

NTSC RENKLİ TELEVİZYON SİSTEMİNDE RENK VE PARLAKLIK İŞARETLERİ, RENK İLETİMİ

TIMUR SAYRAC

UDK: 621.397.743

ÖZET

Bu yazıda NTSC renkli televizyon sisteminde yüksek nitelikli renk iletimi anlatılmaktadır. Bundan başka faz ve genlik düzeltmelerinden sonraki "J" ve "O" işaretleri tanımlanmakta, parlaklık ve renk işaretlerinin gelişimine ilişkin temel bilgiler verilmektedir.

SUMMARY

Basic information on luminance and chrominance signal developments, on NTSC System is given. The way in which "I" and "Q" signals are produced after phase and amplitude corrections are also defined and discussed.

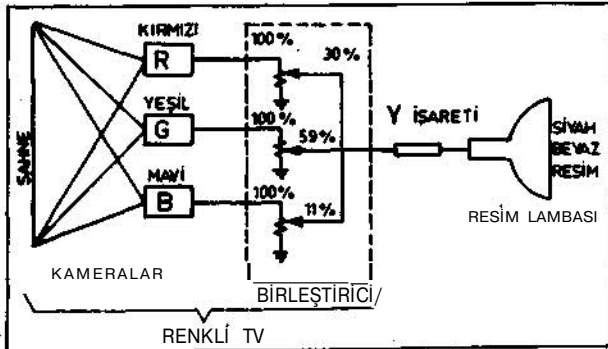
1. RENK ve PARLAKLIK İŞARETLERİ

Bir resmin renkli olarak televizyonda gösterilebilmesi için üç ana renk olan kırmızı, yeşil ve mavinin belli oranlarda birleştirilerek kullanılmalarının yeterli olduğu bilinmektedir. Ancak bu üç renk bilgisi resim işaretinin siyah-beyaz resim işaretinin frekans bandına sığdırılmasını sağlamak amacıyla ayrı ayrı değil de bunların belli oranlarda birleştirilmesinden oluşmuş bileşik bir işaret olarak yayılır. Bu bileşik işareti kendisiyle birlikte yollanan parlaklık işareti tamamlar. Parlaklık işareti de renk işareti gibi üç renk bilgisinin belli oranlarda birleştirilmesi ile elde edilir. Renkli yayın yapan bir vericinin siyah beyaz alıcılardan incelenmesi de zaten bu şekilde mümkündür. Siyah beyaz alıcılar resim işareti olarak yalnızca parlaklık bilgisini kullanırlar. Bu iki işaret, yani renk ve parlaklık işaretleri, birlikte resim taşıyıcısına bindirilir. Renkli televizyon alıcıları her iki işareti birden kullanır.

Resim parlaklığını sağlayan işarete (parlaklık işaretine) Y denecek olursa:

$$Y = 0,30R + 0,59G + 0,11B \quad (1)$$

Yani mavi-, B, beyaza nazaran % 11, yeşil, G, % 59 ve kırmızı, R, % 30 parlaklık sağlamaktadır. Diğer bir deyişle, renkli kamera çıkışında,



Şekil 1. Renkli yayının siyah beyaz işarete dönüştürülmesi.

Timur Sayrac, TRT

üç resim işaretini 30:59:11 oranlarında birleştirilerek siyah-beyaz kameranın aynı resim için vereceği parlaklığı sağlamış oluruz. Şekil 1. renkli kamera çıkışının siyah-beyaz işarete, yani parlaklık işaretine dönüştürülmesini göstermektedir.

