

## ÇİFTLİK DRENAJ(1)

Arazi drenajı, iyi bir toprak amejmanının ayrılmaz bir unsurudur. A.B. Devletlerinde bir kısım araziler uygun drenaj sistemlerinin tatbiki ile çok verimli hale getirilmiştir.

Topoğrafya ve toprak tipi, drenaja muhtaç arazilerin meydana gelmesinde önemli faktörlerdir. Fazla kâr getiren bitkiler daha çok drenaj vasıfları müsait arazilerde yetiştirilmektedir. Drenaj tipi olarak, açık ve kapalı (büz) drenaj sistemlerinin her ikisi de geniş ölçüde kullanılmaktadır. Açık drenaj sistemi umumiyetle üzerinde şeker kamışı ve diğer kültür bitkilerinin yetiştirildiği allüviyal ve organik topraklarda uygulanmaktadır.

Drenaj en fazla mısır kuşağını içine alan bölgelerde tatbik edilmektedir. Bu bölgeleri iklim, topoğrafya, toprak, bitki çeşidi ve ziraat usul bakımından nispeten aynı özelliklere sahip olduğu için, buralarda drenajın yapılmasında toprak strüktür-amenajman faktörü gözönüne alınmalıdır.

Drenajın gayesi, intizamsız bir takım iklimatik olayların tesirlerini azal-

## Hayati CELEBİ(2)

tarak kültür bitkilerinin yetişmesi için daha müsait şartları tamin etmektir. Yağışın müsait olduğu bir mevsimde drenajı bozuk bir tarladan fazla mahsul alınabildiği gibi, çok fazla yağışlı bir mevsimde drenajı iyi bir tarladan daha az mahsul alınabilir. Muayyen bir tarladan her sene istikrarlı bir mahsul alınmak istenirse, bu takdirde, çiftçinin şahsi tecrübesi ile beraber bütün toprak amejman faaliyetlerine de ehemmiyet verilmelidir.

### Drenajın Faydaları

Yılın muayyen zamanlarında yağış suyunun problem meydana getirecek derecede toplandığı yerlerde, drenaj sistemlerinin uygulanması ile aşağıda sıralanan faydalar temin edilebilir :

- 1) Bitki köklerinin gelişmesi için gerekli toprak havalanmasını temin eder.
- 2) Faydalı mikro-organizmaların gelişmesi için toprakta havalanma ve rutubet gibi müsait şartları hazırlar.
- 3) Drenaja tabi tutulan arazinin mahsul verim ve kalitesini artırır.

(1) Stallings, J.H. (1945) "Soil Conservation", sayfa: 510-525'den tercüme edilen bu eser, 1968 tarihinde yayınlanmak üzere Üniversite Yayın Komisyonuna gönderilmişti. Adigeçen komisyonca Ziraat Dergisinde yayınlanması uygun görülerek, 29.5.1972 tarihinde Dergi Komisyonuna gönderilmiştir.

(2) Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak İlmi Bölümü Profesörü.

- 4) Ekimin erken yapılmasını, dolayısıyla bitkinin gelişme devresini uzatır.
- 5) Toprakta suyun fazla birikmesini önleyerek bitki köklerinin daha fazla gelişmesini sağlar.
- 6) Muhtelif bitki münavebe sisteminin ve daha uygun bir toprak amenajmanının tatbikini mümkün kılar.
- 7) Önceden kültür bitkilerinin yetiştirilmesine müsait olmayan arazilerin fazla verimli hale gelmesini sağlar.

Mısır kuşağı bölgesindeki bazı çiftliklerde olayların mevsimlere göre seyri incelendiği takdirde, drenajın ne kadar önemli bir tedbir olduğu kolayca anlaşılabilir. Fena drenaj şartları toprağın işlenme imkânlarını tahdit eder. Dolayısıyla fena drenaj şartları; sürümle toprağa karışan çim miktarı, sürüm zamanı, tohum yatağının hazırlanma şekil ve sayısı, ekim zamanı ve sürüm sayısı üzerinde mühim bir tesire sahiptir. Hattâ bu durum mahsul hasadını bile güçleştirebilir.

Kış aylarında topraklar ıslak olduğu için, baklagil ve çayır bitkilerinin gelişmesi çok zorlaşır. Bu durum, ilkbaharda toprak verimliliğini artırmak için lüzumlu organik madde miktarının azalmasına sebep olur. Bitkilerin gelişmemesi yüzünden toprak amenajmanı ziyadesile güçleşir. Bitkilerin sık ve fazla gelişmesi çiftlik traktörlerinin toprağı kompaktlaştırmaya tesirlerini azaltır. Çok ıslaklık dolayısıyla tarlada zayıf bir bitki örtüsünün mevcudiyeti, tarlanın muhtemelen sonbaharda sürülmesine ve neticede toprak strüktürünün daha da bozulmasına vesile olur. Diğer taraftan, tarla ilkbaharda da

sürülebilir, fakat bu durum iyi bir mısır mahsulü üretimi için çok geçtir.

Tarlanın geç sürülmesi dolayısıyla diğer bazı güçlükler doğabilir. Şöyle ki: İyi teşekkül etmemiş çim örtüsü ve ıslak şartlar yüzünden, tarla sürüldüğü zaman çok kesekli olur ve yaz mevsiminin başlangıcında görülen sıcaklık ve rüzgâr etkisiyle tarlanın yüzeyi çabucak kurur. Neticede nem o kadar azalır ki, bu gibi toprağa ekilen mısır tohumları kifâyetli bir yağışla gerekli nemi temin etmeden çimlenemezler. Bu suretle, mısır bitkisi çimlenip toprak yüzeyine çıkamadığı için mahsul istihsalı azalmış olur.

Çiftçi kesekli tarlaya mısır ekmeyi istemediği takdirde, ekimden önce kesekleri kırma faaliyetine baş vurmalıdır. Bu şekilde elde edilen tohum yatağı için halâ tehlike mevcuttur, zira âni bir yağmur toprağı tekrar kompaktlaştırabilir ve neticede toprak yüzeyi kaymak bağlar. İşte, toprak yüzeyinde meydana gelen bu olay suyun toprak altındaki kanallara hareketini güçleştirir. Bu zararlı mekaniksel olaylardan başka, toprak gereği şekilde havalanamaz ve çok yavaş ısınır. Fena drenaj şartları altında genç mısır bitkilerinin 24 saat içinde sarardıkları çok kere müşahade edilmiştir.

