

Yeni Kuşak Kompakt Diskler

Philips'in 1982 yılında kompakt diski duyurmasından sonra müzik ve bilgisayar endüstrilerinde önemli gelişmeler oldu. Ömür boyu aynı kalitede ses garantisi sloganı ile pazarlanan müzik kompakt disklerinden 1982 yılından bu yana yeryüzünde toplam 6 milyar tane satılmış. Aynı süre içerisinde satılan kompakt disk çalıcı aygıtların sayısı ise 400 milyon. Bu gelişmeden aslında müzik şirketlerinin kârlı çıktığını rahatlıkla söyleyebiliriz. Zira daha önce plak ve kaset olarak piyasaya sürülüp, satışları doygunluğa erişmiş, telif hakkı ödenmiş, eski kayıtlarını fazladan hiçbir masraf yapmadan pazarlama imkanı buldular. Özellikle de yüzyılın başında yaşamış ünlü orkestra şefleri ve solistlerle cazcılarının kayıtları özel seriler halinde "özel fiyat"larla pazarlandı. Bu teknolojinin bilgisayar endüstrisine uyarlanmış hali CD-ROM (Read Only Memory, Salt Okunur Bellek) müzik CD'lerinininkine yakın bir başarı kazanmış durumda. Sadece 1996 yılında satılacağı varsayılan toplam CD-ROM sayısı 35 milyonun üzerinde. Bilgisayar dünyasına tanıtılan CD-ROM'dan

hemen sonra bu sektörde bir çoklu ortam (Multimedia) devrimi gerçekleşti. 680 megabayt bilgi alan bir tek CD-ROM diski sayesinde, bilgisayar oyunları ve bilgisayarda çoklu ortam üreticileri derin bir nefes alabildiler. CD-ROM teknolojisinin ilk kullanılmaya başlandığı günlerde ortalama sabit disk kapasitesinin 100 megabaytı geçmediği düşünülecek olursa, CD-ROM'un üreticilere ve kullanıcılara ne büyük bir kolaylık sağlamış olduğu anlaşılır. CD-ROM'un hemen peşi sıra geliştirilen silinebilir ve tekrar yazılabilir CD'ler, bilgilerini sürekli ve hızlı bir şekilde yedekleyip, tekrar elde edilebilmenin gerekli olduğu kuruluşlar açısından önemli başarılar sağladı. CD teknolojisinin uygulamaları bu kadarla da kalmadı. Yazılabilir CD sürücülerinin yaygınlık kazanmasından hemen sonra Kodak firması tarafından geliştirilen Photo-CD adlı ürün CD teknolojisinin en ilginç uygulamalarından birini öne çıkarıyordu. Photo-CD görüntüyü yazılabilir CD üzerine, özel bir formatta, sayısal olarak kaydederek, fotoğraf makinelerindeki filmin yerini almış oldu. Daha sonra bu görüntüyü CD'yi bir CD-ROM sürücüsüne

takarak bilgisayar ekranında, ya da Photo-CD göstericisi aygıtı televizyona bağlanarak televizyon ekranında görmemiz mümkün. Tüm bunlar kompakt diski (ve tabiki çalıcılarını) bugüne dek piyasaya sürülmüş en başarılı elektronik ürün yapmaktadır.

CD teknolojisinin DVD (Sayısal Çok Yönlü Disk, Digital Versatile Disc) formatını temel alan yeni kuşağı yakında piyasaya çıkıyor. 10 büyük elektronik firması DVD-ROM sürücülerini de içeren ürünlerini bu yılın sonu ile 1997 başında piyasaya sürmeye hazırlanıyor.

DVD formatı, 1995 yılının sonunda, rakip firmaların daha önce benzeri görülmemiş bir şekilde anlaşmaları sonucunda ortaya çıkmış. Gruplar birbirlerinden bağımsız olarak gerçekleştirdikleri kendi tasarımlarının en iyi özelliklerini bir araya getirmişler. Bu uzlaşma sayesinde yeni kuşak optik disk okuyucuları hem varolan CD'leri hem de DVD'leri çalabilecek. DVD'ler tasarım yenilikleri sayesinde şu anki CD'lerden 14 kat daha fazla bilgi saklayabilecek ve ilk kuşak DVD'ler saniyede 11 milyon bit bilgi okuyabilecek. Bu miktar ise 9 hızlı CD-ROM'ların performansına eşit.