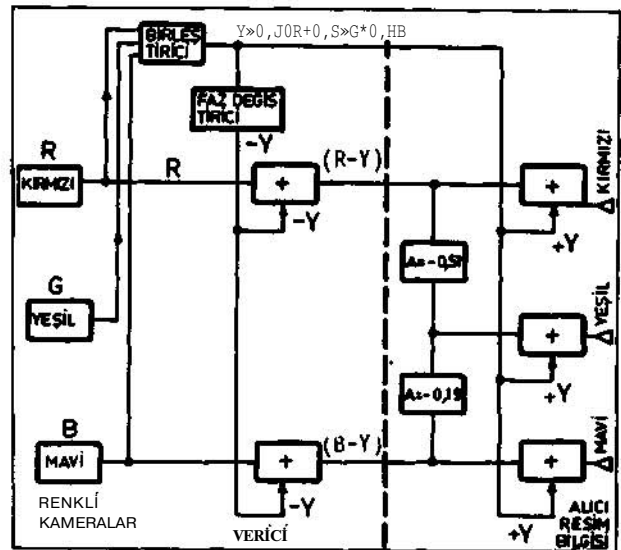
Renk işareti (2),(3) ve (4) denklemleri ile verilen ve "renk fark işaretleri" diye adlandırılan R-Y, G-Y ve B-Y işaretleri aracılığı ile ifade edilebilir.

$$(R-Y) = 0,70R - 0,59G - 0,11B \quad (2)$$

$$(G-Y) = -0,30R + 0,41G + 0,11B \quad (3)$$

$$(B-Y) = -0,30R - 0,59G + 0,89B \quad (4)$$

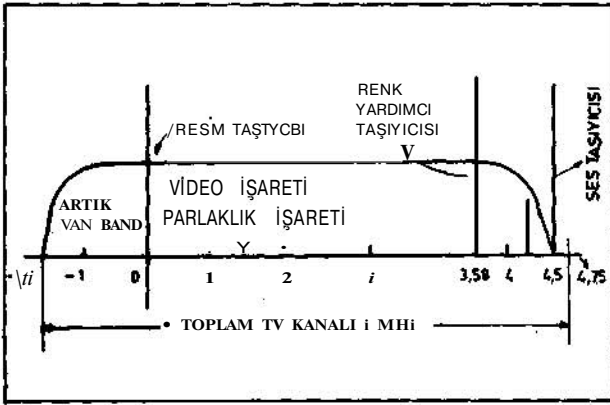
Renk bilgisinin tümünün alıcıya aktarılması için Y işaretinin yanı sıra yalnızca iki renk fark işaretinin gönderilmesi yeterlidir. Eksik olan üçüncü renk fark işareti bütün renk bilgisine sahip diğer ikisi aracılığı ile alıcı içinde geliştirilmektedir. Bunun için yayınlanan iki renk fark işaretinin belli yüzdelere ayarlanması yeterlidir. Şekil 2'de bunu görmekteyiz.



Şekil 2. Renkli TV. alıcı ve verici birleştirici

Şekil 3.

Renkli televizyonda frekans bant genişliği



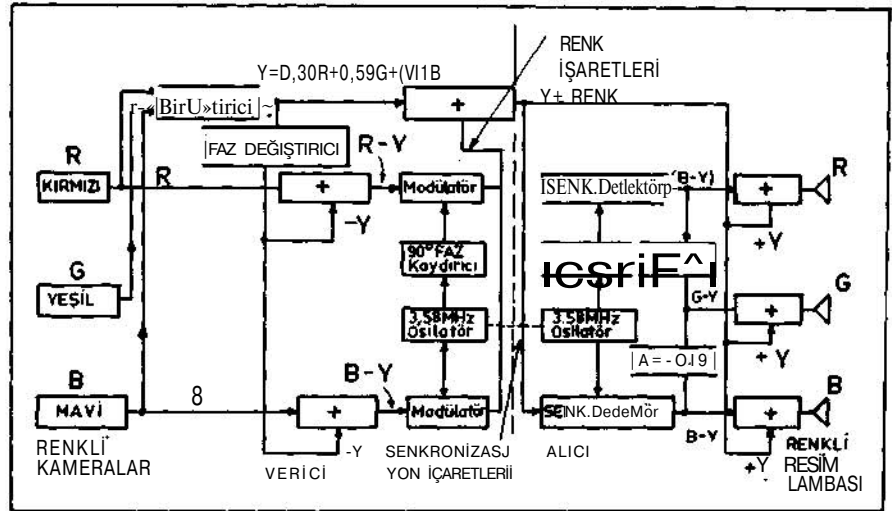
Renk fark işareti (G-Y) şu şekilde de gösterilebilir:

