



T.C.
KASTAMONU VALİLİĞİ
İl Tarım ve Orman Müdürlüğü

TARIMSAL SULAMA EL KİTAPÇIĞI



KASTAMONU
2021

TEŐEKKÜR

Bu kitapçığın hazırlanmasında katkısı bulunan Eğitim ve Yayın Dairesi Başkanlığı, ifti Eđitimi ve Yayın alıőma Grubunda görevli Sayın Dr. Mustafa Yavuz ÇELİK'e Kastamonu İl Tarım ve Orman M¼d¼rl¼đ¼ olarak teőekk¼r ederiz.



Yayın Koordinatörü
Uğur ERTOP
Koordinasyon ve Tarımsal Veriler
Şube Müdürü V.

Hazırlayan
Ali ORTAAKARSU
Ziraat Mühendisi

Editör
Harun DEMİRCİ
Ziraat Mühendisi

1. Baskı: Aralık 2021, 500 Adet Basılmıştır

Bu kitapçık “Tarımsal Kuraklıkla Mücadele ve Sulamanın Etkinleştirilmesi Eğitim ve Yayım Faaliyetleri” kapsamında hazırlanmıştır. İl Müdürlüğümüzce sınırlı sayıda basılmış olup para ile satılamaz.

SUNUŞ



İlimizin 367.445 hektar olan tarım alanının 243.554 hektar alanı sulanabilir nitelikte olmakla birlikte, 80.000 ha alan sulamaya açılmıştır. İlimizde baraj ve gölet gibi su depolama yapılarının ileri yıllarda hizmete girmesi ile yeni sulamaya açılan alanlardaki çiftçilerimiz sulu tarım ile tanışacaklardır.

Tarımsal sulama amaçlı kullanılan su, genel su tüketiminin %75'lik gibi büyük bir bölümünü oluşturmaktadır. Yeraltı ve yerüstü su kaynakları kullanılarak yapılan sulamalarımızın randımanı artırılarak, tarımda kullanılan su tüketim oranının azaltılması gerekmektedir.

Çiftçilerimiz bilinçli olarak modern sulama araç ve gereçleri kullanmaları halinde etkin ve verimli sulama yapabilmeleri mümkündür. Tarımsal üretim amacıyla yapılan aşırı sulama, su erozyonu ile toprak ve ürün kayıplarına sebep olabilmektedir. Ayrıca sulu tarım alanlardaki çiftçilerimiz küresel iklim değişikliğinin neden olabileceği kuraklıktan, modern basınçlı sulama sistemlerinin kullanımının yaygınlaşması halinde daha az etkilenecektir.

Tarımsal Sulama El Kitapçığı; üreticilerimizin sulama konusunda bilgi ve becerilerini artırmak ve bilinçli sulama yapmaları amacıyla hazırlanmıştır.

İl Müdürlüğümüzce hazırlanan bu yayının çiftçilerimize faydalı olmasını temenni eder, etkin ve verimli sulama ile bol kazançlar dilerim.

Fatih ÖNLEM
İl Müdür V.

İçindekiler Dizini

1. Sulama Nedir?.....	7
2. İlimizde Bulunan Meteoroloji İstasyonu Verilerine Göre ve Sulama Yöntemlerine Göre Yıllık Bitki Net Sulama Suyu İhtiyaçları	8
3. Uygulanacak Sulama Suyu Miktarı	12
4. Sulama Zamanının Tespiti.....	12
5. Bir Defada Verilecek Su Miktarı	14
6. En Yaygın Kullanılan Sulama Yöntemleri	14
6.1. Karık Sulama.....	15
6.2. Tava Göllendirme Sulama.....	15
6.3. Damla Sulama	16
6.3.1. Damla Sulamanın Avantajları	17
6.3.2. Damla Sulama Boru Özellikleri.....	17
6.3.3. Meyilsiz Arazide Damla Sulama Boru Uzatma Mesafeleri.....	18
6.3.4. Uygun Damlatıcı Aralığı Seçimi.....	19
6.3.5. Uygun Lateral Aralığı Tespiti (Damla Sulama Boru Döşeme Aralıkları)	19
6.3.6. Damla Sulama Boru Miktarı ve Sulama Alanı Hesabı	20
6.3.7. Kontrol Ünitesi	21
6.3.7.1. Hidrosiklon.....	21
6.3.8. Damla Sulamada Kullanılacak Gübreler	23
6.4. Yağmurlama Sulama	24
6.4.1. Yağmurlama Sulama Performansını Etkileyen Unsurlar	25
6.4.2. Uygun Başlık Seçimi Nasıl Yapılır?.....	25
6.4.3. Çalışma Basıncı.....	28
6.4.5. Yağmurlama Sulama Süresi.....	31
7. Sulama Sistemlerinde Kullanılan Pompalar	33
7.1. Yatay Milli Santrifüj Pompalar:	34
7.1.1. Santrifüj Pompanın Kısımları	34
7.1.2. Santrifüj Pompaj Tesisi.....	36
7.2. Pompaj Tesisinde Yükseklikler	39
7.3. Pompaj Tesisinde Emme Yüksekliği	41
7.4. Güç ve Verim	42
7.4.1. Gerekli Pompa Gücü	42
7.4.2. Gerekli Motor Gücü.....	43
7.5. Kademeli pompalar	43
7.6. Düşey Milli Pompalar	44
7.6.1. Derin Kuyu Pompaları	44
7.6.2. Dalgiç Pompalar	45
8. YARARLANILAN KAYNAKLAR.....	47

Şekiller Dizini

Şekil 1. Damla Sulama Yöntemi Genel Görünümü	17
Şekil 2 Yağmurlama Sulama Sistemi Genel Görünümü	25
Şekil 3 Yağmurlama Başlığı Özellikleri(Üretici Firma Kataloğu).....	27
Şekil 4 Manometre İle Yağmurlama Başlık Basıncı Ölçülmesi.....	28
Şekil 5 Yağmurlama Başlıklarının Tertibi ve İslatma Deseni	29
Şekil 6. Elektrik Motoru İle Çalışan Pompa	33
Şekil 7. Dizel Motorla Çalışan Pompa	33
Şekil 8 Santrifüj Pompanın Kısımları	35
Şekil 9. Santrifüj Pompa Tesisi ve Elemanları.....	36
Şekil 10. Pompaj Sisteminde Kullanılan Redüksiyon Tipi	37
Şekil 11. Pompaj Sisteminde Kullanılan Geniş Bükümlü Dirsek	37
Şekil 12. Dip Klapesi ve Süzgeç.....	38
Şekil 13. Pompaj sisteminde kullanılan çekvalf.....	39
Şekil 14. Pompaj Tesisinde Yükseklikler.....	40
Şekil 15. Pompa ve Güç Kaynağının Su Kaynağına Kadar İndirilmesi	41
Şekil 16. Sadece Pompanın Su Kaynağına Kadar İndirilmesi	42
Şekil 17. Kademeli Pompa.....	44
Şekil 18. Düşey Milli Derin Kuyu Pompaları	45
Şekil 19. Düşey Milli Dalgıç Pompalar.....	46

Tablolar Dizini

Tablo 1 Kastamonu (Merkez) Meteoroloji İstasyonu Verilerine ve Sulama Yöntemlerine Göre Yıllık Bitki Net Sulama Suyu İhtiyaçları.....	8
Tablo 2 Cide Meteoroloji İstasyonu Verilerine ve Sulama Yöntemlerine Göre Yıllık Bitki Net Sulama Suyu İhtiyaçları	9
Tablo 3 Devrekani Meteoroloji İstasyonu Verilerine ve Sulama Yöntemlerine Göre Yıllık Bitki Net Sulama Suyu İhtiyaçları	10
Tablo 4 Tosya Meteoroloji İstasyonu Verilerine ve Sulama Yöntemlerine Göre Yıllık Bitki Net Sulama Suyu İhtiyaçları	11
Tablo 5 Bazı Bitkilerin Suyu Duyarlı Olduğu Dönemler	13
Tablo 6 Bazı Bitkilerin Etkili Kök Derinliği	14
Tablo 7 Tava Usulü Sulamada Su Akış Miktarları	16
Tablo 8 Damla Sulama Boru Özellikleri	18
Tablo 9 Damla Sulama Boru Uzatma Mesafeleri(m).....	18
Tablo 10 Toprak Geçirgenlik Hızları	26
Tablo 11 Farklı Boru Çapı, Su Hızı ve Debi Değerleri İle Sürtünme Yük Kayıpları	30
Tablo 12 Bazı Bitkilerin Etkili Kök Derinliği	32

Resimler Dizini

Resim 1 Güneş enerjisi ile yeraltı suyu sulaması.....	7
Resim 2 Karık Sulama	15
Resim 3 Tosya İlçesinde Çeltikte Tava Usulü Sulama	15
Resim 4 Damla Sulama Sistemi Kontrol Ünitesi.....	16
Resim 5 Sulama Borusu ve Üzerindeki Yağmurlama Başlığı.....	24
Resim 6 A2 Tip Başlık İle Yağmurlama Sulama	26
Resim 7 B2 Tip Başlık İle Yapılan Yağmurlama Sulama	26
Resim 8 Katlaması Normal Yağmurlama Sulama.....	29
Resim 9 Katlaması Çok Az Yağmurlama Sulama	29
Resim 10 Toprak Tansiyometresi	31
Resim 11 Toprağın Su Alma Hızına Uygun Seçilmemiş Yağmurlama Başlığı İle Yapılan Sulama	32
Resim 12 Traktör Kuyruk Mili İle Çalışan Pompa	34

1. Sulama Nedir?

Bitkilerin normal gelişmesi için gerekli olan fakat doğal yağışlarla karşılanamayan suyun, bitkinin istediği miktarda ve uygun yöntemle toprağa yapay olarak verilmesine sulama denir. Sulama sistemi ise suyun kaynaktan alınarak sulanacak alana iletilmesi ve dağıtılması için gerekli yapı, araç ve makinaların bütünüdür. Tarımsal sulamalarda yerüstü veya yeraltı su kaynaklarının korunması amacıyla randımanlı bir sulama yöntemi uygulanmalıdır. Son yıllarda yaygın olarak kullanılan ve özellikle enerji tasarrufu sağlaması nedeniyle tercih edilen güneş enerjili sistemin sulamada kullanımına ilişkin bir örnek Resim 1’ de verilmiştir.



