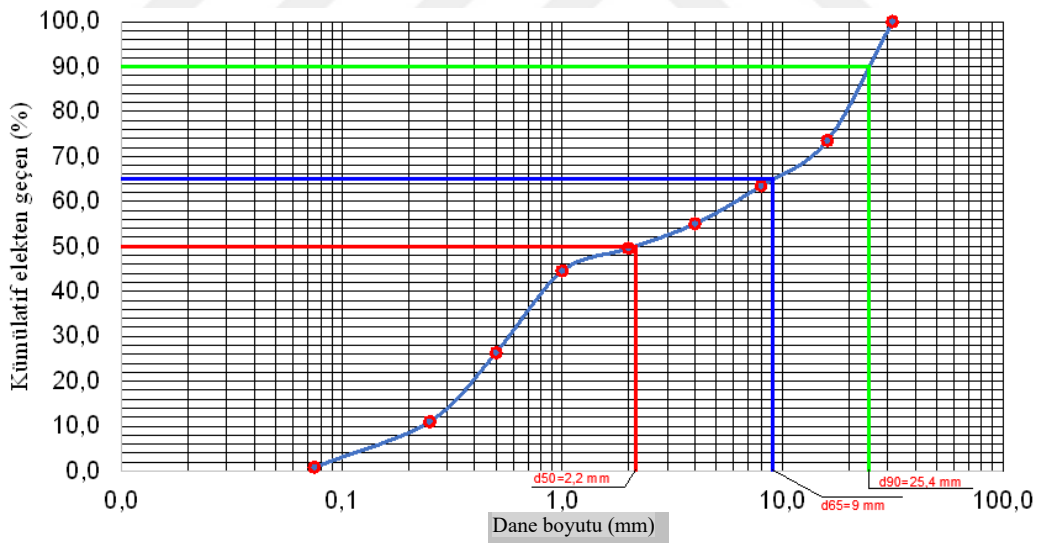
Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (gr)	Kümülatif elek üstü kalan (gr)	Kümülatif elekten geçen (gr)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,0	0,0	1899,0	100,0
16,0	531,0	531,0	1367,9	72,0
8,0	306,7	837,7	1061,2	55,9
4,0	395,1	1232,8	666,2	35,1
2,0	304,0	1536,7	362,2	19,1
1,0	166,3	1703,0	195,9	10,3
0,5	134,1	1837,1	61,9	3,3
0,25	44,6	1881,7	17,3	0,9
0,075	14,5	1896,2	2,8	0,1
Tava	2,8	1899,0	0	0
Toplam	1899,0	0	0	0

**Şekil 55.** İkizdere HES Cimil regülatörü granülometrik eğrisi (Kış-Ocak)

İkizdere HES'in Cimil regülatörünün kış mevsiminde elek analizi tablosu Tablo 35'te granülometrik eğrisi ise Şekil 48'de gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığında zaman ise d_{50} - 6,6mm, d_{65} - 12,8mm, d_{90} - 15,6mm olduğu görülmektedir.

Tablo 36. İkizdere HES Cıml regülatörü (Yaz-Hazıran)

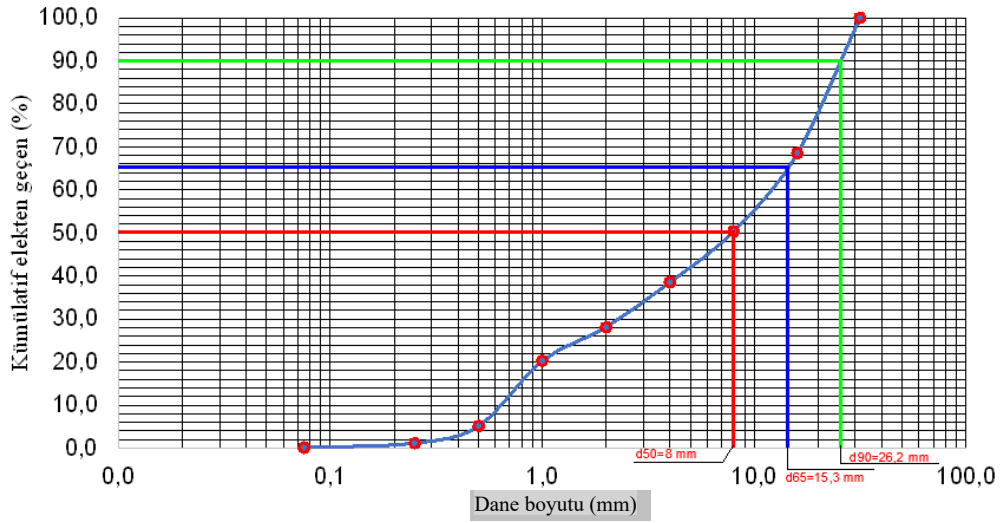
Elek Açıklıkları (mm)	Her bir ekte kalan (gr)	Kümülatif elek üstü kalan (gr)	Kümülatif elekten geçen (gr)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,0	0,0	1641,6	100,0
16,0	433,8	433,8	1207,9	73,6
8,0	165,8	599,6	1042,0	63,5
4,0	139,0	738,6	903,1	55,0
2,0	89,8	828,4	813,3	49,5
1,0	81,7	910,0	731,6	44,6
0,5	299,1	1209,1	432,6	26,3
0,25	252,1	1461,2	180,4	11,0
0,075	165,9	1627,1	14,5	0,9
Tava	14,5	1641,6	0	0
Toplam	1641,6	0	0	0

**Şekil 56.** İkizdere HES Cıml regülatörü granülometrik eğrisi (Yaz-Hazıran)

İkizdere HES'in Cıml regülatörünün yaz mevsiminde elek analizi tablosu Tablo 36'de granülometrik eğrisi ise Şekil 49'da gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığında zaman ise d_{50} - 2,2mm, d_{65} - 9mm, d_{90} - 25,4mm olduğu görülmektedir.

Tablo 37. İkizdere HES Çamlık regülatörü (Kış-Ocak)

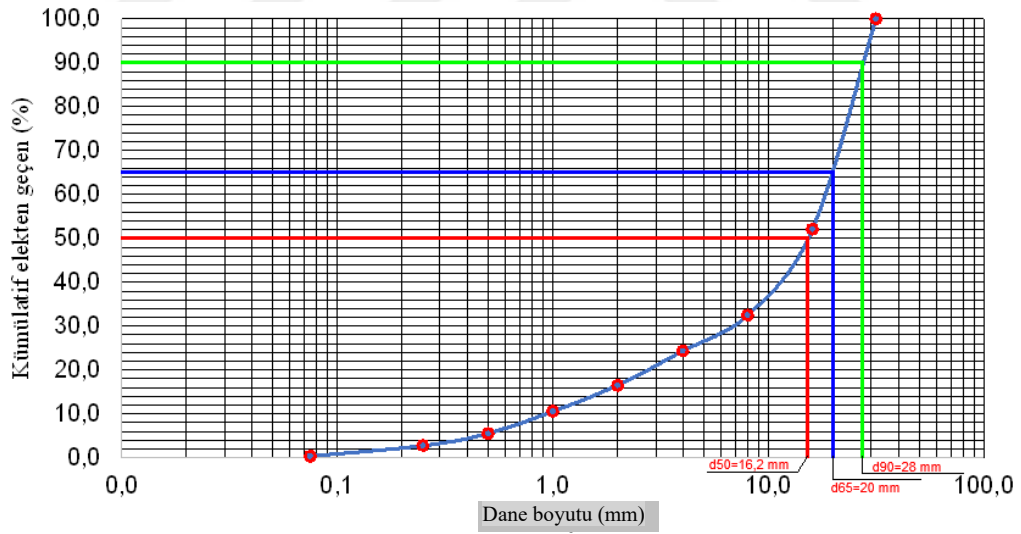
Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (gr)	Kümülatif elek üstü kalan (gr)	Kümülatif elekten geçen (gr)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,0	0,0	2111,0	100,0
16,0	663,6	663,6	1447,4	68,6
8,0	383,7	1047,3	1063,7	50,4
4,0	249,7	1297,0	814,0	38,6
2,0	220,5	1517,5	593,5	28,1
1,0	164,7	1682,2	428,8	20,3
0,5	320,2	2002,4	108,6	5,1
0,25	83,5	2085,9	25,1	1,2
0,075	23,1	2109,0	2,0	0,1
Tava	2,0	2111,0	0	0
Toplam	2111,0	0	0	0

**Şekil 57.** İkizdere HES çamlık regülatörü granülometrik eğrisi (Kış-Ocak)

İkizdere HES'in çamlık regülatörünün kış mevsiminde elek analizi tablosu Tablo 37'de granülometrik eğrisi ise Şekil 50'de gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığında zaman ise d_{50} - 8mm, d_{65} - 15,3mm, d_{90} - 26,2mm olduğu görülmektedir.