$$(G-Y) = -0,51(R-Y) - 0,19(B-Y) \quad (3A)$$

2. RENK İLETİMİ

NTSC sisteminde bir renkli televizyon kanalını yayınlatabilmek için 6 MHz bant genişliği yeterlidir. Şekil 3'de de gösterildiği gibi alçak ve yüksek frekans uçlarındaki koruyucu bantlar dışındaki bantın büyük bölümü siyah-beyaz resim işareti için kullanılmaktadır.

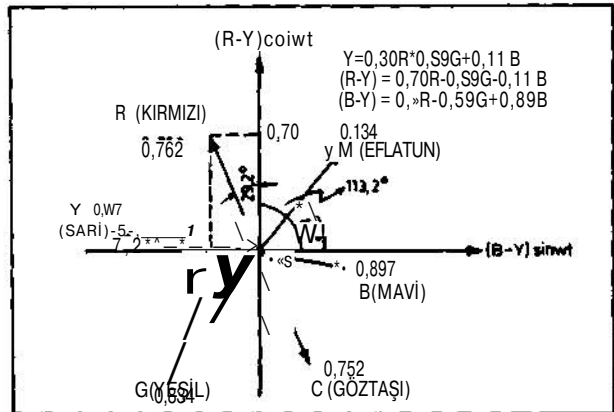
Renk yardımcı taşıyıcısının resim taşıyıcısına göre üst yan bant üzerinde 3,58 MHz'e yerleştirilmesinin, bantın parlaklık işaretinin en az bozulmasına yol açan şekil olduğu deneyler sonucu bulunmuştur. Resim işaretinin resim taşıyıcısına bindirilmesinden önce, yardımcı taşıyıcı yanbantlara bindirilir. Yardımcı taşıyıcının yanbant bilgisi, aynı frekans bantı içinde bulunmasına rağmen ana resim taşıyıcısının yanbant bilgisi ile ilgili değildir. Pratikte 3,58 MHz'teki yardımcı taşıyıcı, renkli televizyon yayınında verici enerjisini boşa harcıyacağından tamamen bastırılır ve deteksiyon işlemi i-



Şekil 4. Renkli televizyon verici ve alıcısının blok diagramı

çin kullanılmak üzere renk senkronizasyon işaretleri ile birlikte tekrar alıcıda üretilir.

Bölüm A'da bahsedildiği gibi iki renk fark işareti (R-Y) ve (B-Y) renk bilgisine bütünü ile sahiptirler. Doğal olarak bu iki işaret aynı bant genişliği içindedir. Renk ayrıntısı, renk fark işaretlerine ayrılan frekans bandı ile doğru orantılıdır. Ancak bu işaretlerin parlaklık işaretinin kapladığı bant içinde mümkün olan en az bandı kaplaması; ancak buna ek olarak renk ayrıntısının da iyi bir düzeyde tutulabilmesi için, iki renk fark işareti iki ayrı renk yardımcı taşıyıcı yerine, parlaklık taşıyıcısına 3,58 MHz uzakta bir tek yardımcı taşıyıcıya genlik modülasyonu biçiminde bindirilir. Ancak bunların alıcıda birbirinden ayrılabilmesini olanaklı kılmak amacıyla, iki işarettten biri diğerine göre 90° kaydırılır. Fazları farklı bu iki işaret tek bir modülasyon zarfı meydana getirir. Bu fazlara göre ayarlı bir detektörden geçen sonuç işarettten iki işaret tekrar elde edilebilir. Şekil 4. renk işaretlerinin bu yöntemle yayınına blok diagram olarak göstermektedir.



Şekil 5. (R-Y) ve (B-Y) vektörlerinin genlik ve açı durumları

Şekil 6.