Resim 1. Güneş enerjisi ile yeraltı suyu sulaması

2. Meteoroloji İstasyonu Verilerine Göre Bitki Net Sulama Suyu İhtiyaçları

Her bitkinin ihtiyaç duyduğu su miktarı, büyüme mevsimi boyunca farklılıklar göstermektedir. İlimizde yetiştirilen bitkilerin farklı su tüketim değerleri ilçelerimizde bulunan meteoroloji istasyonları verileri dikkate alınarak, farklı sulama yöntemlerine göre bitkilerin ihtiyaç duydukları net sulama suyu ihtiyaçları hesaplanarak Tablo 1, 2, 3 ve 4' te verilmiştir.

Tablo 1. Kastamonu (Merkez) Meteoroloji İstasyonu Verilerine ve Sulama Yöntemlerine Göre Yıllık Bitki Net Sulama Suyu İhtiyaçları

METEOROLOJİ İSTASYONU	YILLIK NET SULAMA SUYU İHTİYACI (Ton/Dekar)		
Kastamonu(Merkez)	Sulama Yöntemi		
ÜRÜNLER	Cazibeli Sulama	Yağmurlama Sulama	Damla Sulama
Arpa (Kışlık)	525	216	
Buğday (Kışlık)	657	274	
Biber (Sivri)	966	429	309
Çayır-Mera	1.222	536	
Domates (Yer)	1.087	487	352
Elma	1.123	492	311
Erik	1.187	517	327
Fasulye (Taze)	903	399	285
Fiğ (Adi)	536	228	
Hıyar	831	365	261
Kavun	946	419	299
Kenevir	746	325	230
Kiraz	1.074	467	296
Mısır (Dane)	1.090	489	352
Mısır (Silaj)	974	438	316
Patates	1.079	480	343
Sarımsak	819	356	252
Soğan (Kuru)	1.090	480	342
Şeker Pancarı	1.424	636	455
Yonca	1.185	527	377

Tablo 2. Cide Meteoroloji İstasyonu Verilerine ve Sulama Yöntemlerine Göre Yıllık Bitki Net Sulama Suyu İhtiyaçları

METEOROLOJİ İSTASYONU	YILLIK NET SULAMA SUYU İHTİYACI (Ton/Dekar)		
Cide	Sulama Yöntemi		
ÜRÜNLER	Cazibeli Sulama	Yağmurlama Sulama	Damla Sulama
Arpa (Kışlık)	532	228	
Buğday(Kışlık)	627	266	
Biber (Sivri)	721	297	207
Çayır-Mera	917	386	
Domates(Yer)	821	341	239
Elma	827	344	208
Erik	887	368	223
Fasulye (Taze)	794	337	235
Hıyar	644	268	185
Kiraz	774	317	189
Mısır (Dane)	733	297	205
Mısır (Silaj)	798	345	243
Patates	982	425	299
Sarımsak	725	303	210
Soğan (Kuru)	995	427	300
Yonca	969	407	285

Tablo 3. Devrekani Meteoroloji İstasyonu Verilerine ve Sulama Yöntemlerine Göre Yıllık Bitki Net Sulama Suyu İhtiyaçları

METEOROLOJİ İSTASYONU	YILLIK NET SULAMA SUYU İHTİYACI (Ton/Dekar)		
Devrekani	Sulama Yöntemi		
ÜRÜNLER	Cazibeli Sulama	Yağmurlama Sulama	Damla Sulama
Arpa (Kışlık)	504	204	
Buğday (Kışlık)	647	268	
Biber (Sivri)	959	430	207
Çayır-Mera	1.198	526	
Domates (Yer)	1.080	489	239
Elma	1.107	483	208
Erik	1.161	504	223
Fasulye (Taze)	901	404	235
Fiğ (Adi)	536	228	
Hıyar	831	369	185
Kavun	942	418	250
Kenevir	751	326	237
Kiraz	1.053	457	189
Mısır (Silaj)	974	446	243
Patates	1.083	482	299
Sarımsak	816	354	210
Soğan (Kuru)	1.084	480	300
Şeker Pancarı	1.406	627	356
Yonca	1.184	407	285

Tablo 4. Tosya Meteoroloji İstasyonu Verilerine ve Sulama Yöntemlerine Göre Yıllık Bitki Net Sulama Suyu İhtiyaçları

METEOROLOJİ İSTASYONU	YILLIK SU İHTİYACI (Ton/Dekar)		
Tosya	Sulama Yöntemi		
ÜRÜNLER	Cazibeli Sulama	Yağmurlama Sulama	Damla Sulama
Arpa (Kışlık)	555	235	
Buğday (Kışlık)	688	294	
Biber (Sivri)	1.072	487	351
Çayır-Mera	1.341	604	
Domates (Yer)	1.193	546	395
Elma	1.243	560	364
Erik	1.303	583	379
Fasulye (Taze)	1.000	454	327
Fiğ (Adi)	587	255	
Hıyar	933	422	303
Kavun	1.043	474	342
Kenevir	813	363	260
Kiraz	1.191	534	347
Mısır (Dane)	1.190	544	393
Mısır (Silaj)	1.067	491	356
Patates	1.180	537	387
Sarımsak	915	412	296
Soğan (Kuru)	1.186	536	386
Şeker Pancarı	1.537	700	506
Yonca	1.298	592	427

3. Uygulanacak Sulama Suyu Miktarı

Bitkinin etkili kök derinliğindeki toprağın mevcut nemi, sulama yapılacak düzeye indiğinde, topraktaki su seviyesinin su tutma kapasitesine tamamlanması gerekmektedir.

Bitkinin etkili kök derinliği, toprak neminden yararlandığı kök bölgesidir. Toprak nemi bitkinin yararlanabileceği seviyenin altına düştüğünde, etkili kök bölgesine gerekli suyun verilmesi gerekmektedir. Sulama suyu; toprağın su seviyesini, su tutma kapasitesi seviyesine getirmek için verilmesi gereken miktardır. İlimizdeki ekonomik öneme haiz bitkilerin yıllık su ihtiyaçları Tablo 1,2,3,4 de verilmiştir.

4. Sulama Zamanının Tespiti

Bitkiler, tarla kapasitesi ile solma noktası arasında bulunan sudan yararlanabilirler. Toprakta bitki gelişmesine en uygun kullanılabilir su seviyesinin % 25 ile % 75 arasında olması gerekmektedir. Sulama zamanının tespitinde kullanılan bazı yöntemler şunlardır;

-Tansiyometre denilen aletler ile (bakınız Resim. 10) toprak neminin ölçüleceği çukurlara yerleştirilerek, üzerinde bulunan sarı, kırmızı ve yeşil göstergelerden toprak nemi kolayca belirlenir ve sulama zamanının gelip gelmediği tespit edilir.

-Toprak burgusu ile nem ölçümü yapılacak derinlikten alınan toprak örnekleri avuç içinde sıkılarak, avuçta bıraktığı ıslaklık, toprak oluşturma durumuna, parmaklar arasında yuvarlatılarak şerit olma durumuna ve rengine bakılarak tahmin yapılır. Eğer sulama zamanı gelmiş ise; hafif bünyeli topraklar, yani kumlu topraklar avuç içinde sıkılınca ya toprak olmaz veya topaklansa bile kolayca dağılır. Orta bünyeli topraklar ise toprak olur, parmaklar arasında lastik hissi verir. Ağır bünyeli yani killi topraklar ise kolayca topaklaşır ve parmak arasında kolayca şerit durumuna gelir.

-Bitkilerin tablo 5 deki genel durumuna bakarak sulama zamanını kabaca belirlemek mümkündür. Yonca, patates, fasulye

gibi bazı bitkilerde susuzluk önce yapraklarda renk koyulaşmasına, daha sonra da pörsüme ve kıvrımlara neden olur. Yoncanın her biçimden sonra, silajlık mısırdaki tepe püskülü döneminde, buğday ve arpada sapa kalkma döneminde, meyve ağaçlarında ise meyvelerin meyve oluşumundaki hızlı gelişme dönemlerinde suya karşı çok istekli olurlar.

Tablo 5. Bazı Bitkilerin Suyu Duyarlı Olduğu Dönemler

Bitki	Su Duyarlı Olduğu Dönem	Su İstek Belirtileri	İlk Su Verme Zamanı	Son Su Verme Zamanı	Sulama Gün Dönemi
Bağ	Meyvelerin iri koruk büyüklüğü ile tatlılaşmasında 15 gün öncesine kadar	Sürgünlerde büyümenin yavaşlaması, yaprakların koyulaşması	Temmuz Başı	Ağustos Başı	40-50
Meyveler	Meyve çekirdeklerinin sertleşme başlangıcından meyve olgunlaşmasından 15 gün öncesine kadar	Sürgünlerde büyümenin yavaşlaması, yaprakların koyulaşması	Mayıs Sonu	Ağustos Başı	100-110
Yonca	Çiçeklenme başlangıcı ve biçimden sonra	Büyümenin yavaşlaması, sabahın erken saatlerinde yapraklarda pörsüme	Haziran Başı	Eylül Sonu	160-180
Yem Bitkileri (Çayır-Mera)	Her olatmadan sonra	Büyümenin yavaşlaması, sabahın erken saatlerinde yapraklarda pörsüme	Haziran Başı	Eylül Sonu	130-150
Patates	Yumruların teşekkülünden olgunlaşmasına kadar	Sabahın erken saatlerinde yapraklarda pörsüme	Mayıs Başı	Haziran Sonu	90-100
Mısır	Tepe kapsülü teşekkülü ile süt olumuna kadar	Sabahın erken saatlerinde yapraklarda pörsüme ve koyulaşma	Haziran Ortası	Ağustos Başı	50-70
Çilek	Meyvelerin gelişip olgunlaşmasına kadar				
Tahıllar	Sapa kalkma ile başak bağlama arasında				

5. Bir Defada Verilecek Su Miktarı

Sulamalarda esas; toprakta bulunan suyun bitkinin etkili kök derinliğinde tarla kapasitesine getirilmesidir. Etkili kök derinliği bitkilerin topraktaki suyun yüzde seksenini aldığı derinliktir. Toprakta suyun etkili kök bölgesi derinliğine ulaşmış ulaşmadığı nem kontrol çubuğuyla kontrol edilerek anlaşılır. Toprağa ancak depolayacağı kadar su verilmelidir. Bundan fazla su verilirse bitki köklerinin ulaşamayacağı derinliğe sızar ve bitki bu sudan yararlanamaz.