Tahmin edilebileceği gibi tüm bu yüksek kapasite ve performans yeni tipte, etkileyici uygulamaların oluşmasına yol açacak. DVD'ler aynı CD'ler gibi müzikler, filmler, oyunlar ve çeşitli çoklu ortam ürünlerini saklayabilecek. Bunun dışında DVD'ler, bir grup yeni ürünün çıkmasına neden olacaklar. Örneğin DVD üzerinde kayıtlı bir film ile birlikte kamera açıları, plan, filmin dili gibi seçenekler de sunulabilecek. Etkileşimli video oyunlarının da yaygınlık kazanması bekleniyor. Birkaç yıla kalmadan kaydedilebilir DVD-RAM (Random Access Memory, Rastgele Erişilebilir Bellek) ve DVD-R (Recordable, Kaydedilebilir) diskler pazara sürülecek. Geçmişte Photo-CD örneğinde olduğu gibi, bunlardan sonra kaydedilebilir DVD-RAM teknolojisi kullanan dijital kameraların piyasa çıkması düşünülebilir.

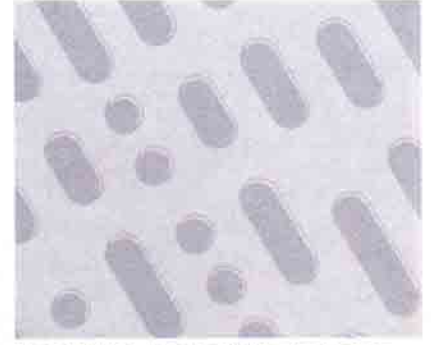
DVD ve CD formatları aynı temel optik kayıt teknolojisini kullanıyorlar. Bilgi, plastik diskin yüzeyinde, malzemenin kalıba püskürtülmesi sırasında oluşan mikroskobik delikler olarak saklanıyor. Diskin delikli yüzeyi bu işlemde sonra ince bir kat alüminyum daha sonra, CD'de olduğu gibi, koruyucu bir vernik ve etiket ile kaplanıyor. Okuyucu veriyi okumak için, disk döndüğü sırada lazer ışını disk arakatmanlarından veri katının üzerine gönderiyor. Yansıyan ışığın yoğunluğu diskin yüzeyinde delik olup olmamasına göre değişiyor. "Okuma ışığı"nın altında bir delik olması durumunda yansıyan ışık miktarı, diskin düz bir yüzeyinden yansıyandan daha az. Çalıcının içindeki fo-

totedektörler ve diğer elektronik aparatlar, ışık yoğunluğundaki bu farkı 1 ve 0'lara çeviriyor.

CD'ler ve DVD'ler arasında önemli fiziksel farklar var. Birincisi, DVD'deki en küçük delik 0.4 mikron çapında, CD'de ise bu çap iki katından fazla: 0.83 mikron. DVD'deki veri izleri birbirlerinden sadece 0.74 mikron uzaktalar. Buna karşılık CD'deki veri izlerinin uzaklıkları 1.6 mikron. İşte bu yüzden CD ve DVD'ler aynı büyüklükte olmalarına rağmen DVD'nin yüzeyindeki veri spirali CD'ninkinin 2 katı, başka şekilde ifade etmek gerekirse 11 kilometreden daha uzun. Daha küçük delikleri okuyabilmek için DVD okuyucusunun okuma ışınının CD'ninkinden daha iyi bir odaklamayı başarabilmesi gerekiyor. İşte bu yüzden DVD'lerde 635-650 nanometrelik dalgaboyu olan kırmızı yarı-iletken lazeri kullanılıyor. Buna karşılık CD 780, nanometre dalgaboyuna sahip kızılötesi lazer kullanıyor. Aradaki farklar yalnız bu kadarla da kalmıyor. DVD çalıcılarının CD'ye göre çok daha güçlü odaklama merceklere var. Tüm bunlar ve daha önce bahsedilen DVD formatı sayesinde her DVD veri katmanı 4.7 gigabayt bilgi depolayabiliyor.

Aslında DVD'nin kapasitesi iki yenilikle önce 9.4 gigabayt daha sonrada 17 gigabayt olacak şekilde iki kez iki katına çıkartılabilir. DVD'ler ve CD'ler aynı kalınlıkta - 1.2 milimetre- olmalarına rağmen CD'nin yalnız bir altkatmanına karşılık DVD'nin bilgi taşıyabilen iki tane altkatmanı var. DVD'nin bu katmanları, delikli yüzeyler tam diskin ortasında karşı karşıya gelecek şekilde birbirlerine bağlanmış durumda. DVD'nin alt yüzüne erişmek için kullanılacak en basit tasarım diski çıkarıp ters çevirmek gibi gözüküyor. Çok katmanlı tasarım adını alan başka bir tasarım ise diskin iki bilgi katmanını diskin aynı tarafından çalınmasını sağlıyor.