Fena drenaj şartlarını haiz böyle bir tarlanın sürümü yapılabilir, fakat bu iş çok zordur. Şartlar mısırdan ziyade yabancı otların yetişmesine daha müsaittir. Bu suretle, ortaya çıkacak rekabette mısır bitkisi daha fazla zarar görür. Diğer taraftan ıslaklık sebebiyle bitkinin kök sistemi iyi bir şekilde gelişemez ve neticede bitki yetişmesi için gerekli su topraktan temin edilemez. Bu durum ise muayyen, mısır kuşağı

bölgelerinde mevcut kuraklığın toprakların çok fazla ıslak olmalarına atfedilmesi gibi çelişik bir fikrin doğmasına vesile olmuştur. Halbuki bu bölgelerde mısır bitkileri gelişmeleri için başlangıçta topraktan çok fazla miktarda su kaldırdıklarından, ancak mevsim sonuna doğru kuraklıktan müteessir olurlar.

Mısır kuşağı bölgesi ile kıyaslandığı takdirde, New England bölgesinde mevcut drenaj probleminin doğuran sebep toprakların çok kumlu olmaları ile ilgilidir. Drenaj kayıtlarına göre, New England bölgesinde kültüre müsait her 50 dekar arazinin yalnız bir dekarının drenaja ihtiyacı olduğu anlaşılmıştır. Buna mukabil, Ohio bölgesinde ise kültüre müsait her üç dekar araziden bir dekarının drenaja ihtiyacı vardır.

### Drenajın Önemi

Araştırmalar; yağışı en iyi şekilde değerlendiren, toprağı ıslah ve muhafaza eden toprak-bitki amenaşman programlarının yapılmasında çiftlik drenajının önemli bir faaliyet olduğunu ortaya koymuştur. Aynı zamanda drenaj çiftçi için emin bir yatırımdır. Çünkü bu suretle verim artırıldığı gibi, arazi daha iyi bir tarzda değerlendirilmiş olur.

Çiftlik drenajının yeraltı suyunu azalttığı, yağmur ve kar yağışlarını değiştirdiğı, fazla su taşkınları veya kuraklığa sebep olduğu, toprağın verimliliğini azalttığı, hasaratları çoğalttığı ve verimli üst toprak katının taşınmasına sebep olduğu yolundaki iddiaların gerçekte ilgisi yoktur. Diğer taraftan, iyi bir şekilde tesis edilmiş olan drenaj sistemlerinin mahsul verimi

mini artırdığı ve uygun bir toprak amenaşmanın tatbikine imkân verdiği bu hususta yapılan birçok araştırmalar ile tespit edilmiştir.

Büz drenaj sistemi ilk defa 1835 yılında A.B. Devletlerinde tatbik edildi. Dahili harpten sonra hendek açan drenaj makinalarının icadı, drenaj çalışmalarının sür'atle yayılmasına vesile olmuştur. Son tahminlere göre, A.B. Devletlerinde çok verimli kültür arazilerinin takriben 320 milyon dekarı drenaj çalışmaları neticesi elde edilmiştir. Avrupa ve Asya kıt'alarında çiftçiler arazilerinde asırlar boyunca drenaj sistemlerini kullanmışlardır. Çiftlikte ıslak çukur sahalar uygun şekilde drenaja tabi tutulduğu zaman çok verimli ve prodüktif hale getirilebilir. Meselâ, mısır kuşağı bölgelerinde geniş yer tutan Webster toprakları drenajın uygulanması ile mısır yetiştirmesine çok müsait hale getirilmiştir.

### Su Problemi

Kısa veya uzun süreli bir kuraklık vuku bulduğunda taban suyu seviyesinin düşmesi üzerinde drenajın etkili olduğu sanılır ve hattâ drenajın kuraklığa sebep olduğu iddia edilir.

Jeologların raporuna göre, A.B. Devletlerinde genellikle arazilerin taban suyu seviyelerinde önemli bir alçalma mevcut değildir. Taban suyu seviyesinde ciddi lokal alçalmaların sebepleri toprak suyunun sulama, soğutma, sanayi veya belediye ihtiyaçları gayesiyle taban suyunu besleyen sudan daha fazla miktarda toprak yüzüne pompalanması zikredilebilir. Çiftlikte su ihtiyacının fazla miktarda artması ve suyun topraktan kolayca pompalanabilmesi keyfiyeti son 30 yıl içinde insan başına su

tüketimini dört misline çıkarmıştır. Su verimi düşük toprak katlarında açılmış olan birçok çiftlik kuyuları artan su ihtiyacına cevap veremediği zaman kurumuş kabul edilirler. Sığ açılan kuyuların uzun müddet devam eden yağış ve kuraklıklardan çok defa tesir gördüğü de hatırdta tutulmalıdır.

### Yağış Kaynağı

Arz yüzeyine düşen yağışın mühim bir kısmının kaynağı okyanuslardır. A.B. Devletlerinde, Rocky Mountain'ların doğusundaki bölgelere düşen yağışın % 80-90 ı okyanuslardan buharlaşma sonucu meydana gelmiştir. Kaynağı deniz olan yağışın nisbeti güneye doğru inildikçe artar ve aksine kuzeye doğru gidildikçe azalır. Merkez kuzey eyaletlerinde okyanusların yağış üzerinde etkisi % 60-70 e düşebilir.

Su buharı ile doymuş olan deniz rüzgârları Meksika körfezi üzerinden batıya doğru eserler ve A.B. Devletleri üzerinde önce kuzeye, sonra doğuya doğru kıvrılırlar. Meksika körfezindeki rüzgârların merkez kuzey eyaletleri üzerinde takip ettikleri yol, bir bakıma batı rüzgârları tarafından ayarlanır. Bu bölgede kuraklığın başlıca sebebi, nemli havanın bu rüzgârlar ile güneye ve doğuya doğru sürüklenmesi keyfiyetidir. Bu çeşit kuraklık birçok bölgelerin müşterek özelliğidir. Tahminlere göre, Mississippi vâdisinde esen deniz rüzgârlarının bu vâdiye düşen yıllık ortalama yağışın (750 mm.) mühim bir kısmını (686 mm.) karşıladığı anlaşılmıştır. Yağışın geriye kalan kısmı (50-75 mm.) karadan sağlanmaktadır. Suyun büyük bir kısmının topraktan havaya geçişi evapo-transpirasyon ile olur. Mississippi yağış havzasında yıl

lık takriben 584 mm.lik yağış kıt'a içlerine ve sahil bölgelerine geçer ve tekrar okyanus üzerinden geriye taşınır.