RENK	k	G	B	Y	R-Y	B-Y	SEVİYE		θ°
							$Y-E_c$	Y, E_c	
BEYAZ	1	1	1	1,00	0	0	1,00	1,00	-
SARI	1	1	0	0,89	0,11	-0,89	-0,007	1,787	172,8°
GÖZTAŞI	0	1	1	0,70	-0,70	0,30	-0,062	1,462	293,2°
YEŞİL	0	1	0	0,59	-0,59	-0,59	-0,244	1,424	225,0°
EFLATUN	1	0	1	0,41	0,59	0,59	-0,424	1,244	45,0°
KIRMIZI	1	0	0	0,30	0,70	-0,30	-0,462	1,062	113,12°
MAVİ	0	0	1	0,11	-0,11	0,89	-0,787	1,007	352,8°
SİYAH	0	0	0	0	0	0	0	0	-

Şekil 4'ten görüleceği üzere toplam renk ve parlaklık işareti

$$Y + \text{RENK} = Y + (R-Y) \cos \alpha + (B-Y) \sin \alpha$$

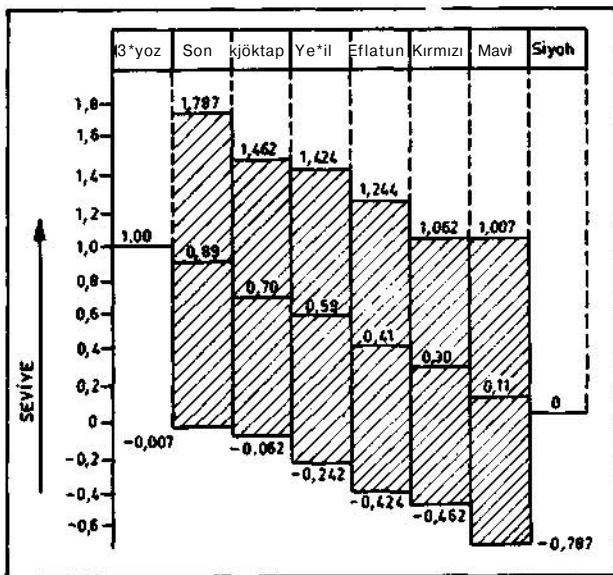
şeklinde yazılabilir. Burada $\omega = 3.58 \text{ MHz}$ 'lik osilatör frekansını göstermektedir. 90° faz farklı (R-Y) ve (B-Y) renk fark işaretlerinin genlikleri ve açılal durumları Şekil 5'de görülmektedir.

Şekil 5'ten, taşıyıcısının genliği ve fazı (5) ve (6) daki şekilde yazılabilir :

$$E_c = \sqrt{(R-Y)^2 + (B-Y)^2} \quad (5)$$

$$\phi = \text{Atg} \frac{(R-Y)}{(B-Y)} \quad (6)$$

Üç temel rengin 8 değişik şekilde birleştirilmesi Şekil 6'da gösterilen tablodaki 8 değişik renk elde edilmesini sağlar. Tabloda ayrıca her renk için $Y, Y \neq E_c$ (seviye) ve ϕ (faz) değerleri de gösterilmiştir. Şekil 7'de ise her renk için gerekli seviye değerleri gösterilmiştir. Parlaklık ve renk bilgisine sahip işaretlerin bu şekilde birleştirilmesinden meydana gelen bileşik resim işareti, vericinin pozitif ve negatif yönlerde gereğinden fazla yüklenmesine yol açacaktır. Bunu engellemek için renk bilgisine sahip olan işaret bu tehlikeyi ortadan kal-



Şekil 7.