Etkili kök derinliğine tarla kapasitesinden daha az su verilirse yetersiz sulama söz konusu olur. Bu durum da kökler zayıf düşer bitki bol ve kaliteli ürün verebilmek için gerekli nemi bulamaz.

Tablo 6. Bazı Bitkilerin Etkili Kök Derinliği

Bitki	Etkili Kök Derinliği (cm)
Bağ	90-180
Biber	30-60
Çilek	30-45
Domates	30-60
Fasulye	60
Hıyar	45-60
Hububat	60-75
Kavun	75-90
Mera	45
Meyve Ağaçları	90-150
Mısır	75
Patates	60
Soğan	90
Şeker Pancarı	60-90
Yonca	90-180

6. En Yaygın Kullanılan Sulama Yöntemleri

İlimizde çok değişik sulama sistemleri kullanılmakla birlikte en yaygın olanlar;

6.1. Karık Sulama

Sebzeler, meyve bahçeleri, bağlar, çilek ve benzeri sıra bitkileri için kumlu topraklar dışındaki yerlerde uygulanır. Karık sulama yapılırken sulama zamanını ve sulama suyu miktarını çok iyi düzenlemek gerekir. Sulama randımanı bu sulama yönteminde oldukça düşüktür. Karık sulama için bir örnek Resim 2' de verilmiştir.

Karıklar erozyon oluşturmayacak % 0,2 ve % 2 eğimde olmalıdır. Eğimli arazilerde karık boyu kısa tutulmalıdır.



Resim 2. Karık Sulama

6.2. Tava Göllendirme Sulama

Özellikle çeltik alanlarında uygulaması yaygındır. Bu metotta arazi tesviyesi uygulanması gerekmektedir. Tavaya verilecek suyun debisi kısa zamanda tavayı kaplayacak kadar büyük olmalıdır. Tosya ilçesinde çeltikte tava usulü sulama Resim 3' te verilmiştir. Bir dekar alana verilecek su akış miktarları toprak bünyesine göre değişmekte olup, bu değerler Tablo 7' de verilmiştir.



Resim 3. Tosya İlçesinde Çeltikte Tava Usulü Sulama

Tablo 7. Tava Usulü Sulamada Su Akış Miktarları

Toprak Bünyesi	Tavalara Akış Miktarı (da/lt/sn)
Kumlu(Fazla kaba)	210
Kumlu-Tınlı(Kaba)	180
Killi-Tınlı(Orta)	140
Killi(ince)	105
Çok ince	70

Örnek 1: 50 lt/sn debili sulama suyu ile orta bünyeli (killi-tınlı) toprağın olması gereken tava büyüklüğünü hesaplayalım;

Tava Büyüklüğü=Su Debisi(lt/sn)/Toprak Bünyesine Göre Akış Miktarı(da/lt/sn)

50:140= 0,360 da =360 m² tava büyüklüğü olmalıdır.

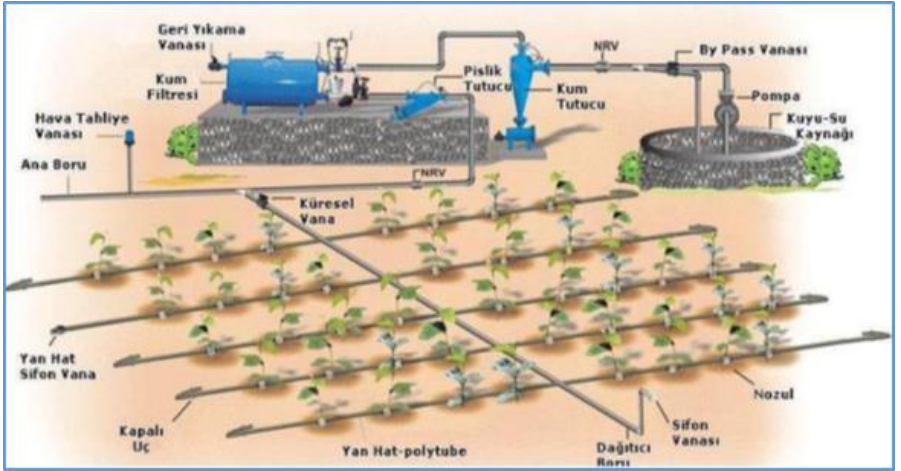
6.3. Damla Sulama

Suyun kaynağından alınarak kontrol ünitesinde temizlenip (filtre edilip) istenilen miktar kadar gübre ile karıştırılarak, kontrollü bir şekilde kapalı boru sistemi vasıtasıyla, düşük basınç (0.5-2.5 atm.) altında, düşük debide damla veya sprey halinde, bitkiyi fazla strese sokmadan daha sık aralıklarla ve daha az su vererek yapılan bir sulama şeklidir.

Bu yöntemde sulama suyunun bitkinin kök bölgesine uygulanması esasına dayanır. Yöntemin amacı bitkiyi fazla strese sokmadan her gün, haftada iki veya en fazla haftada bir defa bitkilerin sulanması esasına dayanır. Damla sulamada gerekli üniteler Şekil 1' de kontrol birimi ise Resim 4' de verilmiştir.



Resim 4. Damla Sulama Sistemi Kontrol Ünitesi



Şekil 1. Damla Sulama Yöntemi Genel Görünümü

6.3.1. Damla Sulamanın Avantajları

- Buharlaştırma, atık ve kaçak riski olmadığından büyük oranda su tasarrufu sağlar,
- Her sulamada yalnızca bitkinin kök bölgesi ıslatıldığından ve sulama randımanı da yüksek olduğundan özellikle yüzey sulama yöntemlerine göre büyük oranda su tasarrufu sağlanması,
- Daha fazla ve kaliteli verim alınması,
- Yabancı ot mücadelesinin daha kolay yapılması,
- Rüzgârlı havalarda da kullanılabilmesi,
- Bitki hastalık ve zararlılarının daha kolay önlenmesi,
- Emek zaman ve iş gücünden tasarruf sağlanması,
- Tuzlu topraklarda da kullanılabilmesi,
- Bitkiyi strese sokmaması,
- Eğimli arazilerde kullanılabilmesi.

6.3.2. Damla Sulama Boru Özellikleri

Damla sulama yöntemi uygulamalarında kullanılan boruların özellikleri Tablo 8' de verilmiştir.

Tablo 8. Damla Sulama Boru Özellikleri

Çap (mm)	Et Kalınlığı (mm)	Debi (lt/saat)	Damlatıcı Aralığı (cm)	Paket Boru Uzunluğu (m)
16	0,9-1,0	2, 4, 8	20, 25, 33, 40, 50, 60, 75, 100	400
20	0,9-1,1	2, 4, 8	20, 25, 33, 40, 50, 60, 75, 100	300

6.3.3. Meyilsiz Arazide Damla Sulama Boru Uzatma Mesafeleri

Uygulamada boru özellikleri, debi, basınç ve damlatıcı aralıklarına göre önerilen damla sulama boruları uzatma mesafeleri Tablo 9’ da verilmiştir.

Tablo 9. Damla Sulama Boru Uzatma Mesafeleri(m)

Boru Özellikleri			Damlatıcı Aralığı							
Çap(mm)	Debi (lt/saat)	Basınç(Bar)	20	25	33	40	50	60	75	100
16	2	0,5	25	35	40	50	60	70	80	90
16	2	1	35	45	55	65	80	95	100	115
16	2	1,5	40	55	65	80	95	110	120	140
16	2	2	50	60	75	90	110	130	140	160

Boru Özellikleri			Damlatıcı Aralığı							
Çap(mm)	Debi (lt/saat)	Basınç(Bar)	20	25	33	40	50	60	75	100
16	4	0,5	20	25	30	60	50	55	60	70
16	4	1	30	35	40	80	65	75	80	90
16	4	1,5	35	45	50	95	80	90	90	110
16	4	2	40	50	60	110	90	100	105	125

Boru Özellikleri			Damlatıcı Aralığı							
Çap(mm)	Debi (lt/saat)	Basınç(Bar)	20	25	33	40	50	60	75	100
20	2	0,5	50	60	70	80	90	100	110	125
20	2	1	65	85	95	110	125	130	150	165
20	2	1,5	80	100	115	130	150	155	180	200
20	2	2	90	115	130	150	170	180	205	225

Boru Özellikleri			Damlatıcı Aralığı							
Çap(mm)	Debi (lt/saat)	Basınç(Bar)	20	25	33	40	50	60	75	100
20	4	0,5	35	45	50	60	70	75	85	95
20	4	1	45	55	70	80	95	100	115	125
20	4	1,5	55	60	85	95	115	120	140	150
20	4	2	60	70	95	110	130	140	160	175

6.3.4. Uygun Damlatıcı Aralığı Seçimi

Damlatıcı Aralığı, $S_d = (0,9x \sqrt{\frac{q}{I}})$ formülü ile hesaplanır.

Formülde S_d : damlatıcı aralığını (m), q : damlatıcı debisini (L/h), I : ise toprak infiltrasyon hızını (mm/h) göstermektedir.

Örnek 2: 20 mm çapında ve damlatıcı debisi 2 lt/saat olan damla borusu ile killi-tınlı toprak bünyesine sahip sarımsak tarlasında damlatıcı aralığı ne olmalıdır?

