



## BASIM TEKNOLOJİLERİNDE ÇÖZÜNÜRLÜK KAVRAMI

Pelin Hayta<sup>1</sup>, Yasemin Sesli<sup>2</sup>, Mehmet Oktav<sup>3</sup>

<sup>1</sup>) Doktor Öğretim Üyesi, Sinop Üniversitesi Gerze Meslek Yüksekokulu Tasarım Bölümü, Sinop,  
Elmek: pelin@hayta.com.tr, ORCID: 0000-0003-1613-0785,

<sup>2</sup>) Elmek: yasemin.sesli@marmara.edu.tr, ORCID: 0000-0002-1238-9071

<sup>3</sup>) Elmek: maktav@marmara.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9872-4802

### Özet

Genel anlamıyla parçalardan oluşan bir bütünün birimdeki parça sayısına çözünürlük denir. Dijital ekran görüntüleri, matbaacılık yöntemiyle basılacak görüntülerden farklıdır çünkü DPI yerine monitörlerin, TV'lerin, projektörlerin veya herhangi bir ekranın piksel boyutları ve sıklığı dikkate alınır. Basılı görüntülerin çözünürlüğü için LPI (Lines per Inch) veya DPI (Dots per Inch) birimleri kullanılırken, ekran görüntüsünün çözünürlüğünü belirleyen birim ise PPI (Pixels per Inch)'tir. Dijital görüntüleme çözünürlük genellikle piksel sayısı olarak ölçülür. İnç başına piksel sayısı (PPI) arttıkça görüntü daha net ve yüksek kaliteli olur. Piksel, sıralı bir dikdörtgen ızgarada depolanan bir grafik görüntüdeki tek bir nokta veya küçük bir karedir. Görüntü çözünürlüğü tipik olarak yatay x dikey y ölçüm olarak ifade edilir. Dolayısıyla, 6000 x 4000 görüntü çözünürlüğü bize görüntünün 6000 piksel genişliğinde ve 4000 piksel yüksekliğinde olduğunu söyler. İki rakamı birlikte çarpmak, bize bunun yaygın olarak ifade edilen ikinci yolu, yani mega pikselleri verir. 6000 x 4000, daha yaygın olarak 24 megapiksel (MP) olarak yazılan 24.000.000 piksele eşittir. Ekran çözünürlüğü ile görüntü çözünürlüğü birbiriyle karıştırılmamalıdır. Ekran çözünürlüğü, bir ekranın tamamında kaç piksel bulunduğunu ifade eder. Örneğin, 24.5 inçlik bir 1920x1080 monitör inç başına düşen nokta sayısı ile 27 inçlik bir 1920x1080 monitör inç başına düşen nokta sayısı farklıdır. Baskı çözünürlüğü baskı kalitesini belirleyen en önemli parametredir. Bu nedenle; baskı çözünürlüğü tam olarak nedir ve bir yazıcı, pozlandırıcı, dijital baskı makinası seçerken çözünürlük gerçekten ne kadar önemlidir? Matbaacılık yöntemiyle basılan görüntülerin çözünürlüğü; bir inç kaç nokta sığdığına ölçümüdür. İnç başına nokta (DPI) ne kadar çok ise görüntünün çözünürlüğü o kadar yüksek olur. İnç başına nokta basılabilen nokta sayısı, basılmış görüntüdeki kalite parametresidir.

**Anahtar Kelimeler:** Çözünürlük, PPI, DPI, LPI, Tram, Tram sıklığı, Piksel

### THE CONCEPT OF RESOLUTION IN PRINTING TECHNOLOGIES

#### Abstract

In general, the number of parts in a unit of a whole consisting of parts is called resolution. Digital screen images differ from images printed by the printing method because instead of DPI, the pixel dimensions and frequency of monitors, televisions, projectors, or other screens are considered. While the units used for the resolution of printed images are LPI (Lines per Inch) or DPI (Dots per Inch), the unit that determines the resolution of the screen image is PPI (Pixels per Inch). In digital imaging, resolution is usually measured as the number of pixels. The higher the number of pixels per inch (PPI), the clearer and higher quality the image. A pixel is a single dot or small square in a graphic image stored in an ordered rectangular grid. Image resolution is usually expressed as a horizontal x vertical y dimension. So an image resolution of 6000 x 4000 means that the image is 6000 pixels wide and 4000 pixels high. Multiplying the two numbers together gives the second common specification, megapixels. 6000 x 4000 corresponds to 24,000,000 pixels, which are usually given as 24 megapixels (MP). Screen resolution is not to be confused with image resolution. The screen resolution indicates how many pixels there are on the entire screen. For example, dots per inch on a 24.5-inch 1920x1080 monitor differs from dots per inch on a 27-inch 1920x1080 monitor. Print resolution is the most important parameter that determines print quality. After all, what exactly is print resolution and how important is it really when choosing a printer, imager or digital printer? The resolution of images printed by a printing process is a measure of how many dots fit on an inch. The higher the number of dots per inch (DPI), the higher the resolution of the image. The number of dots per inch that can be printed is the quality parameter for the printed image.

**Keywords:** Resolution, PPI, DPI, LPI, Dot, Dot frequency, Pixel

## 1. Giriş

Grafik, basım, yayıncılık sektöründe; yıllardan beri süregelen bilgi, deneyim ve tecrübeler ışığında, baskılı mamul üretiminde kullanılan kağıdın yüzey özellikleri ile baskı öncesi hazırlık, baskı ve baskı sonrası sistemlerin teknolojik yapıları ve bunları kullanma bilgi ve becerisi en önemli unsurlardır. Baskı öncesi hazırlık aşamasında görüntünün kaliteli oluşturulması, kayıpsız olarak baskıya hazırlanması ve aynı şekilde basılması gerekir (Enoksson,2010:23). Taramada, ekranda, baskıda görüntünün kalitesi değerlendirilirken çözünürlük kavramı ve ölçü biriminden bahsedilir. Ayrıca basılan medyanın insan gözü ile arasındaki görüş mesafesi de çözünürlüğün belirlenmesinde önemli rol oynayan diğer bir bilimsel faktördür. Baskı sistemlerinde renkli CMYK resimler büyüklükleri farklı tram noktalarından oluşur. Kaliteli bir baskıda bu noktaların çıplak göz ile görülmesi mümkün değildir.

Baskı çözünürlüğü terimi, bir baskı sisteminde bir görüntüdeki bu noktaların sürdürülebilir şekilde çoğaltma kabiliyetini de ifade eder (Kipphan, 2011:514; Xaar, 2022:1).