Tablo 38. İkizdere HES Çamlık regülatörü (Yaz-Haziran)

Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (gr)	Kümülatif elek üstü kalan (gr)	Kümülatif elekten geçen (gr)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,0	0,0	2042,8	100,0
16,0	978,6	978,6	1064,2	52,1
8,0	400,5	1379,1	663,7	32,5
4,0	166,1	1545,2	497,6	24,4
2,0	160,5	1705,8	337,0	16,5
1,0	120,9	1826,7	216,1	10,6
0,5	103,6	1930,3	112,5	5,5
0,25	56,1	1986,4	56,5	2,8
0,075	49,0	2035,3	7,5	0,4
Tava	7,5	2042,8	0	0
Toplam	2042,8	0	0	0

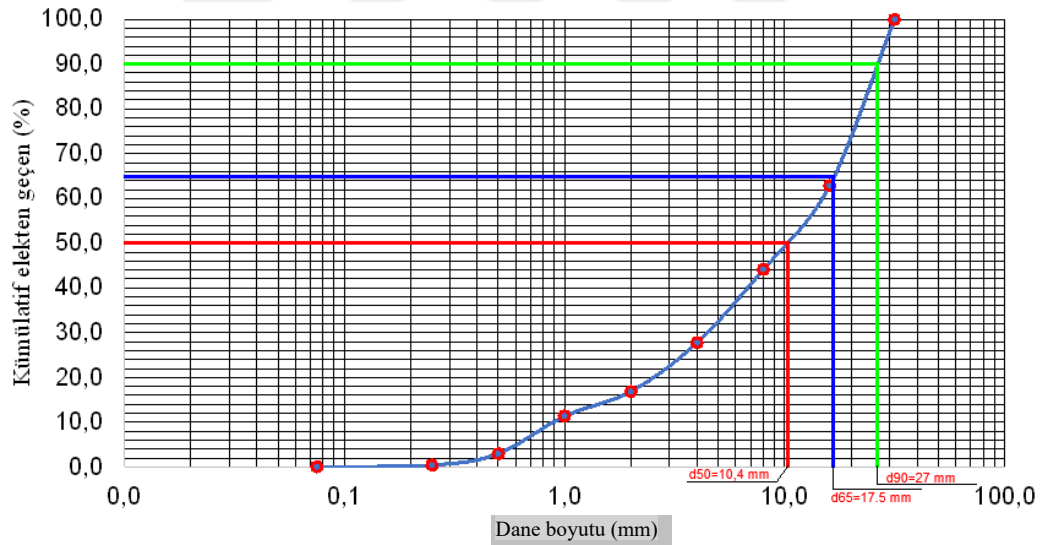


Şekil 58. İkizdere HES çamlık regülatörü granülometrik eğrisi (Yaz-Haziran)

İkizdere HES'in çamlık regülatörünün yaz mevsiminde elek analizi tablosu Tablo 38'de granülometrik eğrisi ise Şekil 51'de gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığında zaman ise d_{50} - 16,2mm, d_{65} - 20mm, d_{90} - 26mm olduğu görülmektedir.

Tablo 39. İkizdere HES bütün regülatörlerinin karışık sonuçları (Kış-Ocak)

Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (gr)	Kümülatif elek üstü kalan (gr)	Kümülatif elekten geçen (gr)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,0	0,0	2406,4	100,0
16,0	894,6	894,6	1511,9	62,8
8,0	449,6	1344,2	1062,2	44,1
4,0	393,6	1737,8	668,6	27,8
2,0	264,0	2001,8	404,6	16,8
1,0	130,2	2132,1	274,4	11,4
0,5	203,7	2335,7	70,7	2,9
0,25	60,8	2396,5	9,9	0,4
0,075	8,8	2405,3	1,1	0,0
Tava	1,1	2406,4	0	0
Toplam	2406,4	0	0	0

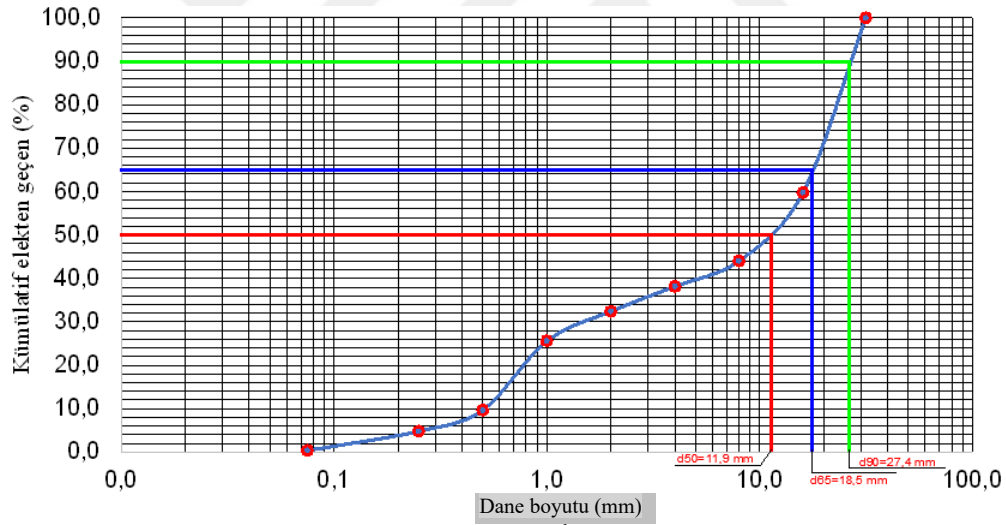


Şekil 59. İkizdere HES bütün regülatörlerinin karışık sonucunun granülometrik eğrisi (Kış-Ocak)

İkizdere HES'in bütün regülatörlerinden kış mevsiminde alınan malzemenin karışımının elek analizi tablosu Tablo 39'da granülometrik eğrisi ise Şekil 52'de gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığı zaman ise d_{50} - 10,4mm, d_{65} - 17,5mm, d_{90} - 27mm olduğu görülmektedir.

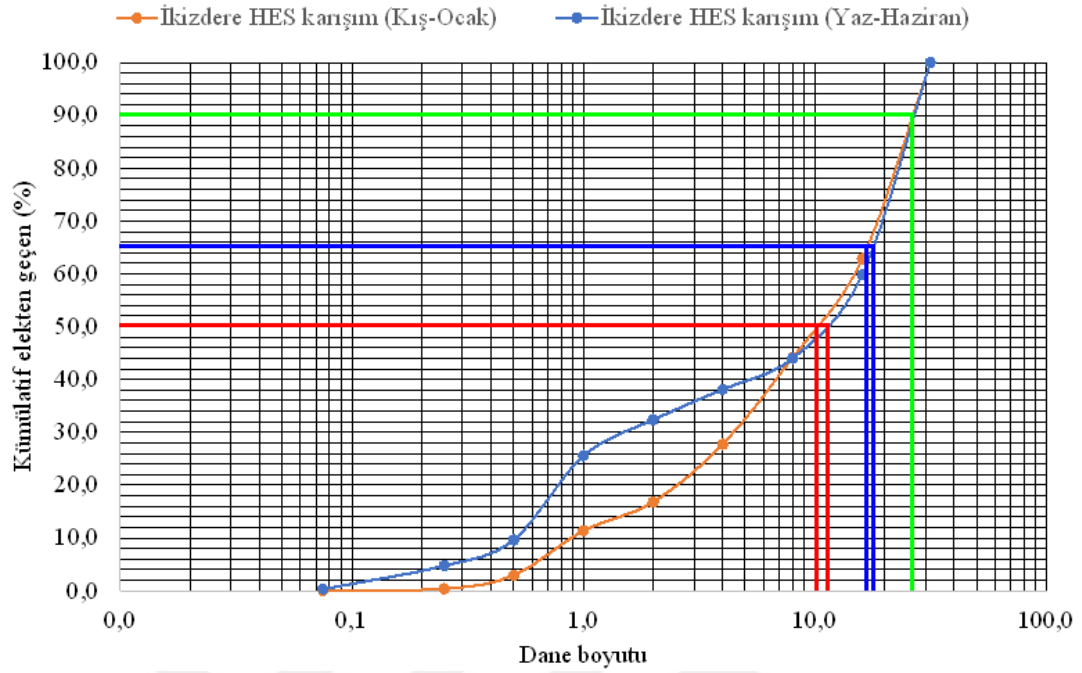
Tablo 40. İkizdere HES bütün regülatörlerinin karışık sonuçları (Yaz-Haziran)

Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (gr)	Kümülatif elek üstü kalan (gr)	Kümülatif elekten geçen (gr)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,0	0,0	1744,0	100,0
16,0	701,0	701,0	1043,1	59,8
8,0	275,1	976,0	768,0	44,0
4,0	102,6	1078,6	665,5	38,2
2,0	100,0	1178,6	565,5	32,4
1,0	119,0	1297,6	446,5	25,6
0,5	278,0	1575,6	168,5	9,7
0,25	85,3	1660,8	83,2	4,8
0,075	77,5	1738,3	5,8	0,3
Tava	5,8	1744,0	0	0
Toplam	1744,0	0	0	0



Şekil 60. İkizdere HES bütün regülatörlerinin karışık sonucunun granülometrik eğrisi (Yaz-Haziran)

İkizdere HES'in bütün regülatörlerinden yaz mevsiminde alınan malzemenin karışımının elek analizi tablosu Tablo 40'ta granülometrik eğrisi ise Şekil 53'te gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığı zaman ise d_{50} - 11,9mm, d_{65} - 18,5mm, d_{90} - 27,4mm olduğu görülmektedir.