Killi-tınlı toprakta ortalama su geçirgenlik hızı **8** mm/saattir. (Bakınız Tablo 10)

$$\text{Damlatıcı Aralığı} = (0,9x \sqrt{\frac{q}{I}}) = (0,9x \sqrt{\frac{2}{8}}) = 0,45 \text{ m.} = 45 \text{ cm.}$$

Piyasada 45 cm damlatıcı aralıklı boru üretilmediğinden 40 cm olmalıdır.

6.3.5. Uygun Lateral Aralığı Tespiti (Damla Sulama Boru Döşeme Aralıkları)

Lateral aralıkları belirlenirken dikkat edilmesi gereken önemli hususlar şunlardır;

- 1-Bitki sıra aralığı damlatıcı aralığından büyük ise her bitki sırasına bir lateral hattı döşenmelidir.
- 2-Bitki sıra aralığı damlatıcı aralığından küçükse iki bitki sırasına bir lateral döşenmelidir.
- 3-Sık dikilen bitkilerde lateral aralığı damlatıcı aralığına eşit olmalıdır.(Bakınız Örnek. 3)
- 4-Çalı ve bodur meyvelerde her sıraya bir lateral döşenmelidir.
- 5-Büyük ağaçlarda her ağaç sırasına iki lateral döşenmelidir.

6.3.6. Damla Sulama Boru Miktarı ve Sulama Alanı Hesabı

Damla sulama uygulamalarında sulama alanı sulama suyu debisi, damlatıcı debisi, damlatıcı ve hatlar arası mesafe değerlerinden hareketle hesaplanabilir. Sulama alanı;

$SA = \frac{Q}{I} \times Sd \times Sl$ formülü ile hesaplanır. Formülde SA: sulama alanını (m^2), Q: Sulama suyu debisini (L/h), q: damlatıcı debisini (L/h), Sd: damlatıcı aralığını (m), Sl: ise hatlar arası mesafeyi (m) göstermektedir.

Örnek 3: Mevcut suyumuzun debisi 10 lt/sn ise, 40 cm' lik damlatıcı aralıklı 2 lt/saat damlatıcı debili damla sulama borusu ile bir şeker pancarı tarlasında kaç dekar alan bir seferde sulanır? İhtiyaç duyulan damlatıcı lateral boru ne kadardır?

Öncelikle hesap hatası yapmamak için su debisinin ve damlatıcı debisinin birimlerinin aynı olmasına dikkat edilmelidir. Su debisi 10 l/sn olduğundan bu değeri L/h olarak hesaplayarak formülde yerine koymalıyız. 10 L/sn 36.000 L/h yapmaktadır. Damlatıcı debisini de metre cinsinden almalıyız. Buna göre;

$SA = \text{Debi}(l/h) / \text{Damlatıcı Debi}(l/h) \times \text{Damlatıcı Aralığı}(m) \times \text{Hatlar Arası veya Lateral Aralığı}(m)$

Sulama Alanı = $\frac{36.000 \text{ L/h}}{2 \text{ l/h}} \times 0,40 \text{ m} \times 0,40 \text{ m} = 2.880,00 \text{ m}^2$ lik bir alan tek seferde sulanabilir. Şeker pancarı sık dikilen ürün olduğundan lateral veya hat aralığı borunun damlatıcı aralığına (0,40 m) eşit alınmıştır. (Bakınız Sayfa 19, konu başlığı 6.3.5)


Su debisine göre ihtiyaç duyulan boru miktarı = $\frac{36.000 \text{ L/h}}{2 \text{ l/h}} \times 0,40 = 7.200 \text{ m}$. dir. 2 L/sn debili damla sulama borusu bir paketi 300 m. ise $7200 \text{ m} / 300 \text{ m} = 24$ adet paket olarak hesaplayabiliriz.

6.3.7. Kontrol Ünitesi

Kontrol ünitesi hidrosiklon, kum-çakıl filtre tankı, gübre tankı, elek filtre ve basınç regülatöründen oluşmaktadır.


6.3.7.1. Hidrosiklon

Sulama suyundaki kum, kil, silt ve benzeri parçaların sisteme girmeden önce tutulduğu birimdir. Giriş çıkış çapı ve debi ilişkisi şöyledir;

	Hidrosiklon Seçimi	
	Giriş/Çıkış Çapı (mm)	Maksimum Debi (m ³ /saat)
	50	12
	63	20
	75	32
	100	50

6.3.7.2. Kum-Çakıl Filtre Tankı

Kum-çakıl- filtre tankında sulama suyunda bulunan hidrosiklonla tutulamayan mil, kil, yosun, ot, çöp, yaprak, tohum, böcek vb. maddeler tutulur. Tankın içinde sırasıyla çakıl-kum-çakıl katmanlar bulunur. Giriş çıkış çapı ve debi ilişkisi şöyledir;

	Kum-Çakıl Filtre Tankı Maksimum Debi Sınırı	
	Giriş-Çıkış Çapı (mm)	Maksimum Debi (m ³ /saat)
	50-50	18
	50-75	18
	75-75	45

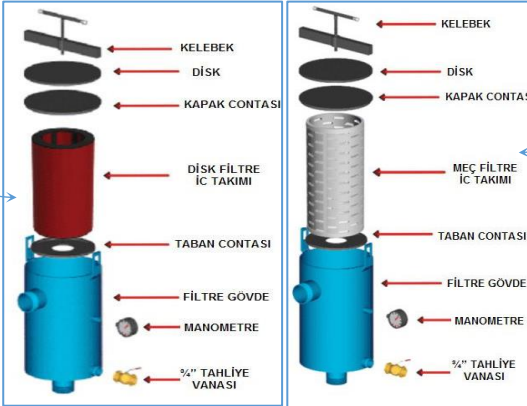
6.3.7.3. Gübre Tankı

Gübre Tankı bypassla veya küçük pompa ile sisteme erimiş olarak gübre verilmesini sağlar.




6.3.7.4. Filtre

Tarımsal sulama sistemlerinde su içindeki kaba pislğin sistemde tıkanmalara neden olmaması için kullanılır. Kontrol birimine gübre tankından sonra yerleştirilen elek filtre genellikle silindirik biçimindedir. Kum-çakıl filtre tankında süzölemeyen katı parçacıklar ile gübre tankından gelen gübre parçacıkları elek filtrede süzölür. Her sulamadan sonra filtrelerin sökölüp temizlenmesi gereklidir. Disk veya meç yapıda olan bu filtreler, su kaynağının büyüklüğüne ve ihtiyaç duyulan su miktarına göre giriş ve çıkışları, 5.0 cm, 6.3 cm, 7.5 cm ve 10.0 cm olarak üretilmektedirler. Filtrelerin yapıları aşağıda gösterilmiştir.



Meç Yapı

		Elek Filtre Maksimum Debi Sınırları	
		Ebat(inç)	Maksimum Debi (m3/saat)
	2 "	14	
	3 "	28	

6.3.7.5. Basınç Regülatörü

Sulama suyunun sisteme sabit basınçla verilmesini sağlamak amacıyla basınç regülatörü kullanılır. Özellikle baraj sulamalarındaki basınç farkından dolayı hidrant çıkışlarında yağmurlama ve damla sulama uygulamalarında kullanımı, sabit basınçta sulama sağlar.



6.3.8. Damla Sulamada Kullanılacak Gübreler

Amonyum Nitrat % 26 N

Magnezyum Sülfat % 16MNO

Üre % 46 N

Çinko Sülfat % 25 ZnO

Fosforik Asit % 85

Potasyum Nitrat % 13 N % 46 P2O

Triple Süperfosfat, Amonyum Nitrat, Diamonyum Fosfat(DAP) gibi gübreler iyice eritilerek kullanılmalıdır.

6.4. Yağmurlama Sulama



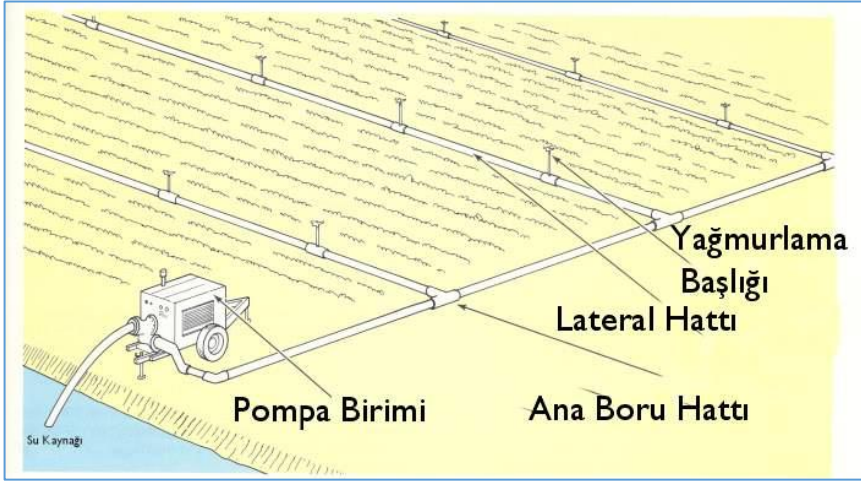
Resim 5. Sulama Borusu ve Üzerindeki Yağmurlama Başlığı

Yağmurlama sulama, suyun kaynaktan belli bir basınçla alınarak kapalı sistemle tarlaya iletiildiği ve sonra atmosfere damlacıklar halinde püskürtüldüğü yöntemdir (Resim 5).

Yağmurlama sulama yöntemi, tüm tarla bitkileri (çeltik hariç) ile birçok sebzenin sulanmasında kullanılmaktadır. Özellikle şeker pancarı, patates, yonca, hububat ve havuç gibi bitkilerin sulanmasında idealdir.

Yaprak ya da meyvelerin ıslanmasından kaynaklanan hastalıklara duyarlı olan domates, fasulye, çilek gibi sebzeler ile bağ sulanmasında yağmurlama yerine damla sulama yönteminin uygulanması, meyve ağaçlarının sulanmasında ise damla ya da mini sprinkler (mini yağmurlama) sulama yönteminin uygulanması önerilmektedir.