Daha yüksek çözünürlük, daha yüksek ayrıntı anlamına gelir ve inç başına nokta (DPI) olarak ölçülebilir. Matbaacılıkla ilgili birçok yeni yayında baskı kalitesini; inç/santimetre başına basılabilen nokta veya çizgi sayısı (dpi veya lpi) olarak tanımlamaktadır. İnç başına ne kadar çok nokta (mürekkep) temas ettirilerek basılırsa görüntünün çözünürlüğü o kadar yüksek olur. Böylelikle keskinlik ve ayrıntı açısından kalite de o kadar artmış olur. Bir ekran görüntüsünün PPI değeri düşük olabilir fakat bu görüntü yüksek baskı çözünürlüğü ile basılırsa görüntüsü kaliteli olabilir. Tersisi durumda ise yani ekrandaki görüntünün PPI değeri yüksek olup düşük baskı çözünürlüğü ile basılırsa baskının detayı yeterli olmayacaktır. Bu nedenle çözünürlük kavramlarını doğru anlamak, kullanmak ve doğru çözünürlük ayarlarıyla çalışmak çok önemlidir. Bir görüntünün basılması sürecinde görüntünün bilgisayar ekranındaki tasarımından basılmasına kadar tüm aşamalarda farklı çözünürlük kavramları ve farklı işlemler söz konusudur (Şekil 1). Basılacak olan görüntünün bilgisayarda tasarımı yapılırken görüntü piksel noktaları yardımıyla oluşturulur. Bu aşamada ekran çözünürlüğü (PPI) kavramı ortaya çıkar. Tasarımın basılabilmesi için ekrandaki görüntünün CTP veya RIP sistemleri tarafından basılabılır noktalara çevrilmesi gerekir. Görüntünün bu aşamadaki çözünürlüğü çıkış çözünürlüğüdür (DPI). CTP sistemleri görüntünün baskı kalıbına aktarılmasını sağlarlar (Oktav, 2021;56). Dijital baskı sistemlerinde ise görüntü kalıp yerine foto iletken

dram üzerine latent olarak pozlandırılır, tonerlenir ve baskı işlemi yapılır. Baskı aşamasında görüntünün baskı altı malzemesi üzerine basılmasında baskı çözünürlüğü (LPI) kavramı kullanılır (Novaković ve Avramović, 2012:295).

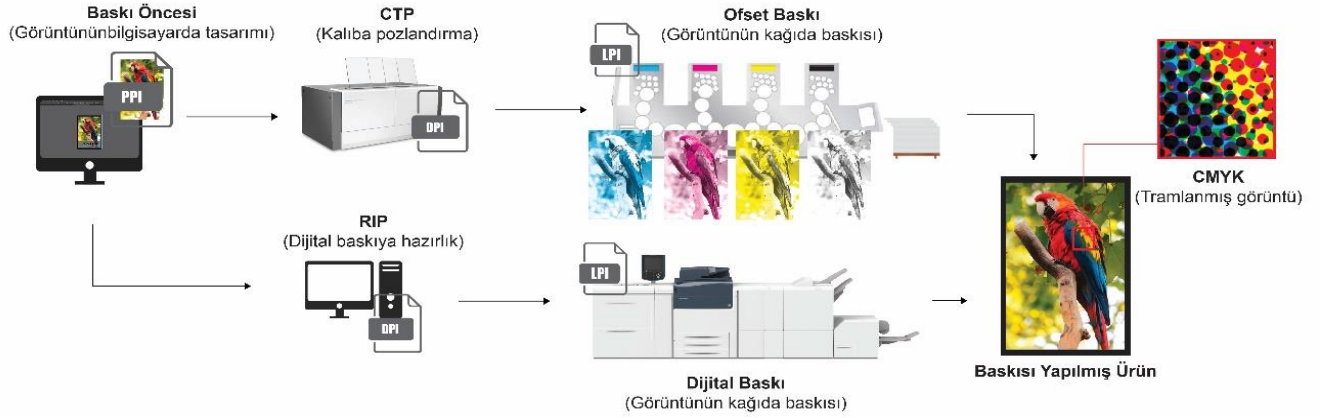
Grafik tasarım ve baskı süreçlerinde oldukça sıklıkla karıştırılan bu kavramlar aynı zamanda teknik yetersizlik ve teknik iletişim eksikliğinden kaynaklanan hatalı birimler olarak veya yanlış değer aralıklarında kullanılabilir. Böylelikle baskısı yapılmış olan çalışmaların görüntü kalitelerinde çözünürlük kaynaklı sorunlar ortaya çıkabilmektedir. Bu sorunlar nedeniyle baskısı yapılmış olan ürünün yeniden tasarlanması, baskıya hazırlanması ve basılması ile çözümlenmektedir. Doğal olarak bu durumda zaman, emek gibi parayla ifade edilen ekonomik kayıpların yanı sıra işletmenin prestij kaybı da olmaktadır. Maliyetleri arttıran bu durum çoğu zaman işletmenin zarar etmesine dahi neden olabilmektedir. Bu sorunların önlenerek kavram kargaşasının ortadan kaldırılmasına katkı sağlamak amacıyla yapılan çözünürlük kavramı konulu bu çalışmada; DPI, LPI ve PPI kavramları tek tek açıklandı ve özgün çizimler yapılarak anlatıldı. Yapılan açıklamalarla baskı öncesi ve baskı süreçlerinde hangi çözünürlük kavramının doğru olarak nerede ve nasıl kullanılması gerektiği belirtilmiştir.