dırarak biçimde değiştirilir. Gürültü ve girişim standartları dışına çıkmaksızın renk bilgi seviyesi düşürülür. Renk fark işaretleri olan (B-Y) yi a ve (R-Y) yi b ile çarptığımızı kabul etsek, yardımcı taşıyıcı genliği

$$\sqrt{a^2 (B-Y)^2 + b^2 (R-Y)^2} \quad (7)$$

şekline dönüşür. Bu durumda bileşik resim seviyesi $1 + 1/3$ ve $0 - 1/3$ değerlerine kadar ulaşabilecektir. Böylece, toplam genlik, Y işaretini ancak $1/3$ oranında geçebilecektir. Verici % 100 modülasyonda biraz yüklenmiş olacaktır, ancak test sonuçları bunun sakıncalı olmadığını göstermiştir. Alt ve üst uçlar olan kırmızı ve maviyi dikkate alarak değerleri yerine koyarsak:

$$\sqrt{a^2 (0,89)^2 + b^2 (0,11)^2} = 1/3 + 0,11 = 0,44$$

ve,

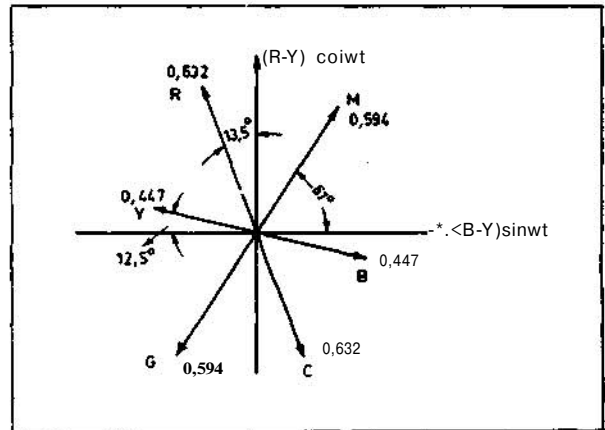
$$\sqrt{a^2 (0,30)^2 + b^2 (0,70)^2} = 1/3 + 0,30 = 0,63$$

bu iki eşitliğin çözülmesinden,

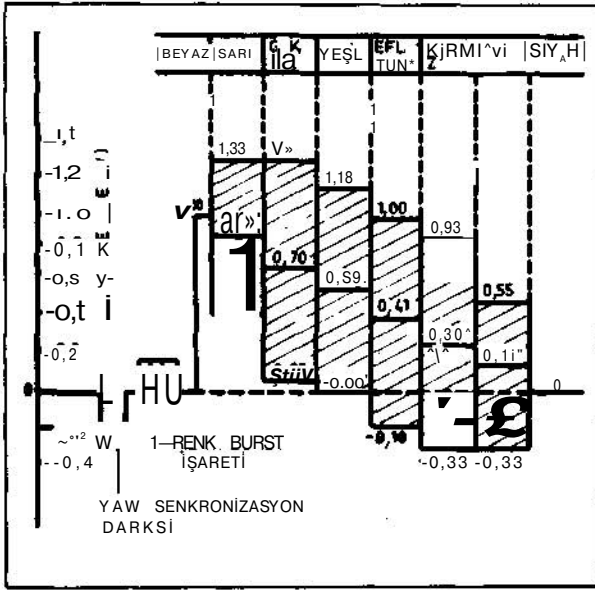
$$a = 0,493 = 1/2,03$$

$$b = 0,877 = 1/1,14$$

elde edilir. Yani, (B-Y) işaretinin $1/2,03$ ve (R-Y) işaretinin $1/1,14$ oranında genlikleri düşürülmelidir. Bu düzeltmeden sonra (R-Y) ve (B-Y) vektörlerinin genlik ve açı durumları Şekil 8'de gösterildiği gibi olur.



Şekil 8. Genlik düzeltmesinden sonraki vektörler



Şekil 9.

Bu durumda Şekil 7'de gösterilen seviye diyagramı Şekil 9'daki gibi olur.