A.B. Devletlerinde yağışın çok az bir kısmının kaynağı kara olduğuna göre, drenaj veya diğer tedbirler yağışa çok az tesir ederler. Yağışın yıldan yıla veya asırdan asıra değişiklik gösterdiği doğrudur, fakat bu gibi değişiklikler insan müdahalesi ile olmayıp hemisferik (yarım küre) şartlarının bir neticesidir. Tahminlere göre, deniz rüzgârları Mississippi yağış havzasını geçerken senelik yağış potansiyellerinin % 20 sini kaybederler. Bazı görüşlere göre, su buharının bir kısmını kaybeden bu bulutlar, tekrar okyanuslara dönmeye önce bir miktar daha nemi bırakmaları için sun'i metotlarla yoğunlaştırılabilirler.

Kuraklık çok kere rastlanan bir atmosfer olayıdır. Bölgenin en eski meteoroloji istasyonlarından ve arazide selin ağaçlar üzerinde hasıl ettiği izlerden elde edilen 500 yıllık yağış tahminleri bu durumu teyit etmektedir. Uzun süreli yağış kayıtları bazı bölgelerde kurak ve yağışlı yılların birbirlerini takip ettiğini göstermektedir. Maamafih yağış ve kuraklığın birbirlerini takip ediş tarzları üzerinde tahmin yapmak o kadar güçtür ki, günümüzde meteorolojistler dahi bu gibi uzun süreli tahminlerden pek emîn olamazlar.

### Çiftlik Drenajı Teorisi

Drenajın gayesi, kök bölgesinden fazla suyu mümkün olduğu kadar hemen uzaklaştırmaktır. Bu ise mahsul veriminin artmasına ve kalitesinin yükselmesine vesile olacaktır. Kültür bitkileri için taban suyu seviyesinin top-

rak yüzeyinden hiç olmazsa 30 cm. ve kuru ot bitkileri için bundan daha az derin oldukları tespit edilmiştir.

Üç türlü toprak suyu vardır. Bunlar:

1. *Higroskopik su* : Toprak zerrelerini ince bir film halinde saran ve zerreler tarafından çok sıkı bir şekilde tutulan sudur. Bitkiler higroskopik sudan istifade edemezler.

2. *Kapillar su* : Toprak zerreleri etrafında kapillar kuvvetle gevşek olarak tutulan sudur. Kapillar su bitki büyümesi için gerekli su ve besin maddelerinin başlıca kaynağıdır. Dolayısıyla bitkiler bu sudan çok fazla istifade ederler.

3. *Sızan su* : Yerçekimi etkisiyle topraktan uzaklaşan fazla veya serbest sudur. Bu su, toprakta higroskopik ve kapillar su ile doldurulamayan zerreler arasındaki boşlukları işgal eder. Zayıf drenajlı topraklarda sızan suyun uzaklaşması o kadar yavaş cereyan eder ki, bu durum bitki köklerinin gelişmesine mâni olur. Sızan su serbest su olarak açık bir çukurda toplanır.

Ziraat anlamında taban suyu seviyesi, toprak yüzeyinde çukur yerelerde biriken suyun seviyesi ile zemindeki su seviyesi arasındaki yükseklik farkıdır. Taban suyu seviyesi, umumiyetle birçok ziraat bölgelerinde toprak yüzeyinden 3 m. derinliğe kadar bir değişiklik göstermektedir. Bu durumda, toprak yüzeyine yakın olan bu su, daha derindeki taban suyu ile çok az ilgilidir ve buna umumiyetle "Üst taban suyu" adı verilir. Üst taban suyu alt taban suyundan geçirimsiz veya çok az geçirimsiz alt toprak katlarının mevcudiyeti ile ayrılmaktadır.

Sun'i drenaj sadece serbest veya fazla suyun uzaklaştırılmasına yardım eder. Drenaj, bitki büyümesi için çok lüzumlu olan kapillar suyu ne azaltır ve ne de düzenini bozabilir. Serbest su toprakta sadece kök gelişmesi için elzem olan havayı uzaklaştırdığı için, ziraate tahsis edilmiş bir mineral toprağın aşırı derecede drenaja tabi tutulmaması yerinde olur. Hakikaten, büz drenaj sisteminin uygulandığı bir toprak drenajsız bir topraktan daha fazla mahsul verir. Büz veya açık hendek drenaj sistemleri kısa zamanda serbest suyun topraktan uzaklaşmasını mümkün kılarak, bitkilerin sıhhatli ve canlı kök sistemlerine sahip olmalarını sağlarlar. Fena drenajlı topraklarda yağışlı devrelerde fazla su dolayısıyla bitkinin kök gelişmesi tahdit edilir.

Tamamen satire olmuş ince tıksırlı bir toprak, otuz santimetre derinliğinde takriben 150 mm. şuya eşdeğer bir su muhtevasına sahip olabilir. Bazı durumlarda bunun bir miktarı (25 mm. den fazla değil) drenajla topraktan uzaklaştırılan sızan sudur. Bu gibi durumlarda, kapillar kapasiteye kadar nem taşıyan ince tıksırlı bir toprağa düşen 25 mm.lik bir yağmur, üst taban suyu seviyesinin takriben 30 cm. yükselmesine sebep olabilir.

Toprakta suyun lateral hareketi nisbeten yavaştır. Bu yüzden, büz veya açık drenaj sisteminin faydalı olabilmesi için drenaj hattının her iki yanında lateral uzunluk 15-30 m. olmalıdır. Kapillar su toprak içinde aşağı yukarı hareket edebilir, fakat bu hareket genel olarak yavaştır. Dolayısıyla, kapillar suyun yukarıya doğru hareketi ile bitkilerin büyümeleri için yeterli miktarda nemin temin edileceği şüpheli

lidir. Mahsulün durumu hemen hemen tamamen kök bölgesindeki kapillar suyun mevcudiyetine bağlıdır.