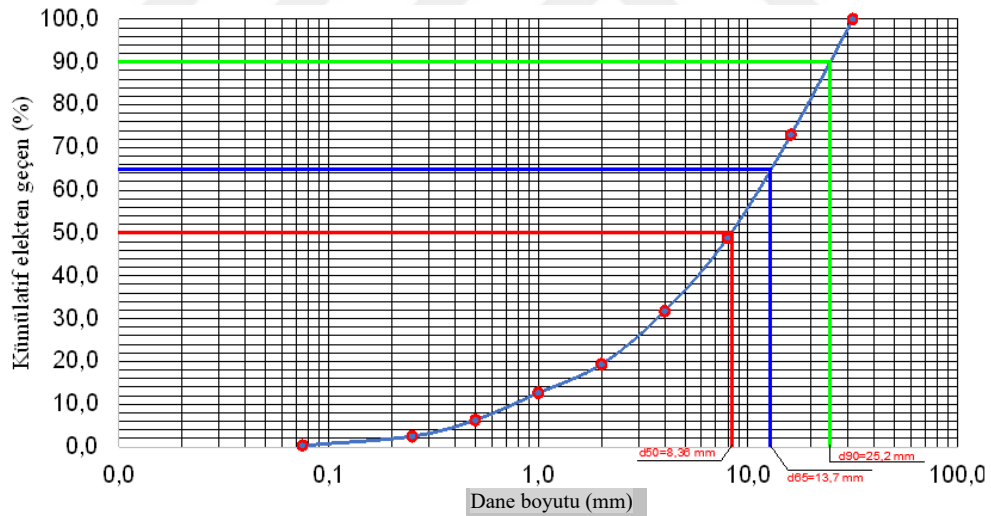


Şekil 61. İkizdere HES bütün regülatörlerinin karışık analizi sonucunun granülometrik eğrilerinin iki mevsimde karşılaştırılması (Kış-Ocak/Yaz-Haziran)

İkizdere HES'in regülatörlerinden kış ve yaz (Ocak ve Haziran) mevsimlerinde alınan numunelerin karıştırılarak elek analizi yapılması sonrası oluşturulan granülometrik eğrileri aynı grafik üzerinde gösterilmiştir.

Tablo 41. Uzundere-I HES birinci regülatörü (Kış-Ocak)

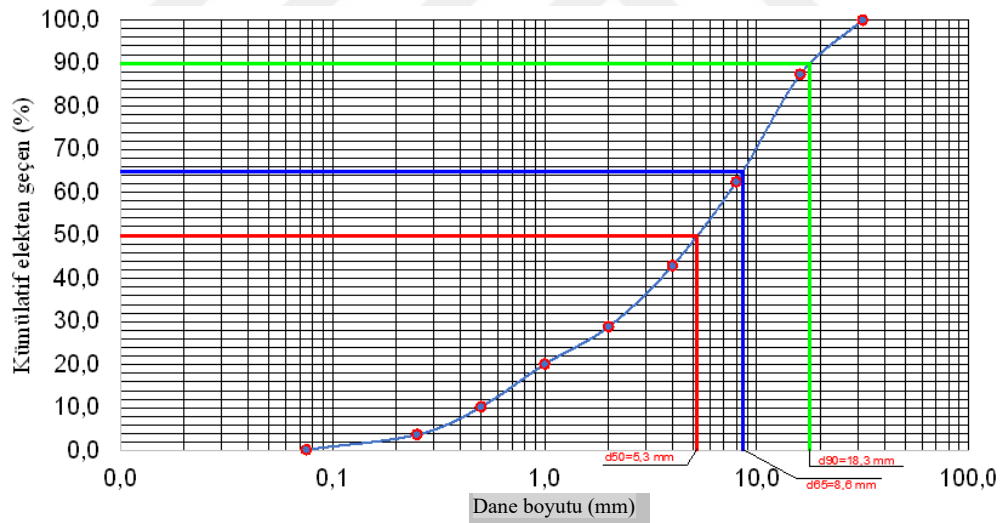
Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (gr)	Kümülatif elek üstü kalan (gr)	Kümülatif elekten geçen (gr)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,0	0,0	2880,3	100,0
16,0	778,4	778,4	2101,9	73,0
8,0	694,6	1473,0	1407,3	48,9
4,0	494,5	1967,5	912,8	31,7
2,0	357,2	2324,7	555,6	19,3
1,0	192,3	2517,0	363,3	12,6
0,5	182,9	2699,9	180,4	6,3
0,25	109,5	2809,4	70,9	2,5
0,075	61,7	2871,1	9,2	0,3
Tava	9,2	2880,3	0	0
Toplam	2880,3	0	0	0

**Şekil 62.** Uzundere-I HES birinci regülatörü granülometrik eğrisi (Kış-Ocak)

Uzundere-I HES'in birinci regülatörünün kış mevsiminde elek analizi tablosu Tablo 41'de granülometrik eğrisi ise Şekil 54'te gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığı zaman ise d_{50} - 8,36mm, d_{65} - 13,7mm, d_{90} - 25,2mm olduğu görülmektedir.

Tablo 42. Uzundere-I HES birinci regülatörü (Yaz-Haziran)

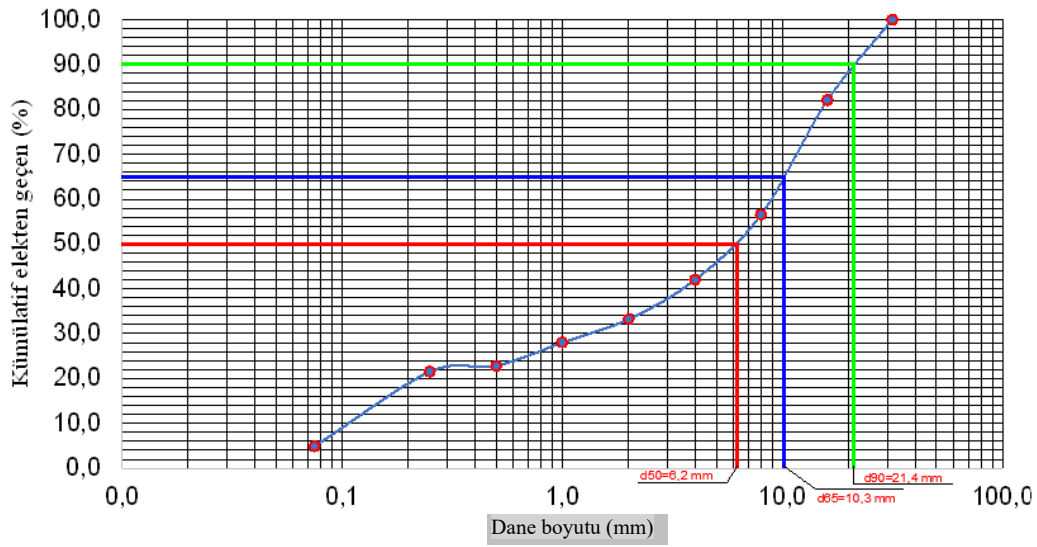
Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (gr)	Kümülatif elek üstü kalan (gr)	Kümülatif elekten geçen (gr)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,0	0,0	2519,3	100,0
16,0	317,5	317,5	2201,8	87,4
8,0	627,9	945,4	1573,9	62,5
4,0	491,4	1436,7	1082,6	43,0
2,0	357,0	1793,8	725,6	28,8
1,0	217,7	2011,4	507,9	20,2
0,5	251,5	2262,9	256,4	10,2
0,25	161,2	2424,1	95,2	3,8
0,075	87,4	2511,5	7,8	0,3
Tava	7,9	2519,3	0	0
Toplam	2519,3	0	0	0

**Şekil 63.** Uzundere-I HES birinci regülatörü granülometrik eğrisi (Yaz-Haziran)

Uzundere-I HES'in birinci regülatörünün yaz mevsiminde elek analizi tablosu Tablo 42'de granülometrik eğrisi ise Şekil 55'te gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığında zaman ise d_{50} - 5,3mm, d_{65} - 8,6mm, d_{90} - 18,3mm olduğu görülmektedir.

Tablo 43. Uzundere-I HES ikinci regülatörü (Kış-Ocak)

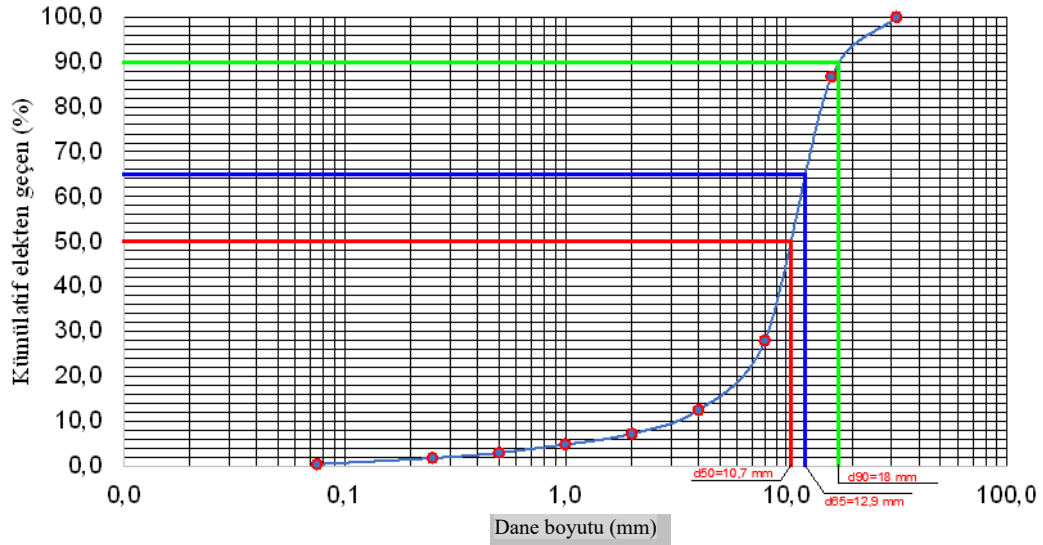
Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (gr)	Kümülatif elek üstü kalan (gr)	Kümülatif elekten geçen (gr)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,0	0,0	1321,1	100,0
16,0	236,6	236,6	1084,5	82,1
8,0	337,6	574,2	746,9	56,5
4,0	192,3	766,5	554,6	42,0
2,0	115,6	882,1	439,0	33,2
1,0	68,5	950,6	370,5	28,0
0,5	69,3	1019,9	301,2	22,8
0,25	17,2	1037,1	284,0	21,5
0,075	219,5	1256,6	64,5	4,9
Tava	64,5	1321,1		

**Şekil 64.** Uzundere-I HES ikinci regülatörü granülometrik eğrisi (Kış-Ocak)

Uzundere-I HES'in ikinci regülatörünün kış mevsiminde elek analizi tablosu Tablo 43'te granülometrik eğrisi ise Şekil 56'da gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığında zaman ise d_{50} - 6,2mm, d_{65} - 10,3mm, d_{90} - 21,4mm olduğu görülmektedir.