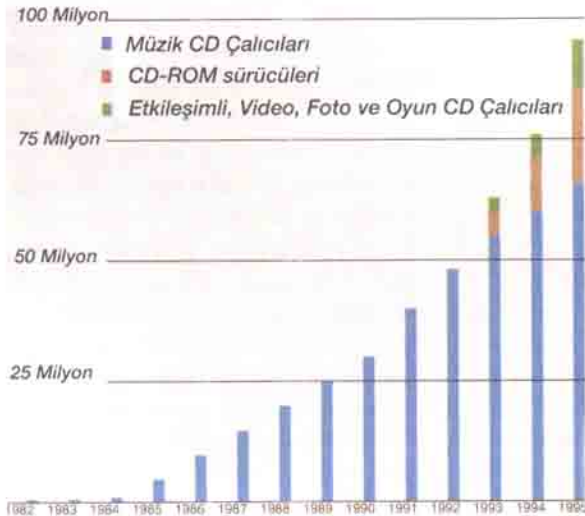
Çok katmanlı bir diskte üst arakatman yarı iletici yarı yansıtıcı bir



Veri delikleri. Yeni optik kayıt ortamları geleneksel CD'lerden farklı olarak iki veri katmanına sahiptir.

başka katmanla kaplanır. Bu katmanın yansıtıcılığı lazer ışınının üst arakatmandaki delikleri okuyabilmesi için yeterlidir. Yine bu katmanın ileticiliği lazer ışınının alt arakatman üzerinde odaklanıp, bu katmandaki delikleri okuyabilmesini sağlayacak kadar iyidir. Lazer alt bilgi katmanına odaklandığı zaman üst bilgi katmanı odak dışı kalacak ve böylece herhangi bir girişim önlenmiş olacaktır. Bu yaklaşım sonucunda çalma işlemi sırasında meydana gelecek küçük ama sakınlamaz kalite kaybını ortadan kaldırmak için kapasitenin 8.5 gigabayta düşürülmesi gerekmiş. (Bu da çift yüzü, çift katmanlı bir diskin neden 18.7 değil de 17 gigabayt sakladığını açıklıyor.) Bu iki katmanın çok iyi kalitedeki optik bir yapıştırıcı ile tutturulması gerekiyor.

İki katmanlı DVD yaklaşımının artan kapasite dışında da avantajları var: Diskin eğrilmesi durumunda ortaya çıkan hatalar azalıyor. Tüm kompakt diskler eğrilme sorunu ile karşı karşıyadır. Bir diskin yüzeyi lazer ışınına dik olmayacak şekilde eğrildiği zaman okuma hataları meydana geliyor. Eğrilmenin "okuma ışığı"nı ne kadar azaltacağı tamamen arakatmanın kalınlığı ile ilişkili. DVD'nin arakatmanı sadece 0.6 milimetre kalınlığında. Bu ince arakatman DVD'yi CD'ye göre eğilmeye karşı daha az duyarlı hale getiriyor. Zira CD'nin arakatmanının kalınlığı 1.2 milimetre. Sıcaklık ve nemlilikte birden meydana gelebilecek değişiklikler DVD'nin plastik arakatmanında akmaya ya da daralmaya yol açabilir. Ancak DVD'nin bir arakatmanın tam karşısında diğerinin yer aldığı simetrik yapısı sayesinde çevresel etkilerin en aza inmesi sağlanmış.





Tüketicilerin müzik CD'leri ve CD-ROM'lara hali hazırda oldukça çok para yatırdıkları düşünülürse DVD çalıcılarının yeni diskler kadar, neden varolan CD'leri de çalması gerektiği ortaya çıkar. DVD'leri bu özellikte üretebilmek bazı özel optik tasarımlar gerektirmiş. Örneğin biri 1.2 milimetrelilik arakatmana, diğeri 0.6 milimetrelilik arakatmana ayarlanmış iki merceği tek bir kafa üzerine yerleştirmek ve ihtiyaç durumunda birinden diğerine mekanik geçişi sağlamak gibi özel tasarımlar kullanılmış.