### **Drenaj ve Taban Suyu Seviyeleri**

Minnesota Zirai Araştırma İstasyonu, çiftlik drenajı ile ilgili olarak topraklarda taban suyu seviyelerini otuz yıldan daha fazla bir zamandan beri etüt etmektedir. Bu araştırmalar, dıene edilen yerlerde üst taban suyu seviyesinin 24 saat içinde takriben 30 cm. düşürülebildiğini göstermiştir. Buna göre, suyun kapalı drenaj sisteminde büz seviyesine kadar inebilmesi için 3-4 gün geçet. Diğer taraftan, drenajı yapılmamış yerlerde serbest su topraktan daha yavaş olarak uzaklaşır. Bu durumda tabansuyu seviyesinin drenajlı şartlardakine eşit bir düşüş kaydedebilmesi için birkaç haftalık bir kurak periyodun meydana gelmesi lâzımdır. Bu kurak periyoddan sonra yağış vuku bulmadığı takdirde, drenajlı ve drenajsız arazilerde tabansuyu eşit nisbette büz seviyesinin altına düşer. Drenajlı veya drenajsız şartlarda tabansuyu seviyesinin büz derinliğinin altına düşüş hızı, don veya kurak periyodlarda haftada 2,5 cm. ve daha fazla olabilir. Bu derinliklerde topraktan suyun evapo-transpirasyon ile kaybı yavaşlar. Fena drenajlı bir tarlaya ilkbahar aylarında düşen yağış miktarı üst taban suyu seviyesinin tekrar toprak yüzeyine yakın bir duruma gelmesi için yeterlidir. Bugünkü bilgiler drenajın yüksek vasıflı zirai toprakların yüzey akışları veya su tutma kapasiteleri üzerinde bir değişiklik yapmadığını ve derindeki taban suyu seviyesi üzerinde çok az etki yaptığını ortaya koymuştur.

### **Uygun Toprak Amenajmanı Bakımından Drenajın Önemi**

Kök bölgesindeki toprak - rütubet şartlarının gelişmesini temin eden çiftlik drenajı aynı zamanda iyi bir toprak amenajman programının, önemli bir kısmıdır. Düz, ıslak sahalar drenajla ıslah edilerek sağlanan kâr ile şiddetli erozyon tahribatına mâruz kalan meyilli sahalar da ekime müsait bir hale getirilebilir. İyi bir şekilde drene edildiği takdirde, düz arazinin bir dekarından sağlanan mahsul artışı, meyilli bir arazinin birkaç dekarından elde edilen artışa bedel olabilir. Bu durum, meyilli arazilerin çayır veya orman örtüsü ile kaplanmasını mümkün kılar.

Birleşik devletlerin birçok yerlerinde hemen hemen her çiftlik, drenaj problemi ile karşı karşıya bulunmaktadır. Toprak muhafaza servisinin müşahadelerinden elde edilen bilgiler, yağışlı bölgelerde yapılmış olan çiftlik planlarının hemen hepsinin drenaj problemini havi olduğunu göstermektedir. Birçok çiftliklerde mevcut ıslak araziler drenajla ıslah edilmedikçe, toprakta organik maddeyi idame ettiren uygun bir toprak amenajmanını temin eden bitki münavebe sistemlerinin tanzım edilmeleri mümkün değildir.

### **Yüzeyakış Çalışmaları**

Yağmur ve kar suyu topraktan yüzeyakış, yeraltı akışı, evaporasyon, transpirasyon ve derine sızıntı ile uzaklaşır. Drenaj iyi bir şekilde yapıldığı takdirde, bu gibi tarlalarda derine sızıntı drenajsız duruma nazaran daha fazla olacaktır.

Woodward ve Nagler tarafından yapılan bir çalışma, drenajın derine sızıntı üzerine etkisinin pek fazla ol-

madığını göstermiştir. Bu araştırma Des Moines nehri yağış havzasında 40.000 Km.<sup>2</sup> ve Iowa nehri yağış havzasında da 8.000 Km.<sup>2</sup> lik bir alanda yapılmıştır. Bu yağış havzalarında drenaj çalışmalarında büz ve açık drenaj sistemleri uygulanmış ve bir kısım akarsu kanalları da açılmıştır.

Her iki yağış havzası toplam alanının 1/3 inde drenaj uygulanmıştır. Des Moines yağış havzasında tamamının yüzde 67 si drenaja tabi tutulan 16.000 Km.<sup>2</sup> lik bir alan ile Iowa nehri yağış havzasında da tamamı drenaja tabi tulan 10.800 Km.<sup>2</sup> lik bir alan mevcut idi. Bu çalışma sırasında yıllık yağış miktarı 22,3 - 252,9 mm. arasında değişiyordu.

Woodward ve Nagler, drenajın, feyezan anlarında bu akarsular üzerinde dikkate değer bir değişiklik yapmadığını ortaya koymuşlardır. Ayrıca bu araştırmacılar, toplam yüzey akış miktarının, havzada maksimum sarfiyatın ve su depolama şartlarının fazla drenaj ile değişmediğini tespit etmişlerdir.

Bu araştırma kat'i olarak göstermiştir ki, güney Minnesota ve kuzey Iowa'da olduğu gibi geniş çiftlik arazilerinin drenajı, yağmur suyunun depolanması üzerinde ciddi şekilde tesir etmemektedir. Fakat bataklıklar, çiftlik göletleri ve küçük göller bu duruma istisna teşkil eder. Bu gibi istisna hallerde, altta geçirimsiz bir tabakanın mevcudiyeti sebebiyle fazla poröz topraklı sahalarda bile üst taban suyu çok yükselmektedir. Aynı şekilde, açiktaki su birikintileri yanında tesis edilen drenaj yolları, şayet toprak poröz yapıda ise, üst taban suyu seviyesini azaltabilir.

Güney Minnesota'da çiftlik arazilerinde yapılan bu taban suyu araştırmalarına iláveten, Kuzey Minnesota'da Aitkin, Beltrami ve Roseau bölgelerinde organik topraklar (peat) içinde otomatik yağış kaydeden áletler yerleştirilmiştir.

Bu araştırmalar da diğerleri gibi üst taban suyu seviyesi ile yağış arasında sıkı bir münasebetin mevcut olduğunu göstermiştir. Bazı özel durumlar hariç, üst taban suyu seviyesinin azalması veya yükselmesi üzerinde yağmur ve kar yağışları etkili olmaktadır. Hattá, 1930 senelerinde meydana gelen kuraklıkta, kuzey Minnesota organik topraklarında taban suyu seviyesinin 1,80 m. gibi az bir derinlikte olduğu kayıt edilmiştir.

Islak arazilerin hepsinde drenaj sistemlerini tatbik etmemelidir. Drenaj masraflı bir iş olduğu için sağlanacak faydalar ile yapılan masraflar rantabil olmalıdır. Toprağın verimliliğinden şüphede edildiği takdirde, drenajdan önce sıhhatli verimlilik testlerinin yapılmasına ihtiyaç vardır. Problemi iyi bir şekilde değerlendirebilmek için mevcut bütün bilgileri toplamak en ekonomik bir yoldur.