Suyun kaynaktan alınıp tarlaya getirildiği ve atmosfere püskürtüldüğü bu sistemin unsurları su kaynağı, pompa birimi, iletim hatları, özel ek parçalar ve yağmur başlıklarıdır (Şekil 2).



Şekil 2. Yağmurlama Sulama Sistemi Genel Görünümü

6.4.1. Yağmurlama Sulama Performansını Etkileyen Unsurlar

Başlık debisi, fırlatma uzaklığı, ıslatma çapı, uygulama hızı ve damla iriliği yağmurlama sulamada performansı etkileyen önemli unsurlardır.

6.4.2. Uygun Başlık Seçimi Nasıl Yapılır?

Uygun yağmurlama başlığı seçimi için üretici firmanın katalog bilgileri iyi incelenmeli ve toprağımıza en uygun başlık ile uygun tertip aralıkları seçerek bitkimizi sulamalıyız. Tercih edeceğimiz başlığımızın belirlenmesinde firma ürün katalogunda gösterilen başlıkların çalışma basıncı, debisi, fırlatma mesafeleri yer almaktadır. Seçilen başlık özelliklerinin tertip aralıklarındaki yağmurlama hızı tarlamızın su alma hızından düşük tutulmalıdır. Toprak geçirgenlik hızları Tablo 10' da belirtilmiştir. Farklı tip başlıklar ile yapılan yağmurlama sulamalara birer örnek Resim 6 ve Resim 7' de verilmiştir.



Resim 6. A2 Tip Başlık ile Yapılan Yağmurlama Sulama



Resim 7. B2 Tip Başlık İle Yapılan Yağmurlama Sulama

Tablo 10. Toprak Geçirgenlik Hızları

Toprak Bünyesi	Su Alma Hızı (mm/h)	Ortalama Hız (mm/h)
Kumlu	25.0-250.0	50.0
Kumlu-Tınlı	3.0-76.0	25.0
Tınlı	8.0-20.0	13.0
Killi-Tınlı	2.5-15.0	8.0
Milli-Killi	0.3-5.0	2.5
Killi	0.1-1.0	0.5

İlimizin genel olarak toprak bünyesi (çay-dere yatakları hariç) killi-tınlıdır. Killi-tınlı bünyede ise su alma hızı 2,5-15 mm/h arasında ve ortalama 8 mm/h'dir (Bakınız Tablo 10). O halde başlıklarımız 8 mm/h altında yağmurlama hızında sulamaya sahip olmalıdır ki toprağımız sulama suyunu yüzey akış halinde uzaklaşmadan emilim yapabilsin. Sulama yapacağımız toprağın bünyesine göre ve geçirgenlik değerine uygun başlık kullanmalıyız. Başlık tipi, meme çapı, çalışma basıncı, başlık debisi, fırlatma mesafesi, tertip aralığı ve yağmurlama hızı testler neticesinde üretici firma kataloglarında gösterilmektedir. Yağmurlama başlığı test sonucuna göre Şekil-3 de örnek firma katalogunda başlık özellikleri verilmiştir.

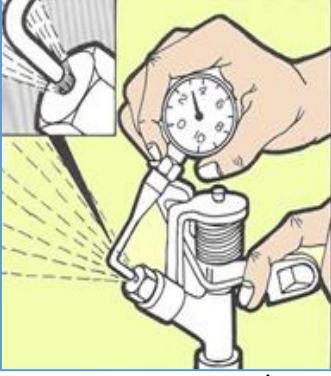
NOZUL	ÇALIŞMA BASINCI WORKING PRESSURE	DEBİ Double Nozzle FLOW RATE	ATIŞ MESAFESİ (YARIÇAP) SHOOTING RANGE (RADIUS)	YAĞMURLAMA ARALIĞI		
				mm/h	mxm	
mm.	Atm.	m ³ /h	m.	12X12	12X18	18X18
4.5x4.8	2.0	1.96	13.00	13.61	9.07	6.04
	2.5	2.22	14.40	15.41	10.27	6.85
	3.0	2.49	14.75	17.29	11.52	7.68
4.5x5.0	2.0	1.94	14.00	13.50	8.98	6.00
	2.5	2.10	16.00	14.60	9.72	6.50
	3.0	2.26	16.00	15.70	10.46	7.00
4.5x5x5	2.0	2.32	16.00	16.10	10.74	7.16
	2.5	2.56	16.00	17.80	11.85	7.90
	3.0	2.81	16.00	19.50	13.01	8.67

Bu Değerler "0" Rüzgar koşulunda maksimum atış mesafesini göstermektedir.

Şekil 3. Yağmurlama Başlığı Özellikleri (Üretici Firma Katalogu)

Killi-tınlı toprak bünyesine sahip tarlamızın su geçirme hızı **8 mm/saat** ise (Bakınız Tablo 10); şekil-3 deki yağmurlama başlık özelliklerinin verildiği katalogdaki 8 mm/saat altında olan yağmurlama hızına sahip olan tüm meme çapları ile 2, 2,5, 3 atü basınçta 18x18 m mesafe aralıkları ile yağmurlama başlığı döşenerek sulama yapılması uygundur.

6.4.3. Çalışma Basıncı



Şekil 4. Manometre İle Yağmurlama Başlık Basıncı Ölçülmesi

Yağmurlama sulama çalışma basıncı 2-6 atm arası değişmektedir. Düzensiz basınç, yağmurlama sulamanın verimli yapılmasını olumsuz yönde etkilemektedir.. Bu nedenle baraj ve gölet sulama alanlarındaki düzensiz hidrant basınçlarının basınç kontrol vanaları kullanarak basınç sabitlenmelidir.

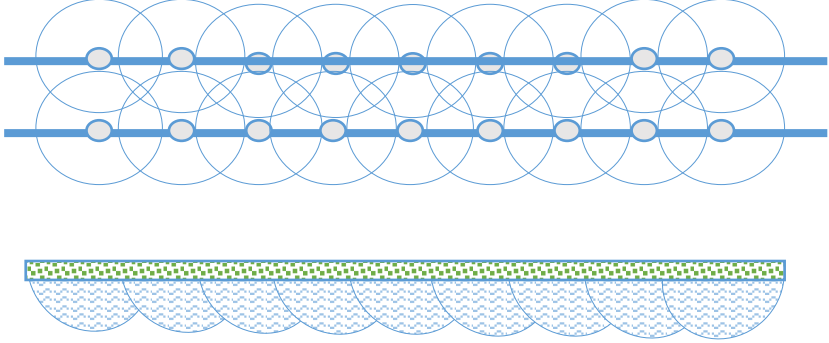
Basınç sulamanın ilk safhasında başlık üzerindeki su çıkış ağzından ölçülerek (Şekil 4), Şekil-3

deki firma başlık katalog bilgilerine göre sistem araziye döşenmelidir.

6.4.4. Yağmurlama Sulamada Tertip Aralıkları ve Yağmurlama Hızı

Uygulamaya yönelik olarak üretim yapan firmaların katalog bilgilerindeki ölçülen basınca göre döşenecek başlıkların tertip aralıkları iyi ayarlanmalı, yağmurlama hızının toprağın geçirgenliğine uygun olup olmadığı kontrol edilmelidir. Olanaklar ölçüsünde, düşük işletme basıncına ve geniş tertip aralıklarına sahip başlıklar kullanılmalıdır. İşletme basıncı düşükse başlık tertip aralıkları daha sık seçilmelidir. Yüksek basınçta sulama yapmak kaçınılmaz ise; başlık tertip aralıkları artırılarak ve meme çapı küçültülerek yağmurlama hızı toprağın su alma hızının altına düşürülür. Başlık meme çapı arttıkça, işletme basıncını yüksek ve tertip aralıklarını geniş seçmeye çalışmak gerekir. Büyük meme çapına sahip başlık, düşük basınçta çalıştırılırsa, su damlaları iri olur ve bitkinin özellikle genç yapraklarına zarar verebilir. Yağmurlama

başlıklarının tertibi ve ıslatma deseni örneği Şekli 5’ te, yağmurlama sisteminde katlaması uygun bir örnek ise Resim 8’ de verilmiştir. Yağmurlama sulama sistem basıncı uygun olmayan ve katlaması az örnek ise Resim 9 da gösterilmiştir.



Şekil 5. Yağmurlama Başlıklarının Tertibi ve ıslatma Deseni

Yağmurlama sulama yönteminde yağmurlama hızı; çalışma basıncı, başlık tertip aralıkları, meme çapına bağlı başlık debisi ve ıslatma mesafeleri değerleri kendi aralarında ayarlanarak sonuçta elde edilen değer toprağın su alma hızından küçük olacak şekilde planlanmalıdır.



Resim 8. Katlaması Normal Yağmurlama Sulama



Resim 9. Katlaması Çok Az Yağmurlama Sulama

Tablo 11’ de farklı boru çapı, su hızı ve debi (Q) değerleri ile sürtünme yük (Hk) kayıpları verilmiştir. Bu tablodaki değerlerden hareketle lateral boru üzerinde ne kadar başlık montesi yapabileceğimiz hesaplanır.

Tablo 11. Farklı Boru Çapı, Su Hızı ve Debi Değerleri İle Sürtünme Yük Kayıpları

Hız(m/s)	0,75		1		1,25		1,5		1,75	
Çap (mm)	Q(m ³ /saat)	Hk(m/m)	Q(m ³ /saat)	Hk(m/m)	Q(m ³ /saat)	Hk(m/m)	Q(m ³ /saat)	Hk(m/m)	Q(m ³ /saat)	Hk(m/m)
1 1/2 " -50	3,39	0,018	4,52	0,030	5,66	0,044	6,79	0,061	7,92	0,080
2" -63	5,30	0,014	7,07	0,023	8,84	0,034	10,60	0,046	12,37	0,061
2 1/2" -75	8,96	0,010	11,95	0,016	14,93	0,024	17,92	0,033	20,91	0,044
3" -90	13,57	0,008	18,10	0,013	22,62	0,019	27,14	0,026	31,67	0,034
4" -110	21,21	0,006	28,27	0,010	35,34	0,014	42,41	0,020	49,48	0,026
4" -140	33,13	0,004	44,18	0,007	55,22	0,011	66,27	0,015	77,31	0,019
6" -160	47,71	0,004	63,62	0,006	79,52	0,009	95,43	0,012	111,33	0,015
7" -200	64,94	0,003	86,59	0,005	108,24	0,007	129,89	0,010	151,53	0,013

*Hk(m/m)=Bir Metre Boruda Sürtünme Kaybı Sürtünme Kayıpları 0,01-0,03 arası uygundur.