CD'lerden daha fazla deliğe sahip olmanın yanı sıra format kodlamadaki gelişmeler sayesinde DVD'ler delikleri daha fazla verimli kullanabiliyor. Bilginin ilk hali ne olursa olsun (veri, metin, resim, ses ya da görüntü) sayısal 0 ya da 1 değeri bilginin içeriğini temsil eder. Bu içeriğin çalma sırasında oluşabilecek hatalardan korunması gerekir. Hatalar, disk yüzeyindeki çizikler, toz, ya da korozyon gibi sebeplerden oluşabilir. Hata düzeltme ve denetim (ECC, Error Correction and Control) teknikleri, bazı özel algoritmalar kullanıp bu veri bitleri-

nin arasına kendilerinin hesapladığı bazı ek bitler koyarak hataları en aza indirir. Bu ek bitler gerekli olmalarına rağmen, disk kapasitesinin kullanıcıya ait olan bölümünü azaltır.

Neyski DVD ECC mekanizması çok verimli. Disk üzerindeki bilgi izinin 4 milimetresine denk gelen 2000 bayta kadarlık hataları düzeltebiliyor. DVD formatında ECC, diskin kapasitesinin %13'ünü kullanıyor. Buna karşılık CD üzerinde tutulan benzer veriler toplam kapasitenin üçte biri kadar yer kaplıyor. DVD ECC mekanizmasının bu gelişkin hata düzeltme yetenekleri günümüz silikon çiplerinin sürekli artan işlem hacminden kaynaklanıyor. CD formatı hazırlandığı zaman bu kadar güçlü çipler piyasada yoktu.

Kayıt sırasında kullanıcı ve ECC verilerinin modülasyon kod bitleri adı verilen, aslında disk yüzeyindeki deliklerle gösterilen ikilik (binary) bitlere çevrilmesi gerekiyor. Bu adım disk üzerinde veriyi gösterecek olan delik miktarının bilinmesi bakımından gerekli. CD formatı, 8 kullanıcı bitini 17 modülasyon kod bitine çeviriyor. DVD ise bu sayıyı 16'ya indirmiş. Kullanıcı verisini tanımlamak için daha az modülasyon kod biti gerekmesi nedeniyle DVD bir seferde daha fazlasını tutabiliyor. Bu, özellikle CD formatına göre %6 ilerleme sağlamış.

DVD formatı, ilk defa olarak, tüketicilerin tam uzunluktaki bir filmi, sinema salonunun ses düzeni kalitesinde almalarına olanak sağlayacak. Hatta ses kaydının orijinal sayısal master kayıtlardan fark edilemez olduğu iddia ediliyor. 4.7 gigabaytlık inanılmaz kapasitesine rağmen tam bir sayısal hareketli filmi DVD'ye sığdırabilmek için yine de sıkıştırmak gerekiyor. Bu iş için değişik veri hızlarında sıkıştırma yapabilen MPEG2 standardı kullanılıyor. Bu yöntemde sıkıştırmanın derecesi, o andaki sahnenin karmaşıklığı ile doğrudan ilişkili içerisinde. Görsel olarak detaylı ya da içinde hızlı hareketlerin olduğu sahneleri sıkıştırmak zor; bu yüzden filmin daha az karmaşık yerlerinden daha çok yer kaplıyorlar. Bunların sonucu olarak sıkıştırılmış verinin akışı çalma sırasında sürekli değişiyor. Bir başka ilginç özellik ise kullanıcı DVD filmini isterse standart televizyon görüntü oranı olan 4:3 (yatay-düşey oranı) ile isterse sinema oranına yakın olan 16:9 ile izleyebiliyor.