### Sulanan Arazilerin Drenajı

Sulama ve drenaj birbirlerinden ayrılmayan faaliyetlerdir. Uzun müddet sulanan arazilerin aynı zamanda tabii veya sun'i metotlarla drenajları sağlanmalıdır. Sulama tatbikatında bitkilerin ihtiyaçı olan suyu aynen vermek imkânsız ve aynı zamanda pratik de değildir.

Gerçekten, birçok hallerde sulanan arazinin verimliliğini idame ettirmek, kök bölgesini gevşetmek ve çözülebilir

tuzların yıkanmasını temin etmek gayesiyle suyun ihtiyaçtan biraz fazla verilmesi arzu edilir. Bu durumu dikkate alındığı takdirde, drenajın tarifi şöyle yapılmalıdır: "Üst ve alt topraktaki fazla suyun ve çözülebilir tuzların topraktan uzaklaştırılmasına drenaj denir". Eğer bir toprağın verimli olarak kalması isteniyorsa, drenaj ile topraktan uzaklaştırılan tuzların miktarı sulama suyu ile toprağa verilen tuzların miktarına eşit veya bundan fazla olmalıdır.

Su basması, tuzluluk ve alkalilik problemleri sulanan arazinin ziraate uygunluğunu ve verimliliğinin idamesini geniş ölçüde etkiler. Sulu ziraatin devamlı olabilmesi için drenaj probleminin halledilmesi icâbeder.

Batının bazı verimli geniş arazileri drenajın layiki veçhile tatbik edilmesi yüzünden terk edilmiştir. Rasmussen'in tahminlerine göre, 17 batı eyaletinde sulu şartlar altında 84.000 Km.<sup>2</sup> vüs'atinde bir arazinin, su basması ve tuzluluk-alkalilik gibi olaylarla verimlilik kabiliyeti bugün için yüzde 20 oranında azalmıştır. Aynı araştırmacı, bu yüzden mahsul istihsalinde meydana gelen yıllık zararın yüz milyon doları aşabileceğini ifade etmiştir.

### **Drenaj Mahsulü Artırır**

Luisiana'da drenajın uygulanması ile hem şeker kamışı, hem de şeker veriminde önemli miktarda bir artış kaydedilmiştir. Saveson, drenaj tedbirleri ile şeker kamışı mahsulünü dekara 1,46 ton ve şeker miktarını ise dekara 143,7 Kg. çoğaltmıştır. Yüz doksan dekar vüs'atindeki başka bir deneme tarlasından dekara 13,1 ton şeker kamışı ve 38,74 ton birinci yıl şeker

kamışı anızı elde edilmiştir. Her iki mahsul için dekara ortalama verim 11,40 tondur. Üzerinde aynı denemenin yapıldığı 4924 dekar vüs'atinde başka bir arazide iki yıllık periyod zarfında dekara ortalama verim 6,35 ton idi.

Drenaj faaliyeti de, iki açık drenaj hendeği arasındaki sahanın meyillendirilmesinden ibaret idi. Bu meyillendirilmede, lateral hendekler boyunca yığılan toprak materyali iki drenaj hendeği arasındaki merkez hattına doğru aktarılmıştır. Aynı zamanda, iki hendek arasına yığılmış olan kazı materyali merkez hattından itibaren lateral hendeklere doğru meyillendirilmiştir. Bu ameliye kara yollarında olduğu gibi yapılmıştır. Bu kazı materyalinin drenajı, esasında traktör tekerleklerinin meydana getirdiği izlerle temin ediliyordu.

Bu meyilleme takriben yüzde bir nisbetinde yapıldığı zaman maksimum verim elde edildi. Bu işin hassasiyetle yapılması ile verim de çoğaldı. Beş santimetre ve daha derin küçük çukurlukların düzlenmesi ile şeker kamışında dekara 1,75 ton ve birinci yıl şeker kamışı anızında ise 0,87 ton bir artış tespit edilmiştir. İki lateral arasındaki 13 sıra yerine 26 sıranın yapılması ile ve yukarıda temas edildiği gibi tesviye edilmesi ile şeker kamışının verimi dekara 1,75 ton artmıştır. Bu şekilde sıraların sayısı çoğaldığı için kültüre tahsis edilen arazinin alanı da fazlalaşmıştır. Bu suretle artan verimin para olarak karşılığı dekara 12,25 dolar olarak hesaplanmıştır. Buna karşılık, tesviye masrafı ise dekara 6,25 dolardır.

Maryland'ın doğu sahillerindeki dört bölge üzerinde kurulmuş olan 67

## Permeabilite ve Drenaj

adet çiftlik arazisinde drenaj ile ilgili araştırmaya yapılmış ve drenajın mahsul miktarını önemli derecede artırdığı tespit edilmiştir. Carolina bölgesinde 17 çiftlikte dekara ortalama mısır verimi 125 Kg. iken, drenaj sisteminin tesisini müteakip bu miktar 272 Kg. a yükselmiştir. Queen Annes bölgesinde 23 çiftlikte ise bu verim dekara 70 Kg. dan 247 Kg. a çıkmıştır. Somerset bölgesinde de verim artışı fazla olmuş ve 24 çiftlikte mısır verimi dekara 191 Kg. dan 320 Kg. a ulaşmıştır.

Buğday, kuru ot, meyva ve sebze verimi üzerinde de drenajın müspet etkileri görülmüştür. Denemelerin yapıldığı bütün istasyonlarda buğdayın ortalama verimi iki mislini aşmıştır. Nitekim bu hususta yapılan bir deneme neticesine göre, verim dekara 76,0 Kg. dan 155,0 Kg. a çıkmıştır. Altmış dört adet çiftlikte ortalama kuru ot artışı dekara 210,0 Kg. dan 560,0 Kg. a yükselmiştir. Kent bölgesinde 1260 dekar vüs'atindeki üç adet çiftlikte de drenajın tatbiki ile müspet sonuçlar alınmıştır. Nitekim dekara mısır verimi 154,0 Kg. dan 292,0 Kg. a, buğday 98,0 kg. dan 169,0 Kg. a ve kuru ot ise 217 Kg. dan 377,0 Kg. a yükselmiştir.