## 2. Yöntem

Yalnızca çözünürlük yazıldığında scholar'da 271 ve dergipark sisteminde 269 makale sonucu bulunmaktadır fakat bunların hiçbirisi basım teknolojilerinde yer alan çözünürlük kavramıyla ilgili değildir. Dergipark sisteminde yapılmış olan detaylı aramada ise başlık "çözünürlük" olarak belirlendiğinde 35 makale, anahtar kelime "çözünürlük" olarak belirlendiğinde 69 makale listelenmiştir. Listelenen makaleler genel olarak kimya ve mühendislik olmak üzere fen bilimleri, tıp, diş hekimliği, gıda ve ormancılık alanlarında olmuştur. Çözünürlük kavramı özele indirgenerek arama motoruna baskı çözünürlüğü, ekran çözünürlüğü ve tarama çözünürlüğü yazılarak arama yapılmıştır. Arama sonuçlarında toplam 343 makale listelenmiştir. Listelenen makalelerde tekrar görülmüştür ki; farklı alanlara ilişkin makalelerde yer alan çözünürlük kelimesine göre listeler sonuçlanmıştır. Bu aramaların sonuçları doğrultusunda dergipark sisteminde ve scholar'da baş harfleri İngilizce isimlerinden gelen kısaltmalar kullanılarak DPI, LPI ve PPI yazılarak arama yapılmıştır. Scholar'da araştırma makaleleri içerisinde DPI, LPI ve PPI kavramlarının verilerin birimleri olarak yer aldığı görülmüştür ve farklı alanlara ilişkin makaleler olarak listelenmiştir. Dergipark sisteminde ise DPI yazıldığında 29 makale, PPI yazıldığında 132 makale ve

LPI yazıldığında 55 makale listelenmiştir. Listelenen makaleler daha önce belirtilen alanlarda olmuştur. PPI kelimesi sonucunda ekonomi, finans alanlarına ait çalışmaların dahil olduğu, LPI yazıldığında lojistik alanı dahil olacak şekilde çalışmalar birçok farklı alanı kapsayarak sonuçlanmıştır. Yalnızca LPI kısaltmasında bir adet basım sektörüne ilişkin yapılmış bir araştırma listelenmiştir. Listelenen bu çalışmada çözünürlük kavramının tanımlaması yer almayıp araştırma verisi

ifade edilirken LPI ifadesi kullanılmıştır. İngilizce isimleriyle yapılan aramalarda ise yapılan araştırma çalışmalarında basım sektörü de dahil olmak üzere farklı alanlarda birim ifadesi olacak şekilde çözünürlük kavramlarının makalelerde geçtiği anlaşılmıştır. Tüm bu sonuçlar basım teknolojileri alanında çözünürlük kavramına ilişkin kaynakların yeterli olmadığını göstermektedir.



Şekil 1. Çok renkli bir orijinalin tramlanarak basılması süreci

Basım teknolojileri alanında çözünürlük kavramlarına ilişkin açıklamalar yapılırken literatür incelemelerinin yanı sıra teknik çizimlerden ve görüntülerden faydalanılarak yeni özgün çizimler yapılmıştır. “Handbook of Print Media” ve “The GATF Encyclopedia of Graphic Communications” gibi uluslararası kaynaklar incelenmiş ve İngilizce terimlerin Türkçe karşılıkları tanımlanarak kavramlar açıklanmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Bir resmin ekran veya herhangi bir baskı malzemesi üzerinde görüntülenebilmesi küçük noktacılarla mümkündür. Bu küçük noktacılar ekranda piksel, kalıp ve basılı malzeme üzerinde tram noktası adını almaktadır. Baskı renklerinin tonunu ve kalitesini bu noktaların fiziksel özellikleri belirlemektedir. Renkli resimlerin görüntü kalitesinde ise; bu noktaların üzerinde bulunduğu ekranın veya baskı malzemesinin özellikleri, resimleri işleyen operatörlerin bilgi ve becerisi etkili olmaktadır. Bir resmin ardışık olarak çekilmesi, taranması, işlenmesi, baskı kalıbı üzerine aktarılması ve basılmasında kullanılan tüm yazılım ve donanımların teknik karakteristiklerinin birbiriyle uyumlu olması gerekir.

Tarama cihazları, görüntü ekranları, film ve kalıp çıkış makineleri, prova cihazları ve dijital baskı makinelerinin satın alınmasındaki ve kullanımındaki en önemli kalite parametresi görüntüleyebildiği veya

basabildiği “çözünürlük” tür. Baskı anına kadar çok iyi işlenmiş yüksek çözünürlükteki bir görüntü son aşamada yüzey topografisi uygun olmayan bir malzeme üzerine basıldığında görüntünün kalitesi bozulur. 600 ppi gibi yüksek çözünürlükte bir resmin yüzeyi kaplanmamış pürüzlü bir kağıt yüzeyine basılması, baskı görüntüsünü iyileştirmek yerine daha da kötüleştirir.

### 3.1. Çözünürlük Kavramı

Çözünürlük kavramı fizik, kimya, basım teknolojileri, metalurji ve meteoroloji gibi farklı alanlarda kullanılan bir terimdir. Türk Dil Kurumu’nun tanımına göre çözünürlük kavramı ilk anlam olarak “Bir maddenin başka bir madde içinde çözünme özelliği, rezolüsyon”, ikinci anlam olarak “Ekrandaki görüntünün veya yazıcı tarafından basılan şekillerin netliği” şeklindedir. Basım teknolojileri alanında çözünürlük kavramı görüntünün ayrıntı düzeyi anlamında kullanılmaktadır. Genel olarak bu ayrıntı düzeyi; belirli bir alan içerisinde görüntü detayını veren birim alanın sayısını ifade eder ve temel olarak üç tür çözünürlük birimi bulunur (Gençoğlu ve ark, 2009:43; Kurt, 2001:18);

1. Görüntü çözünürlüğü
2. Çıkış çözünürlüğü
3. Baskı çözünürlüğü

Bu üç çözünürlük türü baskısı yapılacak olan bir çalışmanın grafik tasarım ve baskı sürecinde görüntü üretiminde kullanılmaktadır.

### 3.2. Görüntü Çözünürlüğü (Pixel Per Inch)

Piksel yoğunluğu olarak da bilinir. Bir inç (2.54 cm) başına düşen piksel sayısını verir. PPI değeri yükseldikçe ekrandaki görüntünün keskinliği artar.

Dijital bir dokümanda birbirlerine göre boyut farklılığı olmayan, ancak birbirlerine göre renkleri ve koyuluklarıyla farklılıklar gösteren resmin en küçük parçasına piksel denir. Piksel kare şeklinde olan görüntünün en küçük birimidir. Dijital görüntüler yan yana gelen pikseller topluluğundan oluşmaktadır. Dijital görüntü, dosyanın eninde ve boyunda bulunan piksel sayısı ile tanımlanır (Şişmanoğlu, 2007;12).

Dijital kamera ile çekilen resimleri veya taranan resim dosyalarını inceleyerek resimlerin piksel adını verdiğimiz bu küçük parçalardan meydana geldiğini görürüz. İşte görüntü çözünürlüğü resim dosyalarını oluşturan bu piksellerin birim uzunluktaki sayısıdır (Şekil 2). Özellikle dijital kameralarla yapılan çekimlerde kullanılan 3.2 - 5 - 10 Mega Piksel terimi çözünürlük değil resim dosyasındaki toplam piksel sayısıdır. Bir resim dosyasındaki piksellerin tümü aynı büyüklüktedir ve piksellerin arasında boşluk yoktur.