Örnek 4: Başlığın test sonuncundaki katalog verilerine göre saatte 1,1 m³ debili yağmurlama başlığı ile; 75 mm lik (2,5 inç) lateral hattımız varsa; Tablo 11 deki 75 (2 1/2)"'lik boru 1,25 m/s hız ile saatte **14,93** ton su geçirme kapasitesine sahip olduğundan, 14,93 ton/saat /1,1 ton/saat =13,5 olduğundan borumuzun üzerine ancak 13 adet başlık monte edebiliriz. (Bayır aşağı başlık sayısı artar, bayır yukarı başlık sayısı azaltılmaktadır)

Örnek 5: Saatte 5 ton debili başlık ile; Tablo 11 de 90 mm lik (3 inç) boru içerisindeki su hızı 1,25 m/sn olan lateral hattımız saatte **22,62** ton su geçirebileceğinden, 22,62/5=4,5 olduğundan en fazla 4 adet başlık monte edebiliriz. Ancak tarlanın meyilli olması nedeni ile bu sayı az miktarda azalıp çoğalmaktadır.(Bayır aşağı başlık sayısı artar, bayır yukarı başlık sayısı azaltılmaktadır)

6.4.5. Yağmurlama Sulama Süresi



Resim 10. Toprak Tansiyometresi

Yağmurlama sulama ile verilen su, yetiştirilen bitkinin etkili kök derinliğinde tarla kapasitesine ulaşması neticesinde sulama sonlandırılır. Tarla kapasitesi kontrolü için tansiyometre ve metal çubuklardan yararlanır. Tansiyometre yok ise metal çubuk 50-60 cm toprağa rahat gömülüyorsa sulama bitirilir.

Yüzeysel akışı ve aşırı drenaja neden olmadan sulama suyunu etkili bitki kök bölgesindeki derinliğe indirmek yağmurlama sulamanın temel koşuludur. Bazı bitkilerin etkili kök derinlikleri Tablo 12’ de verilmiştir.

Tablo 12. Bazı Bitkilerin Etkili Kök Derinliği

Bitki	Etkili Kök Derinliği(m)	Bitki	Etkili Kök Derinliği(m)
Biber	0,60	Hıyar	0,60
Domates	0,60	İspanak	0,60
Fasulye	0,60	Lahana	0,60
Mısır	0,75	Patates	0,60
Soğan-Sarımsak	0,90	Mera Otu	0,45
Ş. Pancarı	0,90	Yonca	1,20

Sonuç olarak; yağmurlama sulama uygun bir başlık ile her türlü toprak koşullarında uygulanabilir. Aksi durumda; toprak yüzeyinde su göllenmeleri, su akışı ve toprak erozyonu meydana gelir. Bu duruma ilişkin bir örnek Resim 11’ de verilmiştir. Tarla yeteri suyu almadığından yetiştirilen ürünlerde verim kayıplarına neden olduğu gibi sulama işçiliği ve sıklığı da artar.



Resim 11. Toprağın Su Alma Hızına Uygun Seçilmemiş Yağmurlama Başlığı İle Yapılan Sulama

7. Sulama Sistemlerinde Kullanılan Pompalar

Pompalar sıvıların enerjisini veya basıncını arttıran makinelerdir. Bu bakımdan bir sıvının alçak seviyeden yüksek seviyeye veya düşük basınçtan yüksek basınca gönderilebilmesi için pompalar kullanılır. Pompalarda güç kaynağı olarak elektrik motorları (Şekil 7), benzinli ve dizel motorlar (Şekil 8) ile traktör kuyruk mili gibi uygun aktarma organları (Resim 12) kullanılmaktadır.



Şekil 6. Elektrik Motoru İle Çalışan Pompa



Şekil 7. Dizel Motorla Çalışan Pompa



Resim 12. Traktör Kuyruk Mili İle Çalışan Pompa

7.1. Yatay Milli Santrifüj Pompalar:

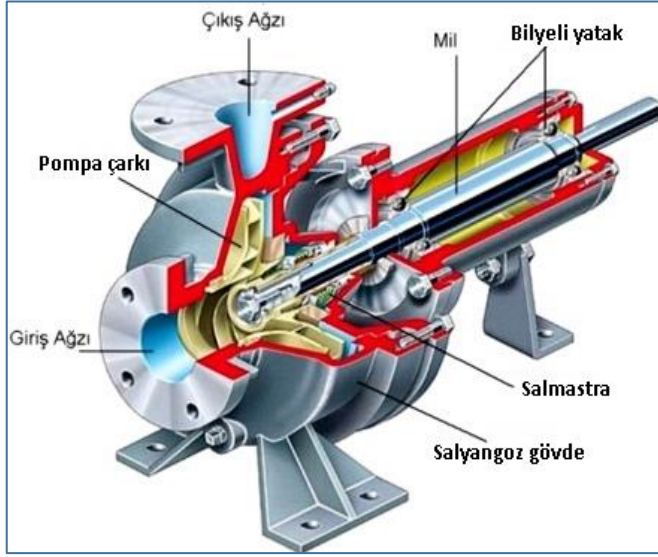
Bu tip pompalarda gövde içinde çalışan bir çark bulunur. Bir tahrik kaynağı tarafından döndürülerek, yatay bir mil üzerindeki çarkı veya çarkları vasıtasıyla suyu emerek istenilen yükseklikteki bir yere basan makinalardır.

7.1.1. Santrifüj Pompanın Kısımları

Santrifüj pompanın kısımları Şekil 9’ da görülmektedir.

Salyangoz gövde: Çarktan çıkan suyu toplayıp basma borusuna veren kısımdır.

Pompa çarkı: Mekanik enerjiyi hidrolik enerjiye çeviren ve üzerinde çok sayıda kıvrık kanatlar bulunan organdır. Çarkın kıvrık kanatçıkları sayesinde, dönünce merkez ile çevre arasında bir basınç farkı doğar. Böylece içten dışa doğru bir akım oluşur.



Şekil 8. Santrifij Pompanın Kısımları

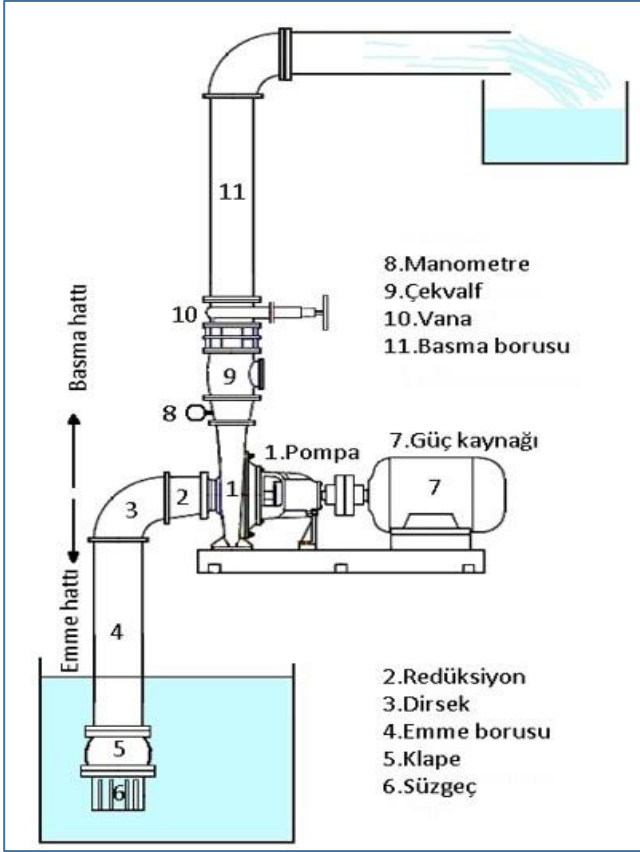
Salmastra elemanı: Pompa tarafından basılan sıvının mil ile pompa gövdesi arasındaki kaçakları önleyerek, dışarıdan hava girişini engeller. Normal işletme koşullarında salmastra kaçağı dakikada 20-40 damla olmalıdır. Değişik tipte salmastralar kullanılır. Bunlar bilezik şeklinde veya ip şeklinde olabilir.

Bilyeli yataklar: Birbirleriyle temas eden ve izafi hareket yapan iki makine elemanı arasındaki bağlantıyı ve izafi hareketi minimum sürtünme kaybıyla sağlayan, kendisine etki eden kuvvet ya da kuvvetlerin doğrultusundaki izafi hareketlere müsaade etmeyen ve bu kuvvetlerin gövdeye iletilmesini sağlayan makine elemanlarıdır. Milin ve dolayısı ile çarkın dönmesine yataklık ederler.

Pompa mili: Tahrik organı ile çark arasını bağlayan ve çarkı taşıyan organdır.

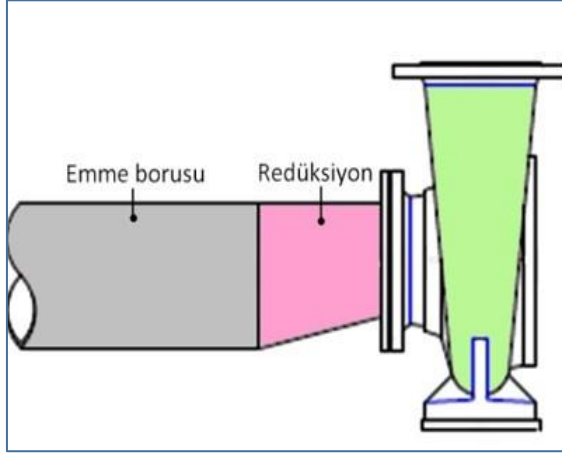
7.1.2. Santrifüj Pompaj Tesisi

Santrifüj pompanın tesisi ve kullanılan elemanlar Şekil 9’ da verilmiştir.