Jones da drenajın mahsul üzerinde etkili olduğunu yapmış olduğu araştırmalar ile tespit etmiştir. Denemeler Kentucky'de Union County bölgesinde, Mississippi'de Union County bölgesinde, Kuzey Carolina'da Pitt County bölgesinde ve Kuzey Dacota'da ise Cass County bölgesinde yapılmıştır. Bu bölgelerde yapılan denemelerden, drenaj neticesi ilk sene verim artışından elde edilen gelirin drenaj sisteminin için yapılan masrafları kolayca karşıladığı anlaşılmıştır.

Toprak permeabilitesi toprağın su ve havayı geçirebilme kabiliyetidir. Bu, muayyen sıcaklık derecesinde birim hidrolik eğimde birim zamanda birim toprak kesitinden suyun akma hızı olarak perkolasyon cinsinden kantitatif olarak da ölçülebilir. Perkolasyon hızları genellikle saatte santimetre olarak ifade edilir. Permeabilite gözle görülebilen toprak karakterlerinin incelenmesi ile değerlendirilebilir.

Farklı her toprak horizonu içinde suyun hareket hızının bilinmesi önemlidir. Belli bir toprağın münferit bir yağış veya birbirini takip eden yağışlar ile geçirebileceği su miktarı, infiltrasyon hızı dahil toprağın permeabilitesi ile tayin edilir. Yüzeyakış miktarı, geniş çapta, suyun üst toprağa girerek alt katlara doğru perkole olması (süzülme) ile ilgili bulunmaktadır. Diğer bir deyimle, çok yavaş geçiren topraklar, fazla kesafetli ve uzun süreli yağışlarda çok fazla yüzey akışın meydana gelmesine sebep olurlar. Görülüyor ki, permeabilite ve infiltrasyon hakkındaki bilgiler bir drenaj programının planlanmasında büyük önemi haizdir. Çiftliklerde drenaj sistemlerinin iyi bir şekilde planlanması için toprakların permeabilite özelliklerinin bilinmesine lüzum vardır. Meselâ, toprak horizonları çok yavaş veya yavaş permeabil olduğu zaman bu gibi sahalarda büz drenaj sisteminin uygulanması pratik veya mümkün olmayabilir. Bu şartlarda fazla yüzeyakışı bertaraf etmek için açık drenaj sistemi tatbik edilmelidir. Diğer taraftan, perkolasyon hızlarının orta yavaştan ortaya kadar değişmesi halinde bir büz drenaj sisteminin tesisi daha uygundur.

Cetvel 1. Drenajın mahsul verimine tesiri (Kg./Dekar)

Mahsul çeşidi	Carolina	Queen Annes	Somerset
Mısır			
Drenajdan önce	125,0	70,0	191,0
Drenajdan sonra	272,0	247,0	320,0
Buğday			
Drenajdan önce	74,0	56,0	102,0
Drenajdan sonra	157,0	142,0	170,0
Kuru ot			
Drenajdan önce	130,0	100,0	370,0
Drenajdan sonra	450,0	390,0	800,0

Horizonların kalınlıkları ve perkolasyon hızları - büz drenlerin büyüklük, derinlik ve aralıklarının tayininde dikkate alınmalıdır.

Permeabilitenin değerlendirilmesinde genellikle toprak strüktürü en önemli faktör olarak göz önünde bulundurulur. Bununla beraber, O'Neal, permeabilitenin yalnız strüktür tipine bakarak değerlendirilemediğini ve strüktürü meydana getiren agregatların diğer özelliklerinin ve bunların birbirleriyle münasebetlerinin de dikkate alınmasını ileri sürdü. Aynı araştırmacı, agregatların yönleri, yatay ve düşey eksenler arasındaki uzunluk farkları ve bulunuş şekillerinin permeabilite üzerinde etkili olduğunu tespit etmiştir. Bazı bölgelerde, ince tekstür yavaş permeabiliteyi, buna mukabil kaba tekstür de hızlı permeabiliteyi ifade eder. Fakat elde kesin bilgi mevcut değilse, bu hususta ne tekstür ve ne de renk lekeleri makul bir işaret olamaz. Bir toprak, permeabilitesi ne olursa olsun, renk lekelerine sahip olabilir. Bu renk lekeleri, toprakta suyun bir engel ile tutulması veya sızma veyahut ta üst taban suyunun mevcudiyeti ile meydana gelirler. Bazı topraklarda,

agregatların dayanıklılık durumları permeabilite ile ilgili gibi görülür. Diğerlerinde ise bu durum topraktaki makro porların miktar ve büyüklüğü veya tabii kılma hatlarının yönü ile ilgilidir. Umumiyetle, birçok faktörler münferiden veya bir arada dikkate alınmalıdır. Permeabilite sadece bir faktöre bağlı kalınarak değerlendirilemez.

Permeabilite tayini için araziden nümuneler alınırken, aynı zamanda toprak strüktürü, makro porların miktar ve büyüklükleri ve tabii kılma hatlarının yönü hakkında müşahadeler de yapılmalıdır. Muayyen mekanik analizlerin bütün toprakların tekstürel sınıflandırılmasında yardımcı olması gibi, toprakların müşahadesi ile kazanılan tecrübeler toprakların permeabilite tayinlerinde dikkate alınır.

O'Neal ve Uhland, toprak permeabilitesini şumüllü bir şekilde sınıflandırdılar. Cetvel (2) de, yedi permeabilite sınıfından ibaret bir sınıflama sistemi görülmektedir.

Van Bavel de, toprak permeabilitesinin tayini maksadiyle kolay bir metot vücuda getirmiştir. Bahis konusu

metot, bir toprağın drenaja müsait olup olmadığını ve eğer müsaitse drenajın ne oranda tesirli olabileceğini gösteren

bir rehber olarak kullanılabilir. Bu metot basit olup, çok az malzemeye ihtiyaç vardır.

Cetvel 2. Toprakların permeabilite değerlerine göre sınıflandırılması.

Permeabilite sınıfı	Permeabilite indeksi	Sature olan bozulmamış toprak nünunelerinde saatte cm. olarak perkolasyon hızı (permeabilite kabındaki su seviyesi 1,27 cm.dir.)
Çok yavaş	1	0,125 den az
Yavaş	2	0,125 - 0,5
Orta-yavaş	3	0,5 - 2,0
Orta	4	2,0 - 6,25
Orta-hızlı	5	6,25 - 12,5
Hızlı	6	12,5 - 25,0
Çok hızlı	7	25,0 den fazla

Bu metot, drenaja ihtiyaç duyulan sahalarda taban suyu seviyesinin yağışlı mevsimde toprak yüzeyinden takriben 30 cm. veya daha az bir derinlikte bulunması keyfiyetine istinat eder.