Tablo 44. Uzundere-I HES ikinci regülatörü (Yaz-Haziran)

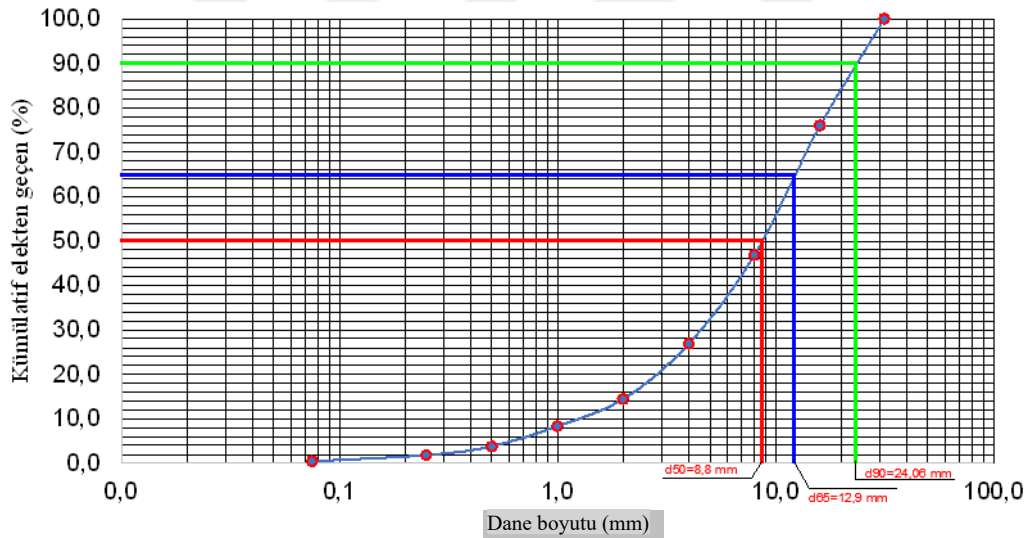
Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (gr)	Kümülatif elek üstü kalan (gr)	Kümülatif elekten geçen (gr)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,0	0,0	2867,6	100,0
16,0	380,4	380,4	2487,2	86,7
8,0	1685,8	2066,2	801,4	27,9
4,0	443,9	2510,1	357,5	12,5
2,0	150,7	2660,8	206,8	7,2
1,0	69,0	2729,8	137,9	4,8
0,5	53,5	2783,3	84,3	2,9
0,25	32,8	2816,1	51,6	1,8
0,075	39,4	2855,5	12,2	0,4
Tava	12,2	2867,6	0	0
Toplam	2867,6	0	0	0

**Şekil 65.** Uzundere-I HES ikinci regülatörü granülometrik eğrisi (Yaz-Haziran)

Uzundere-I HES'in ikinci regülatörünün yaz mevsiminde elek analizi tablosu Tablo 44'te granülometrik eğrisi ise Şekil 57'de gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığı zaman ise d_{50} - 10,7mm, d_{65} - 12,9mm, d_{90} - 18mm olduğu görülmektedir.

Tablo 45. Uzundere-I HES üçüncü regülatörü (Kış-Ocak)

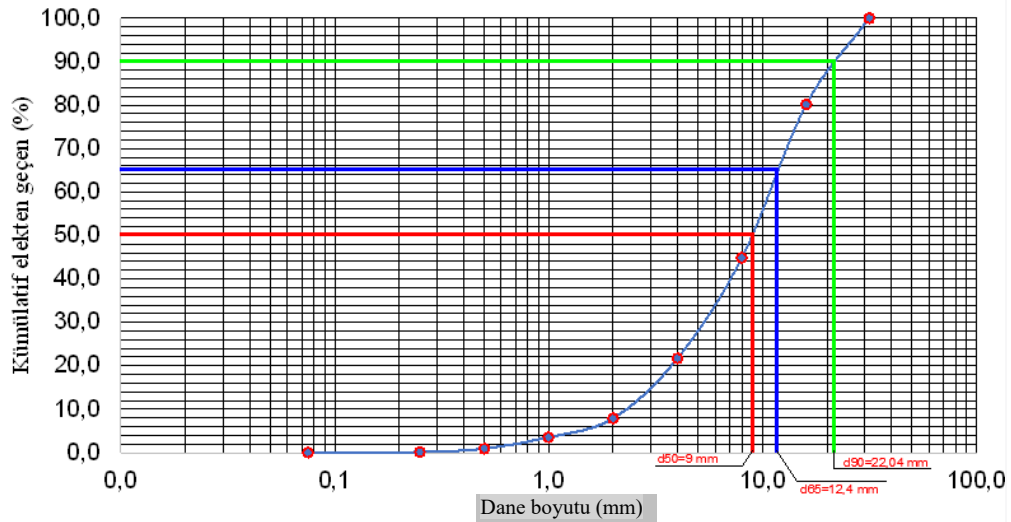
Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekten kalan (gr)	Kümülatif elek üstü kalan (gr)	Kümülatif elekten geçen (gr)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,0	0,0	1862,4	100,0
16,0	446,9	446,9	1415,5	76,0
8,0	543,4	990,3	872,1	46,8
4,0	371,1	1361,4	501,0	26,9
2,0	232,2	1593,6	268,8	14,4
1,0	113,1	1706,7	155,7	8,4
0,5	85,2	1791,9	70,5	3,8
0,25	36,4	1828,3	34,1	1,8
0,075	25,9	1854,1	8,3	0,4
Tava	8,3	1862,4	0	0
Toplam	1862,4	0	0	0

**Şekil 66.** Uzundere-I HES üçüncü regülatörü granülometrik eğrisi (Kış-Ocak)

Uzundere-I HES'in üçüncü regülatörünün kış mevsiminde elek analizi tablosu Tablo 45'te granülometrik eğrisi ise Şekil 58'de gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığında ise d_{50} - 8,8mm, d_{65} - 12,9mm, d_{90} - 24,06mm olduğu görülmektedir.

Tablo 46. Uzundere-I HES dördüncü regülatörü (Kış-Ocak)

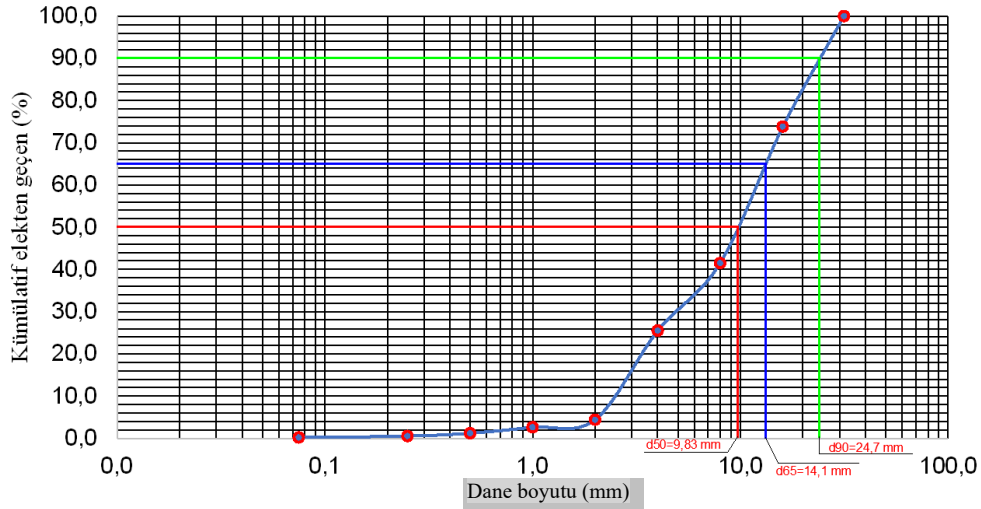
Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (gr)	Kümülatif elek üstü kalan (gr)	Kümülatif elekten geçen (gr)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,0	0,0	1766,5	100,0
16,0	350,4	350,4	1416,2	80,2
8,0	624,4	974,7	791,8	44,8
4,0	409,0	1383,7	382,9	21,7
2,0	244,4	1628,0	138,5	7,8
1,0	76,3	1704,4	62,2	3,5
0,5	46,3	1750,7	15,9	0,9
0,25	13,5	1764,1	2,4	0,1
0,075	1,9	1766,1	0,5	0,0
Tava	0,5	1766,5	0	0
Toplam	1766,5	0	0	0

**Şekil 67.** Uzundere-I HES dördüncü regülatörü granülometrik eğrisi (Kış-Ocak)

Uzundere-I HES'in dördüncü regülatörünün kış mevsiminde elek analizi tablosu Tablo 46'da granülometrik eğrisi ise Şekil 59'da gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığı zaman ise d_{50} - 9mm, d_{65} - 12,4mm, d_{90} - 24,04mm olduğu görülmektedir.