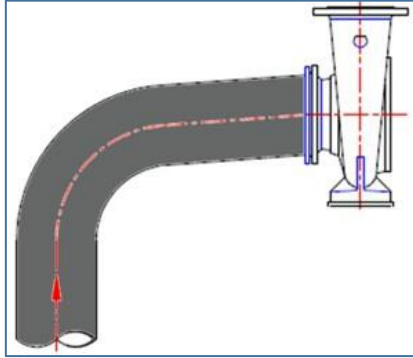
Şekil 9. Santrifüj Pompaj Tesisi ve Elemanları

Redüksiyon: Pompa su giriş ağzı çapı ile kullanılacak emme borusu çapı arasında çap uyumsuzluğu var ise aradaki bağlantı redüksiyon ile yapılır. Redüksiyon eksantrik tiptedir ve hava birikmelerini önlemek için düz kısmı yukarıda kalacak şekilde takılır. Pompaj sisteminde kullanılan bir redüksiyon tipi Şekil 10’ de verilmiştir.



Şekil 10. Pompaj Sisteminde Kullanılan Redüksiyon Tipi

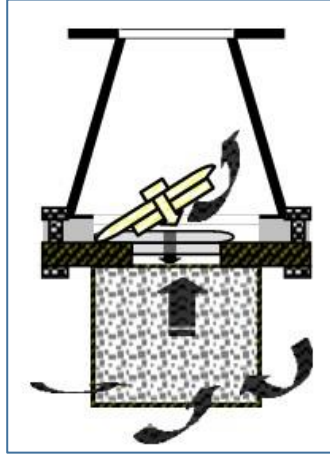
Dirsek: Pompaya girişte 90^0 lik deveboynu geniş bükülmelidirsek kullanılmıştır. Pompaj sisteminde kullanılan geniş bükümlü bir dirsek Şekil 11’ de verilmiştir.



Şekil 11. Pompaj Sisteminde Kullanılan Geniş Bükümlü Dirsek

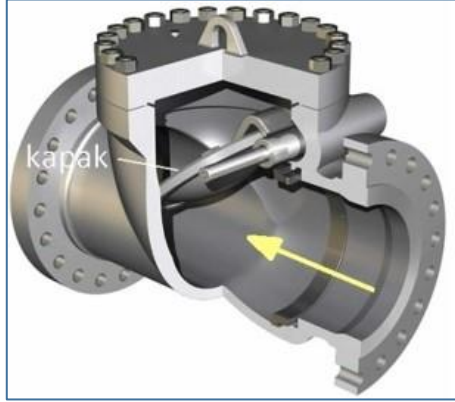
Emme borusu: Emme haznesi ile pompa girişi arasındaki borudur. Genellikle emme borusu çapı, basma borusu çapından büyük olur.

Süzgeç ve dip klapesi: Emme borusu girişine monte edilmiş olup, tek taraflı akış sağlayarak (çek valf gibi) emme borusu içindeki suyun boşalmamasını sağlar. Genel olarak klapeler, bir süzgeç içine konulur. Pompaj sisteminde kullanılan dip klapesi ve süzgeç için bir örnek Şekil 12’ te verilmiştir.



Şekil 12. Dip Klapesi ve Süzgeç

Çekvalf: Pompaj tesislerinde basma hattında kullanılan çekvalf, pompa ile sürgülü vana arasına konur. Özellikle pompaj sisteminde belirli bir kot farkına su iletimi söz konusu olduğu durumlarda, çalışma sırasında herhangi bir nedenle, sürgülü vana kapatılmadan su akımı kesilirse, çek-valf harekete geçer ve basma hattındaki suyun pompa ile emme borusuna geriye dönmesini önler. Çek valf tek yönlü açılma hareketi yaparak suyun yalnız bir doğrultuda akmasını sağlar ve suyun pompa aksamına zarar vermesini önler. Pompaj sisteminde kullanılan çekvalf için bir örnek Şekil 13’ te verilmiştir.



Şekil 13. Pompaj sisteminde kullanılan çekvalf

Vana: Pompa çıkışında mutlaka vana kullanılmalıdır. Pompaj sisteminde kullanılan vanaların görevi; boru içindeki su akımını kesmek, suyun akış miktarını ve sistem basıncını ayarlamaktır.

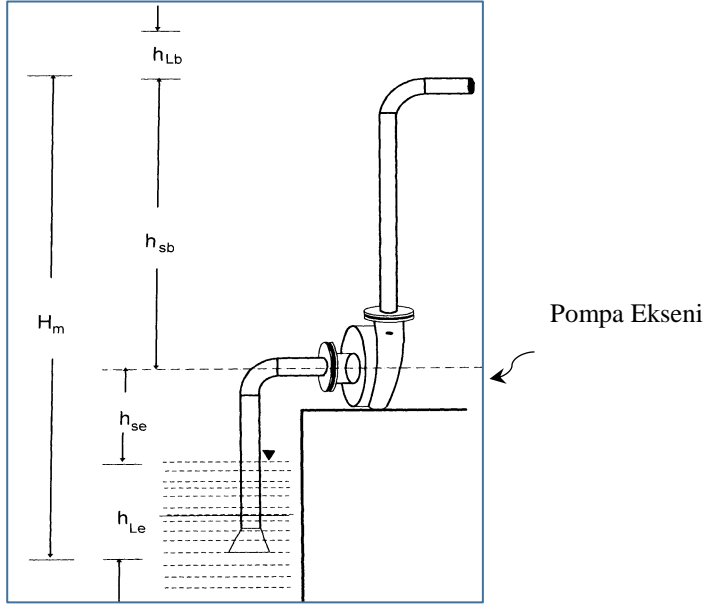
Basma borusu: Pompa çıkışı ile suyun iletilmesi istenilen nokta arasındaki suyu taşıyan borudur.

7.2. Pompaj Tesisinde Yükseklikler

Pompaj tesislerinin planlanmasına konu olan yükseklikler Şekil 14' te verilmiştir.

Statik Emme Yüksekliği (h_{se}) : Pompa eksenine ile emme su seviyesi arasındaki yükseklik farkıdır.

Dinamik Emme Yüksekliği (h_{de}) : Statik emme yüksekliğine, emme boru hattındaki düz boru ve şekilli boru parçalarındaki yük kayıpları (h_{Le}) eklenerek bulunan yüksekliktir ($h_{de}=h_{se}+h_{Le}$).



Şekil 14. Pompaj Tesisinde Yükseklikler

Statik Basma Yüksekliği (h_{sb}) : Pompa eksenine ile basma su seviyesi arasındaki yükseklik farkıdır.

Dinamik Basma Yüksekliği (h_{db}) : Statik basma yüksekliğine, basma hattındaki düz boru ve şekilli boru parçalarındaki yük kayıpları (h_{Lb}) eklenerek bulunan yüksekliktir.

$$(h_{db} = h_{sb} + h_{Lb}).$$

Geometrik Yükseklik (H_g): Statik yükseklikler toplamıdır.

$$(H_g = h_{se} + h_{sb})$$

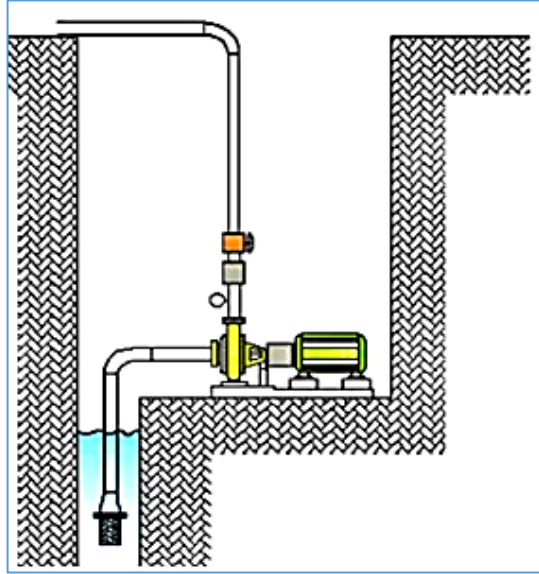
Manometrik Yükseklik (H_m) : Dinamik yükseklikler toplamıdır. Manometrik yükseklik bir pompaj tesisinde suyun hareketi için gerekli olan enerjiyi ifade eder.

$$H_L = h_{Le} + h_{Lb}$$

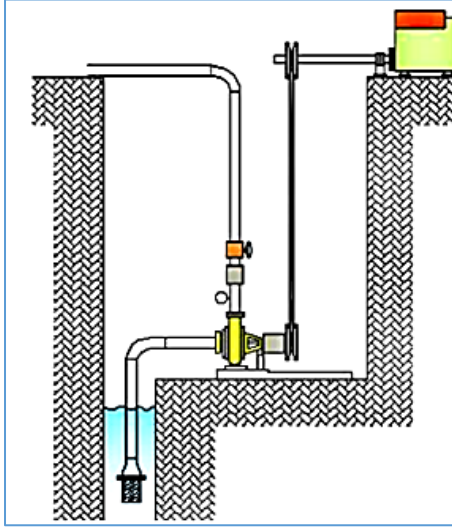
$$H_m = H_g + h_L$$

7.3. Pompaj Tesisinde Emme Yüksekliği

Pompalar atmosfer basıncından yararlanarak çalışan iş makinalarıdır. Santrifüj pompa en fazla 7 - 8 m'den su emebilir. Emme yüksekliği bu sınırları fazlası ile geçer ise derin kuyu veya dalgıç denilen düşey milli pompalar kullanılır. Pompa emme hattı uygulamalarında pompa ve güç kaynağı su kaynağına kadar indirildiği gibi (Şekil 15) , sadece pompa da indirilebilmektedir (Şekil 16).