Bu metot için lüzumlu ekipman aşağıdadır :

Toprak burgusu (20 cm. çapında)

Cetvel (120 cm.)

Saat

Hortumlu bir pompa

Bir kaç küçük sivri uçlu takriben 5 cm. uzunluğunda tahta parçası.

Toprak burgusu ile toprakta 120 cm. uzunluğunda bir delik açılır. Su derhal bu delik içinde yükselmeye başlar. Böylece toprağın taban suyu seviyesine kadar yükselir. Bu yükselme umumiyetle bir günden az sürer. Delikteki su maksimum seviyeye ulaşmalı ve toprak yüzeyinden derinliği 30 cm. den az olmamalıdır.

İstenilen şartlar temin edilir edilmez permeabilite tayinine başlanabilir.

Günün erken saatlerinde delikteki su seviyesinin 30 cm. altında bir noktaya küçük tahta parçalarından biri yerleştirilir. Uzunluğu doğru bir şekilde tespit etmek için cetvel kullanılmalıdır.

Bu tahta parçası, yani işaret yerleştirildikten sonra küçük el pompası yardımı ile delikteki su mümkün olduğu kadar çabuk boşaltılır. Eğer pompa yoksa bir sopanın ucuna bir teneke kutuyu takıp kepçe gibi kullanılarak da bu iş yapılabilir. Fakat bu tarz boşaltmadan mümkün olduğu kadar kaçınılmalıdır, zira bu şekilde suyu sonuna kadar dışarıya almak hem zor, hem de fazla zaman alır. Ölçme ameliyesi, boşaltılan suyun deliğin içine daha önceden yerleştirilmiş olan tahta parçasına (işarete) kadar tekrar yüksebilmesi için gerekli zamanı tespit etmekten ibarettir. Toprak permeabilitesi, bilâhare tesbit edilen bu zaman dikkate alınarak (Cetvel 3) yardımı ile cm /gün olarak kıymetlendirilir.

Cetvel-3, Burgu ile açılan delikte taban suyu seviyesinin altında 30 cm. lik bir kısmın dolması için gerekli zamana göre toprak permeabilitesinin ölçülmesi

Zaman (saat)	Toprak permeabilitesi (cm./saat)	
1	50,0	
1,5	43,0	Hızlı
2	25,0	
2,5	20,1	
3	16,8	Orta
3,5	14,3	
4	12,5	
4,5	10,7	Yavaş
5	10,1	
5,5	9,2	
6	8,2	
6,5	7,6	
7	7,0	Çok yavaş
7,5	6,7	
8	6,4	

İki tarlanın incelendiğini farzedelim: Bunlardan biri 122 cm. derinlikte 30 m. aralıklarla döşenmiş büz drenlerle teçhiz edilmiş, diğeri ise drenaj tatbikinden yoksun bulunmuş olsun. Eğer her iki tarlanın permeabilite değerleri hemen hemen birbirlerine eşit bulunursa, meselâ (18,3 cm /gün); bu takdirde birinci tarlanın drenaj tertibatı ikinci yani drenajsız tarlaya tatbik edildiğinde bu drenajsız tarla için de olumlu neticeler alınacak demektir. Şu halde, bahis konusu metodun önemli bir faydası, toprakların gerçeğe uygun bir şekilde birbirleriyle mukayesesini mümkün kılmasıdır.

#### Nümunelerin Alınması

Her toprak özelliği gibi permeabilite de sahadan sahaya oldukça değişiklik arzeder. Bu yüzden, ortalama bir değer elde edebilmek için tarlanın birden fazla

tipik noktalarından nümuneler almak icabeder. Ölçümler hep aynı çeşit topraklar üzerinde yapılmalıdır. Elde toprak haritası mevcut olduğu takdirde bu hususta epeyce kolaylık sağlar. Her 4-8 deka:dan bir nümune alarak permeabilite ölçümü yapmak maksada uygundur. Fakat ne kadar fazla ölçme yapılırsa, permeabilite tahmini de o derece sıhhatli olur.

Drenaj sisteminin mevcut olmadığı yerlerde, permeabilite hakkında bilgi elde etmek için Vän Bavel'in dört kategoriye ayırdığı aşağıdaki permeabilite sınıflamasından istifade edilir :

1. Hızlı drene edilen topraklar
2. Orta drene edilen topraklar
3. Yavaş drene edilen topraklar
4. Çok yavaş drene edilen topraklar

Hızlı drene edilen toprakların permeabiliteeleri günde 21,3 cm.den fazla

ladır. Bu durumda, eğer lateral drenaj kanalları 1,2 m. derinlikte ise, bunlar arasındaki mesafe 36,6 m. veya daha fazla olmalıdır. Toprak permeabilitesi 21,3-13,7 cm./gün ise, toprak orta bir drenaja sahiptir. Bu takdirde, lateraller arasındaki mesafe 24,4-36,5 m. arasında değişmelidir. Yavaş drenajlı toprakların günlük permeabiliteleri 8,85-13,7 cm. arasındadır. Günlük permeabiliteleri 8,85 cm.den daha az olanlar çok yavaş drenajlı topraklar grubuna dahil edilirler ve bu topraklar ekonomik bir drenaj sisteminin tatbikine müsait değildir.

Yukarıda mevcut bilgelere istinat edilerek lateral drenaj kanallarının aralıkları kolayca bulunabilir. Permeabiliteye ait bu bilgileri drenajın günde 0,64 cm. olduğu kabul edilerek elde edilmiştir. Böyle bir drenaj hızı, denemelerin yapıldığı Iowa toprakları için uygun görülmüştür. Diğer bölgelerde bu değer daha fazla veya az olabilir. Bu takdirde, Van Bavel'in dörtlü permeabilite sınıflamasında verdiği değerler de orantılı olarak azalır veya çoğalır.

Lateral drenaj kanallarının aralıkları hesaplanırken, bu drenaj kanallarının geçirimsiz ve çakıllı tabakalara göre derinlikleri de dikkate alınmalıdır. Meyil ve mahreç hususları da önemli olmakla beraber, drenaj masraflarına en çok etki eden faktör lateral drenaj kanal aralıklarının tesbitidir. Kullanılan metot, en uygun kanal aralıklarının tesbiti için uzun süreli ilmi çalışma ve denemelere istinat eder.