CD ile DVD Arasındaki Farklar

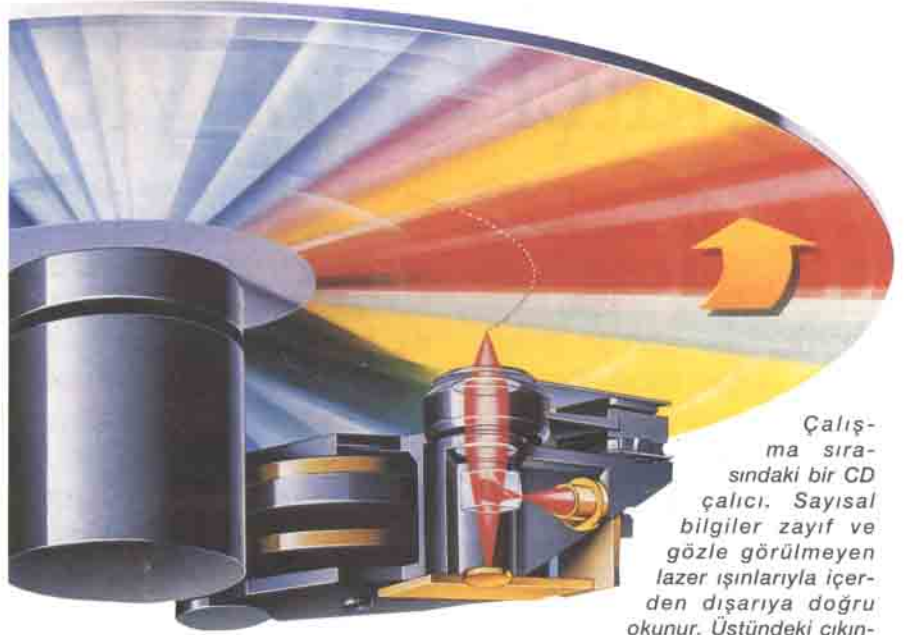
Özellik	Yeni Format	Eski Format
Disk Çapı	120 mm	120 mm
Disk Yapısı	Her biri 0.6 mm kalınlığında iki arakatman	1.2 mm kalınlığında tek katman
Min. Delik Uz.	0.4 mikron	0.83 micron
Lazer Dalgaboyu	635-650 nanometre	780 nanometre
Kapasite	Her biri ayrı yüzde iki katman 9.4 gigabayt toplam İkisi de aynı yüzde iki katman 8.5 gigabayt toplam Her ikisi iki yüzde dört katman 17 gigabayt toplam	Bir yüzde tek katman 0.68 gigabayt
Nümerik Aperture	0.60	0.45
İz Yoğunluğu	İnç başına 34 000 iz	İnç başına 16 000 iz
Bit Yoğunluğu	İnç başına 96 000 iz	İnç başına 43 000 bit
Veri Hızı	Saniyede 11 megabit	Saniyede 1.2 - 4.8 megabit
Veri Yoğunluğu	İnç kareye 3.28 gigabit	İnç kareye 0.68 gigabit

Sayısal teknolojiye ilerlemeden ses kalitesi de etkileniyor. Jurassic Park ya da Apollo 13'ü iyi sinema salonlarında izleyenler ses kalitesinin izlenceyi ne kadar etkilediğini bilirler. DVD film formatı ya Dolby Laboratuvarları'nın AC-3 çoklu kanal (5,1) ses sıkıştırmasını içeriyor. Dolby sisteminin sıkıştırılmış veri akış hızı 448 000 bite kadar çıkabiliyor. Bu sayede 5 bağımsız kanaldan CD kalitesinde ses üretilip, bir diğereinden de düşük frekanslı ses efektleri verilebiliyor (Bu yöntem sisteminin neden 5.1 olarak adlandırıldığını da açıklıyor). Üzerinde salt müzik kaydı olacak olan DVD disklerinin teknik özellikleri üzerindeki çalışmalar henüz tamamlanmış değil.

DVD'lerin kapasiteleri daha zengin video ve eğlence oyunlarını, eğitim kaynaklarını şu anki CD maliyetinde olacak şekilde mümkün kılacak. Çoklu ortam üreticileri bugün artık yetersiz kalan CD teknolojisinin, DVD'nin yüksek kapasitesi sayesinde tekrar işlerlik kazanmasını bekliyor. Böylece tüm çabalarını ürünlerini 680 megabayta sığdırmak için harcamak zorunda kalmayacaklar.

DVD sürücülerin okunabilir/yazılabilir sürümlerinin 1998 yılı içerisinde çıkacağı tahmin ediliyor. Bu ürünlerden, bir kez yazılabilir DVD-R ve silinebilir DVD-RAM'in şu anki CD-R ve CD-E (silinebilir) formatlarından daha iyi olması bekleniyor. Şu ana kadar optik kayıt sistemleri magneto-optik teknolojisine dayanarak üretiliyordu. Ancak DVD-RAM'da faz değiştiren malzeme tekniğinin kullanılması düşünülüyor. Bu teknikte ince, çok çok iyi grenli polikristalin film RAM'in arakatmanın üzerine sürülüyor. Her bir biti kaydetmek için yoğun ama anlık bir lazer ışını filmin mikronaltı bir bölümünü eritiyor. Malzemenin bu kadar küçük bir yeri çok hızlı soğuduğu için erimiş kısım tekrar kristalleşmiyor. Onun yerine donmuş, bozulmuş, amorf bir durumda kalıyor ve bu halde kristal haline göre çok daha az ışık yansıtıyor. Bu yansıma farkı da, (maddeyi tekrar eritmeyecek kadar) düşük yoğunluklu okuma ışınının veriyi çözmesi anlamına geliyor.