Şekil 15. Pompa ve Güç Kaynağının Su Kaynağına Kadar İndirilmesi



Şekil 16. Sadece Pompanın Su Kaynağına Kadar İndirilmesi

7.4. Güç ve Verim

7.4.1. Gerekli Pompa Gücü

Pompa motordan aldığı enerjiyi suya bir verimle iletir. Bu verime toplam verim denir. Pompa milindeki efektif güç ise;

$$NP = \frac{Q \times H_m \times \gamma}{75 \times \eta_p} \text{ formülü ile hesaplanır.}$$

N_P = Pompa çarkı tarafından suya verilen enerji (BG)

γ = Suyun özgül ağırlığı (1 kg/L)

H_m = Manometrik yükseklik (m)

Q = Pompa debisi (L/s)

η_p = Pompa verimi (Ortalama olarak pompa verimi % 60 - % 70 arasında alınabilir.)

Örnek 6: Bir sulama tesisinde, su kaynağı ile arazi kot farkı 22 m olup karık sulama yapılacaktır. Sistemin debisi 50 m³/h dir. Yapılan hesaplamalarda sürekli kayıplar 9 m ve yersel kayıplar 2 m bulunmuştur. Pompaj için emme derinliği 4 m dir. Bu sulama

sisteminde istenilen şartları sağlayacak pompanın gücü ne olmalıdır?

$$Q = 50 \text{ m}^3/\text{h} = 13.88 \text{ L/s}$$

$$H_m = 22 + 4 + 9 + 2 = 37 \text{ m}$$

$$\eta_p = 0.65 \text{ (Pompa verimi \% 65 kabul edilmiştir).}$$

$$\gamma = 1 \text{ kg/L}$$

$$N_p = \frac{1 \times 37 \times 13.88}{75 \times 0.65} = 10.53 \text{ BG olarak hesaplanır.}$$

7.4.2. Gerekli Motor Gücü

$$N_m = \frac{Q \times H_m \times \gamma}{75 \times \eta_p \times \eta_m} \text{ (BG)}$$

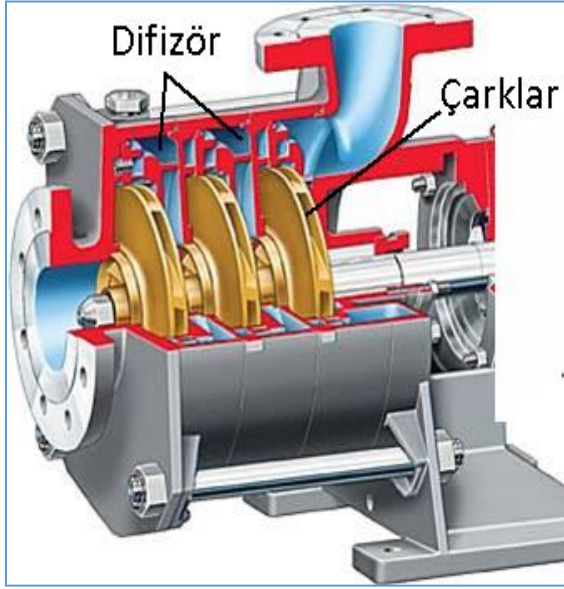
Motor randımanı (η_m) diesel ve benzinli motorlar için ortalama % 80, elektrik motorlar için de ortalama % 90 alınabilir

Örnek 7: Bir önceki örnekte sulama tesisi için gerekli pompa gücü dikkate alınır, kullanılan güç kaynağı elektrik olarak kabul edilir ise ve randıman % 0,90 alınır motor gücü,

$$10,53/0,90 = 11.70 \text{ BG olarak hesaplanır.}$$

7.5. Kademeli pompalar

Santrifüj pompalarda tek çarkın sağlayabileceği basınç sınırlıdır. Manometrik yükseklik 100-120 m' nin üzerinde olursa tek kademeli bir santrifüj pompa ile su bu yüksekliklere basılamaz. Bu nedenle belirli sınırlar içinde pompadan daha yüksek basınç istenirse, pompa mili üzerine birbirine seri olarak bağlı birden fazla çarkın kullanılması gerekmektedir. Kademeli pompa gövdeleri difüzör şeklinde olup, suyun çarklara transferini sağlamaktadır (Şekil 17)

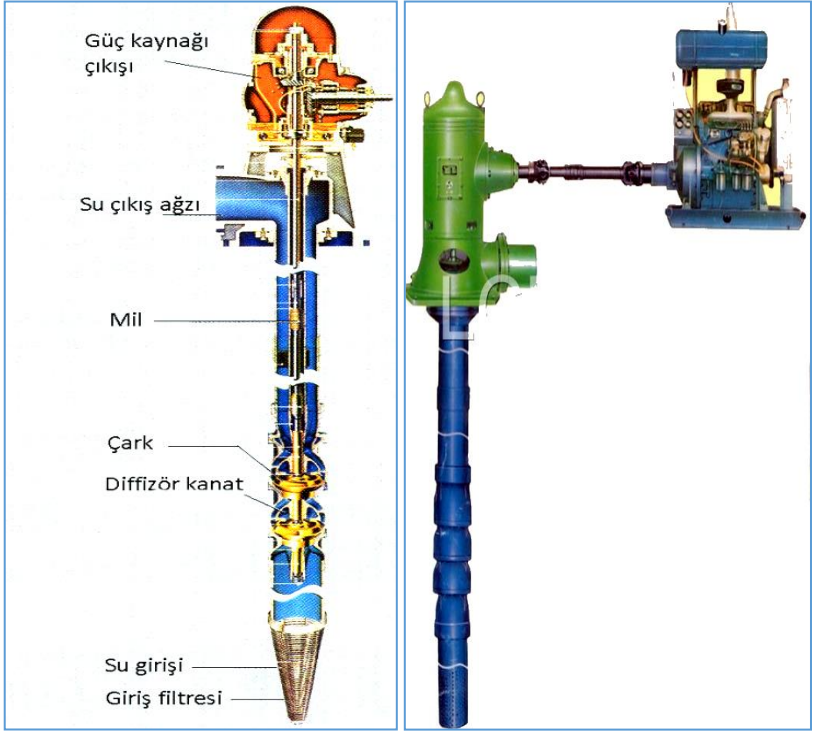


Şekil 17. Kademeli Pompa

7.6. Düşey Milli Pompalar

7.6.1. Derin Kuyu Pompaları

Derin kuyu pompaları, özel olarak açılan derin kuyularda yeraltı su kaynaklarından su temini için kullanılır. Derin kuyu pompaları kademeli yapılıdır ve difizör gövde kullanılır. Derin kuyu pompalarında manometrik yükseklik 300 m'ye kadar yükselmiştir. Debi ise yapısına bağlı olarak 1 ile 200 L/s arasında değişmektedir. Derin kuyu pompalarında pompa, belirli çapta açılan kuyu içine indirilir ve suya batık olarak çalışır. Gerekli güç düşey bir mil ile pompaya iletilir. Motor ünitesi, kuyu dışında ve yer yüzeyindedir. Pompanın kuyu içine indirilmesi nedeniyle pompaya güç elektrik motoru, diesel veya benzinli motor veya traktör kuyruk mili olmak üzere üç farklı kaynaktan sağlanır (Şekil 18).



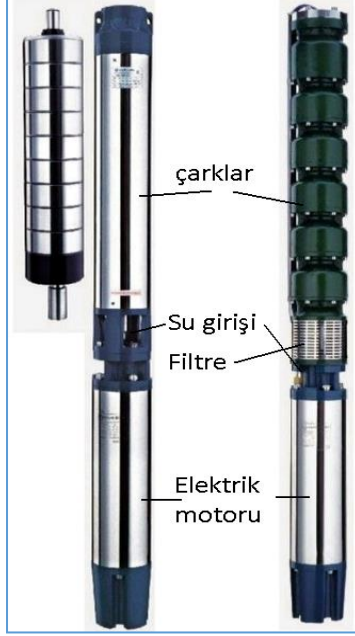
Şekil 18. Düşey Milli Derin Kuyu Pompaları

7.6.2. Dalgıç Pompalar

Dalgıç derin kuyu pompalarında pompa grubu normal derin kuyu pompalarından farklı değildir. Uzun bir düşey mülle hareket yerine, pompa bir elektrik motoru ile donatılmakta ve motor kuyu içinde çalışmaktadır. Elektrik motoru özel yapılıdır. Özellikle suya karşı sızdırmazlığı sağlanmıştır, ayrıca özel düzenlerle soğutma yapılıdır.

Elektrik motorlarında, motor gücü motor çapı ile ilgilidir. Ancak derin kuyularda çap sınırlı bulunduğundan çap küçülmekte, motor boyu uzatılarak yüksek güç elde edilebilmektedir (Şekil 19).

Günümüzde kullanılan dalgıç pompaların manometrik yükseklikleri 8-256 m arasında, debileri ise pompa yapısına bağılı olarak 0,08-175 L/s arasında değişmektedir.



Şekil 19. Düşey Milli Dalgıç Pompalar

8. YARARLANILAN KAYNAKLAR

AKDENİZ, B. Damla Sulama Ders Notları, 1997, Ziraat Teknik Lise ve Tarımsal Mekanizasyon Eğitim Merkezi Yayınları, Söke
AKDENİZ, B. Pompalar Ders Notları, 1997, Ziraat Teknik Lise ve Tarımsal Mekanizasyon Eğitim Merkezi Yayınları, Söke
BARIŞ, M. N. Tarımsal Sulama,1996, Ziraat Teknik Lise ve Tarımsal Mekanizasyon Eğitim Merkezi Yayınları, Söke
KODAL, S. Damla Sulama Projelerinin Kontrolü-2021, Tarım Kredi Kooperatifleri Sunumu, Aksaray
ORTAAKARSU, A. Etkin ve Verimli Sulama Sistemleri Çiftçi Eğitim Sunumu, 2021, Kastamonu
YILDIRIM, O. Sulama Sistemleri 2, 1996, A.Ü Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara
Yağmurlama Sulamada Uygun Başlık Nasıl Seçilir, 2017, İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü Çiftçi Eğitim Broşürü, Kastamonu
Sulama, 2017, İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü Çiftçi Eğitim Broşürü, Kastamonu
Türkiye’ de Sulanan Bitkilerin Bitki Su Tüketimleri, 2017, TAGEM, Ankara