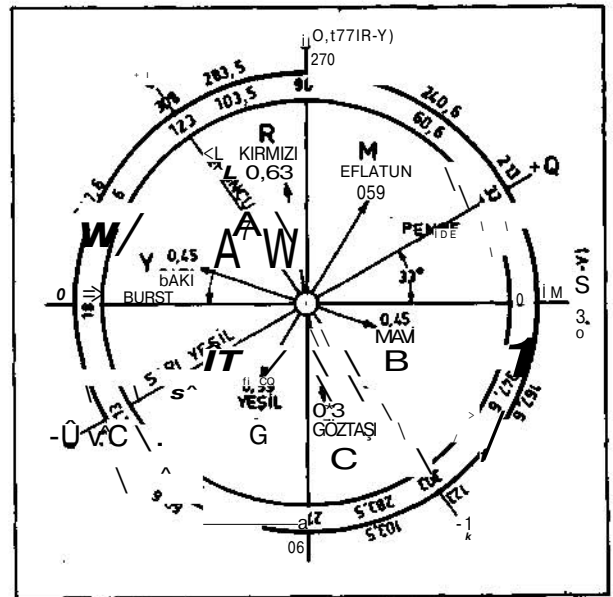
3. RENK İŞARETLERİNDE YENİDEN FAZ AYARLANMASI

A ve B bölümlerinde (R-Y) ve (B-Y) renk fark işaretlerinin meydana getirilişini ve genlik-faz ilişkilerini incelemiştik. Bu bölümde renk detayı ile bant genişliği sınırlandırması arasındaki ilişkileri inceleyelim. NISC sisteminde renk yardımcı taşıyıcısının 3,58 MHz'de bulunması şartı ile resim parlaklık işareti için gerekli en geniş bant 4,1 MHz'dir. Renk işaretini çiftyanbant olarak yayınlamak demek, bu işaretin 0,5 MHz'lik bir banta sınırlandırılmış olması demektir. Bu durumda resimdeki bütün ince ayrıntılar yok olabilir. Bu sakıncayı önlemek için renk işareti de "artıkyanbant" olarak, yani siyah-beyaz yayında olduğu gibi yanbantlardan biri bastırılarak yayınlanır. Ancak bu işlem yalnızca renk fark işaretlerinden biri için yapılır. Sonuç olarak renk fark işaretlerinden biri 1,5 MHz'lik bir artıkyanbant diğeri ise 0,5 MHz'lik bir çiftyanbant işareti şekline dönüştürülür (Şekil 11).

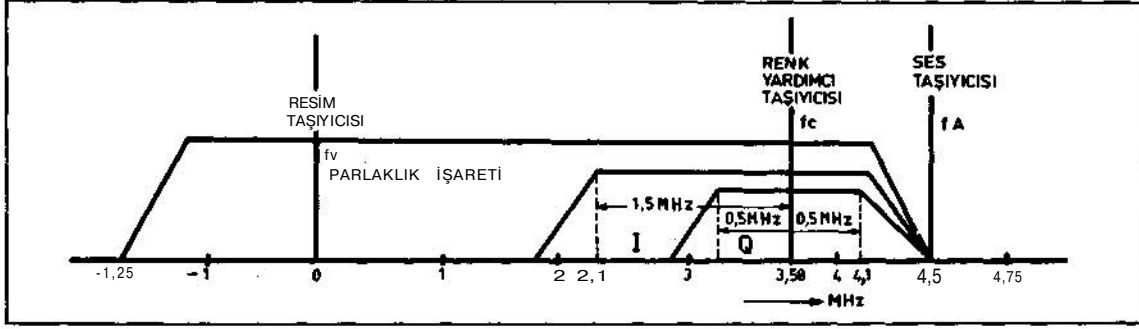
Gözümüzün seçebileceği en ince renk oluşumları diğer renklere oranla turuncu ve göztaşı renkleridir. Eğer bu esas (R-Y) ve (B-Y) yayın standartlarında kullanılırsa, her iki renk fark işaretinin yanbant uzantılarını da yayınlamak gerekecektir. Çünkü her ikisi de ya turuncu ya da göztaşı rengini meydana getirmek durumundadır. (R-Y) nin yanbantı uzatıldığında mavimsi kırmızı veya mavimsi yeşil (göztaşı) rengi, (B-Y) nin yanbantı uzatıldığında kırmızımsı yeşil veya sarımsı yeşil rengi tam olarak meydana gelebilecektir. Ayrıca, gözümüzün resimdeki elemanların boyutlarına göre, her rengi eşit algılamadığını hatırlamak gerekir. Belli bir detay inceliği ilerisinde bütün renk sahaları gözümüzde ya turuncu veya göztaşı renginde al-