### **Tabansuyu Seviyesinin Şekli**

Childs ve O'Donnell, alçalıp yükselen tabansuyu seviyesine sahip olan topraklarda suyun hareketini tesbit

etmişlerdir. Eşit aralıklarla döşenmiş kanallarla drene edilen bir tarlada yağış miktarında değişmeler sonucu meydana gelen istakrarsız durumu tesbit etmek için elektriksel bir metot kullandılar. Yağışın, sabit bir durumdan başlayarak tabansuyu seviyesi dren seviyesinden biraz daha yüksek oluncaya kada yağmasını ve durmasını müteakip; tabansuyu seviyesinin şeklinde dikkate değer bir değişme olmaksızın bir bütün halinde düştüğünü tespit ettiler. Bu noktaya ulaşıktan sonra, tabansuyu seviyesi tabii olarak dren hattı üzerinde diğer yerlere nazaran çok daha yavaş azalır. Bunun sebebi, taban suyunun düşüş mesafesinin dren hattında diğer noktalara göre daha fazla olmasına atfedilmektedir.

Tabansuyu seviyesi drenaj seviyesine tesadüfi haller dışında asimtotik olarak yaklaşır. Çünkü yükseklik zaman eğrisi dren hattından muhtelif mesafelerde farklı bir şekle sahiptir. Su seviyesinin şeklinde değişme olmaksızın düştüğü yerlerde yağış fazla olduğu zaman tabansuyu seviyesi yükselir, fakat şeklinde bir değişme olmaz.

Sabit bir durum yerine üst toprağın satire olduğu ilk durumda, yağışı müteakip dren hattı üzerinde su seviyesi diğer yerlere nazaran daha çabuk olarak düşer. Bundan sonra, hareket, bundan önce bahsedilen suyun hareketine benzer şekilde devam eder.

Diğer faktörler aynı kalmak şartıyla taban suyu seviyesinin düşmesi sathi topraklarda derin topraklara nazaran daha yavaş olmuştur.

Kirkham ve Gaskell, büz ve drenaj sistemlerinde su yüzeyinin durumlarını tesbit etmişlerdir. Toprağın

alt katına geçirimsiz bir tabaka döşenmiş ve ilk olarak toprak yüzeyine kadar su ile satire hale getirilmiştir. Alınan sonuçlara göre, tabansuyu seviyesinin üst üste gösterdiği şekiller kumlu ve killi topraklarda hemen hemen aynı olmuştur. Fakat su seviyesinin şekli kumlu toprakta killi toprağa nazaran daha çabuk değişmiştir.

Drenaj kanalları arasındaki mesafenin geçirimsiz tabaka derinliğinin 10-20 misli olarak tesis edildiği yerlerde, drenaj kanalları arasında tabansuyu seviyesinin 30 cm.lik bir alçalma göstermesi için geçen zamanın, kanal arasındaki mesafenin karesi ile değişmiş olduğu tesbit edilmiştir. Şayet hendekler fazla permeabil materyal ile doldurulduğu takdirde, bu münasebet büz drenaj sistemi için de vârittir.

#### **Büzlerin Derinlik ve Aralıkları**

Büz drenaj sisteminde uygun derinlik ve aralıkların tesbit edilmesinde muhtemel toprak özellikleriyle ilgili bazı teşebbüsler yapılmıştır. Bu toprak özellikleri bilhassa toprağın kil muhtevası ve plastikliğidir. Neal, bu toprak özellikleri ile büz drenaj kanallarının aralık ve derinlikleri arasında bir münasebet kurmağa çalışmış ve bu alanda araştırmalar yapmıştır. Fakat, bu toprak özelliklerinin permeabilite ve drenaj özellikleri üzerinde genel bir etkide bulunduğu dikkate alınırca, en müsait şartlarda bile, bu kıstaslar büz drenaj kanallarının derinlik ve aralıklarının

tesbitinde güvenilir bir ölçü değildir. Bu problemin mantıklı bir şekilde halli Donnen, Aronovici ve Blaney tarafından yapılmıştır. Bu araştırmacılar toprak permeabilitesile ilgili bir formülü geliştirerek büz drenaj kanalının aralıklarını tesbit etmişler ve Darcy kanununu lateral akış şartlarına tatbik etmişlerdir. Bu formülün ilk kontrolü büz drenaj kanallarındaki ölçülü akışa göre yapılmış ve tarla şartlarında gerçek ve teorik büz kanal aralıkları tesbit edilmiştir.

Bu arada toprak fizikçileri de drenaj üzerinde tansiyonun icra ettiği tesirlere göre bir takım toprak-su bağıntıları kurmuşlar ve tesirli bir drenaj tatbikatı için hangi toprak derinliğinden serbest suyun uzaklaştırılması lazım geldiğini tesbit etmeğe çalışmışlardır. Diğer bir kısım araştırmacılar da toprak permeabilitesini tesbit için bazı formüller ortaya atmışlardır.

Slater, lateral büz drenaj kanallarının aralıklarını tayin etmek için "Lateral akış" formülünü vâzetmiştir. O'Neal tarafından toprakların permeabilite değerleri esas alınarak vücuda getirilmiş olan aşağıdaki cetvelden muhtelif derinliklerde büz dren kanallarının aralıklarını tesbit etmek mümkündür. Yalnız, bu cetvel, toprakta 2,13 m.den daha fazla derinlikte bir geçirimsiz tabakanın mevcudiyeti esas alınarak hazırlanmıştır. Bu tabakanın üzerinde permeabilitenin muntazam olduğu kabul edilmektedir.

Cetvel 4. Permeabilite ve lateral akış ile büz dren aralıkları arasındaki münasebet.

Permeabilite sınıfı	Permeabilite (cm./Saat)	Muhtelif derinliklerde büz drenleri arasındaki mesafe, m.		
		90 cm.	120 cm.	150 cm.
Çok yavaş	0,125 den az	0,0 - 4,5	0,0 - 6,0	0,0 - 7,5
Yavaş	0,125 - 0,5	4,5 - 9,0	6,0 - 12,0	7,5 - 15,0
Orta-yavaş	0,5 - 2,0	9,0 - 18,0	12,0 - 24,0	15,0 - 30,0
Orta	2,0 - 6,25	18,0 - 33,0	24,0 - 43,5	30,0 - 54,0
Orta-hızlı	6,25 - 1,25	33,0 - 46,5	43,5 - 61,5	54,0 - 76,5
Hızlı	1,25 - 25,0	46,5 - 66,0	61,5 - 87,0	76,5 - 108,0