Dijital bir görüntünün çözünürlüğü ne kadar yüksek olursa görüntüdeki piksel sayısı artar ve piksellerin boyutları küçülür. Bu durumda görüntüde daha fazla detay ve renk geçişi elde edilir (Karakuş, 2010:3).

Kapladığı alan ne olursa olsun görüntü birimi olan her piksel sadece tek bir renk değeri içerebilir. Dijital görüntü işleme programları imge üzerinde işlem yaparken inç ve santimetre değerlerinden anlamazlar. Tüm kesme, yapıştırma, yer değiştirme işlemlerinin tamamı piksellere uygulanır. Vektörel görüntü dosyalarından farklı olarak noktasal görüntü dosyaları için çözünürlük ve içerdiği piksel sayısı çok önemlidir.

### 3.3. Çıkış Çözünürlüğü (Dots Per Inch)

Bilgisayar ortamında hazırlanan tüm çalışmaların çıkışı ne tür yazıcıdan (çıkış ünitesi) alınırsa alınsın mutlaka Dot adı verilen çok küçük noktalar şeklinde baskısı (print) alınır. Yazıcı veya pozlandırıcı Dotmatrix (nokta vuruşlu), Inkjet, Lazer, Film Çıkış veya CtP olsun bu durum değişmez. Çıkış çözünürlüğü yani dpi değeri yazdırılacak görüntünün bir inçlik alandaki nokta sayısını ifade eder (Şekil 3). Genel olarak ppi değeri ile karıştırılabilen bu çözünürlük bilgisayar ortamında yer

alan görüntünün yazdırılabilir çözünürlüğünü ifade ederiz.

Görüntünün dpi değeri arttıkça nokta sayısı ve görüntünün detayı artar (Şekil 4). Böylece görüntü çözünürlüğü de artmış olur. Nokta sayısı azaldıkça görüntü çözünürlüğü ve detayı düşer. Bununla birlikte yazıcının yazdırma çözünürlüğü de önemlidir. Çünkü yazıcı görüntüyü yazdırma çözünürlüğü kadar yazdırabilir (Xerox, 2012:1). Örneğin; çıkış çözünürlüğü 600 dpi olan bir yazıcıdan 600 dpi'den daha yüksek çözünürlükte bir görüntü yazdırılmak istendiğinde yazıcı görüntüyü 600 dpi çözünürlüğe göre yazdırabilir.

Bilgisayar ortamında hazırlanan çalışmaların bir çıkış ünitesi tarafından yazdırılabilmesi için ilk olarak bilgisayar görüntüyü Postscript sayfa diline çevirir. Böylelikle bilgisayar ekranındaki görüntünün yazdırılacak alanları matematiksel ifadelerle belirlenir. Daha sonra belirlenen matematiksel ifadeler ve dosya bilgileri RIP (Raster Image Processor) aracılığıyla Bitmap dosya haline getirilerek, görüntünün matrislere bölünüp her bir noktanın veya pikselin tek tek tire noktalar olarak yazıcı tarafından pozlandırılması sağlanır (Şişmanoğlu, 2007;15).

### 3.4. Baskı Çözünürlüğü (Lines Per Inch)

Bilgisayar ekranındaki görüntünün baskı altı malzemesi üzerine uygun bir baskı tekniği yardımıyla aktarılması amacıyla kullanılan çözünürlük türüdür. Baskı çözünürlüğü baskı kalitesini belirleyen en önemli parametredir (Mohamed ve Yousif, 2010;75). Lines Per Inch'in Türkçe anlamı inç başına düşen nokta sayısını ifade eder. Renkli bir görüntünün baskısının yapılabilmesi için ekrandaki piksel noktacıklarından oluşan görüntünün basılabilir noktalara çevrilmesi gerekir (Waite J, ve ark, 2006:1-10). Baskı teknikleri yardımıyla görüntünün basılabilmesi için kullanılan noktalara tram adı verilir (Tutak D ve ark, 2016:99-105).

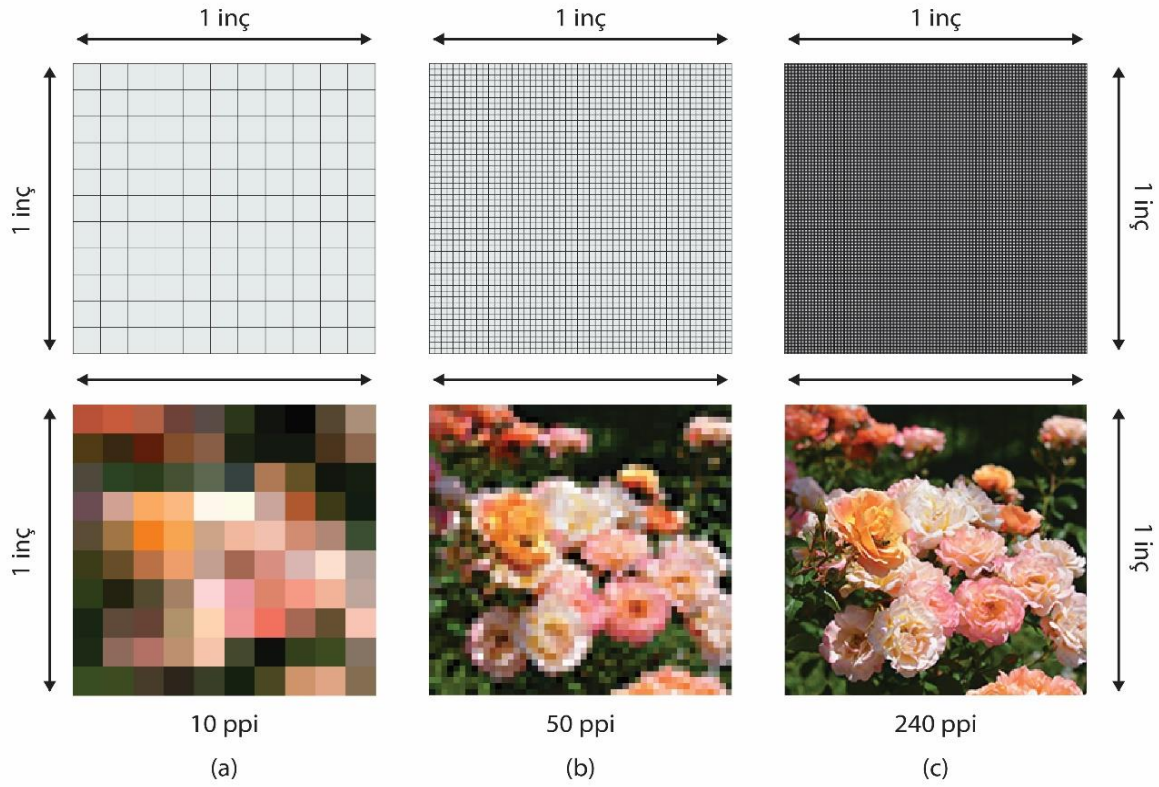
Tram; yarım ton (çok ton ya da halftone) orijinaleri basabilmek için tek tona indirmeye yarayan noktalar veya dokular topluluğudur. Tramın sıklığı, biçimi ve açısı özelliklerini belirler.