Tablo 47. Uzundere-I HES dördüncü regülatörü (Yaz-Haziran)

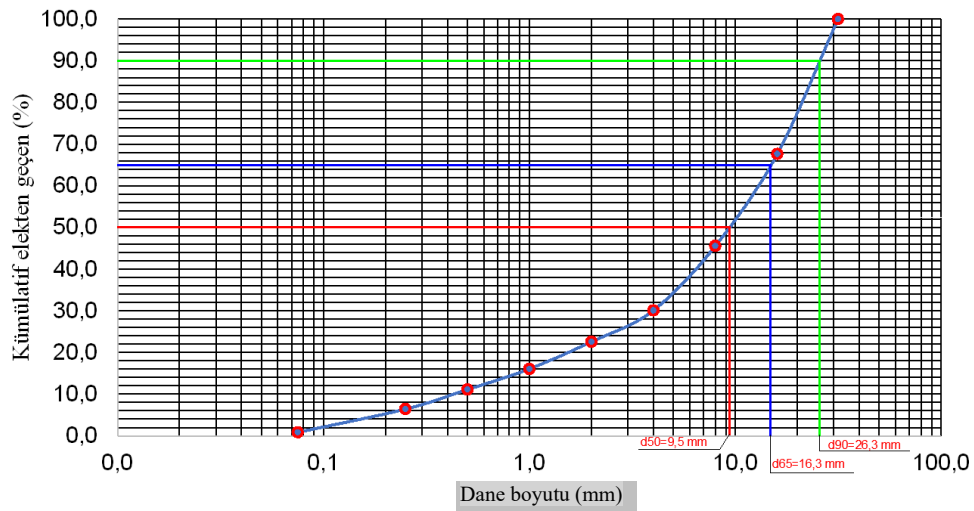
Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (gr)	Kümülatif elek üstü kalan (gr)	Kümülatif elekten geçen (gr)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,0	0,0	2748,0	100,0
16,0	719,2	719,2	2028,8	73,8
8,0	888,0	1607,3	1140,7	41,5
4,0	439,8	2047,1	700,9	25,5
2,0	580,1	2627,1	120,9	4,4
1,0	49,0	2676,1	71,9	2,6
0,5	39,4	2715,4	32,5	1,2
0,25	17,8	2733,3	14,7	0,5
0,075	10,0	2743,3	4,7	0,2
Tava	4,7	2748,0	0	0
Toplam	2748,0	0	0	0

**Şekil 68.** Uzundere-I HES dördüncü regülatörü granülometrik eğrisi (Yaz-Haziran)

Uzundere-I HES'in dördüncü regülatörünün yaz mevsiminde elek analizi tablosu Tablo 47'de granülometrik eğrisi ise Şekil 60'ta gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığında ise d_{50} - 9,83mm, d_{65} - 14,1mm, d_{90} - 24,7mm olduğu görülmektedir.

Tablo 48. Uzundere-I HES bütün regülatörlerinin karışık sonuçları (Kış-Ocak)

Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (gr)	Kümülatif elek üstü kalan (gr)	Kümülatif elekten geçen (gr)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,0	0,0	2863,5	100,0
16,0	926,6	926,6	1936,9	67,6
8,0	632,3	1558,9	1304,6	45,6
4,0	442,9	2001,8	861,7	30,1
2,0	215,2	2217,0	646,5	22,6
1,0	186,8	2403,8	459,7	16,1
0,5	141,2	2545,1	318,5	11,1
0,25	134,2	2679,3	184,3	6,4
0,075	159,7	2839,0	24,6	0,9
Tava	24,6	2863,5	0	0
Toplam	2863,5	0	0	0

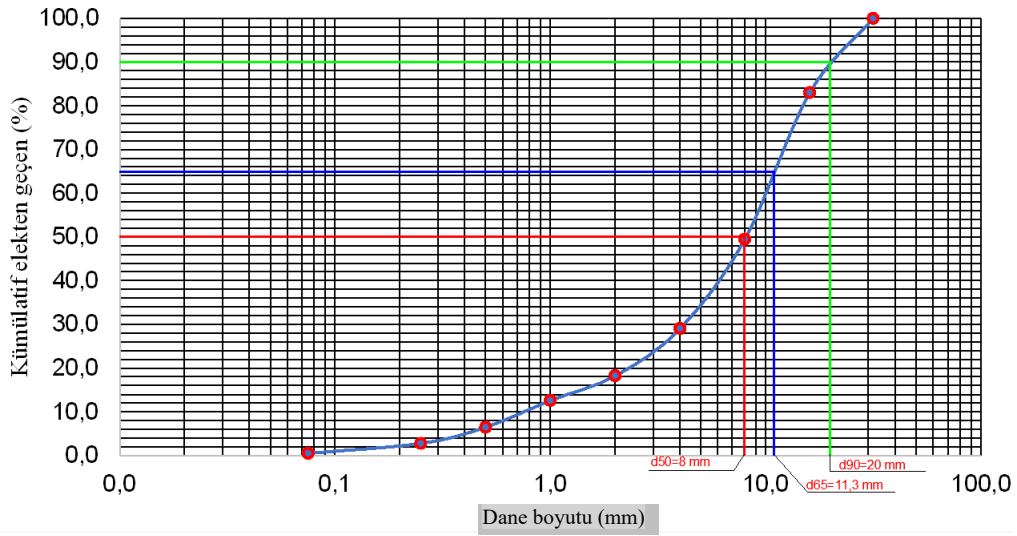


Şekil 69. Uzundere-I HES bütün regülatörlerinin karışık sonucunun granülometrik eğrisi (Kış-Ocak)

Uzundere-I HES'in bütün regülatörlerinden kış mevsiminde alınan malzemenin karışımının elek analizi tablosu Tablo 48'te granülometrik eğrisi ise Şekil 61'de gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığında zaman ise d_{50} - 9,5mm, d_{65} - 16,3mm, d_{90} - 26,3mm olduğu görülmektedir.

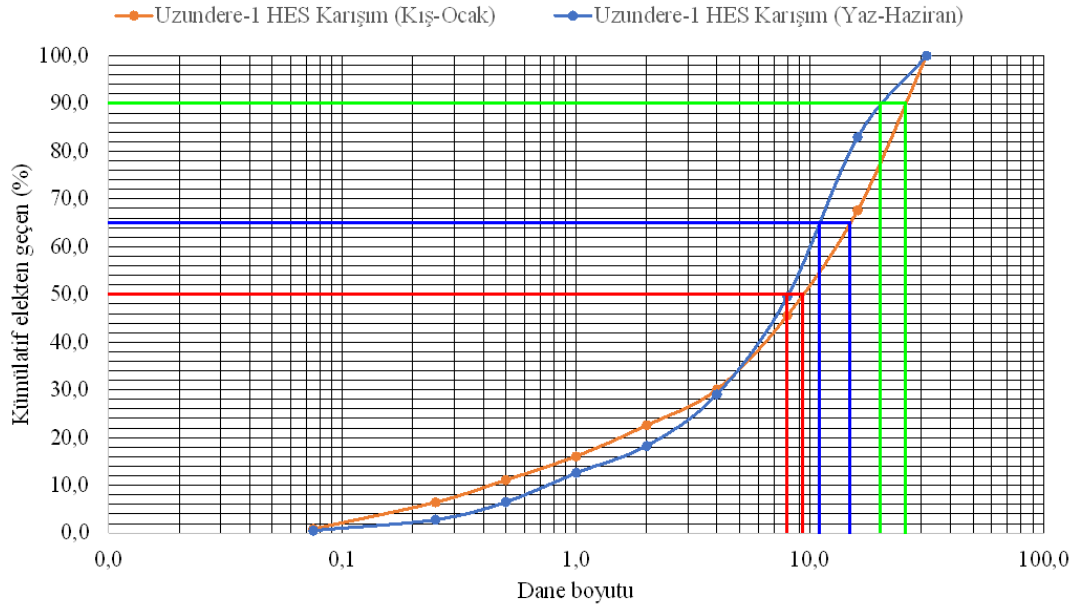
Tablo 49. Uzundere-I HES bütün regülatörlerinin karışık sonuçları (Yaz-Haziran)

Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (gr)	Kümülatif elek üstü kalan (gr)	Kümülatif elekten geçen (gr)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,0	0,0	2763,2	100,0
16,0	469,9	469,9	2293,3	83,0
8,0	925,3	1395,1	1368,1	49,5
4,0	565,9	1961,0	802,2	29,0
2,0	298,3	2259,3	503,9	18,2
1,0	155,8	2415,1	348,1	12,6
0,5	169,1	2584,2	179,0	6,5
0,25	102,0	2686,2	77,0	2,8
0,075	62,5	2748,7	14,5	0,5
Tava	14,5	2763,2	0	0
Toplam	2763,2	0	0	0



Şekil 70. Uzundere HES bütün regülatörlerinin karışık sonucunun granülometrik eğrisi (Yaz-Haziran)

Uzundere-I HES'in bütün regülatörlerinden yaz mevsiminde alınan malzemenin karışımının elek analizi tablosu Tablo 49'da granülometrik eğrisi ise Şekil 62'de gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığı zaman ise d_{50} - 8mm, d_{65} - 11,3mm, d_{90} - 20mm olduğu görülmektedir.