gılanır. Yani, detay küçüldükçe bu iki rengin dışındaki diğer renkleri algılayamayız. Bu mantıktan hareketle, eğer renk yardımcı taşıyıcı işaretlerinin eksenleri, referans yardımcı taşıyıcıya kıyasla biri turuncu veya göztaşı renginin eksenine üzerine, diğeri buna dik yerleştirilecek şekilde bir faz ayarlaması yapılırsa, yayında karşılaşılan renk sorunlarının büyük bir bölümü çözülecektir. Turuncu göztaşı eksenini 1,5 MHz'e uzatılabilir. Böylelikle gözün ince renk detaylarını gerektiğince algılaması saptanabilecektir. Renk işaretlerinin faz ayarlamasından ve işaretlerden birinin uzatılmış yanbantlı olarak yayınından sonra, resimdeki bütün renkler 0 ile 0,5 MHz bant arasında tam olarak elde edilebilir. Turuncu-göztaşı işareti 1,5 MHz bant içinde var olduğuna göre bu iki rengin yayınlanmasından bütün diğer renkler göz tarafından görülebilecektir. Buna karşılık 1,5 MHz'in ilerisindeki frekanslarla yayınlanabilecek renk-ler meydana gelmeyecektir. Renk işaretlerinin bu faz ayarlamasına EN UĞUN RENK YAYINI denilmekte, günümüz NISC sisteminde kullanılmaktadır. Yeni renk eksenleri (R-Y) ve (B-Y) ile aynı olmadığına göre yeni isimler almalıdır.

"Burst" işaretinin veya referans yardımcı taşıyıcının fazına çok yakın olması nedeni ile birine "I" işareti, buna dik olan diğeri "Q" işareti denilmektedir. Şekil 10. bu durumu göstermektedir. Vericide bu işlem için dengeli modülatörlerin fazlarında ayar yapılması gereklidir. (B-Y) işareti, bu işaretin dengeli modülatörünü referans yardımcı taşıyıcı ile aynı fazda (veya 180° faz farkı ile) ve (R-Y) işareti de bu işaretin dengeli modülatörünü referans yardımcı taşıyıcıya dik (90° veya 270°) modüle edilmesi ile elde edilir. "I" ve "Q" işaretleri birbirlerine 90° olacak şekilde ve +1 işareti referans yardımcı taşıyıcıya göre +57° , -1 işareti 237°'de yerleştirilmelidir. Buna karşılık, +Q işareti "Burst" işaretine göre 57°+90° = 147° ve -Q işareti 180° faz farkı ile 327°'de yerleştirilmelidir.



Şekil 10. I ve Q eksenleri ile çeşitli renklerin genlik ve fazları



Şekil 11. I, Q ve Y işaretlerinin resim bantında kapladıkları yerler

Şekil 11'de renk işaretleri I ve Q parlaklık işareti olan Y işaretinin resim bantları gösterilmiştir.