Tram Çeşitleri (Şekil 5);

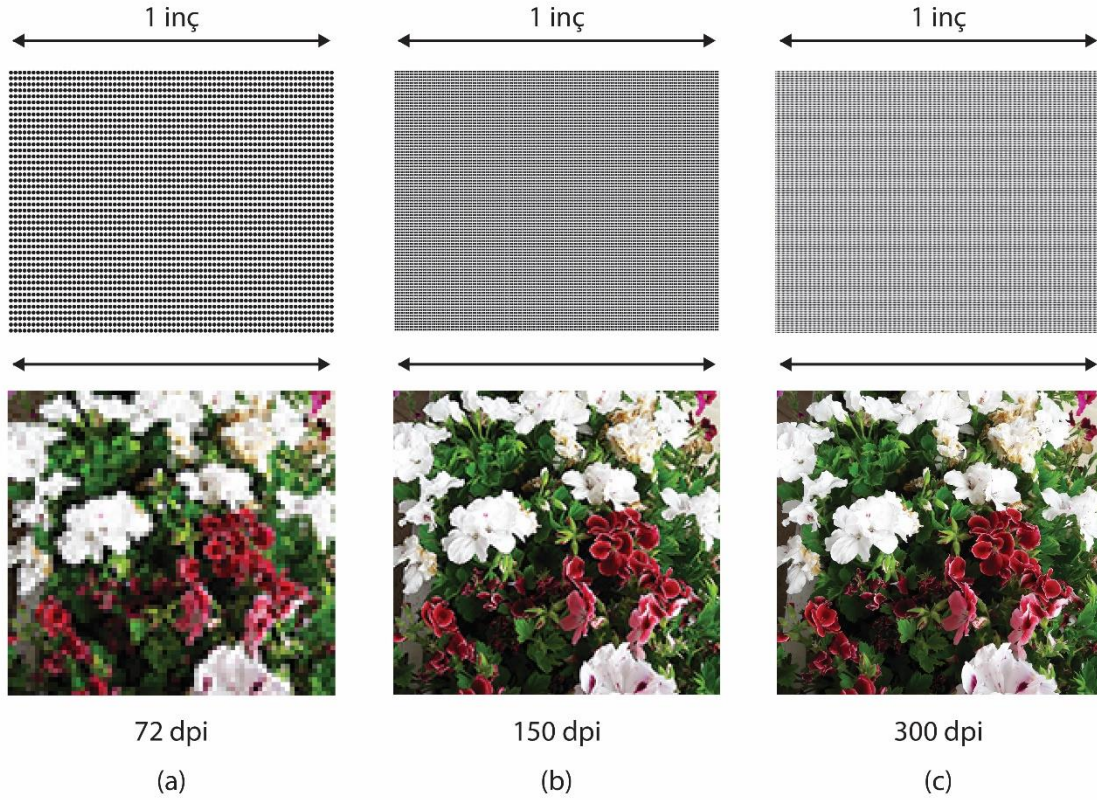
- Standart tramlar (AM ya da Conventional Screening)
- Kristal tram (FM ya da Stochastic Screening)
- Hybrid (Melez) Tram (FM-AM Tram karışımı)

Bir tram noktasının, birim alan içerisinde kapladığı alanın yüzde olarak ifade edilmesine tram yoğunluğu denir (Şekil 6). %5'lik, %20'lik nokta gibi.





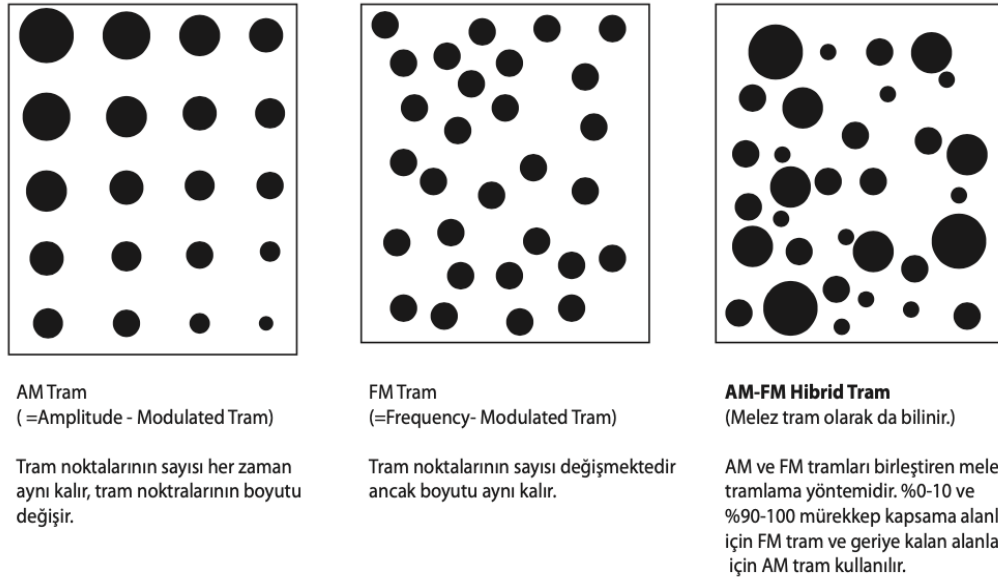
Şekil 2. İnç başına düşen piksel sayısının gösterimi. (a) inç başına 10 piksel. (b) inç başına 50 piksel. (c) inç başına 240 piksel.