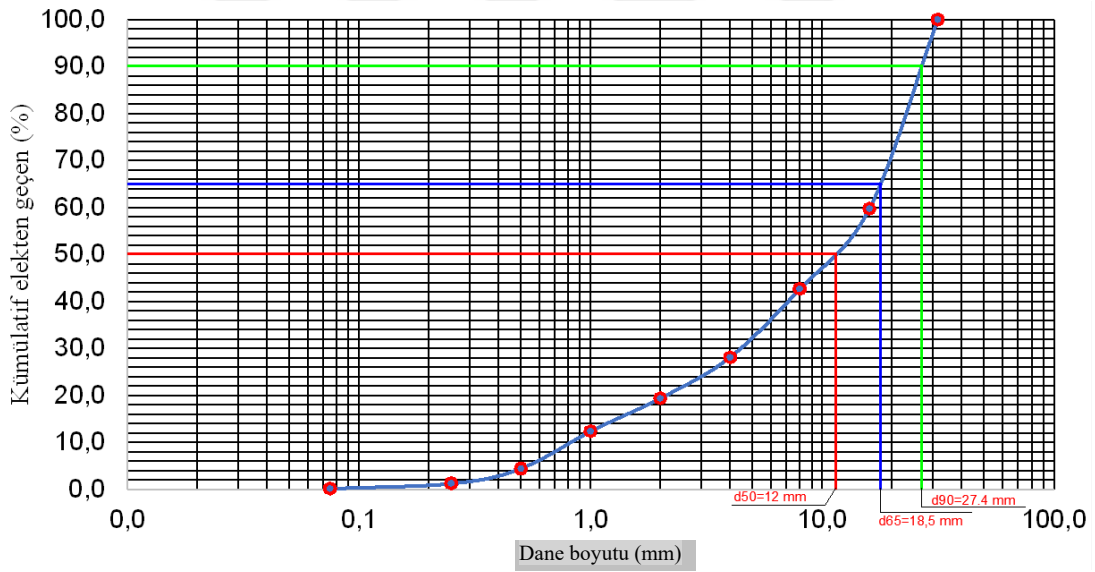


Şekil 71. Uzundere-I HES bütün regülatörlerinin karışık analizi sonucunun granülometrik eğrilerinin iki mevsimde karşılaştırılması (Kış-Ocak/Yaz-Haziran)

Uzundere-I HES'in regülatörlerinden kış ve yaz (Ocak ve Haziran) mevsimlerinde alınan numunelerin karıştırılarak elek analizi yapılması sonrası oluşturulan granülometrik eğrileri aynı grafik üzerinde gösterilmiştir.

Tablo 50. Uzundere-II HES regülatörü (Kış-Ocak)

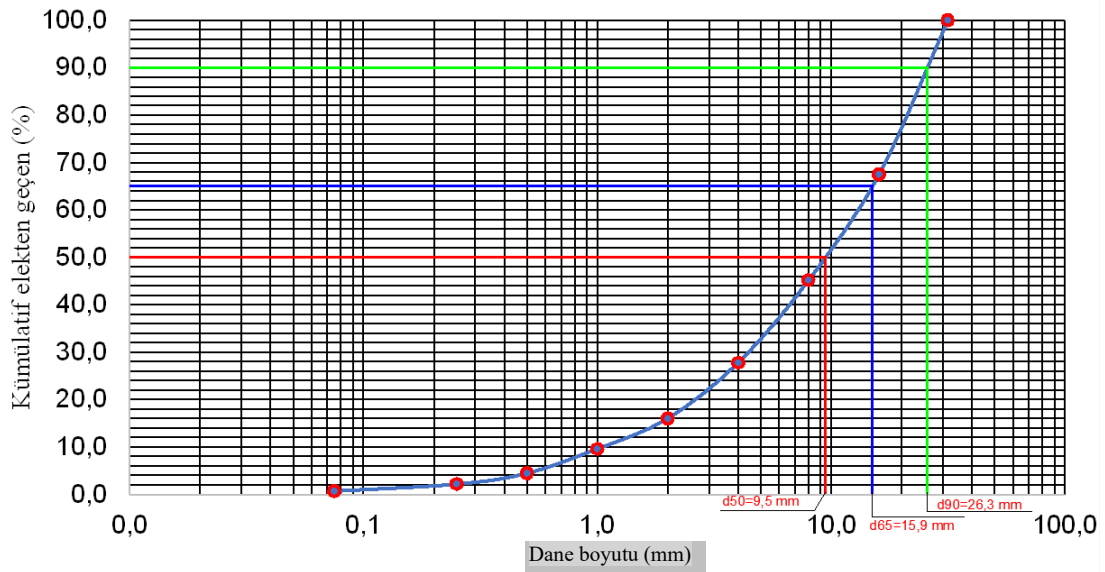
Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (gr)	Kümülatif elek üstü kalan (gr)	Kümülatif elekten geçen (gr)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,0	0,0	1956,0	100,0
16,0	787,1	787,1	1168,8	59,8
8,0	334,4	1121,5	834,5	42,7
4,0	285,4	1406,9	549,0	28,1
2,0	169,8	1576,7	379,2	19,4
1,0	137,7	1714,4	241,6	12,4
0,5	156,0	1870,4	85,5	4,4
0,25	61,9	1932,4	23,6	1,2
0,075	20,9	1953,3	2,7	0,1
Tava	2,7	1956,0	0	0
Toplam	1956,0	0	0	0

**Şekil 72.** Uzundere-II HES regülatörü granülometrik eğrisi (Kış-Ocak)

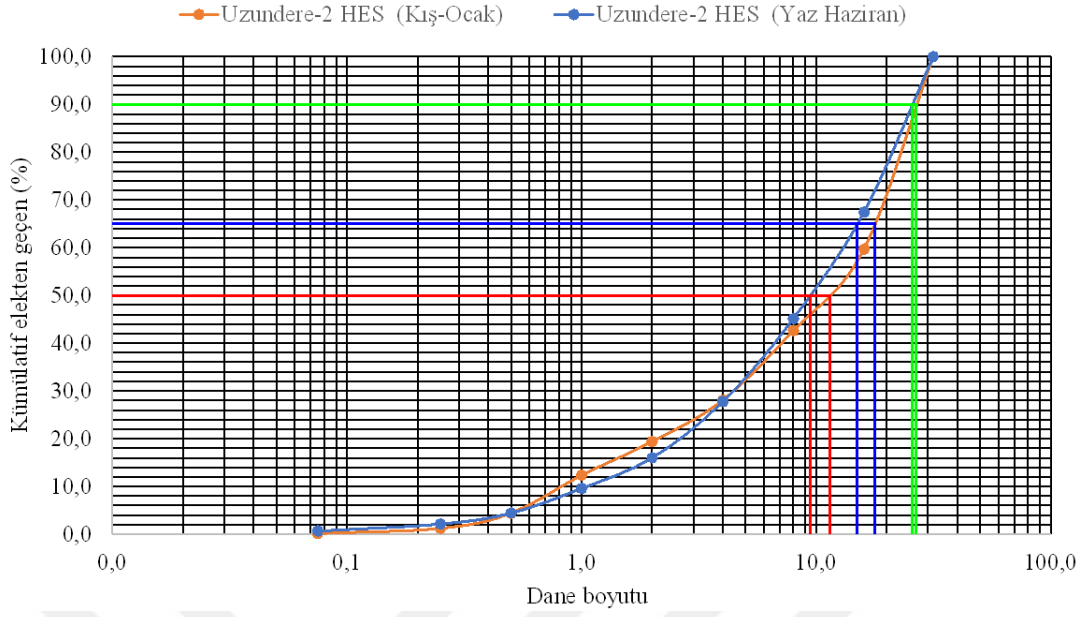
Uzundere-II HES'in regülatörünün kış mevsiminde elek analizi tablosu Tablo 50'de granülometrik eğrisi ise Şekil 63'te gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığında ise d_{50} - 12mm, d_{65} - 18,5mm, d_{90} - 27,4mm olduğu görülmektedir.

Tablo 51. Uzun-dere-II HES regülatörü (Yaz-Haziran)

Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (gr)	Kümülatif elek üstü kalan (gr)	Kümülatif elekten geçen (gr)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,0	0,0	2214,4	100,0
16,0	720,1	720,1	1494,2	67,5
8,0	493,9	1214,1	1000,3	45,2
4,0	385,4	1599,5	614,9	27,8
2,0	260,4	1859,9	354,5	16,0
1,0	142,2	2002,1	212,3	9,6
0,5	114,1	2116,2	98,1	4,4
0,25	50,7	2166,9	47,4	2,1
0,075	32,8	2199,8	14,6	0,7
Tava	14,6	2214,4	0	0
Toplam	2214,4	0	0	0

**Şekil 73.** Uzun-dere-II HES regülatörü granülometrik eğrisi (Yaz-Haziran)

Uzun-dere-II HES'in regülatörünün yaz mevsiminde elek analizi tablosu Tablo 51'de granülometrik eğrisi ise Şekil 64'te gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığında zaman ise d_{50} - 9,5mm, d_{65} - 15,9mm, d_{90} - 26,3mm olduğu görülmektedir.