Bu konuda yapılan oldukça fazla araştırma sonunda kaydetmek için yeterince duyarlı, saklamak için yeterince kararlı, yüzlerce kez kaydetme/silme işlemini gerçekleştirebilecek kadar da da-



Çalışma sırasındaki bir CD çalıcı. Sayısal bilgiler zayıf ve gözle görülmeyen lazer ışınlarıyla içerden dışarıya doğru okunur. Üstündeki çıkıntılar aracılığıyla ışınlar düz yüzey üzerine yansıtılır. Yansıyan ışınların ritminden ve süresinden bitler okunur. Sayısal veriler bir işlemci tarafından müziğe çevrilir.

yanıklı malzemeler bulunmuş ve daha da iyi hale getirilmiş. Faz değiştirme metodu ile yapılan kayıtların birkaç çekici tarafı daha var. Çalma işlemi diskten yansıyan ışığın yoğunluğuna bağlı olduğu için DVD-ROM sürücülerinde bulunanın aynısı bir optik kafa kullanılabilir. Buna karşılık manyeto-optik çalma işlemi, yansıyan okuma ışınının polarizasyonundaki küçük değişiklikleri hissedebilen özel bir aparat gerektirir. Bu yüzden faz değiştirme metodu ile kayıt yapan DVD-RAM disklerinin maliyeti salt okunabilir olanlarınkinden çok daha fazla olmayacaktır. Formatla ilgili diğer ayrıntıların da tutarlı olduğu varsayılacak olursa DVD-RAM diskleri DVD-ROM sürücülerini tarafından rahatlıkla okunabilecek.

Günümüzde kafa karıştıracak kadar çok taşınabilir veri saklama aygıtları bulunmaktadır. Düşük ve yüksek yoğunluklu floppy diskler, taşınabilir sabit disk kartuşları, manyeto-optik ortamlar ve çeşitli manyetik teypler ilk olarak akla gelenleri. Kimse DVD-R ve DVD-RAM disklerin her yerde bulunan yüksek performanslı sabit disklerin yerini almasını beklemiyor. Ancak DVD teknolojisi taşınabilir okuma/yazma ortamı gerektiren çeşitli uygulamalar için tek çözüm haline gelebilir. Yazılabilir DVD ortamı ile saklama maliyetinin megabayt başına 0.2-0.5 cent'e kadar düşmesi bekleniyor. Kaydedilebilir DVD cihazlarının, iyi bir rastgele okuma performansı, yüksek ka-

pasite, ucuz maliyet ve uyumluluk gibi özellikleri sayesinde bilgi dağıtımında en yaygın format haline gelmesi düşünülebilir. Tek bir DVD-RAM diski, bir kişisel bilgisayarın masaüstü yayıncılık, çoklu ortam üreticiliği, veri arşivi ve yedeklemesi gibi konularda bugünkü ve yarınki tüm uygulamalarını alabilir.

DVD formatı ilerde çeşitli uzantıların yaratılabilmesine izin verilecek şekilde tasarlanıyor. Örneğin, güvenilir daha kısa dalgaboylu yeşil ya da mavi ışıklı lazerlerin geliştirilmesi toplam kapasiteyi muhtemelen tekrar iki katına çıkaracak. Heride bugünkü DVD disklerin türevleri olacak yeni ürünlerin 50 gigabayt kapasiteye sahip olmasına şaşmamak gerek. Bu sayede tüm bir kütüphanenin salt bir disk üzerine sığdırılması mümkün olacak.

Bir uzmanlar grubu, birleştirilmiş DVD format ailesi ile ilgili çalışmalarını tamamlamak üzereler. Gelecekteki uygulamalar için en işlevsel tabanı oluşturacak teknik seçimlere karar vermek durumundalar. Televizyonun kısa süre içerisinde "radyonun görüntülüsü" olmanın dışına çıktığı düşünülürse, yeni kompakt diskler üzerinde tasarlanacak uygulamaların çok şaşırtıcı ve hiç beklenmedik şekilde gelişeceği varsayılabilir.

Murat Maga

Alan E. Bell, "Next Generation Compact Disks", *Scientific American*, Temmuz 1996.
Wolfgang Stegers, "Warum die CDs Immer Besser und Billiger Werden", *Stren*, Ocak 1990