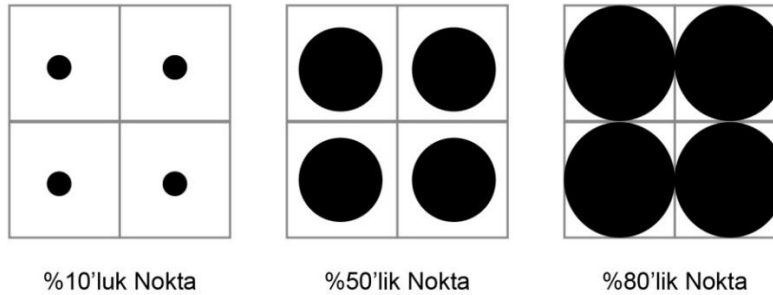
Şekil 3. dpi farklarının gösterimi. (a) 72 dpi görüntü kalitesi. (b) 150 dpi görüntü kalitesi. (c) 300 dpi görüntü kalitesi.



Şekil 4. Çıkış ünitesinden yazdırılan görüntünün çıkış çözünürlükleri arasındaki farkın gösterilmesi. Düşük çözünürlükten yüksek çözünürlüğe doğru.



Şekil 5. Tram noktası çeşitleri.



Şekil 6. Tram yoğunluğu.

Bir cm uzunluğundaki tram hattı üzerinde yer alan tram noktası sayısına tram sıklığı denir (Şekil 7). 40'lık tram denildiğinde, 1 cm çizgi üzerinde 40 tram noktasının yer aldığı tanımlanmış olur. Lpi (1 inç'e düşen nokta sayısı) cinsinden de ifade edilebilir. 1 cm

uzunluğunda 40 nokta olursa, 1 cm<sup>2</sup>lik alanda 40x40=600 nokta vardır.

Tramlar tek tonlu veya çok tonlu görüntülerin basılabilmesi için 1 inçlik hat üzerinde belirli sıklıklarla dizilirler. Metrik sistemi kullanan ülkelerde bu ifade lines



per centimeter şeklindedir. Inch bir uzunluk ölçü birimidir ve 1 inç=2,54 cm'dir.

Lines per inch/Lines per centimeter'in baskı çözünürlüğü olarak ifade edilmesinin sebebi baskıda görüntü oluşumunu sağlayan tramların sıklıklarının görüntü detayını belirlemesinden kaynaklanır (Kırak, 2005:2; Akgül ve ark., 2012:146). LPI değeri farkları Şekil 8'de gösterilmektedir.

Lpi değeri ifade edilirken ülkemizde lpc değerinin karşılığıyla veya yaklaşık değeriyle söylenir. Örneğin; 60'lık tram olarak ifade ettiğimiz LPC, 152 LPI değerindedir (1inç=2,54cm,  $152/2.54=59,84$ 'tür. Fakat 60'lık tram olarak ifade edilir).

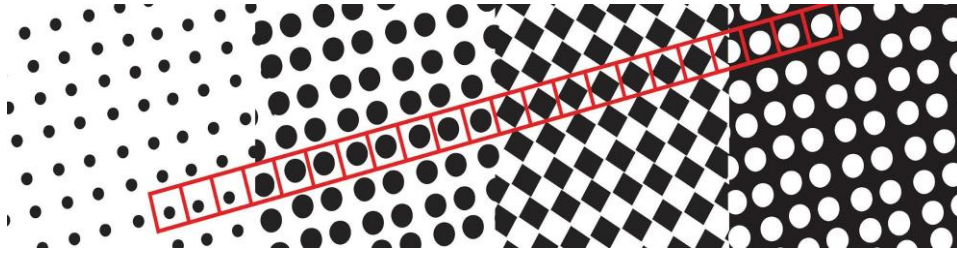
LPI tram değerlerinin LPC tram değeri karşılıkları aşağıdaki gibidir (Gençoğlu ve ark., 2009:44; Kırak, 2005:2);

28 lpc = 70 lpi	48 lpc = 120 lpi
70 lpc = 175 lpi	
33 lpc = 84 lpi	54 lpc = 133 lpi
80 lpc = 200 lpi	
40 lpc = 100 lpi	60 lpc = 150 lpi
100 lpc = 250 lpi	

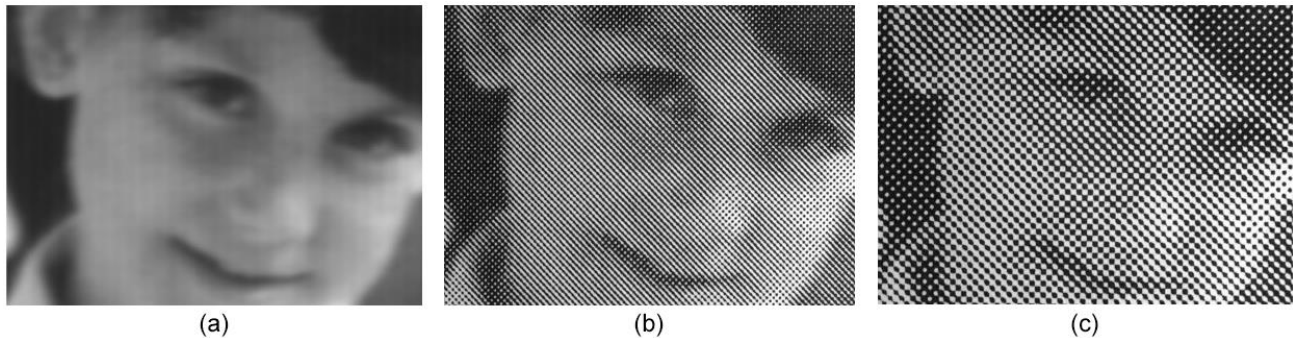
Görüntünün lpi değeri görüntü detayını artırır. Fakat lpi değeri seçimi yapılırken baskı altı malzemesi yüzey özellikleri, baskı tekniği, baskı makinesinin teknik özellikleri gibi etkenler dikkate alınmalıdır. Örneğin; gazete kağıtları gözenek yapısı itibarıyla büyük miktarda mürekkebi emerler ve baskısını yapan makineler yüksek hızlarda çalışırlar. Bu nedenle gazete kağıtları 40 lpc değerindeki tram sıklığıyla basılırlar (Özbey, 2007:20).

Hiçbir baskı sisteminde, bir resmin tramlaması yapılmadan çeşitli renk tonları elde edilerek basılamaz. Bunun için fotoğrafların ve renkli resimlerin reproduksiyonunda mikro boyuttaki tram noktaları kullanılarak, bütün renk ve tonlar aynı koyulukta fakat değişik boyutlarda noktalara dönüştürülür. Bu işleme tramlama denir (Şekil 9).