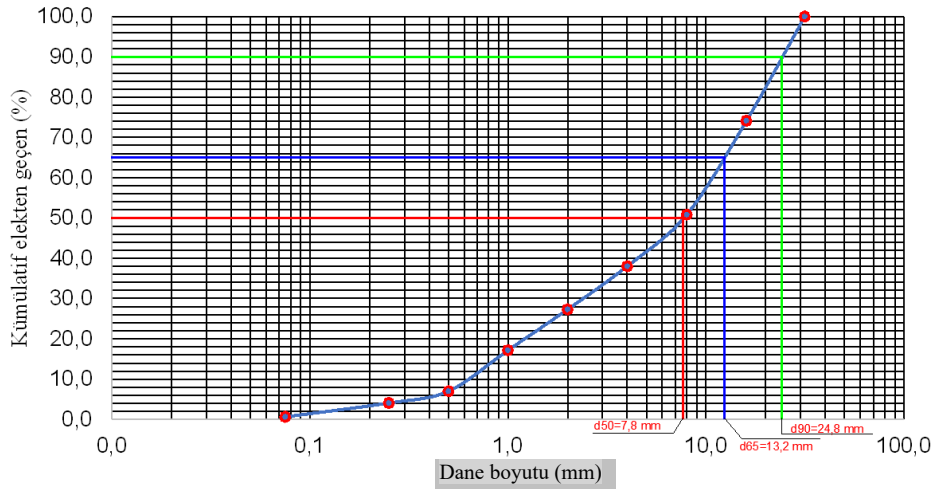


Şekil 74. Uzundere-II HES regülatörünün Kış-Ocak/Yaz-Haziran mevsimlerinde oluşturulan granülometrik eğrilerinin karşılaştırılması

Uzundere-II HES'in regülatöründen kış ve yaz (Ocak ve Haziran) mevsimlerinde alınan numunelerin elek analizi sonrası oluşturulan granülometrik eğrileri aynı grafik üzerinde gösterilmiştir.

Tablo 52. Yokuşlu Kalkandere HES regülatörü (Kış-Ocak)

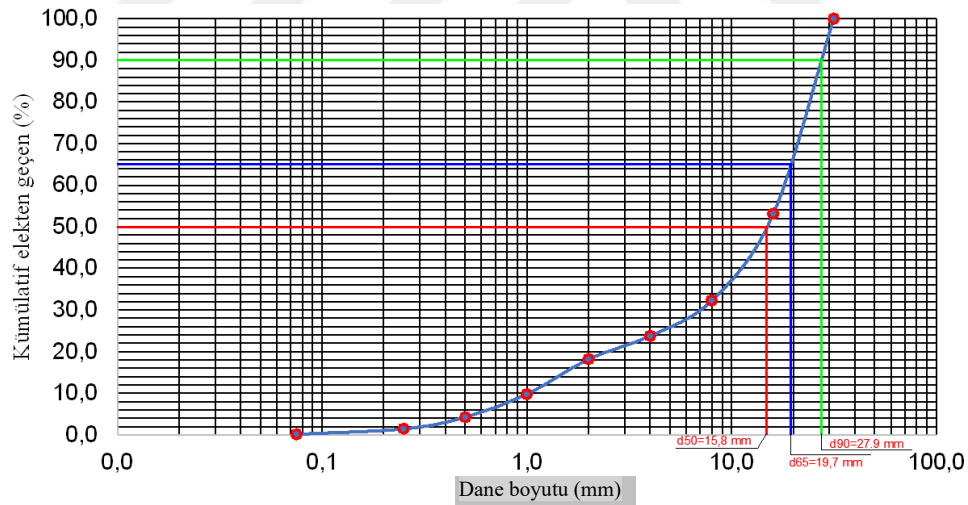
Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (gr)	Kümülatif elek üstü kalan (gr)	Kümülatif elekten geçen (gr)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,0	0,0	2024,4	100,0
16,0	524,2	524,2	1500,2	74,1
8,0	471,2	995,4	1029,1	50,8
4,0	259,7	1255,1	769,4	38,0
2,0	217,3	1472,3	552,1	27,3
1,0	204,9	1677,2	347,2	17,2
0,5	206,0	1883,2	141,2	7,0
0,25	59,5	1942,6	81,8	4,0
0,075	69,7	2012,3	12,1	0,6
Tava	12,1	2024,4	0	0
Toplam	2024,4	0	0	0

**Şekil 75.** Yokuşlu Kalkandere HES regülatörü granülometrik eğrisi (Kış-Ocak)

Yokuşlu Kalkandere HES'in regülatörünün kış mevsiminde elek analizi tablosu Tablo 52'de granülometrik eğrisi ise Şekil 65'te gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığında zaman ise d_{50} - 7,8mm, d_{65} - 13,2mm, d_{90} - 24,8mm olduğu görülmektedir.

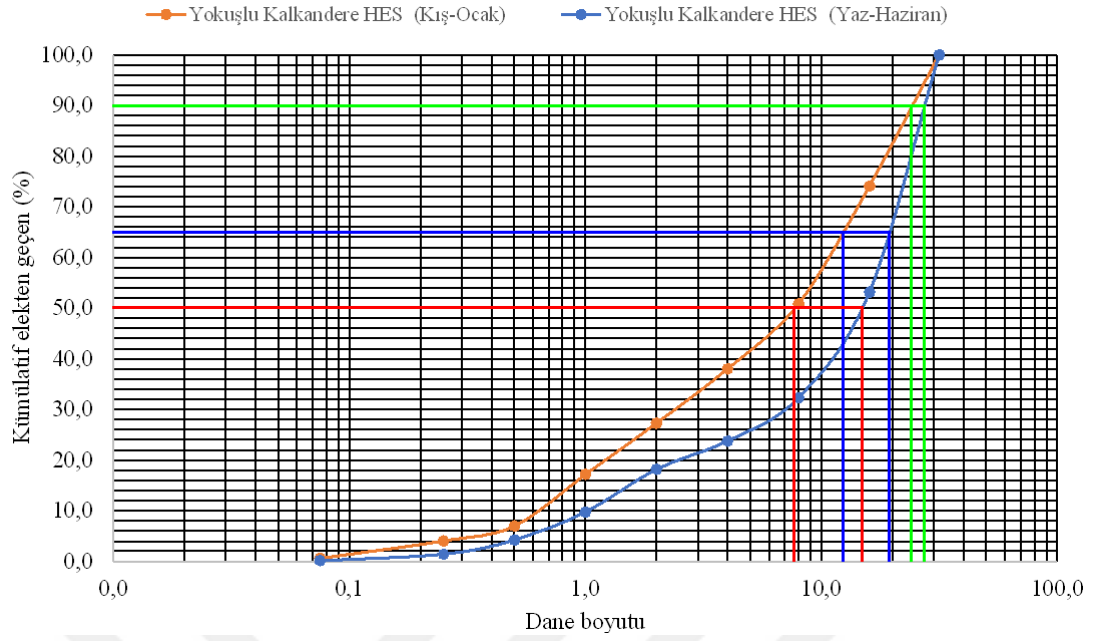
Tablo 53. Yokuşlu Kalkandere HES regülatörü (Yaz-Haziran)

Elek Açıklıkları (mm)	Her bir elekte kalan (gr)	Kümülatif elek üstü kalan (gr)	Kümülatif elekten geçen (gr)	Elekten Geçen (%)
31,5	0,0	0,0	1848,5	100,0
16,0	865,7	865,7	982,9	53,2
8,0	385,6	1251,2	597,3	32,3
4,0	158,0	1409,3	439,3	23,8
2,0	102,9	1512,2	336,3	18,2
1,0	156,1	1668,3	180,2	9,7
0,5	102,2	1770,5	78,0	4,2
0,25	51,5	1822,0	26,6	1,4
0,075	24,1	1846,1	2,4	0,1
Tava	2,4	1848,5	0	0
Toplam	1848,5	0	0	0



Şekil 76. Yokuşlu Kalkandere HES regülatörü granülometrik eğrisi (Yaz-Haziran)

Yokuşlu Kalkandere HES'in regülatörünün yaz mevsiminde elek analizi tablosu Tablo 53'te granülometrik eğrisi ise Şekil 66'da gösterilmiştir. Karakteristik dane çaplarına bakıldığı zaman ise d_{50} - 15,8mm, d_{65} - 19,7mm, d_{90} - 27,9mm olduğu görülmektedir.



Şekil 77. Yokuşlu Kalkandere HES regülatörünün Kış-Ocak/Yaz-Haziran mevsimlerinde oluşturulan granülometrik eğrilerinin karşılaştırılması

Yokuşlu Kalkandere HES'in regülatöründen kış ve yaz (Ocak ve Haziran) mevsimlerinde alınan numunelerin elek analizi sonrası oluşturulan granülometrik eğrileri aynı grafik üzerinde gösterilmiştir.

2. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Adacami HES'te bulunan 4 regülatörden alınan numunelerin ortalama karakteristik dane çapı değeri $d_{50}=8,9\text{mm}$ (kış), $12,2\text{mm}$ (Yaz-Haziran); $d_{65}= 14,1\text{mm}$ (kış), $17,9\text{mm}$ (Yaz-Haziran); $d_{90}= 25,1\text{mm}$ (kış), $27,5\text{mm}$ (Yaz-Haziran) sonuçları elde edilmiştir.

Yapılan değerlendirme sonucunda Adacami HES'te bulunan 4 adet regülatörün dane çapları yaz ve kış olarak değerlendirilmiş ve sonuçta kış mevsiminde alınan numunelerin dane çapı ortalaması yaz mevsimine göre daha ince boyutlu olduğu görülmüştür.

Uzundere-I HES'te bulunan 4 regülatörden alınan numunelerin ortalama karakteristik dane çapı değeri $d_{50}=8,09\text{mm}$ (kış), $8,61\text{mm}$ (Yaz-Haziran); $d_{65}= 12,3\text{mm}$ (kış), $11,8\text{mm}$ (Yaz-Haziran); $d_{90}= 23,7\text{mm}$ (kış), $20,3\text{mm}$ (Yaz-Haziran) sonuçları elde edilmiştir.