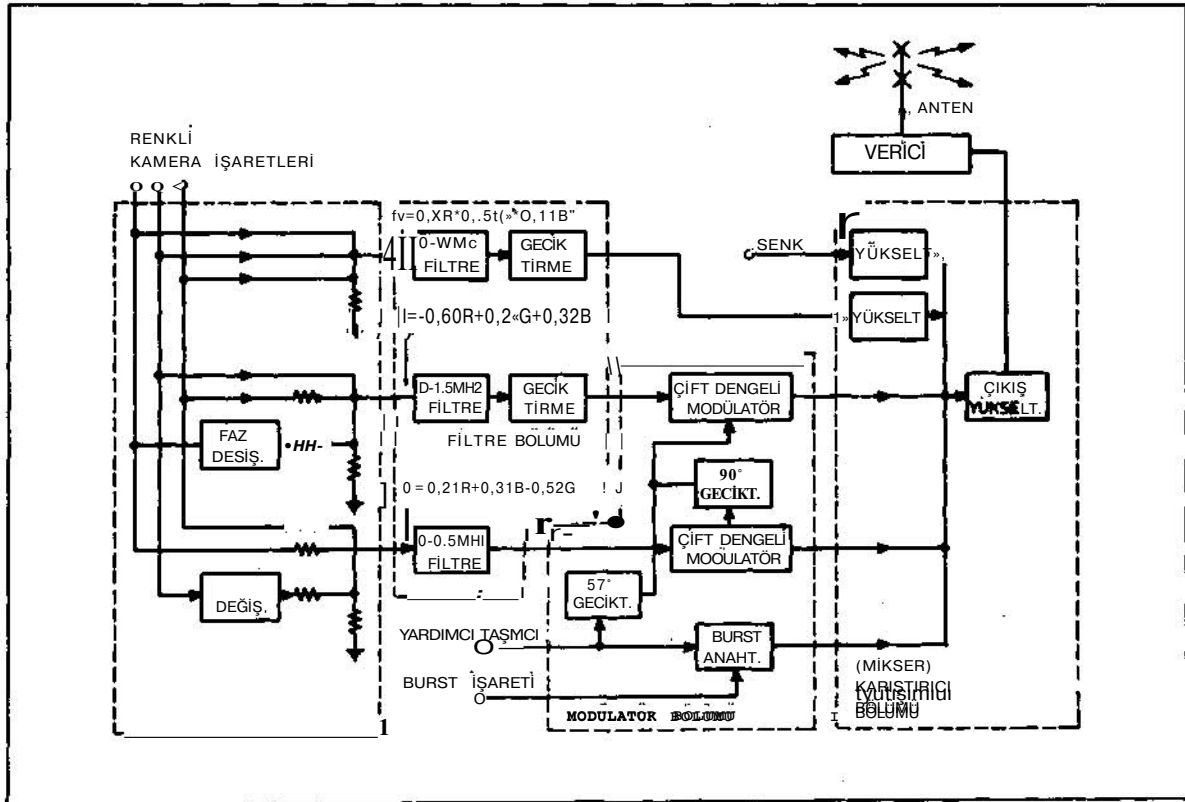
I ve Q işaretleri verici birleştiricisinde kırmızı, R, yeşil, G, ve mavi, B'nin aşağıdaki birleşimlerinden meydana gelmektedir.

$$I = 0,60R - 0,28G - 0,32B \quad (8)$$

$$Q = 0,21R + 0,31B - 0,52G \quad (9)$$

Şekil 12, I ve Q koordinatlarındaki renk işaretlerini kullanarak yayın yapan bir renkli televizyon vericisinin blok diyagramını göstermektedir. -I işaretini meydana getirmeye kırmızı, +Q işaretini meydana getirmeye ise yeşil işaret negatif olduğundan, birleştirici bölümünde kırmızı ve

yeşil kamera çıkışları faz değiştiricilerden geçirilir. Filtre bölümü her resim işareti için gerekli bant geçirme işlemini yapar. Y için 4,1 MHz., I için 1,5 MHz. ve Q için 0,5 MHz. Bu işaretlerin birbirlerine göre özel yerlere, uygun zaman aralıkları ile oturtulması gerektiğine ve çeşitli bant genişliklerine sahip olduklarına göre, I ve Y işaretleri karıştırıcı bölümüne geciktirilmiş olarak uygulanır. Renk işaretlerini meydana getirecek olan I ve Q işaretleri çift dengeli modülatörlere bağlanır. Referans yardımcı taşıyıcı frekansı dik olarak dengeli modülatörlere uygulanmadan evvel 57'lik bir faz kaydırılmasına uğratılır. Uç resim işareti, burst ve senkronizasyon işaretleri ile karıştırıcı bölümünde birleştirildikten sonra bileşik renkli resim işareti olarak çıkış yükselticisine ve vericiye gönderilir.



Şekil 12. Renkli televizyon öbek diyagramı