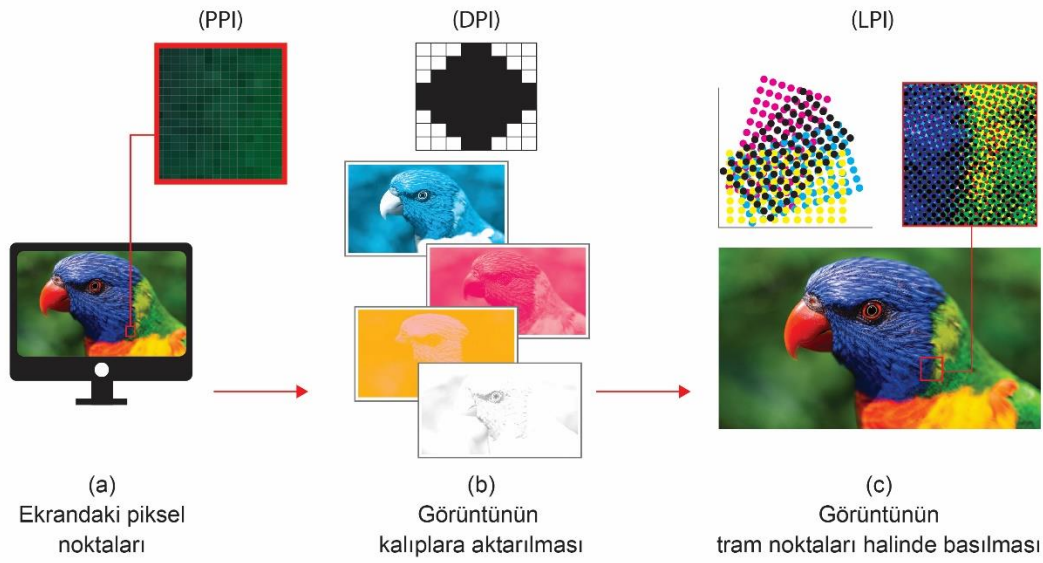
Görüntünün piksel noktalarından tram noktalarına dönüştürülmesinde bilgisayardan kalıba sistemleri (Computer to plate vb.) yardımıyla kalıp üzerine pozlandırma işlemi gerçekleştirilir. Renkli bir görüntü baskısı için temel baskı renkleri olan cyan (C), magenta (M), yellow (Y) ve black (K) renkleri için dört renk kalıp pozlandırma işlemi gerçekleştirilir. Uygulanacak baskı tekniğine göre pozlandırılmış kalıp yardımıyla görüntünün baskısı gerçekleştirilir. Şekil 10'da Tipo (Letterpress) baskı tekniği ile basılmış bir görüntünün tram noktalarının büyütülmüş hallerine ilişkin örnek görülmektedir.



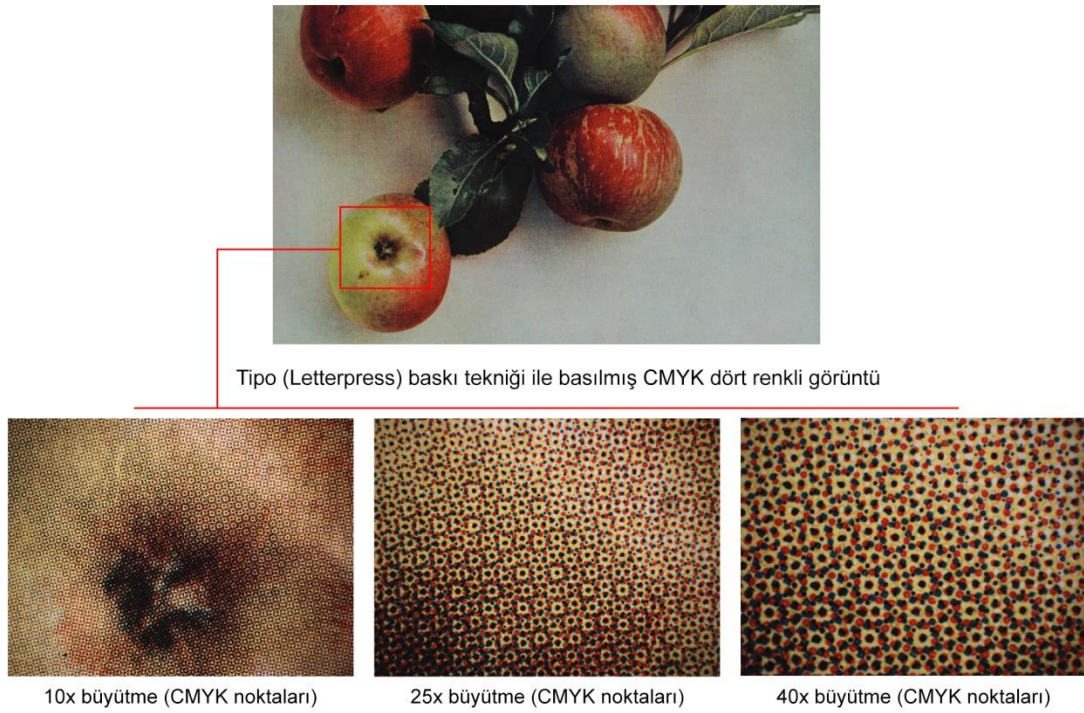
Şekil 7. Tram sıklığı.



Şekil 8. Tram sıklıkları arasındaki fark (Russ, 2011:145). (a) Orijinal görüntü. (b) 100 LPI. (c) 32 LPI.



Şekil 9. Görüntünün tramlanarak basılması.



Şekil 10. Baskısı yapılmış renkli bir görüntüde CMYK tram noktaları (Stulik ve Kaplan, 2013:23-24).

#### 4. Sonuçlar

Çözünürlük değerlerinin belirlenmesinde insan gözünün algılama kabiliyeti etkilidir. Yüksek çözünürlüklü bir resim uygun olmayan bir yüzeye basıldığında göz yakın mesafeden olumsuzlukları algılar.

Diğer taraftan dijital baskı ile basılan dış mekandaki bir resmin (reklam panosu gibi) büyük boyutlu tram noktalarının 50-60 metre mesafeden insan gözü tarafından algılanması da olanaksızdır. Bu doğrultuda çözünürlük kavramını ele alacak olursak basılacak çalışmanın boyutları, uygulanacak baskı tekniği ve kullanılacak baskı altı malzemesi gibi unsurlar çözünürlük değerinin belirlenmesinde etkili olmaktadır.