Elde edilen sonuçlara bakılarak yapılan değerlendirmeler sonucunda Uzundere-I HES'in kış mevsiminde alınan numunelerin d_{50} ortalamasının yaz mevsiminde alınan numunelerin d_{50} ortalamasından küçük olduğu görülmüştür. Lakin d_{65} ve d_{90} çaplarının ortalama değerlerinin kış mevsiminde daha büyük boyutlu olduğu gözlemlenmiştir.

Alicik HES'te bulunan 2 regülatörden alınan numune örneklerinin ortalama değeri $d_{50}=9,05\text{mm}$ (kış), $11,2\text{mm}$ (Yaz-Haziran); $d_{65}= 14\text{mm}$ (kış), $19,8\text{mm}$ (Yaz-Haziran); $d_{90}= 27\text{mm}$ (kış), $27,9\text{mm}$ (Yaz-Haziran) sonuçları elde edilmiştir.

İkizdere HES'te bulunan 2 regülatörden alınan numune örneklerinin ortalama değeri $d_{50}=7,3\text{mm}$ (kış), $9,2\text{mm}$ (Yaz-Haziran); $d_{65}= 14,1\text{mm}$ (kış), $14,5\text{mm}$ (Yaz-Haziran); $d_{90}= 20,9\text{mm}$ (kış), $25,7\text{mm}$ (Yaz-Haziran) sonuçları elde edilmiştir.

Yapılan değerlendirme sonucunda Alicik ve İkizdere HES'te dane çapları yaz ve kış olarak değerlendirilmiş ve sonuçta kış mevsiminde alınan numunelerin dane çapı ortalaması yaz mevsimine göre daha ince boyutlu olduğu ölçülmüştür.

Kale HES'te bulunan 2 regülatörden alınan numune örneklerinin ortalama değeri $d_{50}=15,45\text{mm}$ (kış), $19,7\text{mm}$ (Yaz-Haziran); $d_{65}= 19,6\text{mm}$ (kış), $23,3\text{mm}$ (Yaz-Haziran); $d_{90}= 27,8\text{mm}$ (kış), $24,4\text{mm}$ (Yaz-Haziran) sonuçları elde edilmiştir.

Kale HES'ten alınan malzemenin karakteristik dane çapları ortalamasına bakıldığı zaman d_{50} ve d_{65} karakteristik dane çapları ortalama değerlerinin yaz

mevsiminde daha büyük d_{95} karakteristik dane çapı değerinin ise kış mevsiminde daha büyük olduğu gözlemlenmiştir. Bunun nedeni ise yatak eğiminin az olması ve yaz mevsiminde sürüklenen kalın malzemelerin regülatöre girememesidir. Kış mevsiminde ise yağışların çok olması nedeni ile yükselen su seviyesi regülatör ağzında biriken kalın malzemeleri regülatöre sürüklemesidir. Bu nedenle kış mevsiminde ince malzemeler daha az görülmektedir.

Ambarlık HES'te bulunan 2 regülatörden alınan numune örneklerinin ortalama değeri $d_{50}=16,6\text{mm}$ (kış), $9,35\text{mm}$ (Yaz-Haziran); $d_{65}= 20,2\text{mm}$ (kış), $19,85\text{mm}$ (Yaz-Haziran); $d_{90}= 28\text{mm}$ (kış), $27,85\text{mm}$ (Yaz-Haziran) sonuçları elde edilmiştir.

Yapılan değerlendirme sonucunda Ambarlık HES'te dane çapları yaz ve kış olarak değerlendirilmiş ve sonuçta kış mevsiminde alınan numunelerin dane çapı ortalaması yaz mevsimine göre daha iri boyutlu olduğu ölçülmüştür. Kış mevsiminde d_{50} değerlerinde farklılıklar olmasına rağmen d_{65} ve d_{90} değerlerinde mevsimler arası farklılığın çok az olduğu hatta olmadığı gözlemlenmiştir.

Her birinin toplam 1 adet regülatörü bulunan Ayvasıl, Melikom, Cevizlik, Yokuşlu Kalkandere HES'lerinin Karakteristik dane çaplarına bakıldığı zaman yapılan çalışmalar sonucu Yokuşlu Kalkandere, Cevizlik ve Melikom HES'lerinde yaz mevsiminde daha iri malzeme biriktiği alınan analiz sonucunda görülmüştür. Lakin Ayvasıl HES'e bakıldığı zaman kış ve yaz mevsimi karakteristik dane çapları boyutlarında belirgin farklılıklar olmadığı gözlemlenmiştir.

3. ÖNERİLER

Her mevsim regülatör içinde biriken malzemeler boşaltılmalıdır ve malzeme birikimi membaa tarafında tutularak rezervuar alanına girmesi önlenmelidir. Böylelikle kolaylıkla elde edilebilen malzeme yollarda stabilize malzeme olarak veya hazır beton tesislerine taşınarak beton üretiminde yapı malzemesi olarak kullanılabilir. Yıkanmış malzeme olması nedeni ile beton kalitesinin yükseltilmesinde önemli rol oynar.

Numune alımı yapılırken regülatörün kıyısında yaklaşık 1-2 metre civarından ve 7 noktadan sediment örneği toplanmıştır. Ağır malzemeler regülatöre geldiğinde kıyı kısmında çökme yapmaktadır. Daha küçük çaplı malzeme suyun hızıyla beraber daha fazla mesafe kat ederek regülatörün daha derin ve orta kısmında çökelme yapmaktadır. Bazı regülatörlerde su birikimi fazla olduğundan regülatörün tamamında çalışma yapılamamıştır. Bu çalışmanın devamında çalışmanın etki alanı genişletilebilir, bütün noktalardan numune alımı yapılarak regülatörün tamamında biriken malzeme boyutları daha sağlıklı belirlenebilir ve karakteristik dane çaplarının tamamı daha belirgin olarak görünebilir.

Ek olarak numune alımı sonrası elek analizi sırasında sadece 9 elek boyutu kullanılmıştır. Yapılacak başka çalışmalarla daha iri boyutlu elekler kullanılarak biriken daha iri boyutlu malzemeler gözlemlenebilir.

KAYNAKÇA

- Üçüncü, M. M., *Enerji Kaynaklarımız Işığında Hidroelektrik Santrallerin Türkiye Ekonomisindeki Yeri ve Trabzon Örneği*, Avrasya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Bilimleri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi., Trabzon, 2019.
- Kavcıoğlu, Ş. (2019). Yenilenebilir Enerji ve Türkiye. *Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 11(21), 209-227.
- Tunç, T., 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, 2017.
- Emeç, Ş., Adar, T., Akkaya, G., Delice, E. K., Efficiency Assessment of Hydroelectric Power Plant in Turkey by Data Envelopment Analysis (DEA), *European Journal of Science and Technology*, 34-45, 2019. (DOI: 10.31590/ejosat.594716)
- Atalay, Ö., Yılmaz Ulu, E., Hydropower Capacity of Turkey and Actual Investments, *International Conference on Technology, Engineering and Science (IConTES)*, 162-164, 2018.
- 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/turhidder/issue/58788/816893>
- Parchure, T. M., & Teeter, A. M. (2003). Potential methods for reducing shoaling in harbors and navigation channels.
- Mojabi M., Hejazi K., Karimi, M., Numerical investigation of effective harborgeometry parameters on sedimentation inside square harbors. *International Journal of Marine Science and Engineering*, 3 (2), 5768, 2013.
- Yılmaz, A., Saltan, M., ve Akıllı, A. (2012). Göller etrafında işletilen kireçtaşı agregalarının yol inşaatı malzemesi olarak kullanılabilirliğinin araştırılması. *Pamukkale University, Journal of Engineering Sciences*, 18(3).
- Güner, M. S. (1999). Malzeme bilimi-yapı malzemesi ve beton teknolojisi. *Aktif Yayınevi, İstanbul*, 419-420.
- 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/turhidder/issue/51144/640788>
- Yaman, M., ve Haşıl, F. (2018). Türkiye'deki Hidroelektrik Santrali (HES)

Uygulamalarında Çevre Açısından Bakış. *Uluslararası Afro-Avrasya Araştırmaları Dergisi*, 3(5), 145-156

Karacan, A. R. (2007), *Çevre Ekonomisi ve Politikası*, İzmir: Ege Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Yayını No:6.

Gökdemir M., Kömürcü M.İ., Evcimen T. U., 2012. Türkiye’de Hidroelektrik Enerji ve Hes Uygulamalarına Genel Bakış, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, TMH, 471 (1): 18-26

Şekkeli, M., ve fatih Keçecioğlu, Ö. (2011). Hidroelektrik santrallerin Türkiye’deki gelişimi ve Kahramanmaraş bölgesi örnek çalışması. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 14(2), 19-26.

Dağ, S. (2007). Çayeli (Rize) ve çevresinin istatistiksel yöntemlerle heyelan duyarlılık analizi. *Yayımlanmamış Doktora Tezi, Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.

Baltacı, H. (2010). *Doğu Karadeniz Bölgesi (Rize, Trabzon, Giresun) heyelan-yağış ilişkisinin incelenmesi ve minimum eşik değerlerinin belirlenmesi* (Doctoral dissertation, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü)

Polat, P., ve Sunkar, M. (2017). Rize’nin İklim Özellikleri Ve Rize Çevresinde Uzun Dönem Sıcaklık Ve Yağış Verilerinin Trend Analizleri, *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 27(1), 1-24.

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*.

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

Aydın, A. (2020). Arazi ve laboratuvar deneyleri ile geoteknik tasarım.

Dingil, M., Örnek, M., ve Türedi, Y. Laboratuvar deneyleri için yazılım önerisi: kıvam limitleri ve elek analizi örnekleri. 2019

Okman, C. (1998). Zemin mekaniği.