Örneğin ofset baskıda, yüzeyi kaplanmış kuşe kağıtlara yapılacak 60-80 LPC (150-200 LPI) tram sıklığındaki resimlerin çözünürlükleri 225-300 PPI değerinde çalışıldığında daha fazla detay ve netlik elde edilebilmektedir. Bu bağlamda resimlerin çözünürlüğü PPI olarak ne kadar yüksek olursa, resimlerin baskı kalitesi de aynı oranda artmış olur. Ancak 300 PPI'dan daha yüksek çözünürlükte kullanılacak resimlerin basılmasında; uluslararası standartta yazılım, donanım ve mesleki bilgi ve beceri gerekir.

Ofset baskı sistemlerinde kullanılan film ya da CTP kalıp pozlama üniteleri, kaliteli baskı yapabilmek için film ya da kalıp üzerinde, 1 inç üzerine 2400 adet nokta pozlayabilmektedir. Benzer şekilde 600 DPI çözünürlüğü olan bir lazer yazıcı veya dijital baskı makinası ise, 1 inç'e 600 nokta vuruşu gerçekleştirir.

Düşük PPI değerinde (72 ppi gibi) bir resim, yüksek DPI değeriyle (2400 dpi gibi) basılsa bile, ekranda görüntülenen piksel kutucukları özellikle pürüzsüz, kaliteli kağıt yüzeyinde flu şekilde görünür.

Sonuç olarak; çözünürlük baskı kalitesini belirleyen en önemli parametredir. Yüksek baskı kalitesi elde etmek için, resimlerin gerekli bir PPI ve DPI'a sahip olması zorunludur. DPI, inç başına nokta anlamına gelir ve PPI, inç başına piksel anlamına gelir. DPI veya PPI ne kadar yüksek olursa, basılı görüntü de o kadar fazla ayrıntı görünür olacaktır. Mümkün olan en yüksek baskı kalitesini elde etmek için en az 300 DPI veya PPI değerine sahip bir görsel kullanılmalıdır. Basılacak görüntünün ardışık işlemleri olan, fotoğraf makinesiyle çekimi, bilgisayar ortamında uygun grafik tasarım programlarıyla işlenmesi/tasarlanması, kalıba aktarılması ve basılması sürecinde buna dikkat edilmesi, çözünürlüğün bilinmesi ve uygulanması zorunludur. Çünkü basılacak görüntünün her bir aşamasında görüntü kalitesini çözünürlük belirlemektedir.

## Kaynaklar

- Akgül, A., Özakhun, C. Ş., 2012. Serigrafi Baskı Sistemi Kullanılarak Yapılan Dekal Baskıda Dokuma Sıklığının Baskı Kalitesine Etkisinin Belirlenmesi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 20: 143-152.
- Enoksson, E., 2010. Toward Better Image Reproduction in Offset. KTH Royal Institute of Technology School of Computer Science and Communication Department of Media Technology and Graphic Arts. Doctoral Thesis. Stockholm.
- Gençoğlu, E. N., Osman, Ş., Özdemir, L., 2009. *Fleksö Baskı Sistemi*. Dupont Yayını, İstanbul.
- Karakuş, Ö., M., 2010. Görüntü İyileştirme ve Onarma Teknikleri. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi, Elazığ.
- Kırak, E., 2005. Baskı Öncesi Hazırlık İşlemlerinde Tarama Yöntemlerinin ve Çıkış İşlemlerinin Baskı Kalitesine Etkisi. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Matbaa Eğitimi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Kipphan, H., 2011. *Handbook of Print Media: Technologies and Production Methods*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York.
- Kurt, M. B., 2001. Masaüstü Yayıncılık Sisteminde Tarama ve Çıkış Çözünürlüğünün Baskı Kalitesine Etkisinin İncelenmesi. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Matbaa Eğitimi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Mohamed, R. S., Yousif, G. A., 2010. Input Resolution and its Effect of the Printed Image Quality on Digital Toner Printing Systems (Case Study – Sinai, Egypt). *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences*, 13: 75-80.
- Novaković, D., Avramović, D., 2012. Influence of Printing Surface Attributes on Print Quality in Electrophotography. *Technical Gazette*, 2:295-301.
- Oktav, M., Gençoğlu, E., 2002. *Matbaada Kalite Kontrol*. Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Matbaa Eğitimi Bölümü, Ders notu, İstanbul.
- Oktav, M., Büyükpehlivan G. A., Kandan N. A. 2021. *Ofset Baskıda Temel Teknik Problemler ve Çözümleri*. Basev Yayınları.
- Özbey, K., 2007. Gazete Baskısında Renk Yönetim Sisteminin Uygulanması. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Matbaa Eğitimi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Russ, J. C., 2011. *The Image Processing Handbook*. Sixth Edition, CRC Press, New York.
- Stulik, D.C., Kaplan, A., 2013. *The Atlas of Analytical Signatures of Photographic Processes-Halftone*. The Getty Conservation Institute Publishing. Los Angeles.
- Şişmanoğlu, T., 2007. Masaüstü Yayıncılıkta Kullanılan Dosya Formatlarının Teknolojik Gelişiminin İncelenmesi. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri

Enstitüsü, Matbaa Eğitimi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.

Tutak D., Aydemir, C., Özakhun, C., Beytut, H. N., 2016. Ofset Baskıda Farklı Tram Sıklığının Nokta Kazancına Etkisinin İncelenmesi. 5. *Uluslararası Matbaa Teknolojileri Sempozyumu*, Kasım 4-5, İstanbul.

Xaar, 2015. Print quality requirements for single-pass inkjet printing—the whole Picture. <https://www.xaar.com/media/1303/print-quality-white-paper.pdf> (ziyaret tarihi: 12.11.2022).

Xerox. 2012. Print Resolution Understanding 4-bit depth.

<https://web.archive.org/web/20171112053746/http://www.office.xerox.com/latest/XOGFS-17> (Ziyaret tarihi: 08.11.2022).

Waite J., Willis, C., Oliver, G., 2006. Setting Halftone LPI: Taming the Beasts of Resolution. [https://web.tech.uh.edu/digitalmedia/materials/3351/Setting\\_Halftone\\_LPI.pdf](https://web.tech.uh.edu/digitalmedia/materials/3351/Setting_Halftone_LPI.pdf) (Ziyaret tarihi: 18/10/2022).